

ต้นแบบเครื่องผสมอีซันข้าวชนิดไม่ขึ้นแป้ง

PROTOTYPE OF E-SAN MACKEREL PASTE IN RICE MAKING MACHINE



ปฏิญญาฉบับนี้จัดทำขึ้นเป็นต้นแบบเครื่องผสมอีซันข้าวชนิดไม่ขึ้นแป้ง

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

PROTOTYPE OF E-SAN MACKEREL PASTE IN RICE MAKING MACHINE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ  
Prototype of E-San Mackerel paste in rice making machine

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวชุตินา กว้างนอก รหัสนักศึกษา 53010380  
นางสาวพัชรา พานจันทร์ รหัสนักศึกษา 53011092  
นายกริชศักดิ์ เจริญรัมย์ รหัสนักศึกษา 54010036

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวชุตติมา กว้างนอก	53010380
	นางสาวพัชรา พานจันทร์	53011092
	นายกริชศักดิ์ เจริญรัมย์	54010036
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์	
ปีการศึกษา	2556	

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยทำจากสแตนเลสทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยชุดการทำงานทั้งหมด 4 ชุดและ 1 ชิ้นส่วน ดังต่อไปนี้ 1) ชุดหยอดข้าวสวย มีส่วนประกอบหลัก คือ ถังใส่ข้าว, โครงของชุด และช่องพักข้าว 2) ชุดอัดข้าว มีส่วนประกอบหลัก คือ แผ่นอัดและโครงของชุด 3) ชุดหยอดปั่นปลาทุ ชุดนี้มีรูปร่างคล้ายคลึงกับชุดหยอดข้าวสวย มีส่วนประกอบหลัก คือ ถังใส่ปั่นปลาทุ, โครงของชุด และแผ่นหยอดใส่ 4) ชุดตัด มีส่วนประกอบหลัก คือ ใบมีดตัดและโครงของชุด 5) ถาดใส่ผลิตภัณฑ์ข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ มีลักษณะเป็นพิมพ์สี่เหลี่ยม ในกระบวนการผลิต 1 รอบ (ตัดข้าว1ครั้ง) จะได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 36 ก้อน ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยวัสดุ 3 ชั้น ชั้นบนและชั้นล่างจะเป็นข้าวหอมมะลิหุงสุก ชั้นกลางจะเป็นใส่ปั่นปลาทุ มีการทดสอบดังต่อไปนี้ 1) การหาความหนาแน่นของข้าวสวยในถัง 2) การทำงานของชุดหยอดข้าวสวย ชุดอัดข้าว ชุดหยอดปั่นปลาทุ และชุดตัด 3) ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตและความผิดพลาดโดยการนับจำนวนชิ้นดีและชิ้นเสียที่ได้ในการผลิต 1 รอบ นอกจากนี้ได้คำนวณความสามารถ (ขึ้นต่อชั่วโมง) ของต้นแบบ จากการทดลองได้ค่าความหนาแน่นของข้าวในถังเท่ากับ 0.73กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ชุดอัดข้าวและชุดหยอดปั่นปลาทุทำงานได้ดี แต่ชุดหยอดข้าวสวยและชุดตัดทำงานได้ไม่ดี และไม่ได้ตามผลที่คาดหวังไว้ ความสามารถของเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ 576 ชิ้นต่อชั่วโมง (0.16 ชิ้นต่อวินาที) ประสิทธิภาพของการผลิตเท่ากับ 75% และความผิดพลาดเท่ากับ 25%ประสิทธิภาพของการหยอดปั่นปลาทุเท่ากับ 83.33% และความผิดพลาดของการหยอดปั่นปลาทุเท่ากับ 16.67%

Thesis Title	Prototype of E-San Mackerel Paste in Rice Making Machine		
Authors	Chutima	Kwangnok	53010380
	Patchara	Panchan	53011092
	Kritsak	Charoenram	54010036
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon		
Year	2013		

### Abstract

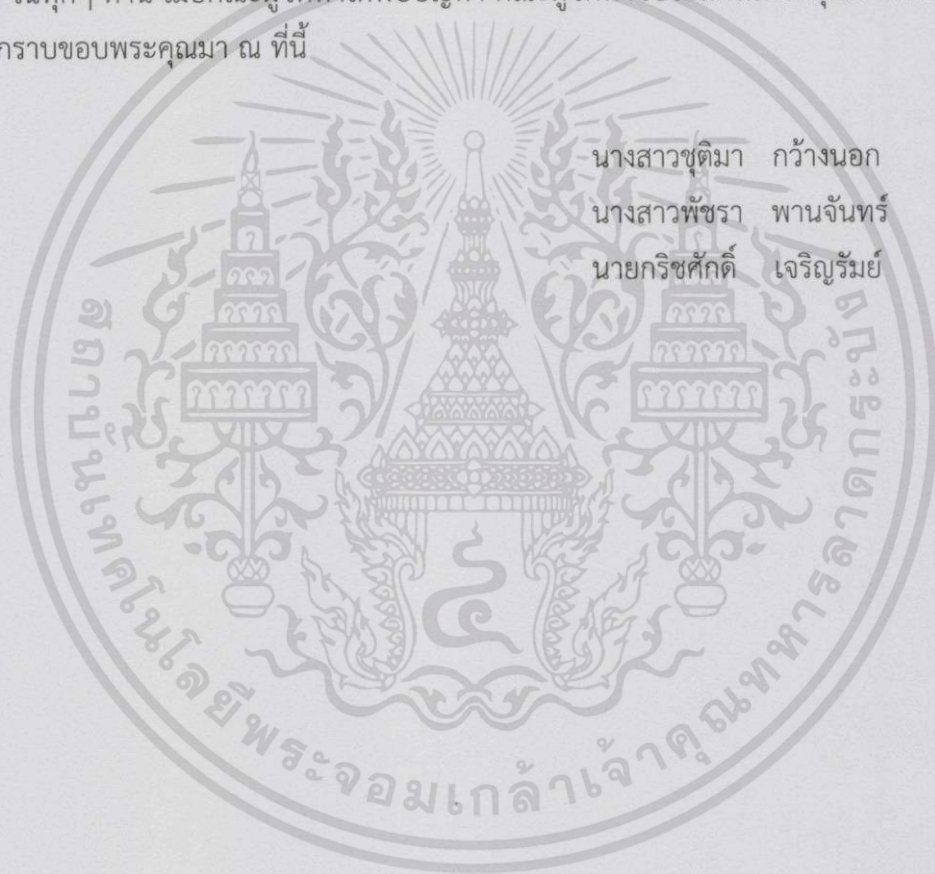
This project was to design, fabricate and test a prototype of E-San mackerel paste in rice making machine for using in a small factory. The prototype was made of stainless steel. It was consisted of 4 sets and 1 part. 1) rice dropping hopper set consisted of rice bucket, supporting structure and rice block, 2) compression plate set consisted of compression sheet and supporting structure, 3) E-san mackerel paste dropping hopper set consisted of bucket of E-san mackerel paste, supporting structure and E-san mackerel paste dropping block, 4) cutting blade set consisted of cutting blade and supporting structure and 5) a tray for E-san mackerel paste in rice. In 1 round of a working process the 36 pieces of E-san mackerel paste in rice were produced. The piece was consisted of 3 layers, the top and bottom layers were compressed cooked jasmine rice and the middle layer was E-san mackerel paste. The experiment was conducted for 1) the determination of cooked rice density in the bucket, 2) functionality of the 4 sets, and 3) the efficiency and error of the prototype by counting the good and bad pieces of production and also of dropping of the paste. In addition, the capacity of the prototype was calculated. The results showed that the density of the cooked rice, capacity of the prototype, production and dropping efficiency and error were  $0.73 \text{ g/cm}^3$ , 576 pieces/hr (0.16 pieces/s), 75% and 25%, and 83.33% and 16.67%, respectively. The compression plate set and E-san mackerel paste dropping hopper set could work well, however, the rice dropping hopper set and cutting set could not work well as expected.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนงบประมาณ เครื่องมือ และสถานที่ในการออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่อง ขอขอบคุณคุณเจตนาพรรัตน์ สมวิฑู ตำแหน่งวิศวกรซ่อมบำรุง บริษัทยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยแก้ปัญหาในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ป่นปลาทุ

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดาซึ่งได้อบรมและเลี้ยงดูเอาใจใส่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ ในทุกๆ ด้าน เมื่อคณะผู้จัดทำได้พบปัญหา คณะผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณซึ่งหาที่เปรียบมิได้ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นางสาวชุตินา กว้างนอก  
นางสาวพีชรา พานจันทร์  
นายกริชศักดิ์ เจริญรัมย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ข้าวกับป่นปลาทุ	4
2.2 การควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์	5
2.3 วงจรพีแอลซี	8
2.4 สแตนเลส	12
2.5 การเขียนแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาทุด้วยโปรแกรม Solid works	13
บทที่ 3 การออกแบบการสร้าง	14
3.1 แนวทางการออกแบบ	14
3.2 การออกแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาทุ	15
3.3 การเขียนคำสั่งลง PLC (Programmable Logic Controller)	37
3.4 การออกแบบระบบนิวเมติกส์	43
3.5 การออกแบบระบบควบคุมของต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาทุ	44
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	48
4.1 วัตถุประสงค์	48
4.2 อุปกรณ์	48
4.3 ขั้นตอนการดำเนินการและวิธีการทดลอง	52
บทที่ 5 ผลการทดลอง	56
5.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาทุ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 IV  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการผลิต	56
5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตของชุดหยอดไส้ป่นปลาทุ	56
5.4 การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่ออุตสาหกรรม	56
บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	60
6.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ป่นปลาทุ	60
6.2 การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่ออุตสาหกรรม	60
6.3 ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก ก ขนาดสแตนเลสกล่อง	64
ภาคผนวก ข รูปวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ	65



## สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว	7
ตารางที่ 4.1 ผลการทำงานขององค์ประกอบทั้ง 4 ชุด ของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ	53
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการผลิต	54
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ	55
ตารางที่ ก1 ขนาดสแตนเลสกล่อง	64



## สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 วงจรระบบนิวมติกส์พื้นฐาน	5
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบภายในและหลักการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว	6
รูปที่ 2.3 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบทางเดียว	6
รูปที่ 2.4 มอเตอร์ลม	7
รูปที่ 2.5 มอเตอร์ลม และสัญลักษณ์	8
รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของ PLC	9
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์อินพุต (input devices)	9
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์เอาต์พุต	11
รูปที่ 3.1 ขนาดของถังใส่ข้าว	15
รูปที่ 3.2 ถังใส่ข้าว	16
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งของตัวแปร	16
รูปที่ 3.4 ขนาดของโครงของชุดหยอดข้าว	18
รูปที่ 3.5 โครงของชุดหยอดข้าว	18
รูปที่ 3.6 ขนาดของแผ่นเปิด-ปิด	19
รูปที่ 3.7 แผ่นเปิด-ปิดถังข้าว	20
รูปที่ 3.8 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม	20
รูปที่ 3.9 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดหยอดข้าว)	21
รูปที่ 3.10 ขนาดของโครงของชุดอัด	22
รูปที่ 3.11 โครงของชุดอัด	22
รูปที่ 3.12 ขนาดของแผ่นอัด	23
รูปที่ 3.13 แผ่นอัด	23
รูปที่ 3.14 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม	24
รูปที่ 3.15 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดอัด)	24
รูปที่ 3.16 ขนาดของตัวยึดแผ่นอัด	25
รูปที่ 3.17 ตัวยึดแผ่นอัด	25
รูปที่ 3.17 ขนาดของโครงของชุดหยอดปั่นปลาทุ	26
รูปที่ 3.18 โครงของชุดหยอดปั่นปลาทุ	27
รูปที่ 3.19 ขนาดของถังใส่ปั่นปลาทุ	28
รูปที่ 3.20 ถังใส่ปั่นปลาทุ	28
รูปที่ 3.21 ขนาดของแผ่นเปิด-ปิด	30
รูปที่ 3.22 แผ่นเปิด-ปิดถังข้าว	30

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3.23 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม	31
รูปที่ 3.24 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ)	31
รูปที่ 2.25 ขนาดของโครงของชุดตัด	32
รูปที่ 2.26 โครงของชุดตัด	33
รูปที่ 3.27 ขนาดของใบมีดตัด	34
รูปที่ 3.28 ใบมีดตัด	34
รูปที่ 3.29 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม	35
รูปที่ 3.30 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดตัด)	35
รูปที่ 3.31 ขนาดของตัวยึดแผ่นอัด	36
รูปที่ 3.32 ตัวยึดแผ่นอัด	36
รูปที่ 3.32 การทำงานของชุดหยอดข้าวครั้งที่ 1	38
รูปที่ 3.33 การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 1	39
รูปที่ 3.34 การทำงานของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ	40
รูปที่ 3.35 การทำงานของชุดหยอดข้าวครั้งที่ 2	41
รูปที่ 3.36 การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 2	42
รูปที่ 3.37 การทำงานของชุดตัด	42
รูปที่ 3.38 แผนภาพการทำงานของระบบนิวเมติกส์ของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ	43
รูปที่ 3.39 แผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบการทำงาน	46
รูปที่ 4.1 ชุดหยอดข้าว	49
รูปที่ 4.2 ชุดอัด	49
รูปที่ 4.3 ชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ	50
รูปที่ 4.4 ชุดตัด	50
รูปที่ 4.5 ถาดใส่ผลิตภัณฑ์ข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ	50
รูปที่ 4.6 สายพาน	51
รูปที่ 4.7 ถังลม	51
รูปที่ 4.8 แผงวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ	51
รูปที่ 5.1 กราฟการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน	59

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยที่ส่งออกมากที่สุดและเป็นธัญญาหารที่คนไทยทั่วทุกภาคต้องรับประทานกันอยู่ทุกวัน เพราะข้าวเป็นธัญญาหารที่มีประโยชน์และให้พลังงานต่อร่างกาย ซึ่งมีการค้นพบว่าข้าวเกิดขึ้นหลังจากสิ้นสุดยุคน้ำแข็ง และมีการพัฒนาสายพันธุ์ของข้าวหลากหลายพันธุ์ ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า และในสมัยก่อนมีการค้นพบข้าวทั้งหมด 3 ชนิด คือ ข้าวเมล็ดใหญ่(ข้าวเหนียว) , ข้าวเมล็ดป้อม(ข้าวเหนียว) , ข้าวเมล็ดเรียวยาว(ข้าวเจ้า) ข้าวมีการพัฒนาการปลูกมาเรื่อยๆ ตั้งแต่สิ้นสุดยุคน้ำแข็งจนถึงปัจจุบัน[1] และในปัจจุบันพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดถึง 45 – เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกในประเทศ[2] ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก ข้าวจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยมาก คนไทยส่วนใหญ่มักจะนำข้าวมารับประทานกับอาหารทั่วไป จะไม่ค่อยเห็นในการเอามาทำเป็นอาหารทานเล่นหรือของหวาน จะเห็นก็เพียงข้าวเหนียวที่นอกจากนำมารับประทานกับอาหารแล้ว ยังสามารถนำมาทำเป็นขนมหวานได้อีก

ป่นปลาทุเป็นอาหารของทางภาคอีสานที่มีมาเนิ่นนานแล้ว ได้รับความนิยมนมาก และเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหาร เพราะวัตถุดิบที่ใช้จะมีเพียงผักและปลาเท่านั้น ซึ่งทั้งผักและปลาก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ป่นปลาทุเป็นน้ำพริกของทางภาคอีสาน ในแต่ละครอบครัวก็จะมีสูตรเฉพาะที่ตกทอดกันมา จะมีการปรุงที่ไม่เหมือนกัน ไม่มีสูตรที่แน่นอน บางครอบครัวก็มีส่วนผสมของน้ำปลาร้าด้วย บางครอบครัวก็ไม่มี ซึ่งป่นปลาทุจะมีทั้งแบบแห้งและแบบเปียก แล้วแต่ความชอบของผู้บริโภค ในทุกวันนี้ป่นปลาทุได้รับความนิยมนเฉพาะทางภาคอีสาน ยังไม่ได้รับการเผยแพร่มากนักในท้องถิ่นอื่น คณะผู้จัดทำจึงคิดที่จะนำป่นปลาทุมาเผยแพร่โดยอาศัยโครงงานวิจัยนี้เป็นสื่อกลาง และข้าวสวยที่แต่ก่อนเป็นเพียงธัญญาหารที่กินกับของควาได้อย่างเดียวนั้น ผู้จัดทำจึงคิดที่จะแปรรูปข้าวสวยให้อยู่ในรูปอาหารว่างอีกด้วย

คณะผู้จัดทำจึงคิดที่จะนำป่นปลาทุมาเผยแพร่ โดยจะออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ป่นปลาทุ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะได้จากเครื่องนี้นั้น จะมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายกับซูชิ มีทั้งหมดสามชั้น ชั้นแรกกับชั้นที่สามจะเป็นข้าว ส่วนชั้นที่สองจะเป็นไส้ นั่นก็คือป่นปลาทุ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นอาหารสำเร็จรูป สามารถรับประทานได้ทันที

จากการสืบค้นข้อมูลกรมทรัพย์สินทางปัญญาในฐานะข้อมูลการจดสิทธิบัตร(<http://203.209.117.243/DIPSearch/PatentSearch/SearchSimple.aspx>)[3] โดยใช้คำค้นว่า “เครื่องอัดใส่” “เครื่องผลิตอาหาร” “เครื่องสอดใส่” “เครื่องทำอาหาร” ไม่พบข้อมูล และ “Stuffing” ไม่พบข้อมูลที่

เกี่ยวข้อง จากการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลโครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLIS -Thai library integrated system สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา(<http://tdc.thailis.or.th/tdc/basic.php>)[4] ซึ่งรวบรวมข้อมูลวิทยานิพนธ์ งานวิจัยและบทความในประเทศไทย โดยใช้คำค้นว่า “เครื่องยัดไส้” “เครื่องผลิตอาหาร” “เครื่องสอดไส้” “เครื่องทำอาหาร” ไม่พบข้อมูล ผู้ทำโครงการจึงสืบค้นข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกับเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหู จากอินเทอร์เน็ต ดังนี้ พบเครื่องผลิตอาหารที่มีความคล้ายคลึง เช่น เครื่องปั้นสอดไส้ขนมปังและซาลาเปา ANKO HB-30 ซึ่งมีกำลังการผลิตสูงสุด 2000 ลูกต่อชั่วโมง ต่ำสุด 500 ลูกต่อชั่วโมง สามารถทำขนาดผลิตภัณฑ์ได้ตั้งแต่ 30–150 กรัม (<http://www.pantipmarket.com/items/13370114>)[5] เครื่องทำซูชิ Suzumo SushiBot สามารถผลิตซูชิ 300 ชิ้น ภายใน 1 ชั่วโมง โดย 1 ชิ้น จะเสร็จภายใน 12 วินาที แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ยังต้องใช้ความช่วยเหลือจากคน เพื่อช่วยในการวางวัตถุดิบ อาทิ สาหร่าย ปลา หรือผัก ลงบนข้าวแผ่นแบนๆ ที่ทำจากเครื่อง (<http://news.siamphone.com/news-06448.html>)[6] เครื่องม้วนยัดไส้อาหาร มีความสามารถ 1000-12000 ชิ้นต่อชั่วโมง น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 10-180 กรัม (<http://www.anko.com.tw/th/product/-Multi/-sb-880.html>)[7]

โครงการวิจัยนี้จะดำเนินการศึกษา ออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหูเพื่อใช้ในการผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหูสำหรับผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม โดยอาศัยหลักการทฤษฎีของระบบนิวเมติกส์ ทฤษฎีของโปรแกรมเมเบิล โลจิก คอนโทรลเลอร์(PLC) ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบด้วยชุดหยอดข้าว ชุดอัด ชุดหยอดไส้ป่นปลาหู ชุดตัด และใช้สายพานในการทำให้ข้าวเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ ซึ่งต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหูนี้ นอกจากจะใช้ป่นปลาหูเป็นไส้ได้แล้วนั้น ยังสามารถใช้อาหารชนิดอื่นที่แห้ง เป็นไส้ได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1). เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหู
- 2). เพื่อผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาหูเป็นอาหารพร้อมรับประทาน (Ready to eat)

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ใช้ข้าวสารหอมมะลิใหม่เป็นวัตถุดิบและทำเครื่องข้าวยัดไส้ป่นปลาหูที่มีขนาดแบบพิมพ์ 18x24x4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 36 ชิ้นต่อการอัด 1 ครั้ง ขนาดชิ้นละ 3x4x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 1.4. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องต้นแบบสามารถถูกเผยแพร่ให้ผู้ประกอบการผลิตอาหารขายตามร้านสะดวกซื้อทำให้สามารถผลิตได้รวดเร็วและถูกสุขลักษณะทำให้ผู้บริโภคสามารถหาซื้อข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุได้ง่าย
2. ได้เผยแพร่อาหารของภาคอีสาน ทำให้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป

#### 1.5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1. ศึกษาสูตรการทำปั่นปลาทุที่คงรสชาติแบบอาหารอีสานดั้งเดิม
- 1.5.2. ศึกษาชนิดของวัสดุที่จะใช้ทำต้นแบบ ทฤษฎีระบบควบคุมด้วยลม และความคุ้มค่า
- 1.5.3. ศึกษาความดันในการอัดข้าวสวยที่เหมาะสม โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer
- 1.5.4. ออกแบบและเขียนแบบส่วน ประกอบแต่ละส่วน ได้แก่ ชุดแม่พิมพ์ ชุดหยอดปั่นปลาทุ ชุดใบมีด ชุดอัด และ ระบบควบคุมด้วยลม
- 1.5.5. สร้างต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ ทดสอบการทำงาน วัดความสามารถในการผลิต (ขึ้นต่อชั่วโมง) และ ประสิทธิภาพในการทำงาน(เปอร์เซ็นต์ขึ้นดีและขึ้นเสีย) การใช้พลังงาน
- 1.5.6. ปรับปรุงจุดบกพร่องของเครื่องโดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบในข้อ 1.5.5.
- 1.5.7. ทำซ้ำข้อ 1.5.5. – 1.5.6. จนกว่าจะได้เครื่องที่มีสมรรถนะที่ดีตามต้องการ
- 1.5.8. วิเคราะห์ความคุ้มค่า
- 1.5.9. สรุปผลเขียนรายงาน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1. ข้าวกับป่นปลา

ข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ส่งออกมากที่สุดและยังเป็นอาหารหลักของชาวไทยอีกด้วย ป่นปลา เป็นอาหารทางภาคอีสาน โดยใช้ปลาเป็นหลักมีผักและสมุนไพรหลายอย่างผสมเข้าด้วยกัน เช่น ผักชีฝรั่ง ต้นหอม กระเทียม เป็นต้น ส่วนผสมทั้งหมดจะนำมาปิ้งเพื่อให้ได้กลิ่นหอม เมื่อนำมาผสมเข้ากันจะทำให้รสชาติของป่นปลาทุกกลมกล่อม ถึงพริกถึงขิง จึงเป็นที่นิยมของชาวอีสาน แต่ป่นปลายังไม่แพร่หลายในภาคอื่นๆ มีสูตร ดังนี้

ผักชี 50 กรัม

ต้นหอม 100 กรัม

ข้าวหอมมะลิ ตราหงส์ทอง 160 กรัม

ผักชี 50 กรัม

ต้นหอม 100 กรัม

กระเทียม 25 กรัม

พริก 30 กรัม

ข่า 60 กรัม

มะนาว 20 กรัม

หอมแดง 55 กรัม

น้ำปลา 20 กรัม

ปลา 2ตัว 240 กรัม

##### 2.1.1. วิธีปรุง

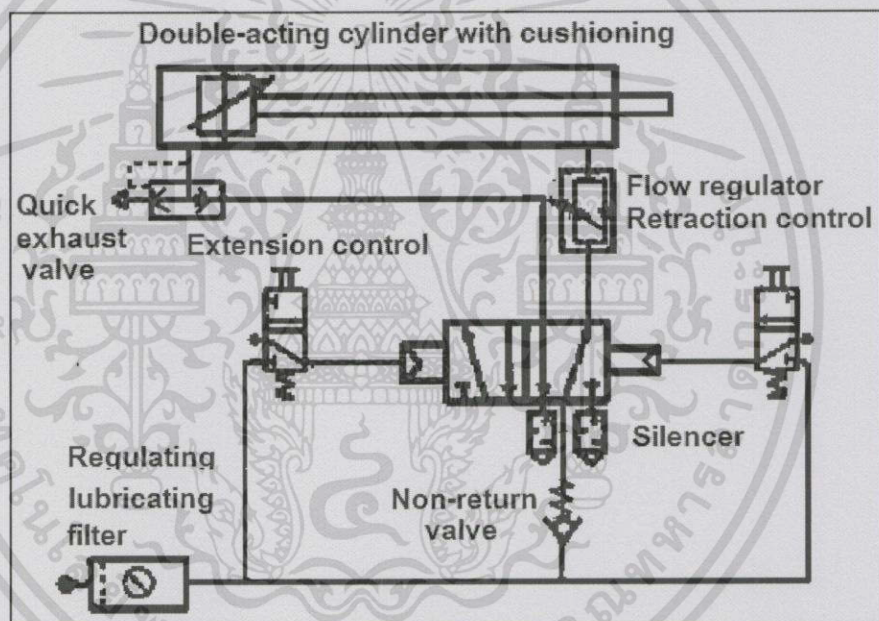
- (1) นำปลาไปปิ้งให้สุก พักไว้ให้เย็น แล้วแกะเอาแต่เนื้อปลา
- (2) คั่วพริก หอมแดง กระเทียม ต้นหอม ผักชี และข่า คั่วจนมีกลิ่นหอม แล้วพักไว้ให้เย็น นำผักทั้งหมดนี้ไปโขลกอย่างหยาบ
- (3) นำปลาที่แกะไว้ใส่ลงในวัตดูบที่ตำไว้ แล้วตำทุกอย่างให้เข้ากัน
- (4) ใส่น้ำมะนาวและน้ำปลาลงไป และตำทุกอย่างเข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (5) จะได้ป่นปลาที่มีลักษณะเปียก ทำการคั่วป่นปลาโดยใช้ไมโครเวฟ คั่วจนป่นปลาแห้งพอสมควร
- (6) นำป่นปลาที่ได้จากการคั่วนั้น มาป่นเพื่อให้ป่นปลาเกิดความละเอียด โดยใช้เครื่องป่น
- (7) จะได้ป่นปลา รับประทานกับเครื่องเคียง เช่น มะเขือเปราะ แตงกวา ถั่วพู และใบสาระแหน่

## 2.2. การควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์ [8]

นิวเมติกส์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการทำงานและถูกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยวาล์วควบคุมทิศทางของลมอัดที่จ่ายให้แก่อุปกรณ์ทำงาน วิธีการควบคุมวาล์วควบคุมทิศทางสามารถเลือกใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น ลมอัด ไฟฟ้า แรงเชิงกล(กลไกและมนุษย์) รูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วงจรระบบนิวเมติกส์พื้นฐาน [8]

### 2.1.1. อุปกรณ์ทำงานพื้นฐานที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลัง (Actuators pneumatic)

มีทั้งหมด 7 อย่าง คือ

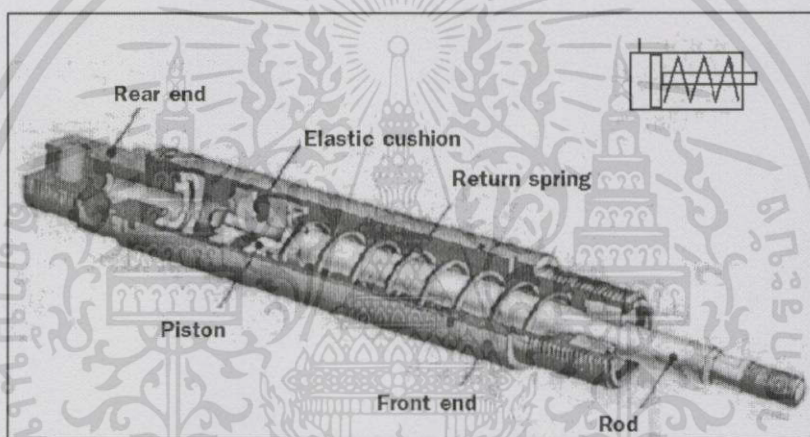
- (1) กระบอกลูกสูบทางเดียว (Single-acting cylinder)
- (2) กระบอกลูกสูบสองทาง (Double-acting cylinder)
- (3) กระบอกลูกสูบชนิดพิเศษ
- (4) กระบอกลูกสูบโรตารี (Rotary Actuator)
- (5) มอเตอร์ลม (Motor)
- (6) อุปกรณ์หยิบจับ (Grippers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

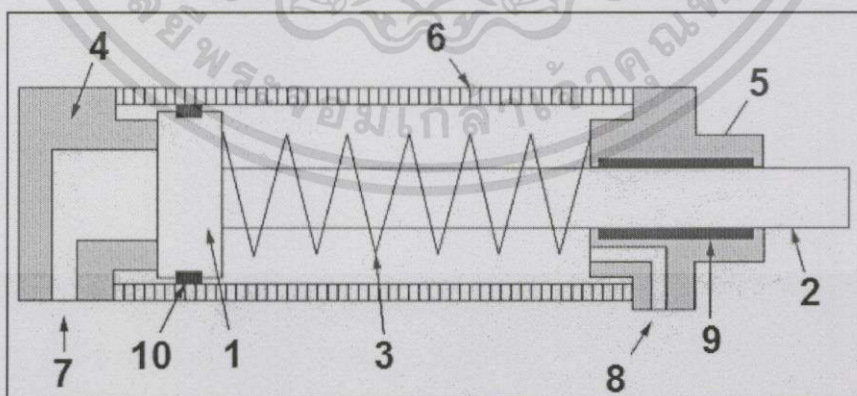
(7) อุปกรณ์จับยึดด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum generator & suction cup)  
อุปกรณ์พื้นฐานที่โครงการวิจัยของเราจะใช้นั้นมีเพียงบางอย่างเท่านั้น คือ

(1) กระบอกลูกสูบทางเดียว (Single-acting cylinder)

อุปกรณ์มีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในกลวงและมีก้านสูบที่เคลื่อนที่ไปตามแกนกลาง ที่ปลายก้านสูบมีซีลกันลมรั่วและมีสปริงอยู่ระหว่างก้านสูบกับกระบอกลูกสูบดังแสดงในรูปที่ 2.3 และมีส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบมีค่าคงที่ขึ้นกับความยาวของกระบอกลูกสูบ การสั่งงานให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เพียงทิศทางเดียว ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกลูกสูบในทิศทางด้านกับแรงกระทำของสปริง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่และเมื่อหยุดจ่ายลมอัดให้กระบอกลูกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งปกติด้วยแรงกระทำจากสปริง รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบภายในและหลักการการทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียว



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบภายในและหลักการการทำงานของกระบอกลูกสูบทางเดียว[8]



รูปที่ 2.3 โครงสร้างภายในของกระบอกลูกสูบทางเดียว (รายละเอียดดังตารางที่ 2.1)

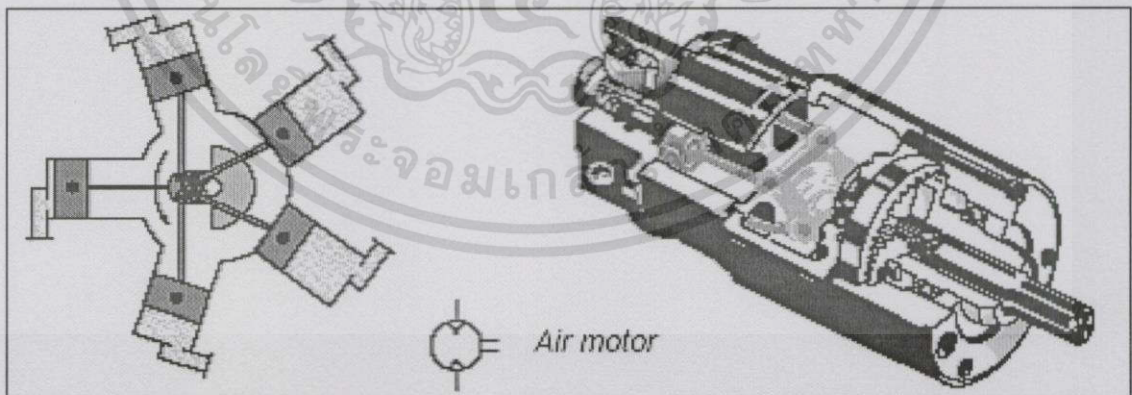
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว

หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกสูบ (piston)
2	ก้านสูบ (piston rod)
3	สปริงดันกลับ (Return spring)
4	ฝาครอบท้าย (base end cover)
5	ฝาครอบหัว (head end cover)
6	กระบอกสูบ (cylinder tube)
7	รูต่อลม (pressure connector )
8	บุชก้านสูบ (bush and sealing element)
9,10	ซีลลูกสูบ (piston seal)

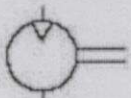

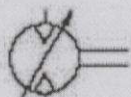
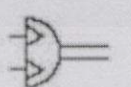
(2) มอเตอร์ลม Motor

เป็นอุปกรณ์ที่มีแกนกลางหมุนได้ด้วยลมอัด นิยมใช้ในงานที่มีการกระแทกสูง เช่น ส่วนเจาะปูนซีเมนต์ หรือในบริเวณที่ไม่ต้องการให้เกิดประกายไฟจากมอเตอร์ไฟฟ้า โดยข้อแตกต่างระหว่างมอเตอร์ลมและกระบอกสูบโรตารี คือ กระบอกสูบโรตารีไม่สามารถหมุนเกิน 360 องศาได้ แต่มอเตอร์ลมหมุนรอบได้เหมือนมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.4 มอเตอร์ลม [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air motor, rotation in one direction fixed capacity	
Air motor, rotation in one direction variable capacity	
Air motor, rotation in both directions variable capacity	
Rotary actuator	

รูปที่ 2.5 มอเตอร์ลม และสัญลักษณ์[8]

### 2.3 วงจรพีแอลซี (โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์)[9]

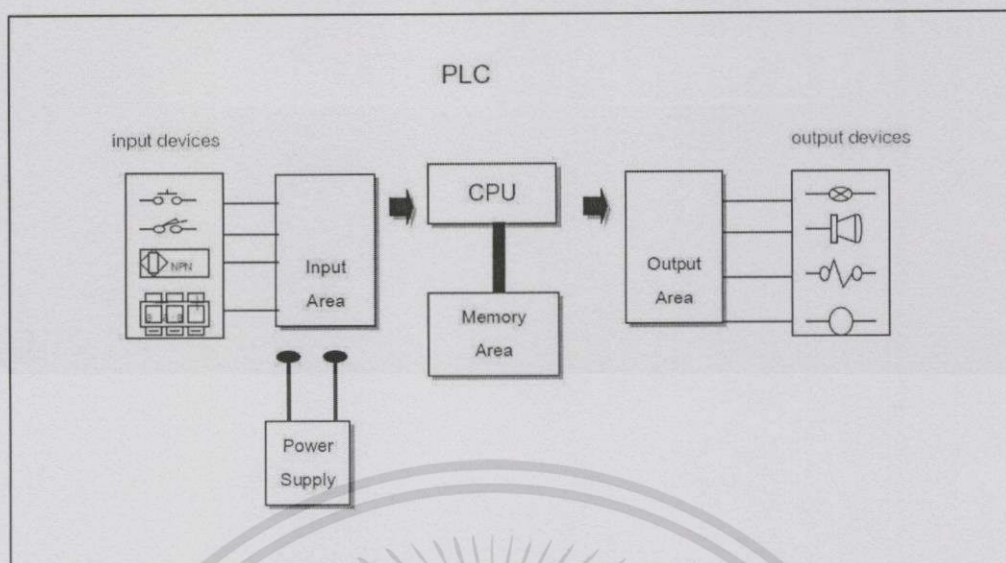
รศ.กฤษดา วิศวธีรานนท์ กล่าวว่า PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller บางครั้งเรียกว่า PC (programmable controller) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถควบคุมการทำงานตามโปรแกรมที่บันทึกอยู่ในหน่วยความจำภายใน[10]

PLC หมายถึง อุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบต่างๆ แทนวงจรีเลย์แบบเก่าซึ่งวงจรีเลย์มีข้อเสียคือการเดินสาย และเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก [11]

สรุป PLC คือคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมอัตโนมัติสามารถโปรแกรมได้ PLC ถูกสร้างและพัฒนาแทนวงจรีเลย์ มีการพัฒนาให้ PLC มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้น ตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor มีราคาถูกลง สามารถใช้งานอย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้โดยง่าย

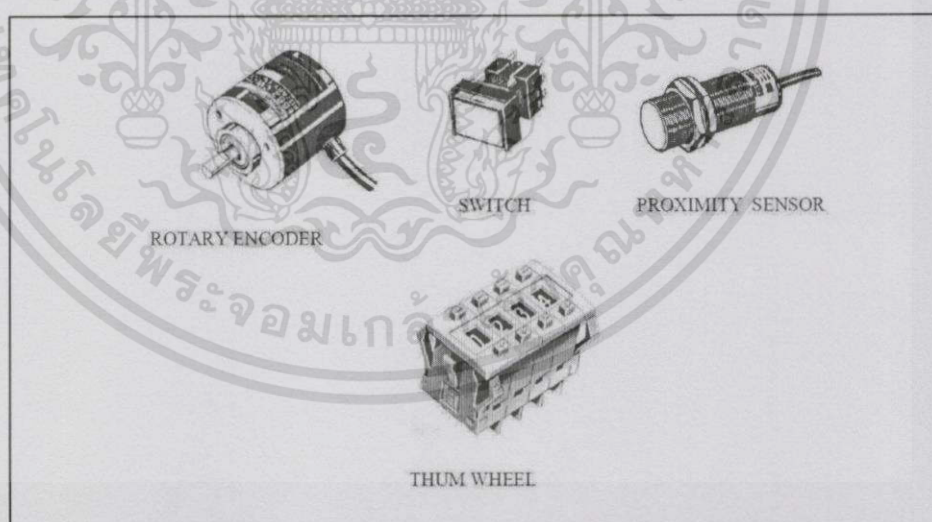
#### 2.3.1. โครงสร้างภายในของ PLC ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้

- (1) ภาคอินพุต (input section)
- (2) ตัวประมวลผล (CPU)
- (3) หน่วยความจำ (memory)
- (4) ภาคเอาต์พุต (output section)
- (5) แหล่งจ่ายไฟ (power supply)



รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของ PLC [9]

(1) ภาคอินพุต เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ รับข้อมูลเข้ามา และทำการส่งข้อมูลที่ติดต่อไปยังตัวประมวลผล (CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โดยข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นสัญญาณอินพุตนี้ได้มาจากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์ (sensor) สวิตช์ (switch) และ เอนโคคเตอร์ (encoder) เป็นต้น สัญญาณอินพุตส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาณแบบรีเลย์ พัลส์ แรงดัน หรือกระแสไฟฟ้า สัญญาณเหล่านี้จะถูกส่งมาจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ เมื่อ PLC ได้รับสัญญาณอินพุตมาแล้วจะนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์อินพุต (input devices) [9]

(2) ตัวประมวลผล ทำหน้าที่คำนวณ และควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC และภายในยังประกอบด้วยวงจรรวมจิกหลายชนิด และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (microprocessor based) ใช้แทนอุปกรณ์จาวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ (Counter) ไทม์เมอร์ (Timer) และซีควนเซอร์ (Sequencer) เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

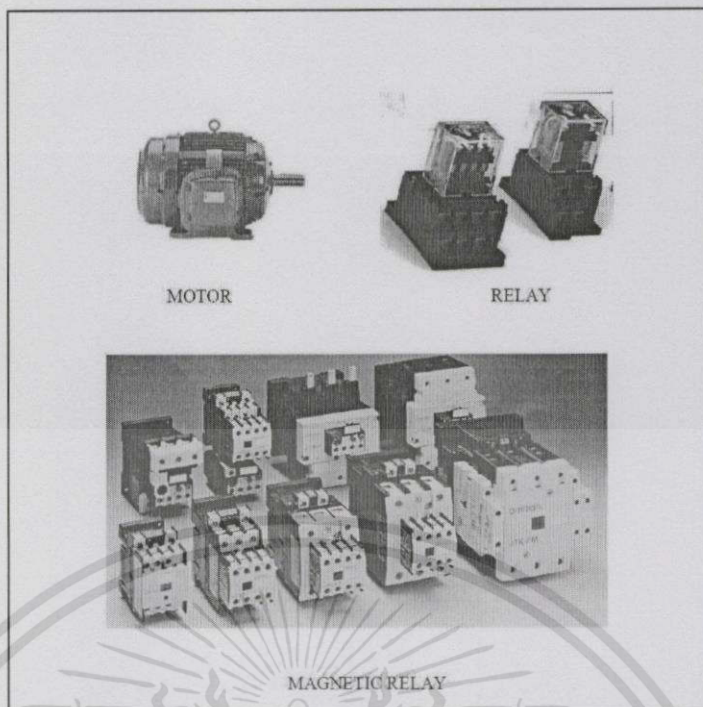
ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay ladder diagram ได้ โดย CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ ตามที่กล่าวข้างต้น จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้น จะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

(3) หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (data bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งหน่วยความจำของ PLC จะประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ

- RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับและการอ่าน และการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายเพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

- ROM ทำหน้าที่ เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น E - PROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม ซึ่งเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม และยังมีหน่วยความจำแบบ EE - PROM ที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียน และลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่มีราคาแพงกว่า เนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

(4) ภาควงจรเอาต์พุต เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผล แล้วส่งต่อไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น มอเตอร์ (motor) รีเลย์ (relay) และแมกเนติกรีเลย์ (magnetic relay) เป็นต้น สัญญาณที่ออกมาจากภาควงจรเอาต์พุตของ PLC เป็นเอาต์พุตแบบรีเลย์หรือเป็นเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ ก่อนที่สัญญาณ จะผ่านไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตได้ ต้องผ่าน Buffer relay ก่อนจึงจะสามารถต่อเข้าโหลดได้ หรือต้องต่อผ่านวงจรถักไฟก่อน เช่นถ้าต้องการสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน ต้องผ่านวงจรถักไฟก่อนเนื่องจากกระแสที่จ่ายออกมาจาก PLC มีค่าน้อยเกินไป



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์เอาต์พุต [9]

(5) แหล่งจ่ายไฟ ทำหน้าที่ จ่ายพลังงานไฟฟ้า และเป็นตัวรักษาระดับของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU unit หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/ เอาต์พุต

### 2.3.2. การใช้โปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรม PLC ที่มีขนาดเล็กไม่ใหญ่มากนัก จะนิยมเขียนด้วยภาษาแลตเตอร์ (ladder diagrams) และ PLC บางตัวไม่สามารถเขียนภาษาแลตเตอร์ลงในตัว PLC ได้โดยตรง ต้องเปลี่ยนภาษาแลตเตอร์ เป็นคำสั่งบูลีนก่อน จึงจะทำงานได้ โดยการเขียนโปรแกรม PLC มีลำดับขั้นตอนการคิดดังนี้

- ศึกษางานจริง
- กำหนดลำดับการทำงาน
- ร่างแบบควบคุม
- กำหนด input, output (หมายเลขอุปกรณ์)
- เขียนภาษา Ladder Diagram
- เขียนคำสั่งบูลีนโดยสร้างตารางคำสั่งบูลีน
- ป้อนโปรแกรมให้ PLC
- ทดสอบโปรแกรมภายใน PLC
- แก้ไขถ้าเขียนโปรแกรมผิด

ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4. สแตนเลส (Stainless Steel) [12]

เหล็กกล้าไร้สนิม หรือ สแตนเลส (อังกฤษ: Stainless steel) นั้น ในทางโลหกรรมถือว่าเป็นโลหะผสมเหล็ก ที่มีโครเมียมอย่างน้อยที่สุด 10.5% เนื่องจากโลหะผสมดังกล่าวไม่เป็นสนิมที่มีสาเหตุจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง ออกซิเจนในอากาศกับโครเมียมในเนื้อสแตนเลส เกิดเป็นฟิล์มบางๆเคลือบผิวไว้ทำหน้าที่ปกป้องการเกิดความเสียหายให้กับตัวเนื้อสแตนเลสได้เป็นอย่างดี ปกป้องการกัดกร่อน และไม่ชำระหรือสึกกร่อนง่ายอย่างโลหะทั่วไป ในท้องตลาดเราสามารถพบเห็น สแตนเลสเกรด 18-8 มากที่สุด เราสามารถจำแนกประเภทของสแตนเลสได้จากเลขรหัสที่กำหนดขึ้นตามมาตรฐาน AISI เช่น 304 304L 316 316L เป็นต้น ซึ่งส่วนผสมจะเป็นตัวกำหนดเกรดของสแตนเลส ซึ่งมีความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ปกติ Stainless steel จะไม่เป็นสนิมเพราะที่ผิวของมันจะมีฟิล์มโครเมียมออกไซด์บางๆ เคลือบผิวอยู่อันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง Cr ใน Stainless steel กับ ออกซิเจนในอากาศ

### 2.4.1 ประโยชน์ของสแตนเลสและการนำไปใช้

(1) ทนทานต่อการกัดกร่อน สแตนเลสทุกตระกูลทนทานต่อการกัดกร่อน แต่จะแตกต่างกันไปตามส่วนผสมของโลหะ เช่น เกรดที่มีโลหะผสม ไม่สูง สามารถต้านทาน การกัดกร่อนในบรรยากาศทั่วไป ในขณะที่เกรดที่มีโลหะผสมสูงสามารถต้านทานการกัดกร่อน ในกรด ต่าง สารละลาย บรรยากาศ คลอไรด์ ได้เกือบทั้งหมด

(2) ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ สแตนเลสบางเกรดสามารถทนความร้อนหรือ/และความเย็น รวมถึงการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลันได้ดี และด้วยคุณสมบัติพิเศษในการทนไฟ ทำให้มีการนำสแตนเลสไปใช้ในอุตสาหกรรมขนส่ง อุตสาหกรรม ปิโตรเคมี อย่างแพร่หลาย

(3) ง่ายต่องานประกอบ หรือแปรรูป สแตนเลสส่วนใหญ่สามารถ ตัด เชื่อม ขึ้นรูป ตบแต่งทางกล ลากขึ้นรูป ขึ้นรูปนูนต่ำได้ง่าย ด้วยรูปร่าง สมบัติ และลักษณะต่างๆของสแตนเลสช่วยให้ ผู้ผลิตสามารถนำสแตนเลสไปประกอบกับวัสดุอื่นๆได้ง่าย

(4) ความทนทาน คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของสแตนเลสคือความแข็งแรงทนทาน สแตนเลสสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ด้วยการขึ้นรูปเย็น ซึ่งใช้เพื่อออกแบบงาน โดยลดความหนา น้ำหนักและราคา สแตนเลสบางเกรดอาจใช้ในงานที่ทนความร้อนและยังคงความ ทนทานสูง

(5) ง่ายต่องานประกอบความสวยงาม ด้วยรูปทรงและพื้นผิวที่หลากหลายรูปแบบที่สวยงาม ทำความสะอาดได้ง่าย ปัจจุบันสแตนเลสมีสีให้เลือกมากมายด้วย กรรมวิธีชุบเคลือบผิวด้วยเคมี ไฟฟ้า สามารถทำให้สแตนเลสมีผิวสีทอง บรอนซ์ เขียว เงิน และสีดำ ทำให้สามารถเลือก ประยุกต์ใช้สแตนเลส ได้อย่างมากมาย นอกจากนี้ ความเงางามของ สแตนเลสในอ่างล้างจาน อุปกรณ์ประกอบอาหาร หรือ เฟอร์นิเจอร์ทำให้บ้านดูสะอาดและน่าอยู่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ความปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ การทำความสะอาด การดูแลรักษาสแตนเลส และมีความเป็นกลางสูงจึงไม่ดูดซึมรสใดๆ เป็นเหตุผลสำคัญที่สแตนเลสถูกนำมาใช้งานในโรงงาน พยาบาล เครื่องครัว ด้านโภชนาการและด้านเภสัชกรรม เนื่องจากความทนทาน ต้องการการดูแลรักษาน้อย และค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการใช้งาน การใช้อุปกรณ์เครื่องครัวสแตนเลสในบ้านเรือนให้ความรู้สึกถึงความปลอดภัยแก่ผู้ใช้

(7) ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สแตนเลสเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ และกว่า 90% ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมาจากเศษเหล็ก

## 2.5. การเขียนแบบเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุด้วยโปรแกรม Solid works

การเขียนแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ จะต้องใช้โปรแกรมเพื่อสร้างแบบของชุดการทำงานของแต่ละชุด ส่วนประกอบต่างๆของชุดนั้นๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงขนาด ความกว้าง ความยาว ความจุของจริงของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ ดังนั้นจึงต้องนำโปรแกรมมาวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อให้เห็นถึงลักษณะ องค์ประกอบของชิ้นงาน โดยโปรแกรมที่เลือกใช้คือ Solid works

โปรแกรม Solid works มีข้อดีที่เห็นได้ชัดเลย ก็คือ เราสามารถออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง มองเห็นชิ้นส่วนนั้นๆ ได้ทั้งสองมิติและสามมิติ หมุนภาพมองเห็นได้ทุกด้าน และทุกๆส่วน และยังสามารถนำภาพที่ออกแบบได้มาเขียนเป็นภาพสองมิติ เพื่อทำการบอกขนาด ง่ายต่อการนำไปส่งโรงงานเพื่อผลิตอีกด้วย ข้อดีอีกหนึ่งข้อ ก็คือ เมื่องานมีข้อผิดพลาดหรือวาดแบบผิด ก็สามารถแก้ไขได้โดยง่าย รวมถึงการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันโปรแกรมนี้ก็สามารถทำได้อีกด้วย

ผู้ออกแบบ สามารถตัดสินใจและคิด ในการเลือกขนาดของชิ้นงานให้เหมาะสม บางครั้งตรวจสอบความผิดพลาด หรืออาจจะเปลี่ยนแปลง ความคิดในตอนต้นไปเลย เพราะขณะทำการเขียนนั้น ผู้ออกแบบจะเห็นรูปร่างชิ้นงาน และลักษณะการประกอบชิ้นงานไปพร้อมๆกัน จึงทำให้สามารถตรวจสอบความพอใจในชิ้นงาน หรือเปลี่ยนแปลงการออกแบบได้

## บทที่ 3

### การออกแบบและการสร้าง

#### 3.1 แนวทางการออกแบบ

##### 3.1.1 แนวทางการออกแบบชุดหยอดข้าว

1. ต้องการขนาดถังสำหรับใช้ในงานวิจัย แบบบนโต๊ะทดลอง
2. ตัวถังของชุดหยอดข้าว มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปากถังด้านล่างเป็นเทเปอร์
3. ความสูงตัวถังข้าวไม่เกิน 300 mm
4. ถังสามารถบรรจุข้าวได้ ประมาณ 8 kg
5. โครงของชุดหยอดข้าวจะต้องสามารถรับน้ำหนักของข้าวได้ จะต้องมีความสมดุลของโครง เมื่อทำการทดลอง โครงนี้จะต้องไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา
6. วัสดุของชุดหยอดข้าว ทุกชิ้นต้องเป็นวัสดุที่เข้ากับอาหารได้ คือ สแตนเลสเบอร์ 304 หรือ 316

##### 3.1.3 แนวทางการออกแบบชุดอัด

1. ต้องการแผ่นอัดที่สามารถอัดข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุได้โดยมีแรงในการอัดเท่ากันทั่วทั้งแผ่นและอัดข้าวให้มีขนาดตามที่ต้องการได้
2. ความกว้างของแผ่นอัดไม่เกิน 185 mm ความยาวของแผ่นอัดไม่เกิน 245 mm
3. แผ่นอัดต้องมีความหนาไม่เกิน 5 mm
4. วัสดุของชุดอัด ต้องเป็นวัสดุที่เข้ากับอาหารได้ คือ สแตนเลสเบอร์ 304 หรือ 316
5. โครงของชุดอัดจะต้องไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา ขณะที่กำลังทำงานอยู่ มีความมั่นคง ไม่พังง่าย

##### 3.1.2 แนวทางการออกแบบชุดหยอดปั่นปลาทุ

1. ต้องการขนาดถังสำหรับใช้ในงานวิจัย แบบบนโต๊ะทดลอง
2. ตัวถังของชุดหยอดปั่นปลาทุ มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปากด้านล่างเป็นเทเปอร์
3. ความสูงของตัวถังไม่เกิน 150 mm
4. ถังสามารถบรรจุปั่นปลาทุได้ประมาณ 5 kg
5. โครงของชุดหยอดปั่นปลาทุจะต้องสามารถรับน้ำหนักของปั่นปลาทุได้ จะต้องมีความสมดุลของโครง เมื่อทำการทดลอง โครงนี้จะต้องไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา
6. วัสดุของชุดหยอดปั่นปลาทุ ทุกชิ้นต้องเป็นวัสดุที่เข้ากับอาหาร คือ สแตนเลสเบอร์ 304 หรือ 316

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 แนวทางการออกแบบชุดตัด

1. ต้องการใบมีดที่สามารถตัดผลิตภัณฑ์ข้าวอัดใส่ปั่นปลาหุขาดทั้งหมด
2. ขนาดของใบมีดใน1ช่องจะต้องยาว 40 mm และความกว้าง 30 mm
3. ขนาดของใบมีดต้องยาวไม่เกิน 245 mm และความกว้างไม่เกิน 185 mm
4. ความสูงของใบมีดไม่เกิน 40 mm
5. โครงของชุดตัดจะต้องไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา ขณะที่กำลังทำงานอยู่ มีความมั่นคง ไม่พังง่าย
6. วัสดุของใบมีด ต้องเป็นวัสดุที่ใช้กับอาหารได้ คือ สแตนเลสเบอร์ 304 หรือ 316

### 3.2 การออกแบบเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาหุขาด [ดูขนาดสแตนเลสกล่องที่ ภาคผนวก ก]

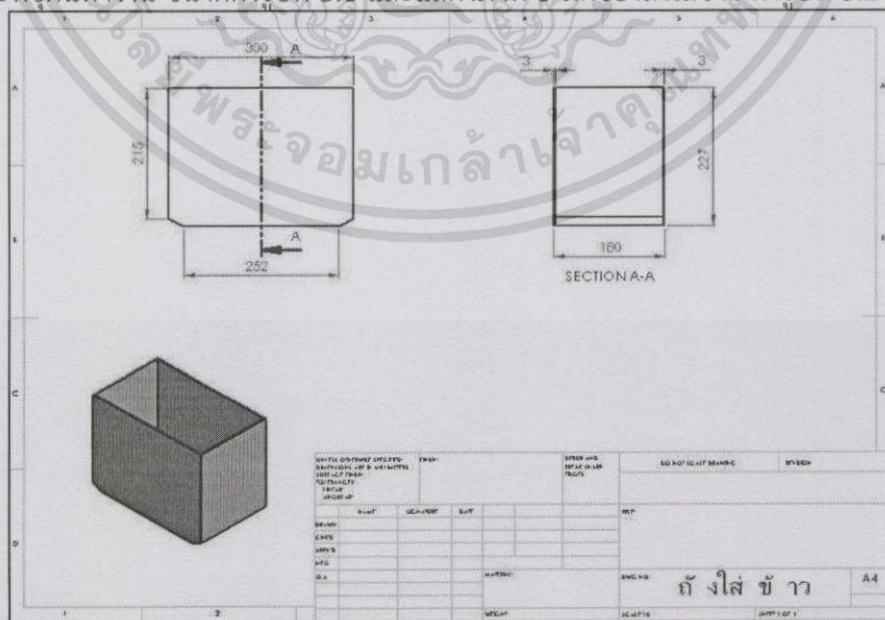
#### 3.2.1 การออกแบบชุดหยอดข้าว

ชุดนี้จะประกอบด้วยถังใส่ข้าว โครงของชุด แผ่นเปิด-ปิดและแท่งสแตนเลสกลม จะใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 mm ระยะชัก 100 mm ทั้งหมด 4 ตัว ยึดอยู่กับโครงของชุดหยอดข้าว

#### (1) ถังใส่ข้าว

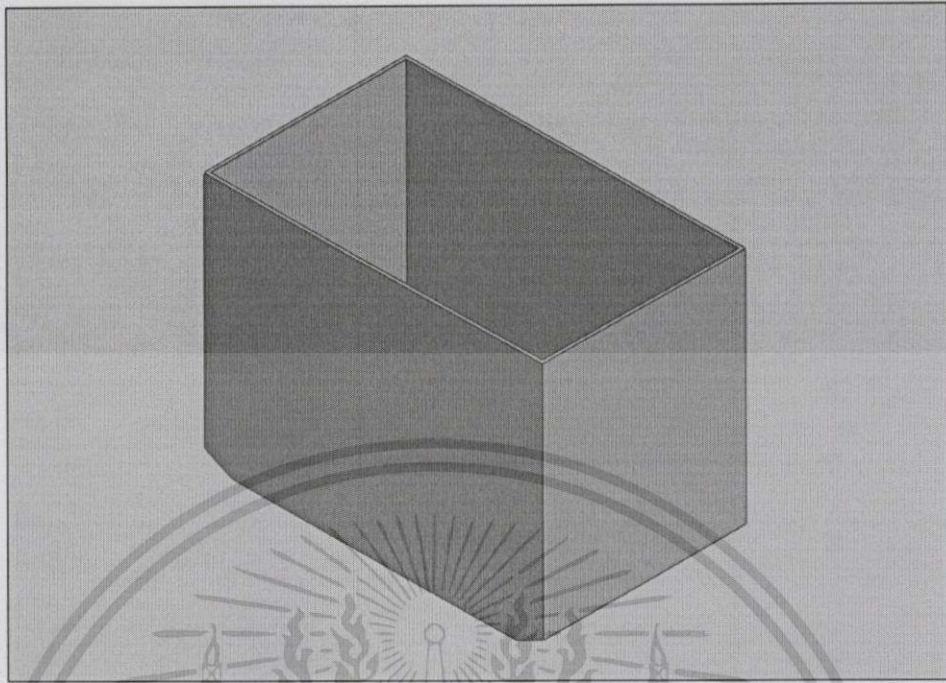
ได้ทำการออกแบบ ถังใส่ข้าวจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักของข้าวที่จะใช้ในระบบ ดังนั้นถังที่ได้ออกแบบมาจึงเป็นถังที่มีขนาดที่จะใส่ข้าวได้ไม่เกิน 8 กิโลกรัม ซึ่งมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบตัวถัง อุปกรณ์นี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ตัวถังเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง ด้านล่างของถังข้าวเป็นเทเปอร์ ซึ่งเป็นทางออกของข้าวขณะที่ชุดนี้ทำงาน ขนาดดังรูปที่ 3.1 และแสดงภาพ 3 มิติของถังใส่ข้าว ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ขนาดของถังใส่ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ถังใส่ข้าว

ถังข้าวที่ออกแบบนั้นปากถังข้าวด้านบนจะมีความกว้างภายใน 174 mm ความยาวภายใน 294 mm ความสูงทั้งหมดของถัง 227 mm ปากถังด้านล่างมีความกว้าง 174 mm ความยาว 252 mm ซึ่งจะหาปริมาตรของถังข้าวได้จาก

$$V = D \times L \times H - (h \times s \times D)$$

เมื่อ  $V$  = ปริมาตรของถังข้าวทรงสี่เหลี่ยม

$D$  = ความกว้างของถังข้าว

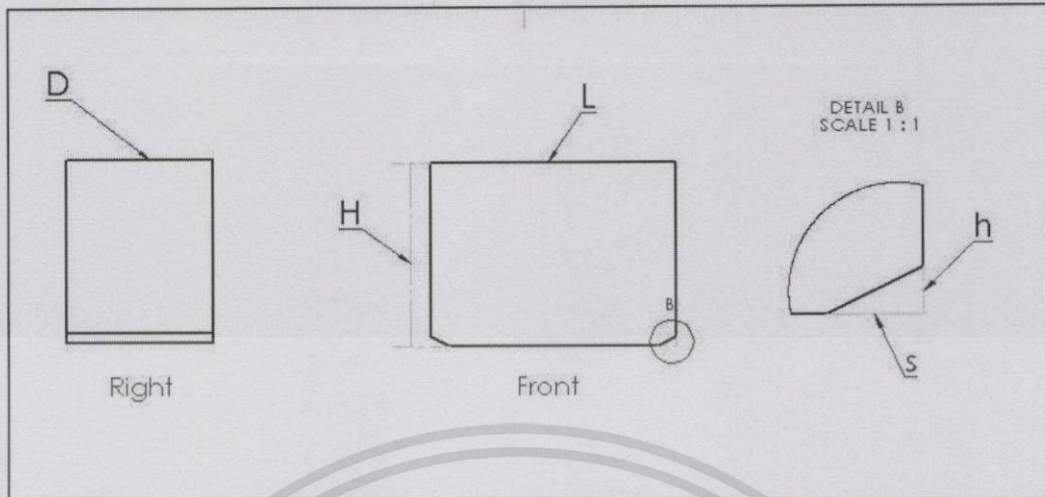
$L$  = ความยาวของถังข้าว

$H$  = ความสูงของถังข้าว

$h$  = ความสูงของเทเปอร์ของปากถังด้านล่าง

$s$  = ความยาวฐานของสามเหลี่ยมด้านเทเปอร์

ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งของตัวแปร

แทนค่าจากสูตรเพื่อหาปริมาตรของถังข้าว

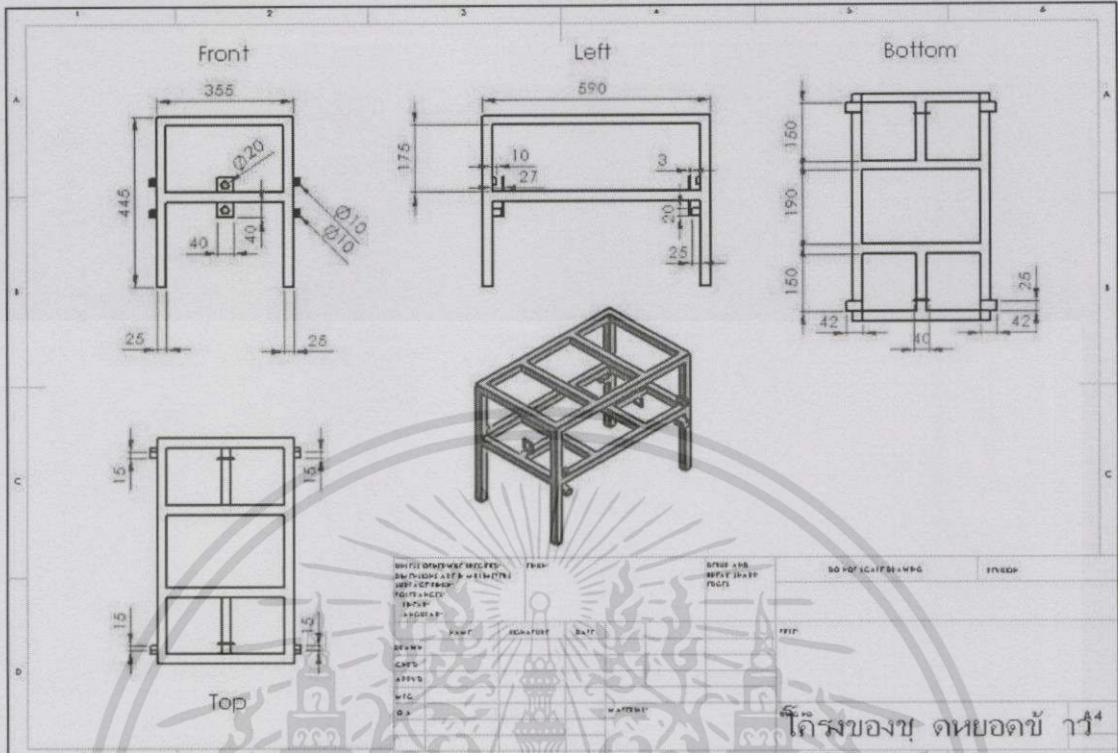
$$V = (17.4 \times 29.4 \times 22.7) - (1.5 \times 3 \times 17.4) = 11,534.11 \text{ cm}^3$$

หรือเท่ากับ  $0.0115 \text{ m}^3$

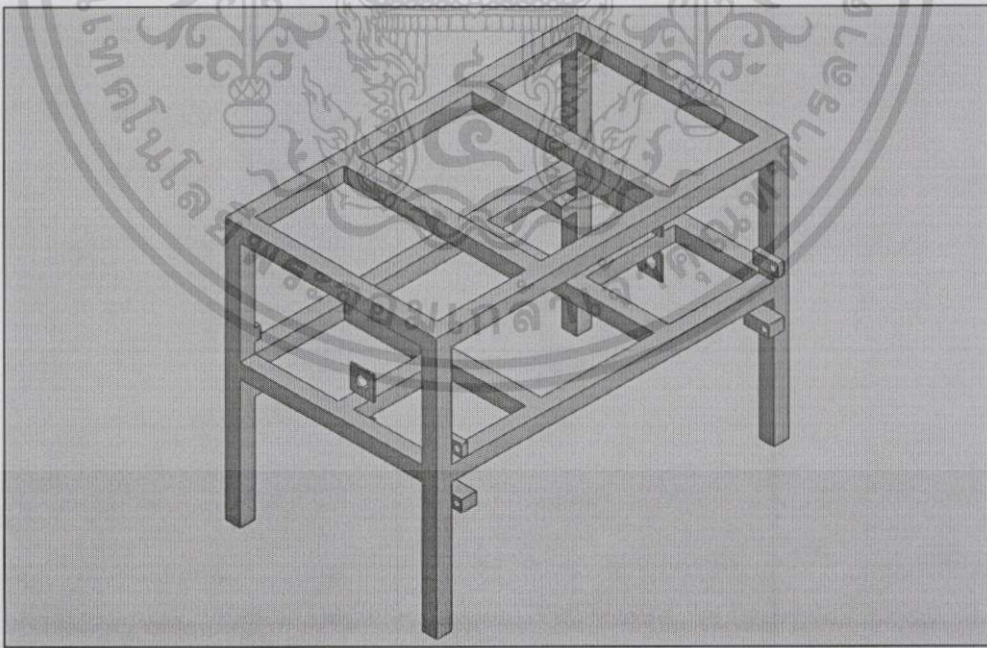
## (2) โครงของชุดหยอดข้าว

ได้ทำการออกแบบ โครงของชุดหยอดข้าวซึ่งจะสามารถรองรับน้ำหนักของถังข้าวที่จะใช้ในระบบได้ ดังนั้นจึงได้ออกแบบโครงของชุดหยอดข้าวให้มีความสมดุล เป็นโครงที่มีทั้งหมด 4 เสา จะทำให้รองรับน้ำหนักของถังข้าวในขณะที่มีข้าวได้ โดยไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมาขณะที่ชุดนี้ทำงาน ซึ่งมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบโครงของชุดหยอดข้าว โครงนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ตัวโครงจะใช้สแตนเลสกล่องขนาด  $25 \times 25 \text{ mm}$  ขนาดดังรูปที่ 3.4 และแสดงรูป 3 มิติของโครงของชุดหยอดข้าว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 ขนาดของโครงของชุดหอยอดข้าว



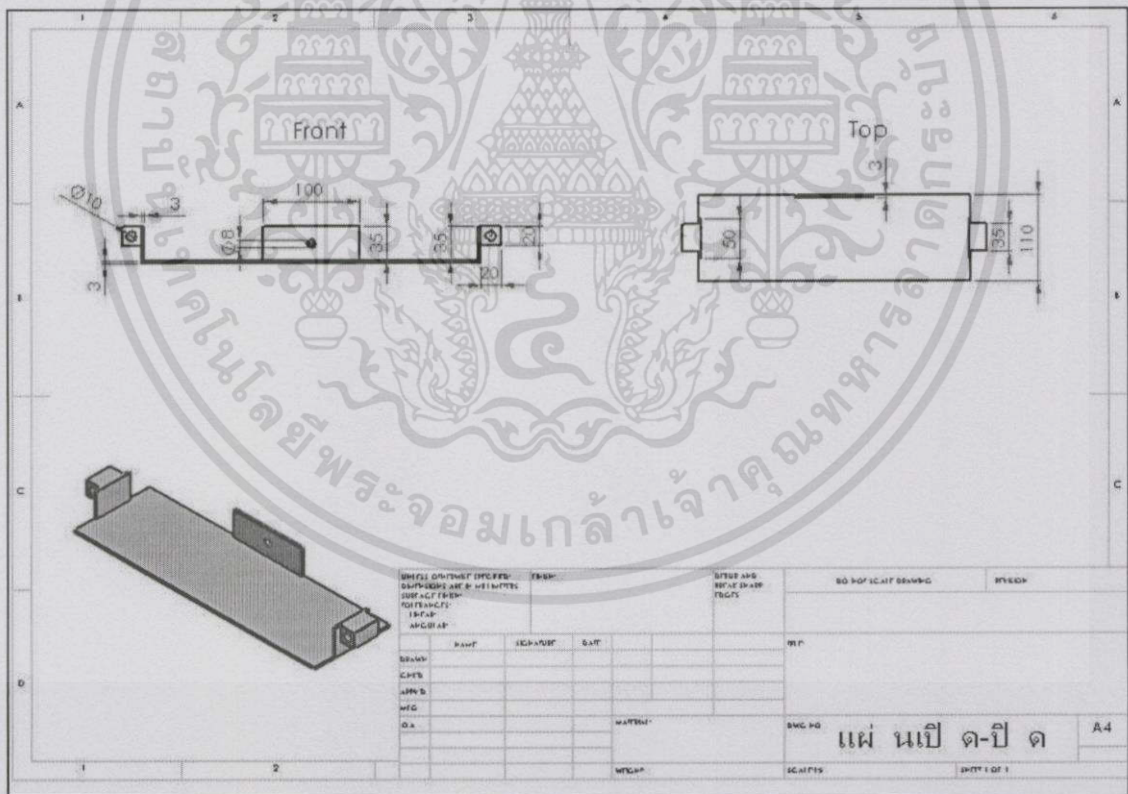
รูปที่ 3.5 โครงของชุดหอยอดข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### (3) แผ่นเปิด-ปิดถังข้าว

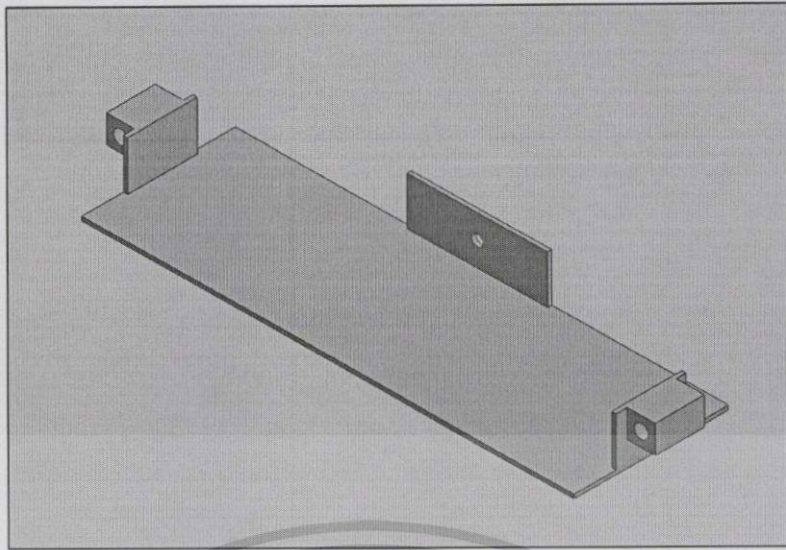
ได้ทำการออกแบบ แผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าวซึ่งเป็นแผ่นที่ออกแบบมาใช้ในการปิดถังข้าวเพื่อให้ข้าวที่อยู่ในถังไม่ร่วงหล่นลงมาขณะที่เครื่องยังไม่ได้ทำงาน และออกแบบมาใช้เปิดถังข้าวในขณะที่เครื่องทำงานเพื่อให้ข้าวหล่นลงมาใส่บล็อกที่ได้เตรียมไว้ แผ่นนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติตามคำสั่งของระบบ เพื่อให้สะดวกต่อการบังคับแผ่นนี้และให้แผ่นนี้เคลื่อนที่โดยไม่ติดขัด ดังนั้นจึงได้ออกแบบแผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าวให้บาง เพื่อลดน้ำหนักของแผ่นนี้ แผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าวจะมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบแผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าว แผ่นนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แผ่นนี้将有ความหนาของแผ่นไม่เกิน 5 mm ขนาดดังรูปที่ 3.6 และแสดงรูป 3 มิติของแผ่นเปิด-ปิดถังข้าว ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 ขนาดของแผ่นเปิด-ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

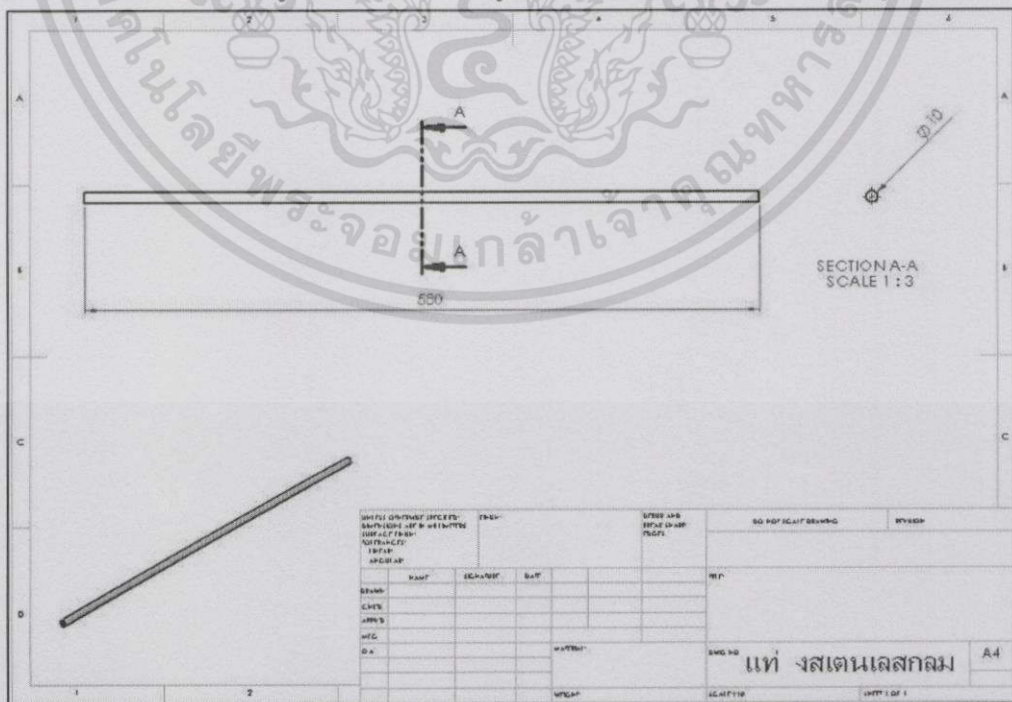


รูปที่ 3.7 แผ่นเปิด-ปิดถังข้าว

## (4) แท่งสแตนเลสกลม (ใช้สำหรับชุดหยอดข้าว)

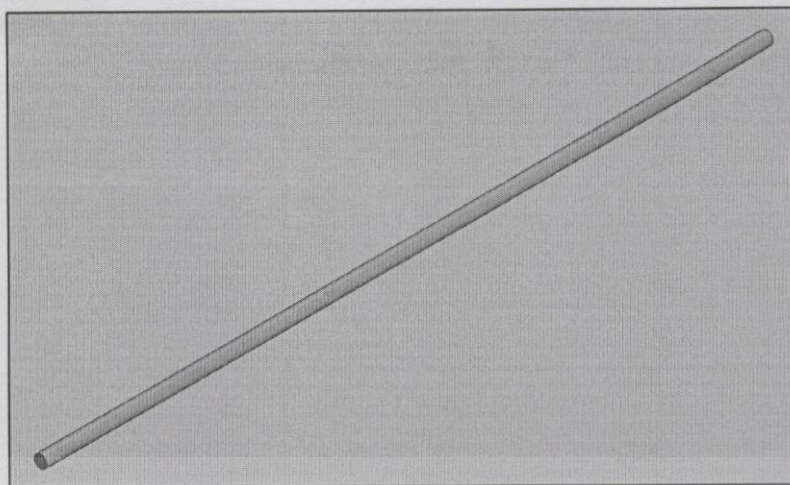
ได้ทำการออกแบบ แท่งสแตนเลสกลมซึ่งจะใช้เป็นที่ประคองแผ่นเปิด-ปิด จะช่วยให้แผ่นเปิด-ปิดทำงานได้ แท่งสแตนเลสกลมนี้จะถูกสอดไว้กับลูกปืนที่อยู่บนแผ่นเปิด-ปิดจะเป็นเส้นทางที่ทำให้แผ่นนี้เคลื่อนที่ขณะแผ่นเปิด-ปิดทำงาน แท่งสแตนเลสกลมจะยึดติดอยู่กับโครงของชุดหยอดข้าว แต่สามารถถอดออกได้ เมื่อเกิดการชำรุด ชิ้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบแท่งสแตนเลสกลม จะออกแบบเส้นผ่าศูนย์กลางให้มีขนาดเท่ากับขนาดลูกปืนที่จะใช้ติดบนแผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าว ชิ้นส่วนจะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.8 และแสดงรูป 3 มิติของแท่งสแตนเลสกลม ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดหยอดข้าว)

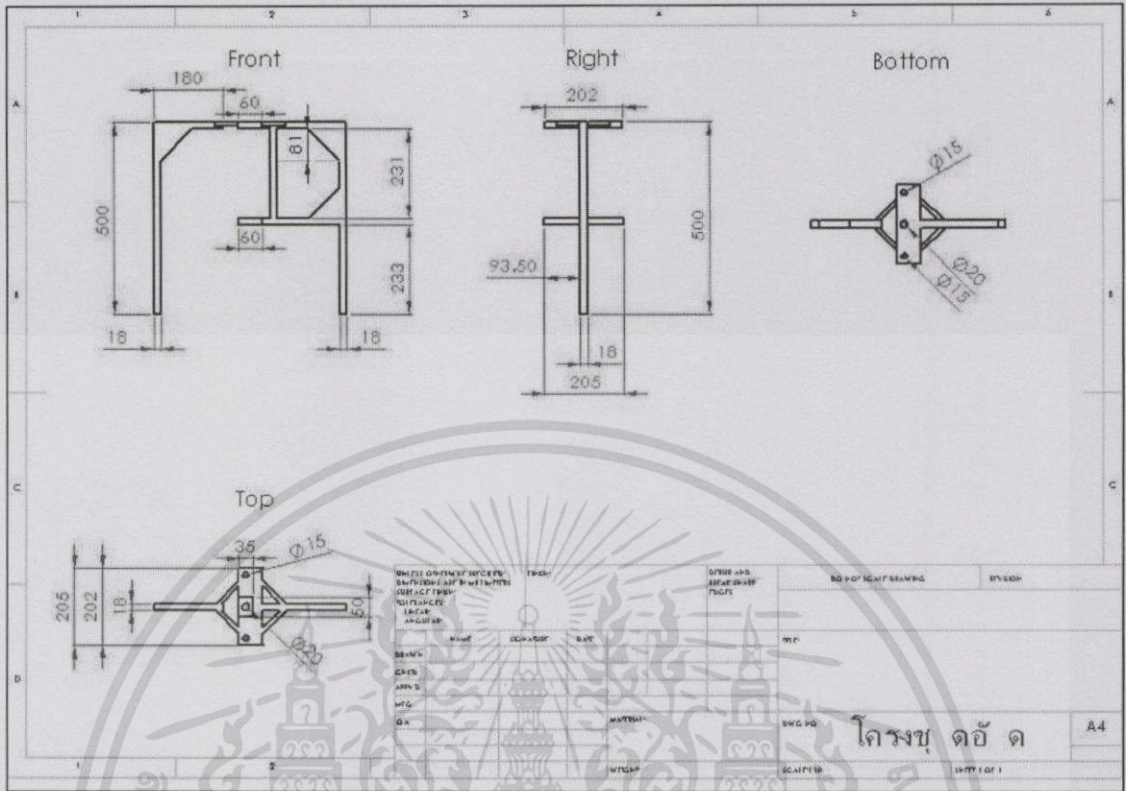
### 3.2.2 การออกแบบชุดอัด

ชุดอัดจะประกอบไปด้วยโครงของชุดอัด แผ่นอัด ตัวยึดบนแผ่นอัดและแท่งสแตนเลสกลม ชุดนี้จะประกอบด้วยกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm ระยะชัก 80 mm ทั้งหมด 1 ตัว ยึดติดอยู่กับโครง

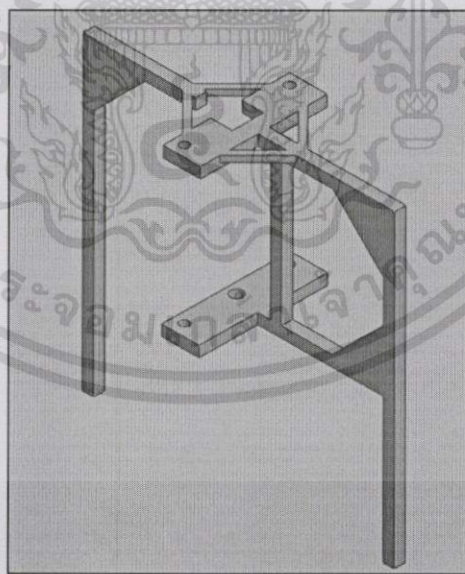
#### (1) โครงของชุดอัด

ได้ทำการออกแบบ โครงของชุดอัดให้สามารถรองรับน้ำหนักของแรงลมที่จะใช้ในระบได้ ขณะที่ชุดนี้ทำงาน และอัดข้าวให้มีความหนาตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงออกแบบให้โครงนี้มี 2 เส้า เพื่อความสมดุลและทำงานได้โดยไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา โครงนี้จะมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบโครงของชุดอัด อุปกรณ์นี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โครงจะทำจากสแตนเลสกล่องขนาด 18 x 18 mm ขนาดดังรูปที่ 3.10 และแสดงรูป 3 มิติของโครงของชุดอัด ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 ขนาดของโครงของชุดอัด



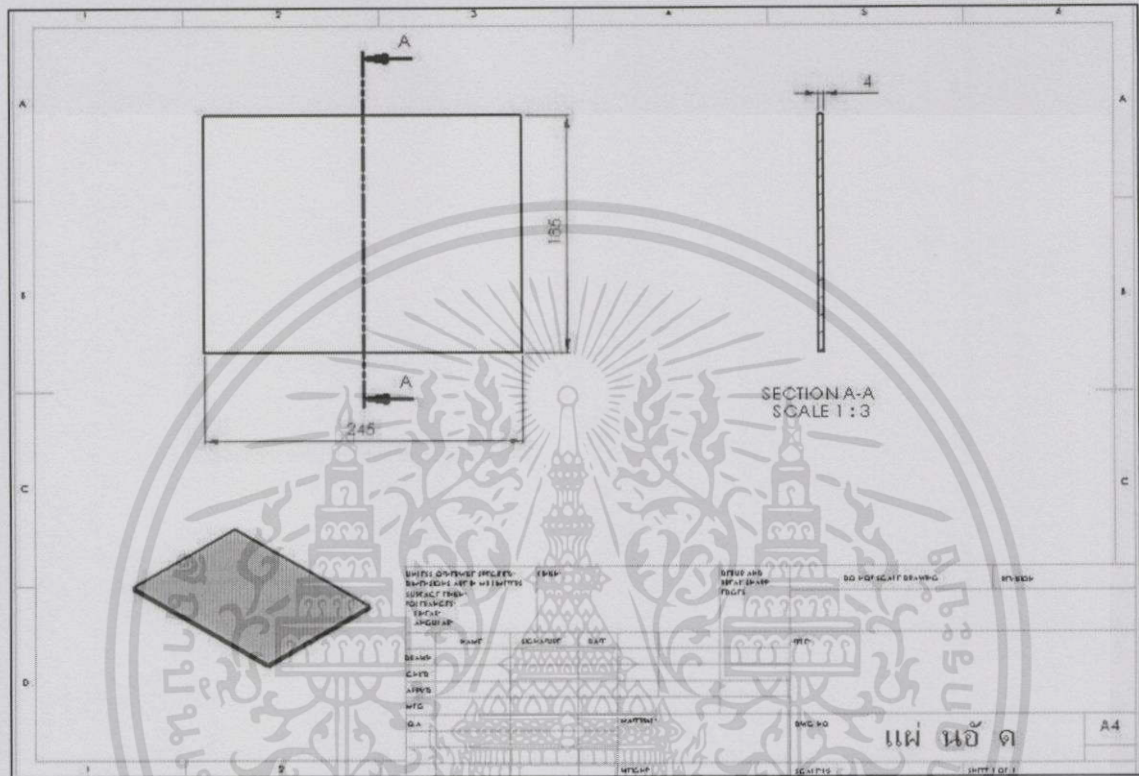
รูปที่ 3.11 โครงของชุดอัด

(2) แผ่นอัด

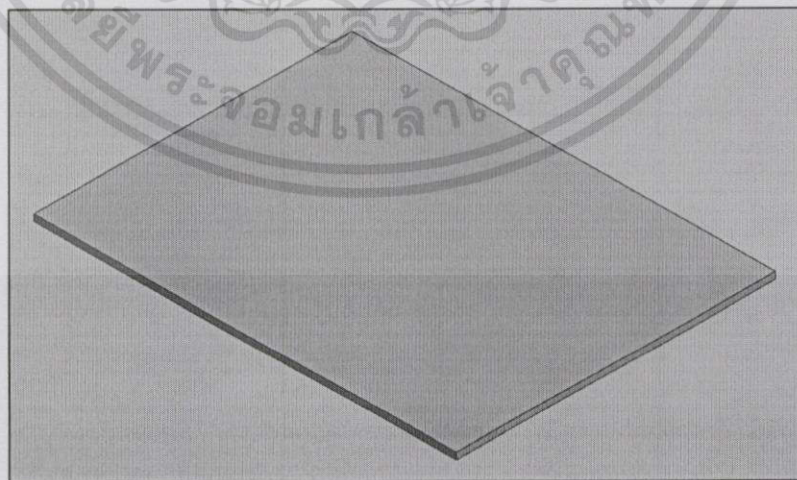
ได้ทำการออกแบบ แผ่นอัดให้เป็นแผ่นเรียบและมีความบาง เพื่อให้แผ่นอัดมีน้ำหนักน้อย แต่ยังสามารถอัดข้าวให้ได้ความสูงตามที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงออกแบบแผ่นให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาไม่เกิน 5 mm และมีขนาดไม่มากเกินขนาดของภาตใส่ผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพาน ชิ้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบแผ่นอัด ชิ้นส่วนนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.12 และแสดงรูป 3 มิติของแผ่นอัด ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 ขนาดของแผ่นอัด



รูปที่ 3.13 แผ่นอัด

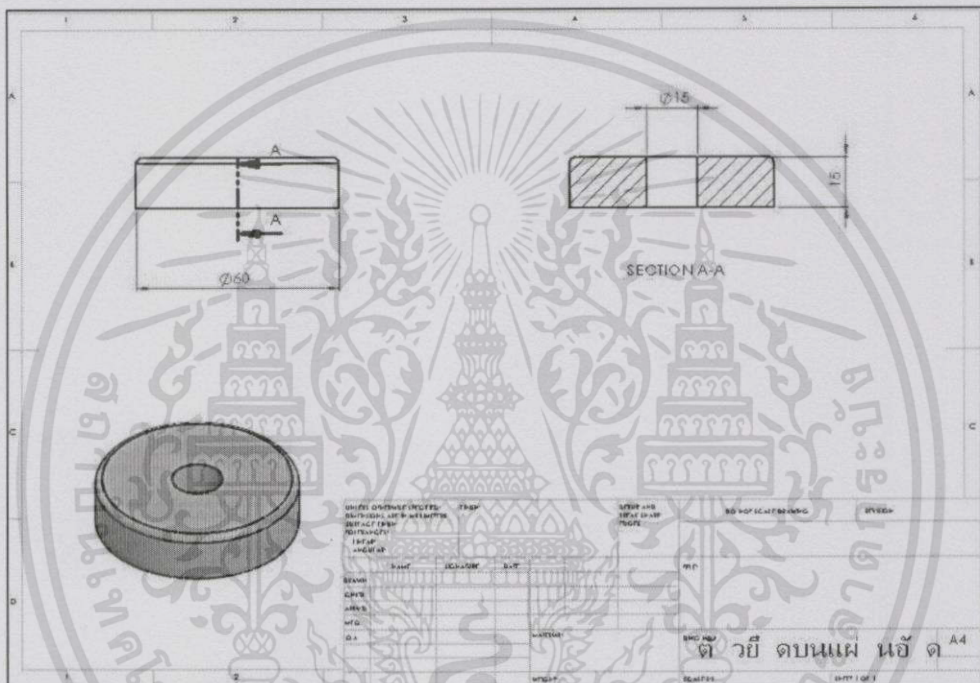
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



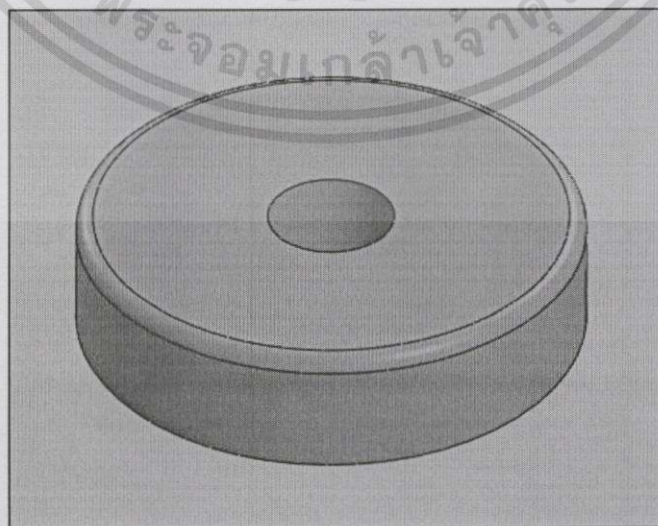
## (4) ตัวยึดแผ่นอัด

ได้ทำการออกแบบ ตัวยึดแผ่นอัดซึ่งเป็นตัวยึดแผ่นอัดเข้ากับกระบอกสูบและแท่งสแตนเลสกลมเพื่อให้แผ่นอัดได้ยึดติดกับโครงของชุดอัด ชั้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบตัวยึดแผ่นอัด จะออกแบบให้เป็นทรงกระบอก ซึ่งมีความสูง 15 mm ชั้นส่วนจะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.16 แสดงรูป 3 มิติของตัวยึดแผ่นอัด ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 ขนาดของตัวยึดแผ่นอัด



รูปที่ 3.17 ตัวยึดแผ่นอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

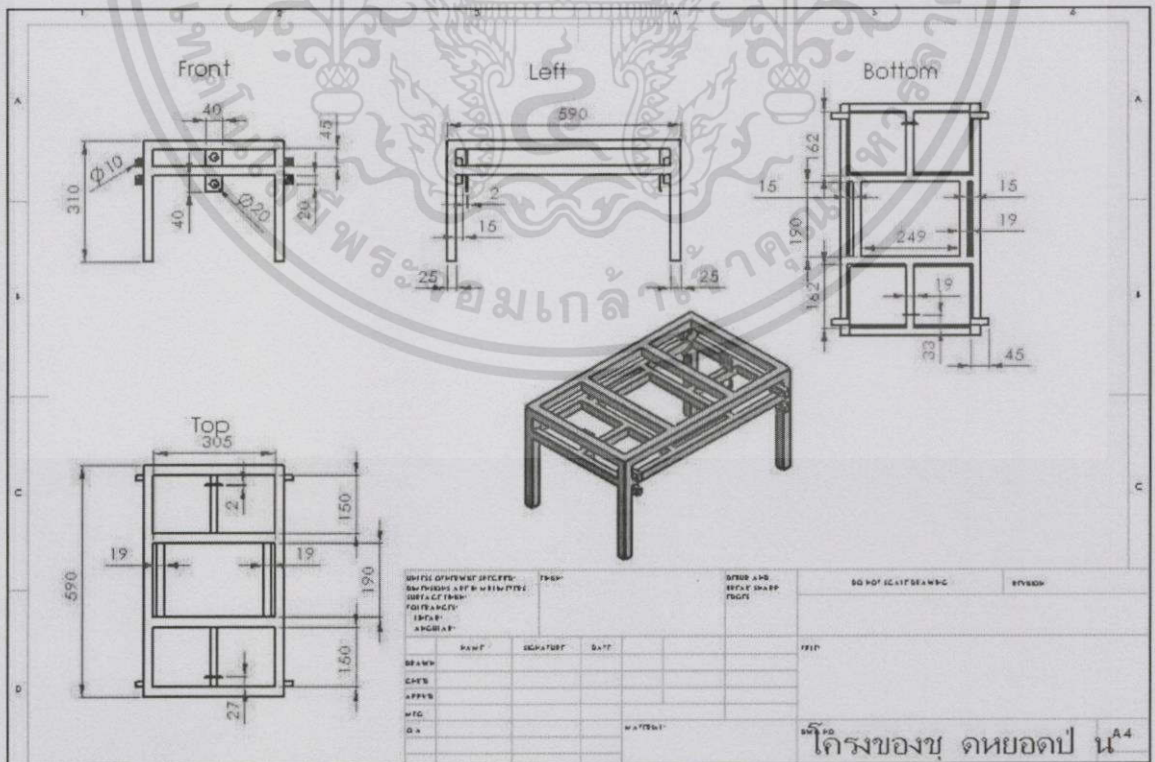
3.2.3 การออกแบบชุดหยอดป่นปลา

ชุดหยอดป่นปลาจะมีชิ้นส่วนต่างๆ คล้ายกับชุดหยอดข้าว และการการทำงานของชุดนี้จะเหมือนกับชุดหยอดข้าว ซึ่งจะประกอบไปด้วยโครงของชุดหยอด ถึงใส่ป่นปลาறு แผ่นเปิด-ปิด และสแตนเลสเส้น ชุดนี้จะประกอบด้วยกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm ระยะชัก 1000 mm ทั้งหมด 4 ตัว ยึดติดอยู่กับโครง

(1) โครงของชุดหยอดป่นปลา

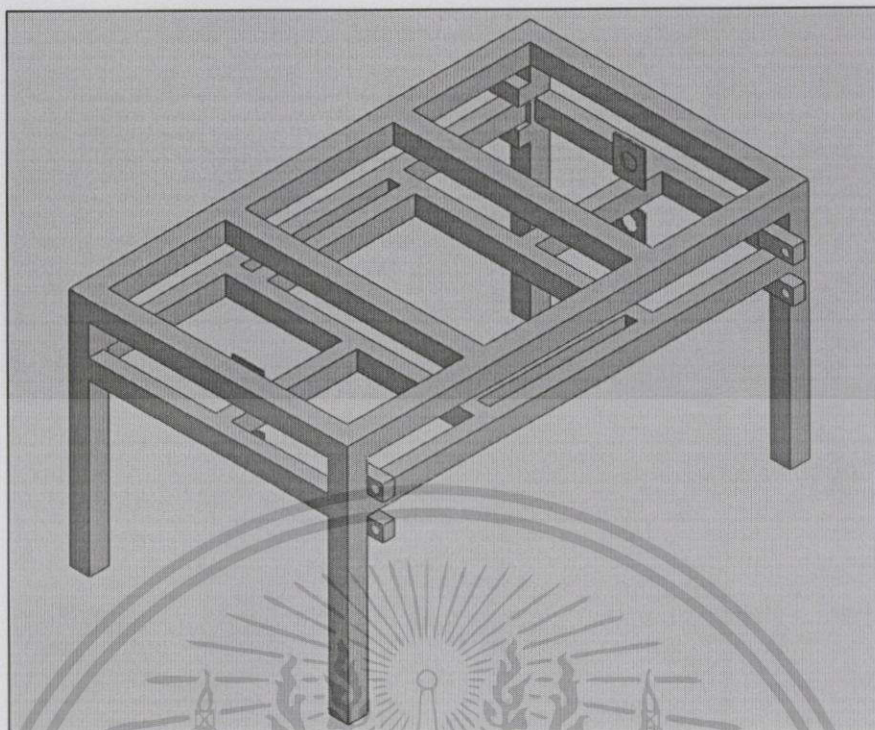
โครงของชุดนี้จะมีลักษณะคล้ายๆ กับโครงของชุดหยอดข้าว เพียงแต่ความสูงของชุดนี้จะน้อยกว่าเท่านั้น ได้ทำการออกแบบ โครงของชุดหยอดป่นปลาซึ่งจะสามารถรองรับน้ำหนักของถังป่นปลาที่จะใช้ในระบบได้ ดังนั้นจึงได้ออกแบบโครงของชุดหยอดป่นปลาให้มีความสมดุล เป็นโครงที่มีทั้งหมด 4 เสา จะทำให้รองรับน้ำหนักของถังป่นปลาได้ โดยไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมาขณะที่ชุดนี้ทำงาน ซึ่งโครงนี้จะมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบโครงของชุดหยอดป่นปลา นั้น โครงนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ตัวโครงด้านนอกจะใช้สแตนเลสกล่องขนาด 25 x 25 mm ส่วนโครงด้านในจะใช้สแตนเลสกล่องขนาด 19 x 19 mm ขนาดดังรูปที่ 3.17 และแสดงรูป 3 มิติของโครงของชุดหยอดใส่ป่นปลา ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 ขนาดของโครงของชุดหยอดป่นปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

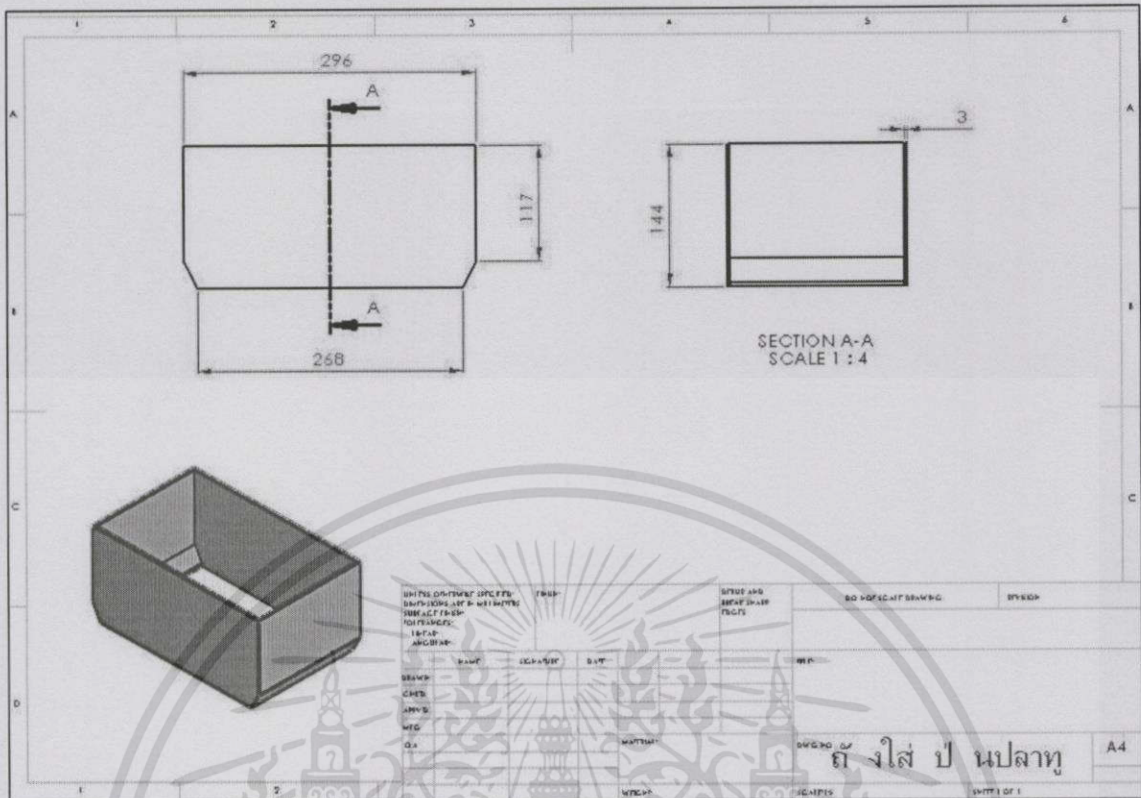


รูปที่ 3.18 โครงของชุดหยอดป่นปลา

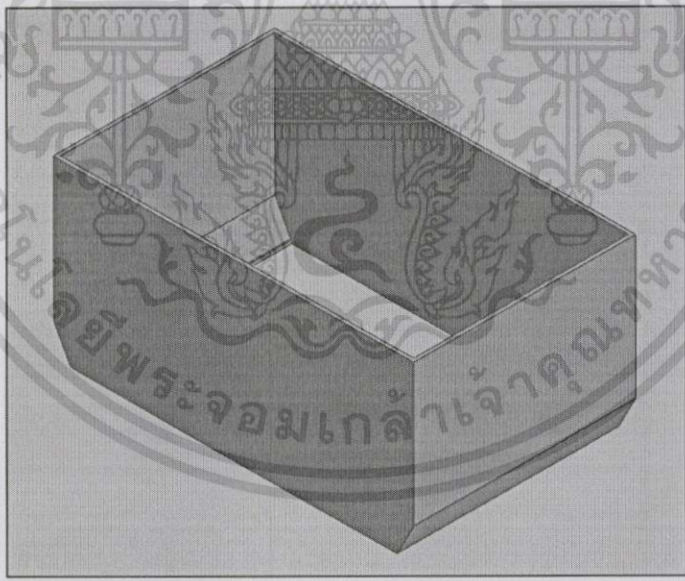
(2) ถังใส่ป่นปลา

ชิ้นส่วนนี้จะมีลักษณะคล้ายๆ กับถังใส่ข้าว เพียงแต่ถังใส่ป่นปลาจะมีความสูงน้อยกว่าถังใส่ข้าว ได้ทำการออกแบบ ถังใส่ป่นปลาจะสามารถรองรับน้ำหนักของป่นปลาได้ ดังนั้นถังที่ได้ ออกแบบมาจึงเป็นถังที่มีขนาดที่จะใส่ป่นปลาได้ไม่เกิน 5 กิโลกรัม ชิ้นส่วนจะมีขนาดเล็กๆ สำหรับใช้ใน งานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบตัวถัง อุปกรณ์นี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ใน อุตสาหกรรมอาหาร ตัวถังเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง ด้านล่างของถังเป็นเทเปอร์ ซึ่งเป็นทางออกของ ป่นปลาขณะที่ชุดนี้ทำงานและที่ถังใส่ป่นปลาต้องมีความสูงน้อยกว่าเพราะปริมาณป่นปลาที่ใช้ใน การผลิต 1 รอบนั้นน้อยกว่าข้าวที่ จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบถังใส่ป่นปลาให้สูงเท่ากับถังใส่ข้าว ขนาด ดังรูปที่ 3.19 และแสดงรูป 3 มิติของถังใส่ป่นปลา ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 ขนาดของถังใส่ปูนปลาทู



รูปที่ 3.20 ถังใส่ปูนปลาทู

ถังใส่ปูนปลาทูที่ออกแบบนั้นปากถึงด้านบนจะมีความกว้างภายใน 176 mm ความยาวภายใน 290 mm ความสูงทั้งหมดของถัง 138 mm ปากถึงด้านล่างมีความกว้าง 176 mm ความยาว 262 mm ซึ่งหาปริมาตรของถังข้าวได้จาก

$$V = D \times L \times H - (h \times s \times D)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $V$  = ปริมาตรของถังข้าวทรงสี่เหลี่ยม  
 $D$  = ความกว้างของถังข้าว  
 $L$  = ความยาวของถังข้าว  
 $H$  = ความสูงของถังข้าว  
 $h$  = ความสูงของเทเปอร์ของปากถังด้านล่าง  
 $s$  = ความยาวฐานของสามเหลี่ยมด้านเทเปอร์

แทนค่าจากสูตรเพื่อหาปริมาตรของถังข้าว

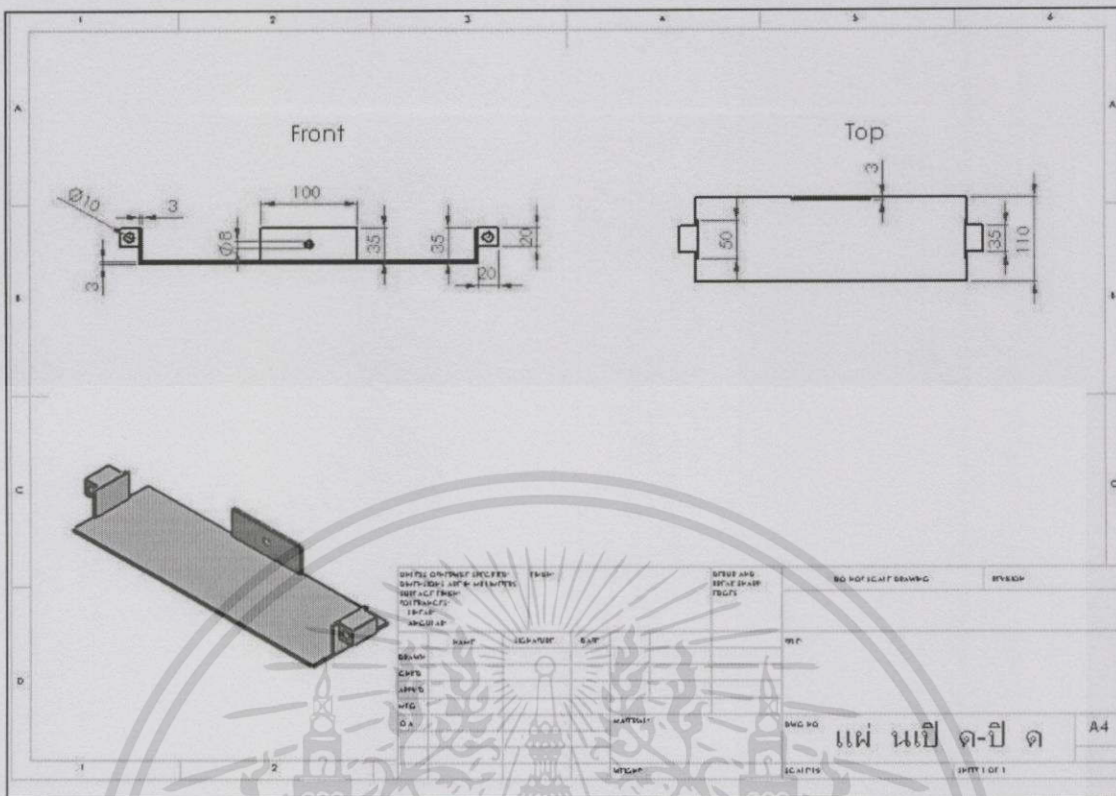
$$V = (17.6 \times 29.0 \times 13.8) - (1.4 \times 2.7 \times 17.6) = 6,976.99 \text{ cm}^3$$

หรือเท่ากับ  $0.00698 \text{ m}^3$

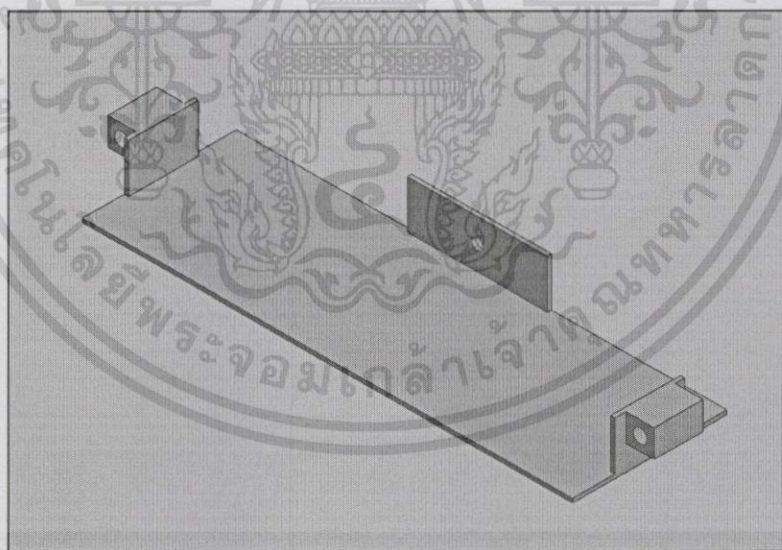
### (3) แผ่นเปิด-ปิดถังใส่ปูนปลาสตุ

ได้ทำการออกแบบ แผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดปูนปลาสตุซึ่งเป็นแผ่นที่ออกแบบมาใช้ในการปิดถังปูนปลาสตุเพื่อให้ปูนปลาสตุที่อยู่ในถังไม่ร่วงหล่นลงมาขณะที่เครื่องยังไม่ได้ทำงาน และออกแบบมาใช้เปิดถังปูนปลาสตุในขณะที่เครื่องทำงานเพื่อให้ปูนปลาสตุหล่นลงมาใส่บล็อกรที่มีข้าวที่ถูกอัดมาแล้ว แผ่นนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติตามคำสั่งของระบบ เพื่อให้สะดวกต่อการบังคับแผ่นนี้และให้แผ่นนี้เคลื่อนที่โดยไม่ติดขัด ดังนั้นจึงได้ออกแบบแผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดปูนปลาสตุให้บาง เพื่อลดน้ำหนักของแผ่นนี้ แผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดปูนปลาสตุจะมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบแผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดปูนปลาสตุ แผ่นนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แผ่นนี้将有ความหนาของแผ่นไม่เกิน 5 mm ขนาดดังรูปที่ 3.21 และแสดงรูป 3 มิติของแผ่นเปิด-ปิด ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 ขนาดของแผ่นเปิด-ปิดถังข้าว



รูปที่ 3.22 แผ่นเปิด-ปิดถังข้าว

(4) แท่งสแตนเลสกลม (ใช้สำหรับชุดหยอดใส่ป่นปลา)

ชิ้นส่วนนี้มีขนาดเหมือนกับแท่งสแตนเลสกลมใช้ในชุดหยอดข้าวทุกประการ ดังแสดงในหัวข้อ 3.2.1(4) ชิ้นส่วนจะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.23 และแสดงรูป 3 มิติของแท่งสแตนเลสกลม ดังรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

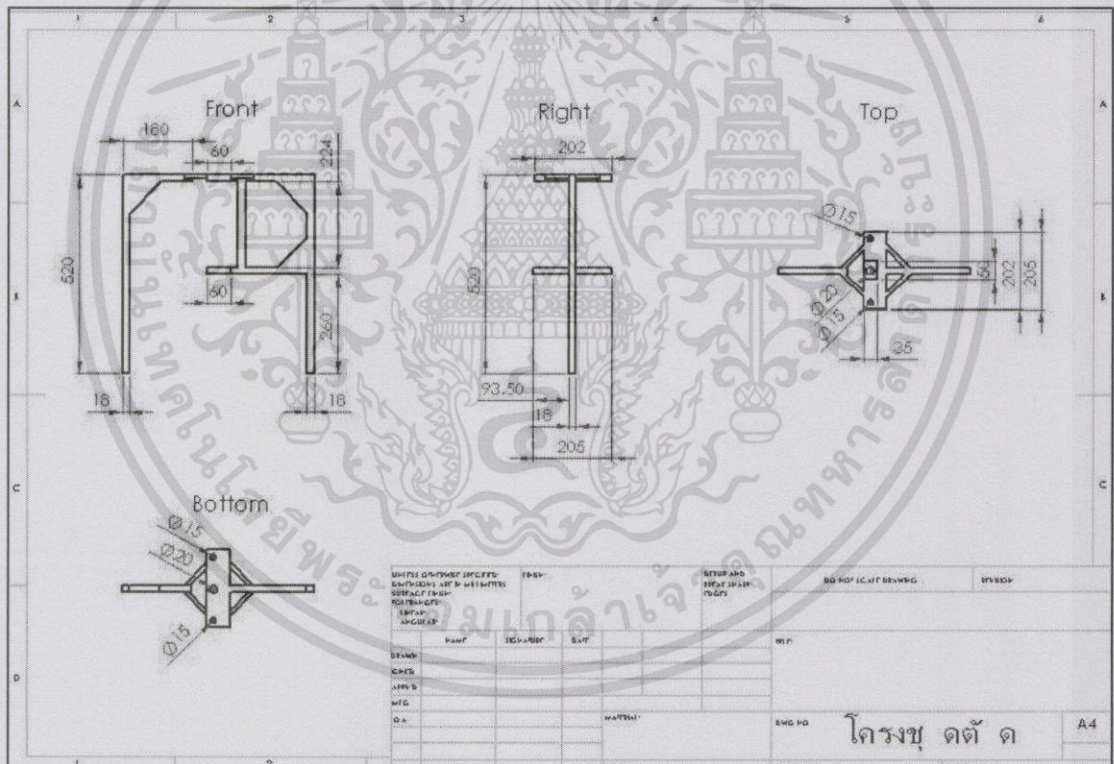


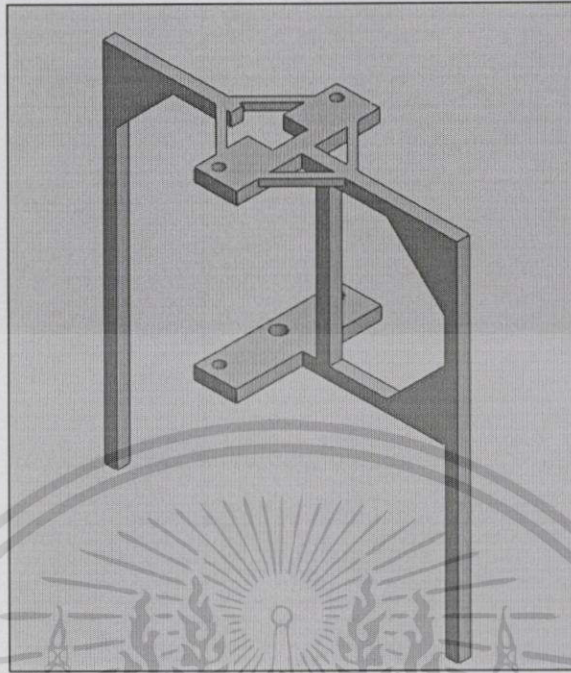
เตนเลสกลม ชุดนี้จะประกอบด้วยกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm ระยะชัก 80 mm ทั้งหมด 1 ตัว ยึดติดอยู่กับโครง

### (1) โครงของชุดตัด

ได้ทำการออกแบบ โครงของชุดตัดให้สามารถรองรับน้ำหนักของแรงลมที่จะใช้ในระบบได้ ขณะที่ชุดนี้ทำงาน และตัดผลิตภัณฑ์ข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุให้ขาดออกจากกันทุกชิ้น ดังนั้นจึงออกแบบให้โครงนี้มี 2 เส้า เพื่อความสมดุลและทำงานได้โดยไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา ขณะที่ชุดนี้ทำงาน โครงนี้จะมีขนาดเล็กที่สำหรับใช้ในงานวิจัย ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบโครงของชุดตัด อุปกรณ์นี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โครงจะทำจากสแตนเลสกล่องขนาด 18 x 18 mm ขนาดดังรูปที่ 3.25 และแสดงรูป 3 มิติของโครงของชุดตัด 3.26





รูปที่ 2.26 โครงของชุดตัด

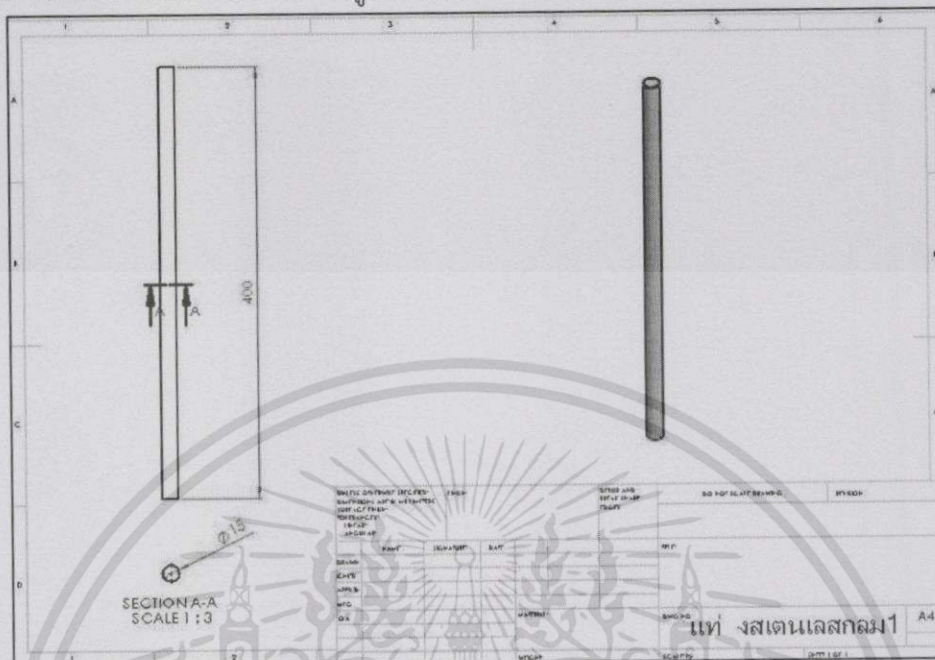
(2) ไบมีดตัด

ได้ทำการออกแบบ ไบมีดตัดให้มีลักษณะเป็นช่องทั้งหมด 36 ช่อง โดยไบมีดตัดต้องมีความบางมาก เพื่อตัดผลิตภัณฑ์ข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุให้ขาดออกจากกันทั้งหมด 36 ชิ้นและจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เสียรูปทรง ดังนั้นจึงออกแบบไบมีดตัดไบมีดตัดให้มีทั้งหมด 36 ช่องและมีขนาดไม่มากเกินไปกว่าขนาดของถาดใส่ผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพาน ให้มีความสูงไม่เกิน 5 mm ชิ้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบแผ่นอัด ชิ้นส่วนนี้จะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.27 และแสดงรูป 3 มิติของไบมีดตัด ดังรูปที่ 3.28



เมื่อเกิดการชำรุด ชิ้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ ขนาดดังรูปที่ 3.29 และแสดงรูป 3 มิติของแท่งสแตนเลสกลม ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.29 ขนาดของแท่งสแตนเลสกลม



รูปที่ 3.30 แท่งสแตนเลสกลม (สำหรับชุดตัด)

(4) ตัวยึดใบมีดตัด

ได้ทำการออกแบบ ตัวยึดใบมีดตัดซึ่งเป็นตัวยึดใบมีดตัดเข้ากับกระบอกสูบและสแตนเลสเส้นเพื่อให้ใบมีดตัดได้ยึดติดกับโครงของชุดตัด ชิ้นส่วนนี้ไม่สามารถหาซื้อได้ทั่วไปจึงต้องสั่งทำเป็นพิเศษ

การออกแบบตัวยึดใบมีดตัด จะออกแบบให้เป็นทรงกระบอก ซึ่งมีความสูง 15 mm

ชิ้นส่วนจะทำจากสแตนเลสเบอร์ 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ขนาดดังรูปที่ 3.31 และแสดงรูป 3 มิติของตัวยึดใบมีดตัด ดังรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

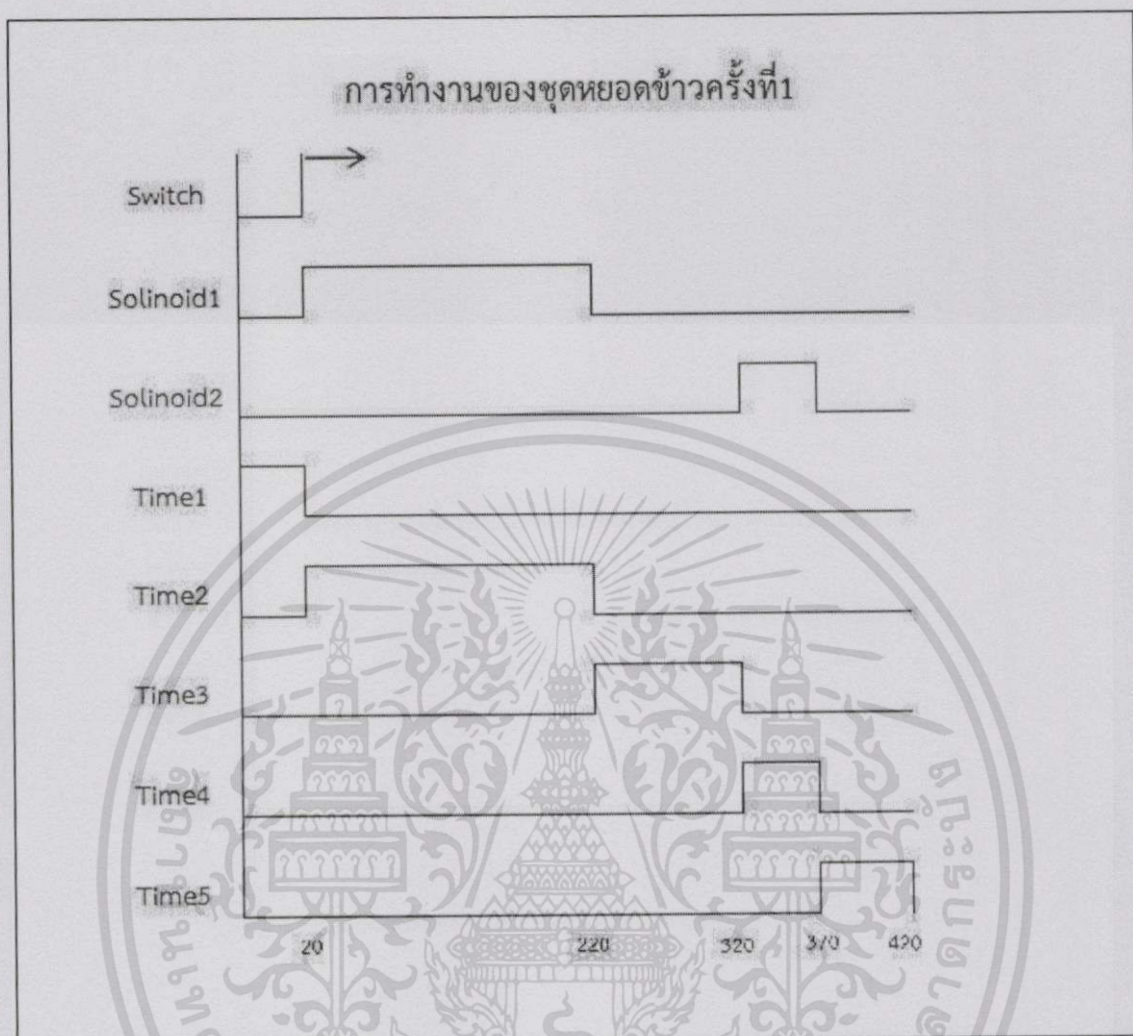


### 3.3 การเขียนคำสั่งลง PLC (Programmable Logic Controller)

ในการที่จะทำให้ชุดต่างๆ และอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้โดยอัตโนมัติ จึงต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้คำสั่ง สั่งให้ชุดและอุปกรณ์ต่างๆ ทำงาน โดย PLC โปรแกรมที่ใช้เขียนคือ โปรแกรม GX developer ระบบ Programmable Logic Controller (PLC) (FX2N-48MR, Mitsubishi, Japan) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 85-264 โวลต์ 50/60 เฮิร์ตซ์ ภาคอินพุต 31 ช่อง ภาคเอาต์พุต 17 ช่อง ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุซึ่ง ในการเขียนจะเป็นคำสั่ง ที่สั่งให้ชุดแรกทำงาน จนกระทั่งถึงชุดสุดท้าย โดยไม่ต้องใช้แรงงานคนในขณะที่เครื่องทำงาน การทำงานโดยย่อของพีแอลซี คือ จะสั่งให้แผ่นเปิด-ปิดที่ปิดค้างข้าวอยู่เปิดออก เมื่อถึงเวลาที่กำหนดแผ่นที่เปิดอยู่ก็จะปิดลงและแผ่นเปิด-ปิดด้านล่างก็จะเปิดออก ข้าวจะหล่นลงถาดใส่ผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพาน สายพานเลื่อนไปยังชุดอัด โปรแกรมจะสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนลงและอัดข้าว เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ กระบอกสูบจะชักกลับ สายพานเลื่อนไปยังชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุการทำงานเหมือนกับชุดหยอดข้าว เมื่อทำงานเสร็จ สายพานจะเลื่อนกลับไปยังชุดหยอดข้าว เพื่อหยอดข้าวอีกครั้ง การทำงานเหมือนกับครั้งแรกที่ได้อธิบายไปแล้ว เมื่อทำงานเสร็จ สายพานจะเลื่อนไปที่ชุดอัด โปรแกรมจะสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนลง ทำการอัดข้าวอีกครั้ง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดกระบอกสูบจะเลื่อนขึ้น สายพานจะเลื่อนไปที่ชุดตัด โปรแกรมจะสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนลง ใบมีดตัดจะทำการตัดผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในถาดใส่ผลิตภัณฑ์ออกเป็น 36 ชิ้น เมื่อถึงเวลาที่กำหนด กระบอกสูบจะเลื่อนขึ้น สายพานเลื่อนออกจากชุดตัด ลื่นสุดกระบวนการทำงานของคำสั่ง PLC

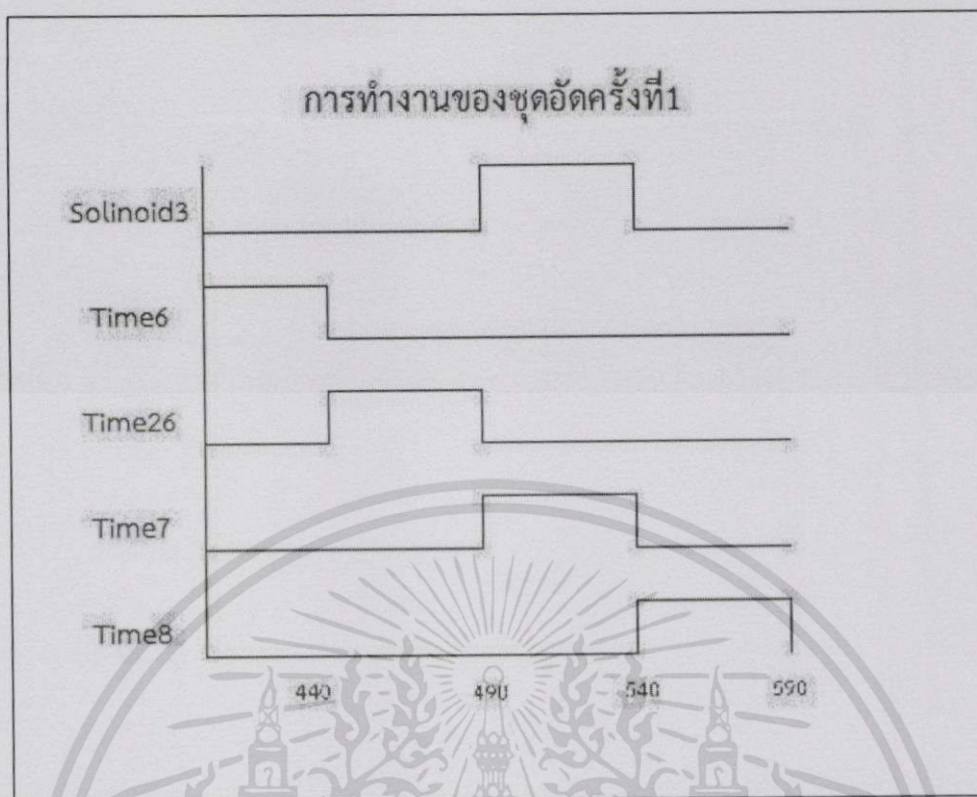
ต่อไปนี้จะแสดงภาพการทำงานของชุดต่างๆ ดังที่ได้อธิบายไว้ โดยแสดงเป็นแผนภาพ Timing Diagram

- (1) การทำงานของชุดหยอดข้าวครั้งที่ 1 เมื่อเปิด Switch สายพานจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยมีถาดผลิตภัณฑ์วางด้านบนสายพาน สายพานจะวิ่งไปชน Limitswitch1 Time1 จะนับเวลาไป 20 วินาทีเพื่อเตรียมพร้อมก่อนที่แผ่นเปิด-ปิดจะเคลื่อนออกจากนั้น Time2 จะนับเวลาให้ Solinoid1 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดขั้นที่ 1 ของชุดหยอดข้าวจะเปิดออกเป็นเวลา 220 วินาที Time3 นับเวลา 10 วินาทีเพื่อให้มั่นใจว่าแผ่นเปิด-ปิดได้ปิดสมบูรณ์ จากนั้น Time4 นับเวลาให้ Solinoid2 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดขั้นที่ 2 ของชุดหยอดข้าวจะเปิดออกเป็นเวลา 50 วินาที และขั้นตอนสุดท้ายของชุดหยอดข้าว Time5 จะนับเวลา 50 วินาที เพื่อให้แผ่นข้าวที่หล่นลงถาดผลิตภัณฑ์ทรงตัว เมื่อครบ 50 วินาทีสายพานจะเคลื่อนไปข้างหน้าเพื่อไปยังชุดอัด ดังรูปที่ 3.32



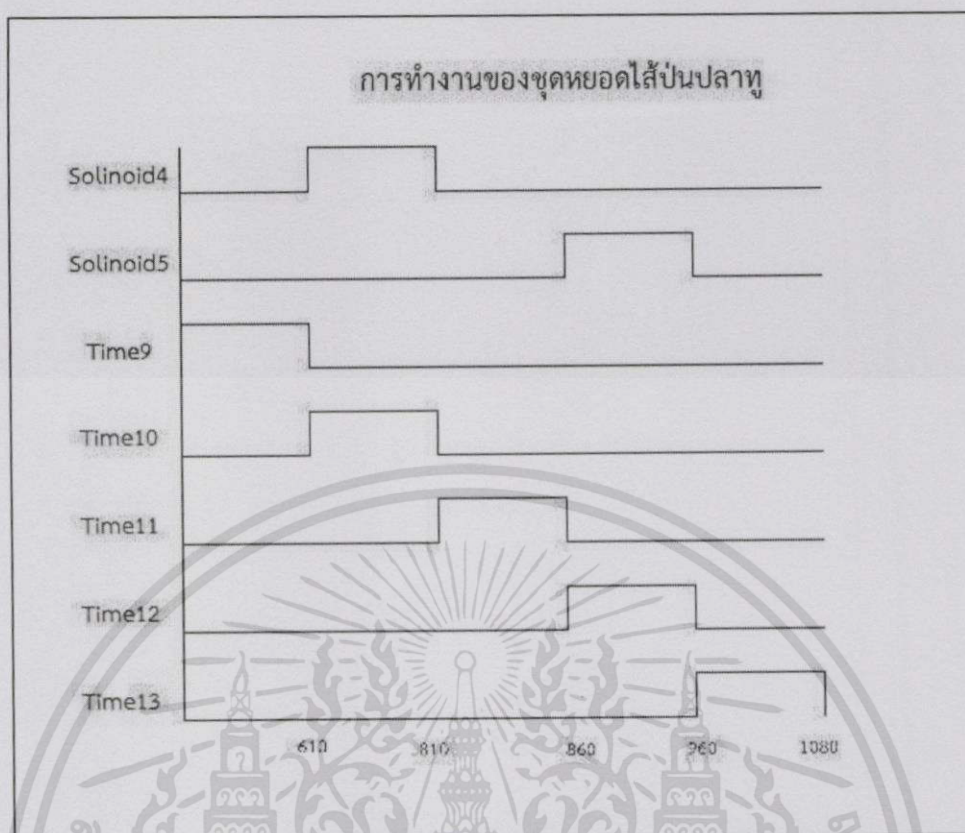
รูปที่ 3.32 การทำงานของชุดหยอดข้าวครั้งที่ 1

(2) การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 1 สายพานจะวิ่งมาชนกับ Limitswitch2 ทำให้ Time6 นับเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้พร้อมกับการทำงานของกระบอกสูบ เมื่อนับครบจะสั่งให้ Solinoid3 ทำงานพร้อมกับ Time7 นับเป็นเวลา 50 วินาที เพื่อให้แผ่นอัดอัดข้าวให้แน่น จากนั้น Time8 จะนับเป็นเวลา 50 วินาที เพื่อให้ก้านสูบที่ติดกับแผ่นอัดเคลื่อนตัวขึ้นกระสอบอย่างสมบูรณ์ เมื่อนับครบสายพานจะวิ่งไปข้างหน้า ดังรูป 3.33



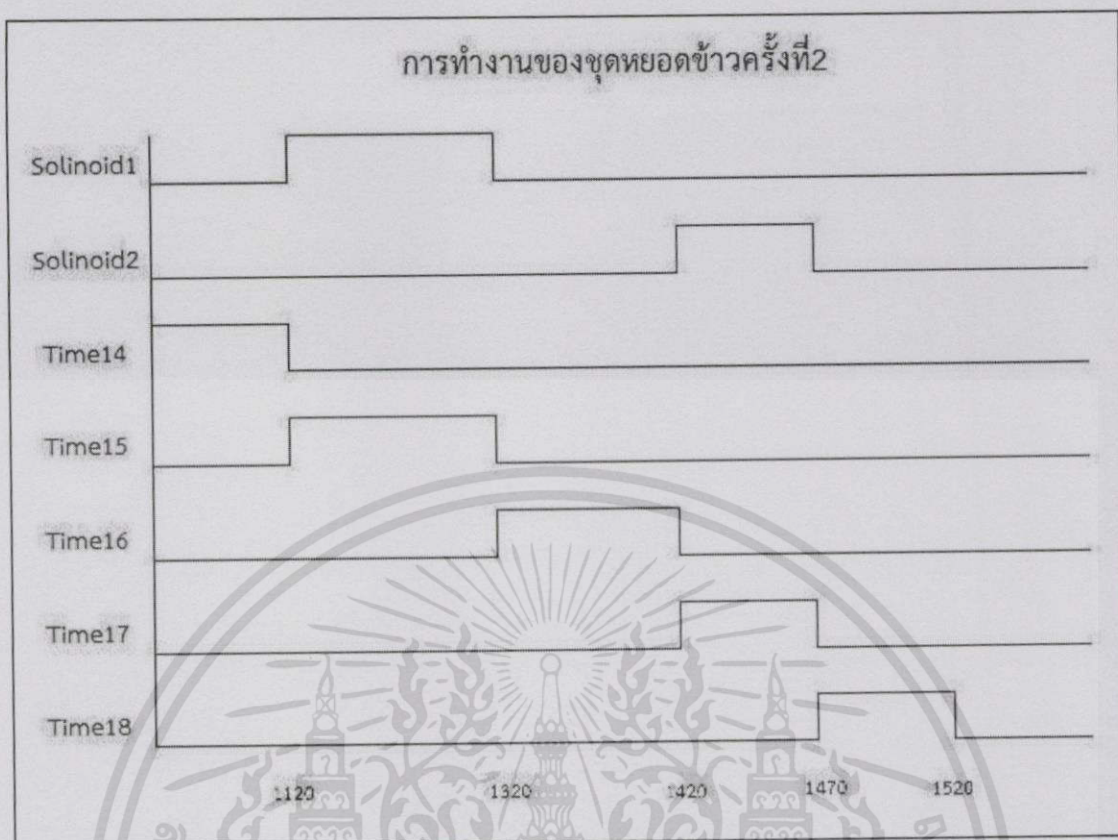
รูปที่ 3.33 การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 1

- (3) การทำงานของชุดหยอดใส่ปูนปลาทู สายพานจะวิ่งมาจากชุดอัดเมื่อมาชนกับ Limitswitch3 Time9 จะทำงานโดยนับเวลา 20 วินาที เพื่อให้เตรียมพร้อม จากนั้น Time10 ทำงานพร้อมกับ Solinoid4 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดชั้นที่ 1 ของชุดหยอดใส่ปูนปลาทูจะเปิดออกเป็นเวลา 200 วินาที Time11 นับเวลา 50 วินาทีเพื่อให้มั่นใจว่าแผ่นเปิด-ปิดได้ปิดสมบูรณ์ จากนั้น Time12 นับเวลาให้ Solinoid5 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดชั้นที่ 2 ของชุดหยอดใส่ปูนปลาทูจะเปิดออกเป็นเวลา 100 วินาที และขั้นตอนสุดท้ายของชุดหยอดใส่ปูนปลาทู Time13 จะนับเวลา 120 วินาที เมื่อครบสายพานจะเคลื่อนไปข้างหลังเพื่อไปยังชุดหยอดข้าวครั้งที่2 ดังรูปที่ 3.34



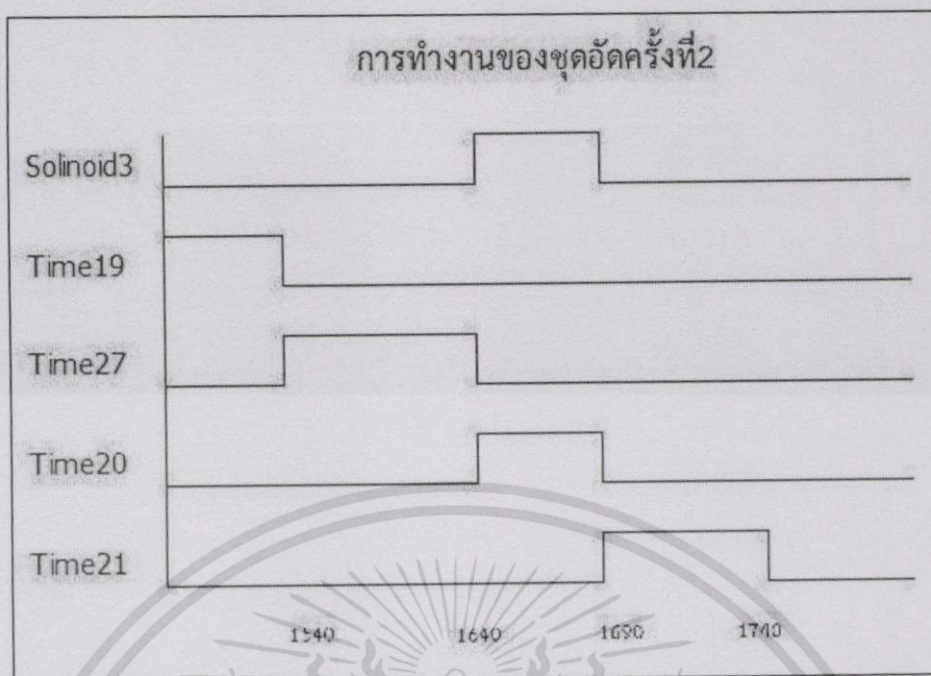
รูปที่ 3.34 การทำงานของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ

(4) การทำงานของชุดหยอดข้าวครั้งที่ 2 เมื่อสายพานจะหยุดเมื่อมาชน Limitswitch4 Time14 จะนับเวลาไป 20 วินาทีเพื่อเตรียมพร้อมก่อนที่แผ่นเปิด-ปิดจะเคลื่อนออกจากนั้น Time15 จะนับเวลาให้ Solinoid1 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดขั้นที่ 1 ของชุดหยอดข้าวจะเปิดออกเป็นเวลา 200 วินาที Time16 นับเวลา 100 วินาทีเพื่อให้มั่นใจว่าแผ่นเปิด-ปิดได้ปิดสมบูรณ์ จากนั้น Time17 นับเวลาให้ Solinoid2 ซึ่งเป็นแผ่นเปิด-ปิดขั้นที่ 2 ของชุดหยอดข้าวจะเปิดออกเป็นเวลา 50 วินาที และขั้นตอนสุดท้ายของชุดหยอดข้าว Time18 จะนับเวลา 50 วินาที เพื่อให้แผ่นข้าวที่หล่นลงถาดผลิตผลิตภัณฑ์ทรงตัว เมื่อครบ 50 วินาทีสายพานจะเคลื่อนไปข้างหน้าเพื่อไปยังชุดอัด ดังรูป 3.35



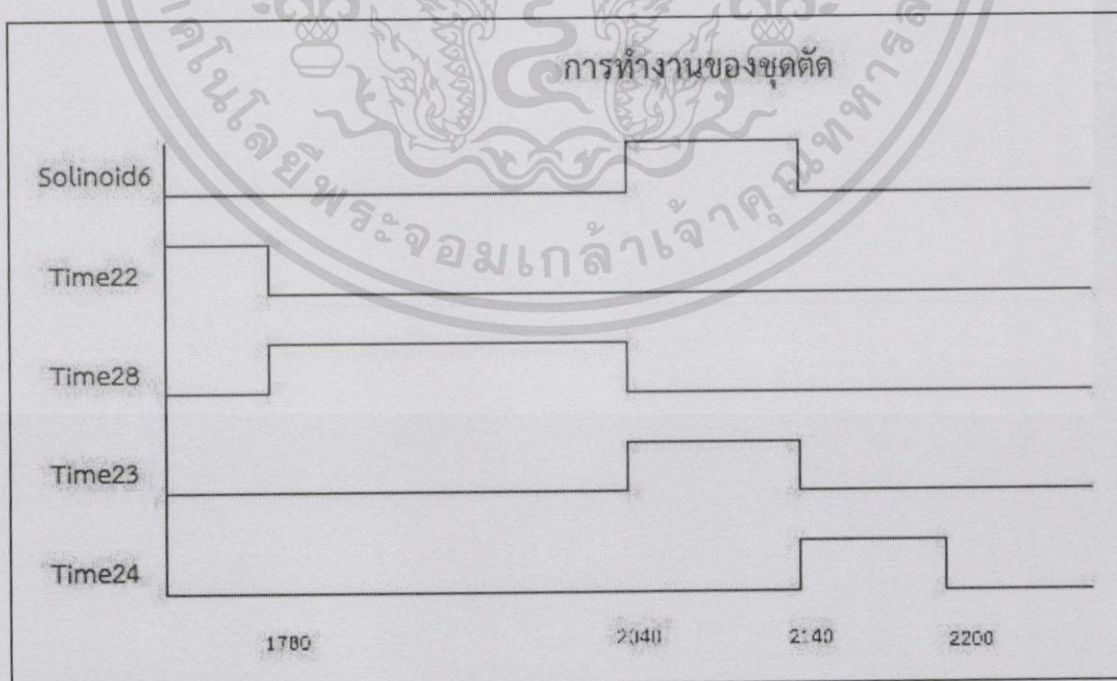
รูปที่ 3.35 การทำงานของชุดหยุดซ้ำครั้งที่ 2

(5) การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 2 สายพานจะวิ่งมาชนกับ Limitswitch2 ทำให้ Time18 นับเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้พร้อมกับการทำงานของกระบอกลูกสูบ เมื่อนับครบจะสั่งให้ Solinoid3 ทำงานพร้อมกับ Time19 นับเป็นเวลา 100 วินาที เพื่อให้แผ่นอัดอัดซ้ำให้แน่น จากนั้น Time20 จะนับเป็นเวลา 50 วินาที เพื่อให้ก้านสูบที่ติดกับแผ่นอัดเคลื่อนตัวขึ้นกระสอบลูกสูบอย่างสมบูรณ์ เมื่อนับครบ Time21 จะนับ 50 วินาทีสายพานจะวิ่งไปยังชุดตัด



รูปที่ 3.36 การทำงานของชุดอัดครั้งที่ 2

(6) การทำงานของชุดตัด สายพานจะวิ่งมาชนกับ Limitswitch5 ทำให้ Time22 นับเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้พร้อมกับการทำงานของกระบอกสูบ เมื่อนับครบจะสั่งให้ Solinooid6 ทำงานพร้อมกับ Time28 นับเป็นเวลา 360 วินาที เพื่อให้แผ่นตัดตัดข้าวให้เป็นชิ้น จากนั้น Time23 จะนับเป็นเวลา 100 วินาที เพื่อให้ก้านสูบที่ติดกับมีดตัดเคลื่อนตัวขึ้นกระสอบอย่างสมบูรณ์ เมื่อนับครบ Time24 จะนับ 60 วินาทีสายพานจะวิ่งข้างหน้า เป็นอัดเสร็จกระบวนการผลิตข้าวอัดได้ป่นปลาทุ



รูปที่ 3.37 การทำงานของชุดตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

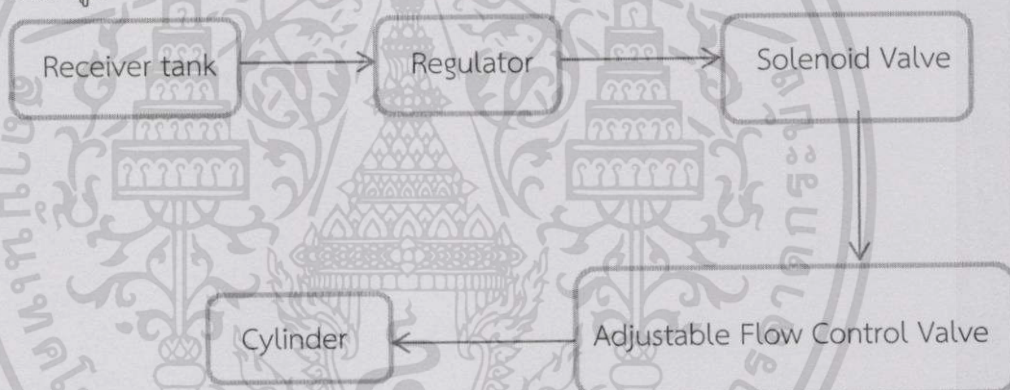
แผนภาพ Timing Diagram จะช่วยให้ทราบการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุโดยใช้โปรแกรม PLC ได้ง่ายขึ้น

### 3.4 การออกแบบระบบนิวเมติกส์

#### 3.4.1 หลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์ของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

ลมอัดจะเป็นตัวกลางในการทำให้กลไกต่างๆของเครื่องทำงาน โดยให้กระบอกสูบชักเข้าชักออกซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

1. ถังลม
2. เรกคูเรเตอร์
3. โซลินอยด์ วาล์ว
4. ตัวปรับความเร็วลม
5. กระบอกสูบ



รูปที่ 3.38 แผนภาพการทำงานของระบบนิวเมติกส์ของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

สามารถอธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละชิ้นดังนี้

Receiver tank (ถังลม) ทำหน้าที่เก็บลมจากชุดอัดอากาศไว้ ตามปริมาณที่บรรจุได้ในถังซึ่งเราใช้ถังขนาดบรรจุ 16 บาร์

Regulator ทำหน้าที่ควบคุมความดันลมอัดให้คงที่ทางด้านออก เนื่องจากความดันลมอัดด้านเข้า จะมีความดันสูงหรือเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ต้องใช้ชุดควบคุมความดันรักษาความดันให้คงที่ก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งเราควบคุมให้ทั้งระบบใช้ลมอัด 8 บาร์

Solenoid Valve ทำหน้าที่ควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้ ในการทำงานครั้งนี้เราเลือกใช้ วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วย วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง ปกติ ลมจากรู 1 ต่อไปยังรู 2 ลมจากรู 4 ต่อไปยังรู 5 ส่วนรู 3 อุดตัน เมื่อป้อนไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ วาล์วไหลอด ( เป็นวาล์วที่อยู่ภายในโซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่สลับทิศทางลม โดยจะเปิดให้ลมไปดันลูกสูบให้เลื่อนไปทางขวามือ ) เมื่อตัดไฟฟ้าออกจากโซลินอยด์ สปริงจะดันลูกสูบกลับตำแหน่งปกติ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ลูกสูบชักเข้าชักออกเองอัตโนมัติ

Adjustable Flow Control Valve ทำหน้าที่ ควบคุมความเร็วลมก่อนเข้ากระบอกลูกสูบตามความต้องการ

Cylinder ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล

### 3.5 การออกแบบระบบควบคุมของต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

การควบคุมการทำงานของเครื่องถือเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือควบคุมการเดินเครื่องในแต่ละส่วนการทำงาน ให้มีประสิทธิภาพ แม่นยำ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามที่คาดหวัง ซึ่งอุปกรณ์ในการควบคุมเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ มีดังนี้

1. Switch เปิด-ปิด
2. PLC (Programmable Logic Control) ของ Mitsubishi
3. Power supply 24 V
4. Transformer 24 VAC
5. Invertor รุ่น AF 500
6. Magnetic
7. Conveyor
8. Limit switch
9. Solenoid Valve

สามารถอธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละชิ้นดังนี้

1. Switch ทำหน้าที่เปิด - ปิด การทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ โดยเรามีการใช้สวิตช์ 2 แบบ คือ แบบเบเกอร์สวิตช์และสวิตช์โยก โดยเบเกอร์สวิตช์ใช้ควบคุมการเปิด - ปิด ของทั้งระบบ ส่วนสวิตช์โยก ใช้เปิด - ปิด การทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ
2. PLC (Programmable Logic Control) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ด้วยการสั่งแบบลอจิก โดยตัว PLC ได้เลือกใช้ของ Mitsubishi FX2N-48MR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Power supply ทำหน้าที่ เป็นหม้อแปลง แปลงไฟตรงสูงให้เป็นไฟตรงต่ำ ซึ่งเราแปลงจาก ไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อนำไฟไปจ่ายยังอุปกรณ์ต่างๆ

4. Transformer ทำหน้าที่เป็นหม้อแปลง แปลงไฟตรงสูงให้เป็นไฟตรงต่ำ ซึ่งเราแปลงจาก ไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อนำไฟไปจ่ายยังอุปกรณ์ต่างๆ

5. Invertor รุ่น AF 50 ทำหน้าที่ แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้ทำให้สามารถปรับความถี่ของสายพานที่ใช้ได้

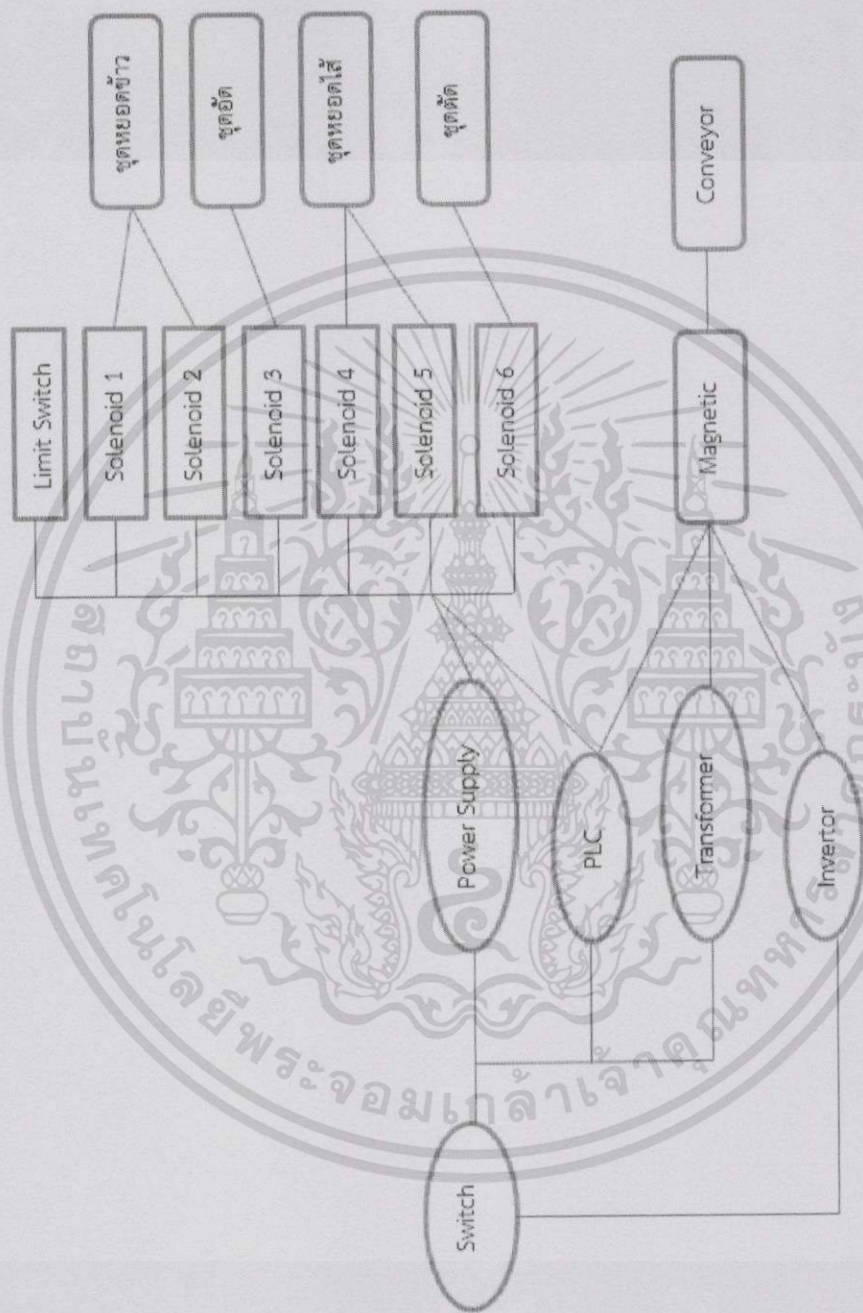
6. Magnetic เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการทำงานโดยอำนาจแม่เหล็กในการเปิด - ปิดหน้าสัมผัสใน การควบคุมวงจรมอเตอร์หรือเรียกว่าสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ในที่นี้ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ เปิด - ปิดสายพานให้เดินไปด้านหน้าหรือเดินถอยหลัง

7. Conveyor ทำหน้าที่ลำเลียงถาดผลิตภัณฑ์

8. Limit switch ทำหน้าที่หยุดมอเตอร์สายพาน เมื่อถาดผลิตภัณฑ์มาสัมผัสกับลิมิตสวิตช์ จะ ทำให้หยุดการจ่ายกระแสให้กับมอเตอร์สายพานทำให้ถาดผลิตภัณฑ์หยุดตรงตามที่เรากำหนด

9. Solenoid Valve คืออุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัย หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับ กลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้ โดยที่นี้ใช้ ควบคุมการชักเข้า - ชักออก ของกระบอกสูบ

### โดยการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบการทำงานเป็นดังนี้



รูปที่ 3.39 แผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าของระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดสวิตช์ Power Supply PLC Transformer Invertor จะทำงาน โดยที่ Power Supply แปลงไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 24 โวลต์ ให้กับ อินพุต (Limit switch) และ เอาท์พุต (Solenoid 1 Solenoid 2 Solenoid 3 Solenoid 4 Solenoid 5 Solenoid 6) Transformer จะแปลงไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 24 โวลต์ จ่ายให้กับ เอาท์พุต (Magnetics) ของ PLC และ Invertor พร้อมใช้งานในการปรับแรงดันและความถี่ตามที่เราต้องการ จากนั้น PLC ก็สั่งให้อาท์พุตและอินพุตทำงานตามที่เราได้เขียนโปรแกรมไว้แล้ว โดยที่ PLC จะไปสั่งวาล์วไหลของ Solenoid ทุกตัว ให้เปิด-ปิด จากนั้นการทำงานของ ชุดหยอดข้าว ชุดอัด ชุดหยอดไส้ และชุดตัด เริ่มทำงาน พร้อมทั้งการเคลื่อนที่ของสายพานโดยที่ PLC จะไปสั่ง Magnetic ซึ่งทำหน้าที่คล้ายเป็นสวิตช์ เปิด - ปิด ทำให้สายพานเคลื่อนที่ โดยปรับแรงดันและความถี่ของสายพานจาก Invertor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 4.1 วัตถุดิบ [ดูรูปในภาคผนวก ข]

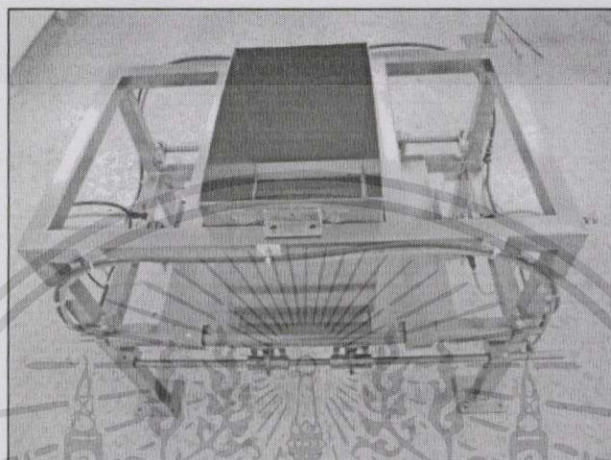
1. ปลาทุ 2 ตัว 240 กรัม
2. ต้นหอม 100 กรัม
3. กระเทียม 25 กรัม
4. พริก 30 กรัม
5. หอมแดง 55 กรัม
6. ข่า 60 กรัม
7. ผักชี 50 กรัม
8. มะนาว 20 กรัม
9. น้ำปลา 20 กรัม
10. ข้าวสาร 700 กรัม
11. น้ำเปล่า 1,050 กรัม

#### 4.2 อุปกรณ์ [ดูรูปในภาคผนวก ข]

1. ครกและสาก
2. ตู้อบ
3. ถาด จำนวน 2 ถาด
4. มีด จำนวน 2 ด้าม
5. ช้อนและส้อม จำนวน 3 คู่
6. จาน จำนวน 4 ใบ
7. หม้อหุงข้าว จำนวน 5 หม้อ
8. ทัพพีตักข้าว จำนวน 5 อัน
9. ผ้าซีริว จำนวน 2 ผืน
10. กระดาษทิชชู สำหรับทำความสะอาดชุดต่างๆ ของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ
11. เขียง จำนวน 2 อัน

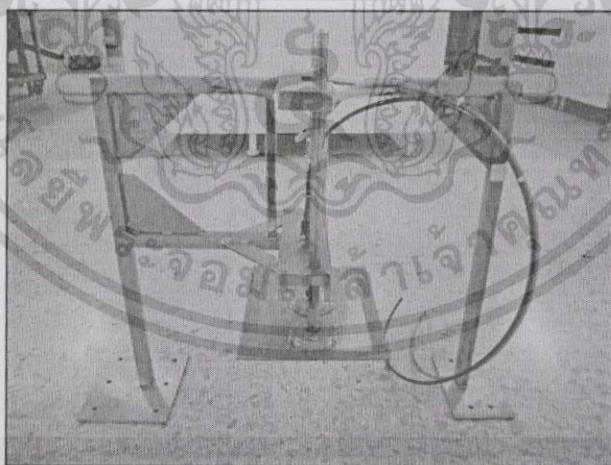
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. บีกเกอร์ ขนาด 200 ml. จำนวน 2 ใบ
13. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Ohaus model Adventure น้ำหนักสูงสุด3100 g ความละเอียด0.01g)
14. เครื่องปั่น
15. ชุดหยอดข้าว (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 ชุดหยอดข้าว

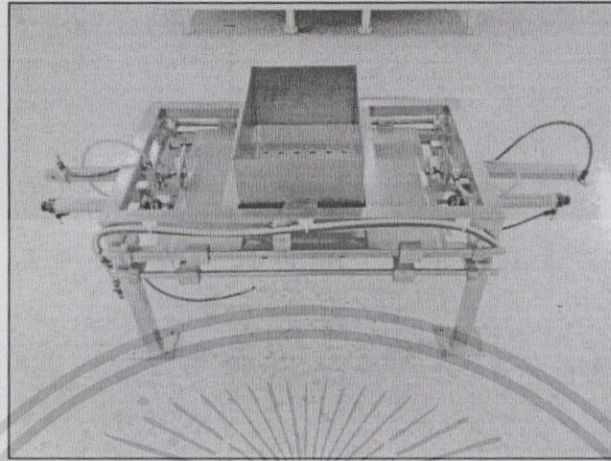
16. ชุดอัด (รูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2 ชุดอัด

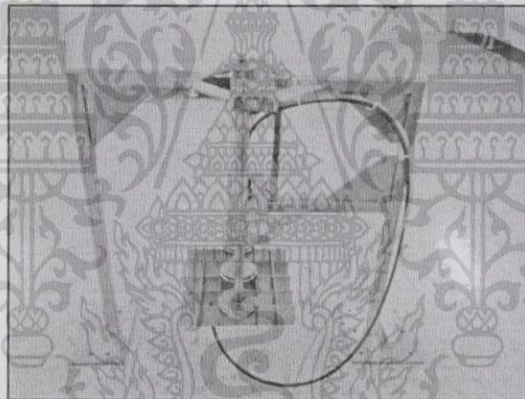
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. ชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ (รูปที่ 4.3)



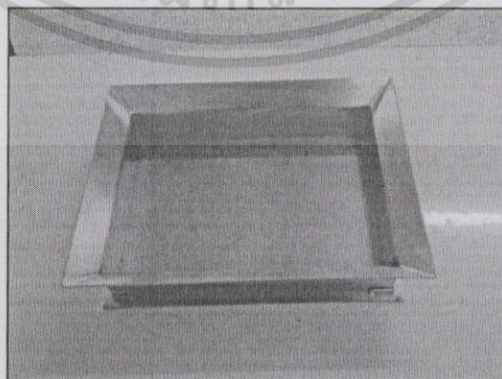
รูปที่ 4.3 ชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ

18. ชุดตัด (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 ชุดตัด

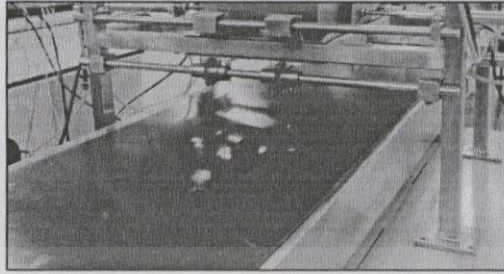
19. ถาดใส่ผลิตภัณฑ์ข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.5 ถาดใส่ผลิตภัณฑ์ข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

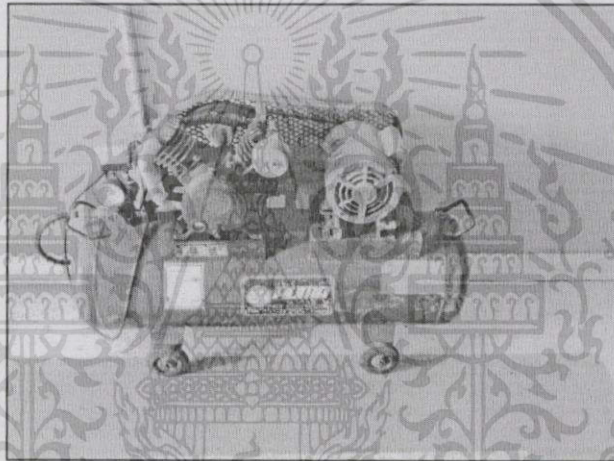
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. สายพาน (รูปที่ 4.6)



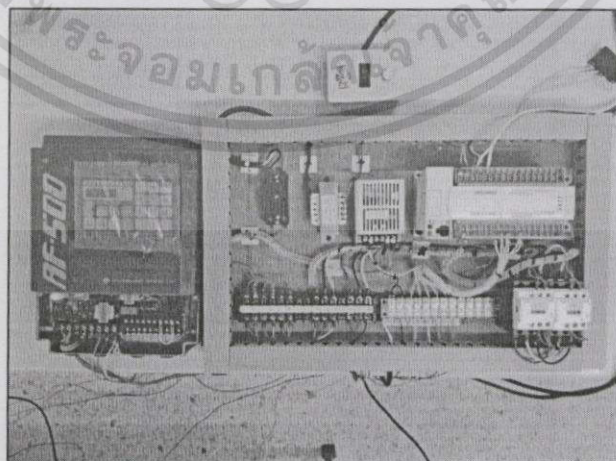
รูปที่ 4.6 สายพาน

21. ถังลม ขนาด 16 บาร์ (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.7 ถังลมขนาด 16 บาร์

22. แผงควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ (รูปที่ 4.8)



รูปที่ 4.8 แผงวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ขั้นตอนการดำเนินการและวิธีการทดลอง

#### 4.3.1 การทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ 1 รอบ

นำข้าวสวยใส่ลงในถังของชุดหยอดข้าวสวย และนำปั่นปลาทุใส่ลงในถังของชุดหยอดปั่นปลาทุให้เรียบร้อย เปิดถังลมและเปิดสวิทช์วงจรทำให้จ่ายไฟไปยัง PLC และทรานฟอร์มเมอร์ เปลี่ยนไฟ 220 โวลต์ เป็น 24 โวลต์ แล้วจ่ายให้โซลินอยด์ ซึ่ง PLC ที่เขียนและบันทึกโปรแกรมไว้แล้วจะควบคุมให้ระบบทำงานตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ชุดหยอดข้าวสวยจะทำงาน โดยข้าวจะหล่นลงช่องพักข้าว แล้วถูกเปิดด้วยแผ่นเปิด-ปิด ข้าวจะหล่นลงมาที่ถาดใส่ผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพาน
- 2) สายพานเลื่อนไปยังชุดอัด ชุดอัดทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์จะอัดข้าวให้มีความสูง 1 เซ็นติเมตร
- 3) สายพานเลื่อนไปยังชุดหยอดปั่นปลาทุ ชุดนี้ทำงาน เมื่อแผ่นเปิด-ปิดถูกเปิดออกจะทำให้ปั่นปลาทุหล่นลงในแผ่นหยอดใส่ และหล่นลงบนถาดใส่ผลิตภัณฑ์ที่มีข้าวที่อัดแล้ว
- 4) สายพานเคลื่อนที่กลับไปยังชุดหยอดข้าวสวย กระบวนการเหมือนกันกับข้อ 1 และ 2
- 5) สายพานเลื่อนไปยังชุดตัด ชุดนี้ทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ จะตัดข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุที่อยู่ในถาดใส่ผลิตภัณฑ์บนสายพาน จะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุทั้งหมด 36 ชิ้น

#### 4.3.2 การทดลอง

- 1) หาความหนาแน่นของข้าวสวยในถัง โดยหาปริมาตรของถังข้าวที่อยู่ในชุดหยอดข้าว และชั่งน้ำหนักของข้าวสวยเต็มถัง แล้วคำนวณความหนาแน่นของข้าวในถังจาก

$$\text{ความหนาแน่นของข้าวสวย (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวในถัง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของถัง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}} \quad (1)$$

$$\text{จะได้ ความหนาแน่นของข้าวสวย} = \frac{8420 \text{ (กรัม)}}{11,534 \text{ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

$$= 0.73 \text{ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

หรือ 730 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

- 2) ทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ปั่นปลาทุ สังเกตการเคลื่อนที่ของส่วนประกอบของชุดองค์ประกอบต่างๆขณะผลิต ทั้งหมด 3 ครั้ง และประเมินว่าการทำงานของชุดนั้นๆ ว่าผ่านหรือไม่ผ่าน

ชื่อชุด	ครั้งที่ (ซ้ำ)	การทำงาน		เหตุผล
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
ชุดหยอดข้าวสวย (การหยอดครั้งที่1)	1		/	แผ่นเปิด-ปิดข้าวตังข้าวมันเข้าหากัน ทำให้ข้าวไม่หล่นลงมาเป็นแผ่น
	2	/		ข้าวไม่ติดแผ่นเปิด-ปิด และกระบอกสูบล้างทำงานพร้อมกัน
	3		/	แผ่นเปิด-ปิดข้าวตังข้าวมันเข้าหากัน ทำให้ข้าวหนึ่งด้านขาดไป
ชุดอัดข้าว (การอัดครั้งที่1)	1	/		กระบอกสูบล้างทำงานคล่อง และอัดข้าวให้มีความสูง1เซนติเมตร ตามที่ต้องการ
	2	/		กระบอกสูบล้างทำงานคล่อง และอัดข้าวให้มีความสูง1เซนติเมตร ตามที่ต้องการ
	3	/		กระบอกสูบล้างทำงานคล่อง และอัดข้าวให้มีความสูง1เซนติเมตร ตามที่ต้องการ
ชุดหยอดปั่นปลาทุ	1	/		แผ่นเปิด-ปิดทำงานพร้อมกัน ทำให้ใส่หล่นลงมามาก มีบริเวณตรงกลางที่ไม่มาก
	2	/		แผ่นเปิด-ปิดทำงานพร้อมกัน ทำให้ใส่หล่นลงมามาก มีบริเวณแฉกกลางที่ไม่สม่ำเสมอ
	3	/		แผ่นเปิด-ปิดทำงานพร้อมกัน ทำให้ใส่หล่นลงมามาก มีบริเวณแฉกกลางที่ไม่สม่ำเสมอ
ชุดหยอดข้าวสวย (การหยอดครั้งที่2)	1		/	แผ่นเปิด-ปิดข้าวตังข้าวมันเข้าหากัน ทำให้ข้าวไม่หล่นลงมามากเป็นแผ่น
	2	/		ข้าวติดแผ่นเปิด-ปิดเล็กน้อย แต่ข้าวยังหล่นเป็นแผ่น กระบอกสูบล้างทำงานพร้อมกัน
	3		/	กระบอกสูบล้างทำงานไม่พร้อมกัน ทำให้แผ่นเปิด-ปิดทำงานไม่พร้อมกัน
ชุดอัดข้าว (การอัดครั้งที่2)	1	/		แผ่นอัดอัดข้าวแน่น ให้มีความสูง3เซนติเมตร แผ่นอัดติดข้าวเล็กน้อยขณะถอนขึ้น
	2	/		แผ่นอัดอัดข้าวแน่น ให้มีความสูง3เซนติเมตรตามที่ต้องการ
	3		/	ข้าวที่มาจากชุดหยอดสูงมาก ทำให้การอัด อัดไม่แน่นพอและได้ความสูงมากเกินไป
ชุดตัด	1		/	ไม่สามารถดึงใบมีดออกจากข้าวที่ตัดได้ เพราะกระบอกสูบล้างติดขัด ไม่ลื่น
	2		/	ใบมีดตัดข้าวได้ไม่ลึกถึงพื้น ทำให้ข้าวไม่ขาดออกจากกัน
	3		/	ใบมีดตัดข้าวได้ไม่ลึกถึงพื้น ทำให้ข้าวไม่ขาดออกจากกัน

3) คำนวณความสามารถของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุจากจำนวนชั้น (36 ชั้น) และเวลาในการผลิต 1 รอบ (220 วินาที)

ใน 1 รอบการผลิต ใช้เวลา 220 วินาที ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงจะผลิตได้ทั้งหมด 16 ถาด

และใน 1 ถาด มีทั้งหมด 36 ชั้น ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงจะผลิตได้  $36 \times 16 = 576$  ชั้น

ดังนั้นความสามารถของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุคือ 576 ชั้น/ชั่วโมง

4) ทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ 1 รอบ นับจำนวนผลิตภัณฑ์ชั้นดี และชั้นเสีย ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ คำนวณประสิทธิภาพการผลิตและความผิดพลาด ได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพการผลิต (\%)} = \frac{\text{จำนวนชั้นดี}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{ความผิดพลาด (\%)} = \frac{\text{จำนวนชั้นเสีย}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด}} \times 100 \quad (3)$$

จากการทดลองจะได้ผลการทดลอง และคำนวณประสิทธิภาพการผลิตและความผิดพลาดการผลิตได้ดังนี้ ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการผลิต

ครั้งที่ (ซ้ำ)	ชั้นดีจาก36ชั้น	ประสิทธิภาพการผลิต(%)	ชั้นเสียจาก36ชั้น	ความผิดพลาดการผลิต(%)
1	23	63.89	13	36.11
2	30	83.33	6	16.67
3	28	77.78	8	22.22
เฉลี่ย	27	75	9	25
S.D.	4	10.01	4	10.01

และจากการทดลองสามารถนับจุดปนที่หยอดเป็นไส้ของผลิตภัณฑ์ทั้งจุดที่มีคุณภาพดี และจุดที่มีคุณภาพเสีย ทำให้สามารถคำนวณประสิทธิภาพของชุดปั่นปลาทุและความผิดพลาดของชุดปั่นปลาทุได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ

ครั้งที่ (ซ้ำ)	จำนวนของจุดปนดีจาก36ชิ้น	ประสิทธิภาพการผลิต(%)	จำนวนของจุดปนเสียจาก36ชิ้น	ข้อผิดพลาดการผลิต(%)
1	31	86.11	5	13.89
2	29	80.56	7	19.44
3	30	83.33	6	16.67
เฉลี่ย	30	83.33	6	16.67
S.D.	1	2.78	1	2.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

#### 5.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

จากตารางที่ 4.1 จากผลการทดสอบ ทำให้ทราบว่าชุดอัดข้าวและชุดหยอดปั่นปลาทุทำงานได้ดี เนื่องจากกระบอกสูบเคลื่อนที่ไม่ติดขัด ชุดอัดข้าวสามารถอัดข้าวให้มีความหนาได้ตามที่ต้องการ ทั้งการอัดข้าวครั้งที่ 1 และการอัดข้าวครั้งที่ 2 ส่วนชุดหยอดปั่นปลาทุ สามารถหยอดปั่นปลาทุให้มีคุณภาพของไส้ดี เกือบทุกจุด และการเคลื่อนที่ของแผ่นเปิด-ปิดไม่ติดขัด แต่ชุดหยอดข้าวสวยและชุดตัดทำงานได้ไม่ดี แผ่นเปิด-ปิดของชุดหยอดข้าวทำงานติดขัดทำให้ข้าวหล่นลงมาไม่เป็นแผ่น ส่วนชุดตัด ไม่สามารถตัดผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 36 ชิ้น ให้ขาดออกจากกันได้ ทำให้ไม่ได้ตามผลที่คาดหวังไว้

#### 5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการผลิต

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุทั้งหมด 3 ชั่วโมง จะได้จำนวนชิ้นดีเฉลี่ย 27 ชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิต 75 % และชิ้นเสียเฉลี่ย 9 ชิ้น คิดเป็นความผิดพลาดการผลิต 25 % และสามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชิ้นดีและชิ้นเสียได้เท่ากับ 4

#### 5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ

จากตารางที่ 4.3 จากผลการทดสอบชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุ ทำให้ทราบว่าการผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุทั้งหมด 3 ชั่วโมง จะได้จำนวนจุดปั่นที่มีคุณภาพดีเฉลี่ย 30 จุด คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุได้ 83.33 % และจำนวนจุดปั่นที่มีคุณภาพไม่ดีเฉลี่ย 6 จุด คิดเป็นข้อผิดพลาดการผลิตของชุดหยอดไส้ปั่นปลาทุได้ 16.67 % และสามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดปั่นที่ดีและจุดปั่นที่เสียได้เท่ากับ 1

#### 5.4 การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่ออุตสาหกรรม

เมื่อเราได้ทำการทดลองทั้งหมดในการทดลองนี้รวมไปถึงการออกแบบอุปกรณ์ที่จะใช้ในการผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุแล้วเราจึงได้ทำการวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อดูว่าจะต้องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุเป็นจำนวนเท่าไรถึงจะมีความคุ้มทุนซึ่งเราเรียกว่า “จุดคุ้มทุน”

ในการทดสอบเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ ใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน 2 คน ทำหน้าที่นำถาดเปล่าเข้าสู่ระบบและนำถาดผลิตภัณฑ์ออกจากระบบ สามารถทำข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุเฉลี่ยได้ 36 ชิ้น ต่อครั้ง (220 วินาที) โดยใช้พลังงานไฟฟ้า 1.17 กิโลวัตต์ต่อครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดให้ใช้งานเครื่องวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 260 วัน สามารถประเมินค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อชิ้น) และ ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุได้ดังนี้

#### 5.4.1 ผลการวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายในการทำงาน

##### 1. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

1) ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา DP แบบ Straight-line method  $DP = (P - S) / L$  โดยราคาของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ (P) ประกอบด้วย ค่าสร้างรวมวัสดุและอุปกรณ์ เท่ากับ 103,120 บาท ค่าป้อนลม(0.5 แรงม้า) 16,500 บาท ค่าถังพักลม(ขนาด100 ลิตร) 8,000 บาท เป็นเงิน 127,620 บาท มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 (L) เหลือ 10% ของราคาเครื่อง

ดังนั้น มูลค่าซากของเครื่อง (S) =  $(10/100)P = 12,762$  บาท

ค่าเสื่อมราคา DP =  $(127,620 - 12,762) / 10 = 11,485.8$  บาท

2) ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest or investment) คิดค่าเสียโอกาส

$I = \frac{(P + S)}{2} \times \frac{i}{100}$  โดยที่กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปี(i) เท่ากับ 2.25% ต่อปี

ดังนั้นค่าเสียโอกาสต่อปี  $I = \frac{(P + S)}{2} \times \frac{2.25}{100} = 1,579.29$  บาท

รวมต้นทุนคงที่ต่อปี(Fixed Cost) = ค่าเสื่อมราคา (DP) + ค่าดอกเบี้ย (I)  
= 13,065.09 บาทต่อปี

##### 2. ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)

1) ค่าบำรุงรักษา

- ค่าน้ำยาล้างจาน 12 บาทต่อขวด ใช้จำนวน 10 ขวด ใน 1 ปี คิดเป็น  $12 \times 10 = 120$  บาทต่อปี

2) ค่าไฟฟ้า

- ใช้มอเตอร์ขับสายพานและตัวปรับความเร็วรอบเป็นต้นกำลัง สิ้นเปลือง 750 วัตต์ PLC 50

วัตต์ Power supply 660 วัตต์ Magnetic 600 วัตต์ ป้อนลม 400 วัตต์ รวม 1,710 วัตต์ ทำงาน 8

ชั่วโมงต่อวัน 260 วันต่อปี คิดเป็น 2,080 ชั่วโมง คิดเป็น  $1,710 \times 2,080 = 3,556.8$  กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี (หน่วยต่อปี) ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.58 บาทต่อหน่วย คิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ  $4.58 \times 3,556.8 = 16,290.14$  บาทต่อปี

3) ค่าข่าวสาร 32 บาทต่อภาค การทำงาน 1 ครั้งได้ 1 ภาคทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 16 ภาค ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน คิดเป็น  $32 \times 16 \times 260 = 133,120$  บาทต่อปี

4) ค่าป่นปลาทุ 12 บาทต่อภาค การทำงาน 1 ครั้งได้ 1 ภาคทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 16 ภาค ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน คิดเป็น  $12 \times 16 \times 260 = 49,920$  บาทต่อปี

5) ค่าน้ำมันพืช 42 บาทต่อขวด 2 ขวดต่อปี เป็นเงิน  $42 \times 2 = 84$  บาทต่อปี

ต้นทุนผันแปรรวมเป็นเงิน  $120 + 16,290.14 + 133,120 + 49,920 + 84 = 199,534.14$  บาทต่อปี

คิดต้นทุนการใช้งานเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ป่นปลาทุ โดยรวมต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปร เท่ากับ  $13,065.09 + 199,534.14 = 212,599.23$  บาทต่อปี

การวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการต่างๆต้องการทราบว่าจะจำนวนผลผลิตที่ผลิตแล้วคุ้มทุนควรเป็นเท่าไร เพื่อเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจ จุดคุ้มทุน (break-even point) คือจุดที่รายได้เท่ากับรายจ่าย นั่นคือกำไรเป็นศูนย์ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุนรายได้ และผลกำไรที่ปริมาณการผลิตต่างๆ

การคำนวณหาจุดคุ้มทุนโครงการเดียว

กำหนดให้  $C =$  ต้นทุนรวมในการผลิต

$F =$  ต้นทุนคงที่ (127,620 บาท)

$V =$  ต้นทุนแปรผัน (ผลิต 33,280 ภาคต่อปี 199,534.14 บาทต่อปี คิดเป็น 6

บาทต่อภาค)

$N^* =$  จำนวนที่ผลิตที่จุดคุ้มทุน

$N =$  จำนวนการผลิตที่จุดใดๆ

$v =$  ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย (6บาทต่อภาค)

$R =$  รายได้

$p =$  ราคาขายต่อหน่วย (3 บาท ต่อ 1 ชิ้น คิดเป็น 108 บาทต่อภาค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทุนรวมในการผลิต  $C = F + vN$  (5.1)

$$V = vN \quad (5.2)$$

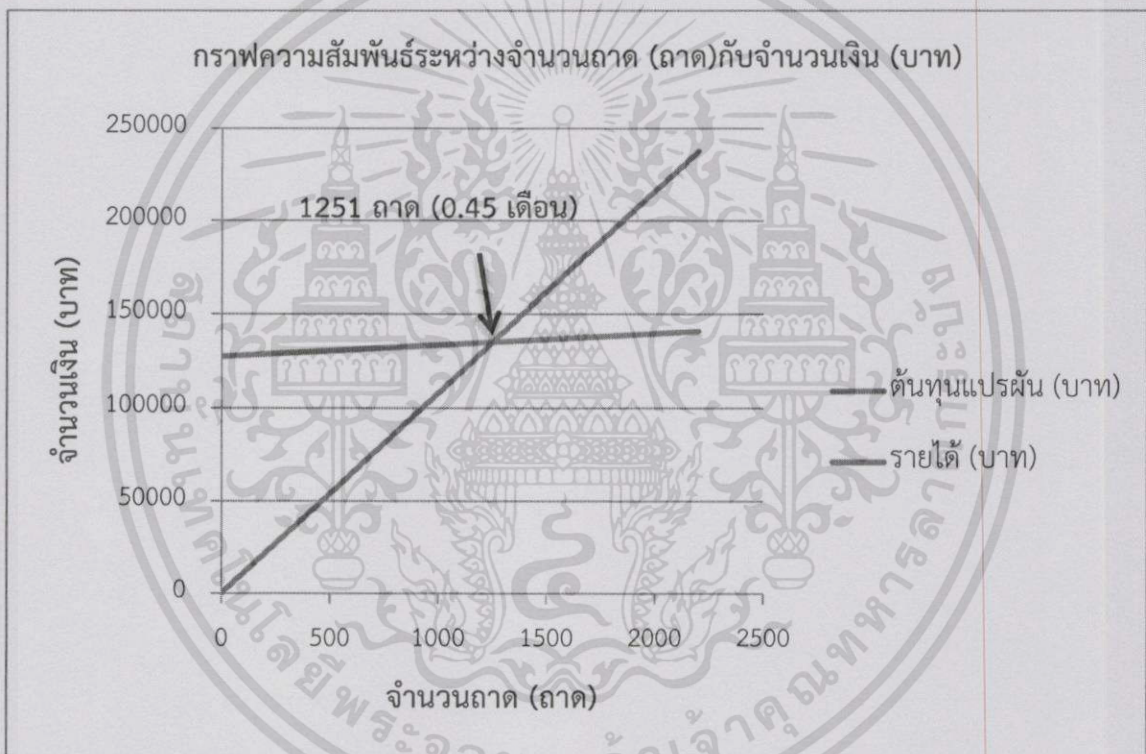
จึงได้ว่า  $C = F + vN$  (5.3)

รายได้  $R = pN$  (5.4)

และ 
$$N^* = F/(p-v) = 127,620/(108 - 6)$$

$$= 1,251.18 \text{ ภาต เท่ากับ } 0.45 \text{ เดือน} \quad (5.5)$$

เมื่อ  $N^*$  เป็นปริมาณที่จุดผลิตคุ้มทุนพอดี สามารถแสดงได้ด้วยแผนภูมิ



รูปที่ 5.1 กราฟการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

พิจารณาจุดตัดที่ได้จากการพล็อตกราฟ ของสมการ  $C = F + vN$  และสมการ  $R = pN$  จะได้จุดตัดตรงที่บริเวณที่มีปริมาณการผลิตประมาณ 1,251 ภาต ซึ่งเรียกว่าจุดคุ้มทุน ดังนั้นจุดคุ้มทุนจึงเป็นจุดที่ต้องทำการผลิตข้าวยัดไส้ป่นปลาทุเท่ากับ 1,251 ภาต เป็นจำนวน 45,036 ชิ้น ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ 135,108 บาทและต้นทุน 127,620 บาท

## บทที่ 6

### บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

#### 6.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ

จากการทดลองการทำงานของแต่ละชุดพบว่า ชุดอัดข้าวและชุดหยอดปั่นปลาทุทำงานได้ดี ส่วนชุดหยอดข้าวสวยและชุดตัดทำงานได้ไม่ดี ไม่ได้ตามผลที่คาดหวังไว้ และความสามารถของเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุ 576 ชิ้นต่อชั่วโมง (0.16 ชิ้นต่อวินาที) ประสิทธิภาพของการผลิตเท่ากับ 75% และความผิดพลาดเท่ากับ 25% ประสิทธิภาพของการหยอดปั่นปลาทุเท่ากับ 83.33% และความผิดพลาดของการหยอดปั่นปลาทุเท่ากับ 16.67%

#### 6.2 การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่ออุตสาหกรรม

จากการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ สามารถทราบต้นทุนในการลงทุนในการผลิตรวมต่อปีเท่ากับ เป็นเงิน 212,599.23 บาทต่อปีโดยผ่านค่าเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุเป็นเวลา 10 ปี หรือคิดลงทุนเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุในปีแรก เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 127,620 บาท และต้นทุนผันแปรต่อปีเท่ากับ 199,534.14 บาท รวมลงทุนปีแรกเป็นเงิน 327,154.14 บาทก็ได้

โดยเราขายข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุที่ผลิตจากเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุก้อนละ 3 บาท ปริมาณการผลิตประมาณ 1,251 ถาด จำนวน 45,036 ชิ้น และต้นทุนรวมการผลิตรวมเท่ากับ 127,620 บาท มีรายได้จากการขายข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุเท่ากับ 135,108 บาท ซึ่งใช้เวลา 0.45 เดือนหรือประมาณ 10 วัน ในการคั่วทุ เมื่อวันทำงาน 22 วัน/เดือน หรือทั้งปีเท่ากับ 260 วัน ซึ่งใน 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นี้สามารถนำมาช่วยในการตัดสินใจ การลงทุนผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยให้พิจารณา จำนวนครั้งในการผลิต และเวลาที่ใช้เมื่อคั่วทุ

#### 6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่องผลิตข้าวอัดไส้ปั่นปลาทุนั้น ยังมีข้อบกพร่องซึ่งจะต้องปรับปรุงดังนี้

- 1) ต้องใช้น้ำมันรำข้าวทาใบมีดตัดในชุดตัด เพราะข้าวจะได้ไม่ติดใบมีด
- 2) ใช้แผ่นสั่นติดกับทุกส่วนที่สัมผัสข้าวของทุกชุด เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างข้าวกับชิ้นส่วนต่างของชุดและข้าวสวยจะได้ไม่ติดกับชิ้นต่างๆ ของชุดนั้นๆ

- 3) ในขณะที่ชุดหยอดป่นปลาทำงาน ต้องมีการสั่นที่ถังใส่ป่น เพื่อให้ป่นหล่นลงข้างในถาดใส่ผลิตภัณฑ์บนสายพาน
- 4) เนื่องจากปริมาณข้าวมีมากเกินไป จึงต้องลดความหนาของช่องพักข้าวของชุดหยอดข้าวสวลง
- 5) ต้องมีพนักงักลม เก็บลมไว้ให้เพียงพอตามความต้องการของเครื่องเครื่องผลิตข้าวอัดใส่ป่นปลา เพื่อที่จะทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
- 6) ติดไฟโต้เซ็นเซอร์ แต่ละชุดการทำงาน เพื่อให้ถาดใส่ผลิตภัณฑ์อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ประพาส วีระแพทย์. 2557. ประวัติศาสตร์ข้าวโลก. [Online]. Available: <http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice-histories.html>
- [2] ประพาส วีระแพทย์. 2557. ประวัติศาสตร์ข้าวไทย. [Online]. Available: <http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice-histories.html>
- [3] กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2556. เครื่องยัดไส้ เครื่องผลิตอาหาร เครื่องสอดไส้ เครื่องทำอาหาร, [online]. Available: <http://203.209.117.243/DIPSearch/PatentSearch/SearchSimple.aspx>
- [4] โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLIS-Thai library integrated system สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 2556. เครื่องยัดไส้ เครื่องผลิตอาหาร เครื่องสอดไส้ เครื่องทำอาหาร, [online]. Available: <http://tdc.thailis.or.th/tdc/basic.php>
- [5] \_\_\_\_\_. 2556. เครื่องปั้นสอดไส้ขนมปังและซาลาเปา ANKO HB-30. [online]. Available: <http://www.pantipmarket.com/items/13370114>
- [6] \_\_\_\_\_. 2556. เครื่องทำซูชิ Suzumo SushiBot. [online]. แหล่งที่มา <http://news.siamphone.com/news-06448.html>. เข้าดูเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2556
- [7] \_\_\_\_\_. 2556. แผ่นฟังก์ชันอัตโนมัติแบบ Multi บรรจุสายการผลิตนิตยสารโรลลิงและการขึ้นรูป SB-880. [online]. Available: <http://www.anko.com.tw/th/product/-Multi/-sb-880.html>
- [8] \_\_\_\_\_. 2556. อุปกรณ์พื้นฐานในระบบนิวเมติกส์. [Online]. Available: [http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon\\_vis/download/automation/Automation02.pdf](http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/Automation02.pdf)
- [9] \_\_\_\_\_. 2556. ระบบนิวเมติกส์ และ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. [Online]. Available: <http://202.44.43.94/Projeck/PJ05/chapture%202.pdf>
- [10] รศ.กฤษดา วิศวธีรานนท์. 2546. PLC. กรุงเทพฯ : \_\_\_\_\_
- [11] รศ.ธีรศิลป์ ทุมวิภาตและสุภาพร จาปาทอง. 2545. PLC. กรุงเทพฯ : \_\_\_\_\_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] \_\_\_\_\_. 2556. เหล็กกล้าไร้สนิม. [Online]. Available:

<http://th.wikipedia.org/wiki/เหล็กกล้าไร้สนิม>

[13] บริษัท อุดมกิจ พิตติ้ง วาล์ว จำกัด. 2556. สแตนเลสสี่เหลี่ยมเงา. [Online]. Available:

<http://www.udomkit.com>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

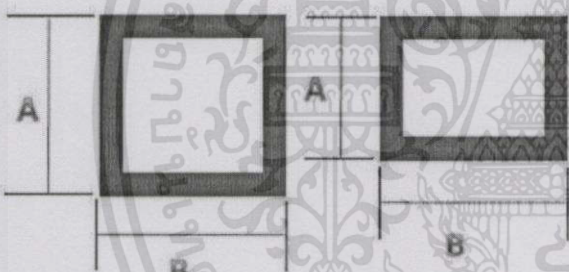


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก1 ขนาดสแตนเลสกล่อง [13]

Outside Diameter (mm)	wall thickness (mm)				Outside Diameter (mm)	wall thickness (mm)			
	weight kg / m					weight kg / m			
A x B	1.0 mm.	1.2 mm.	1.5 mm.	2.0 mm.	A x B	1.0 mm.	1.2 mm.	1.5 mm.	2.0 mm.
12.7 x 12.7	0.37	0.43	0.53	0.69	12 x 25	0.55	0.66	0.81	1.06
15.9 x 15.9	0.47	0.55	0.68	0.89	13 x 26	0.59	0.69	0.85	1.12
19.0 x 19.0	0.57	0.67	0.83	1.09	14 x 31	0.68	0.80	0.99	1.31
25.4 x 25.4	0.76	0.91	1.12	1.48	20 x 40	0.91	1.08	1.34	1.77
31.8 x 31.8	0.96	1.15	1.42	1.88	25 x 38	0.95	1.14	1.41	1.86
38.1 x 38.1	1.16	1.38	1.71	2.26	25 x 40	0.99	1.17	1.46	1.93
50.8 x 50.8	1.56	1.86	2.31	3.06	26 x 40	1.00	1.19	1.48	1.96
					18 x 50	1.04	1.24	1.54	2.03
					25 x 50	1.14	1.36	1.69	2.23
					26 x 80	1.63	1.95	2.43	3.22
					40 x 80	1.85	2.21	2.75	3.65
					50 x 100	2.32	2.77	3.45	4.59

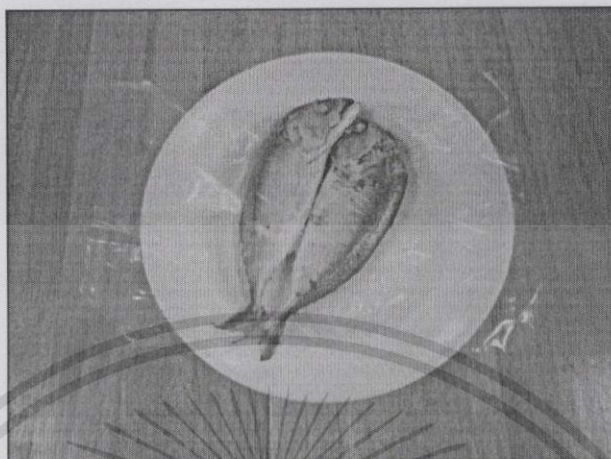


The diagram shows two square stainless steel boxes. The left box has dimensions A and B. The right box has dimensions A and B. The boxes are shown in a perspective view, with the front and side faces visible. The dimensions A and B are indicated by arrows pointing to the outer edges of the boxes.

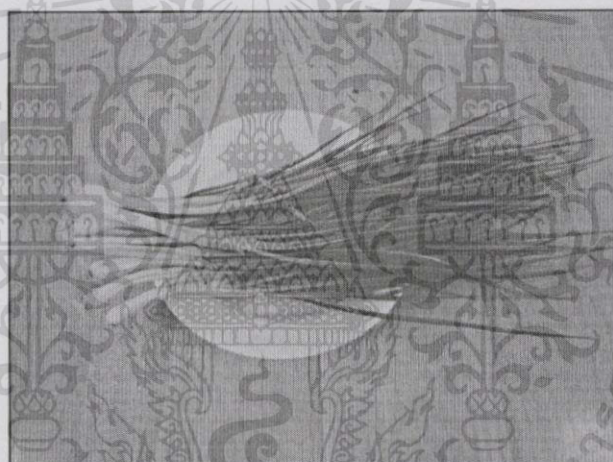
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

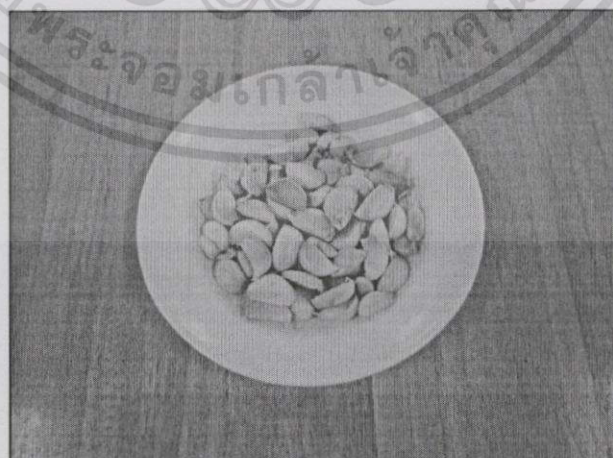
## รูปวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ



1. ปลาหู



2. ต้นหอม

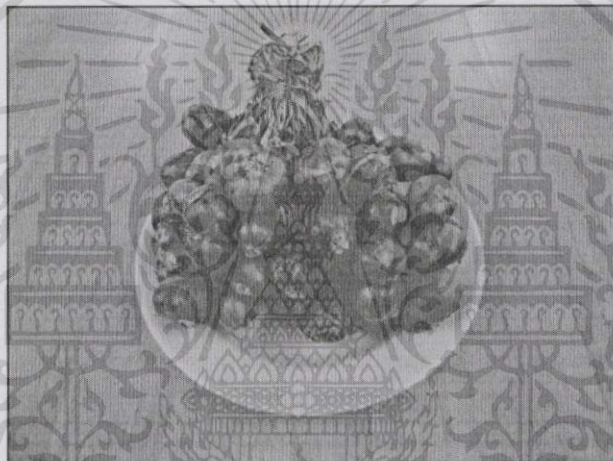


3. กระเทียม

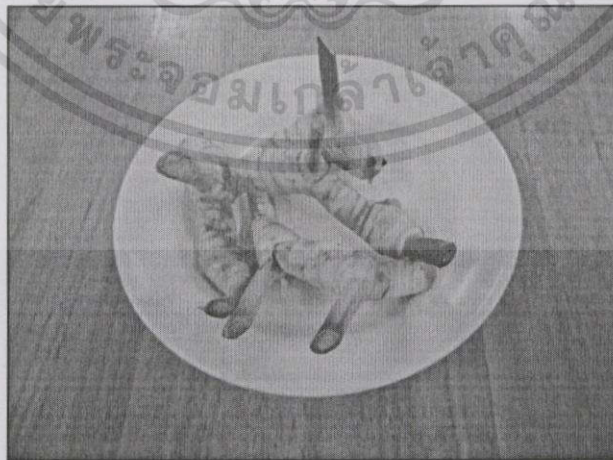
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. ฟริก

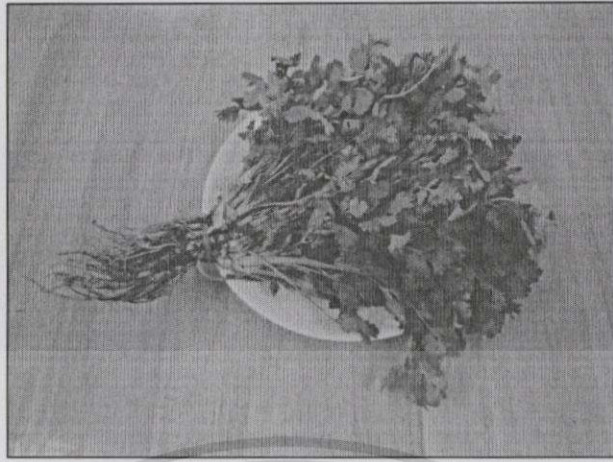


5. หอมแดง

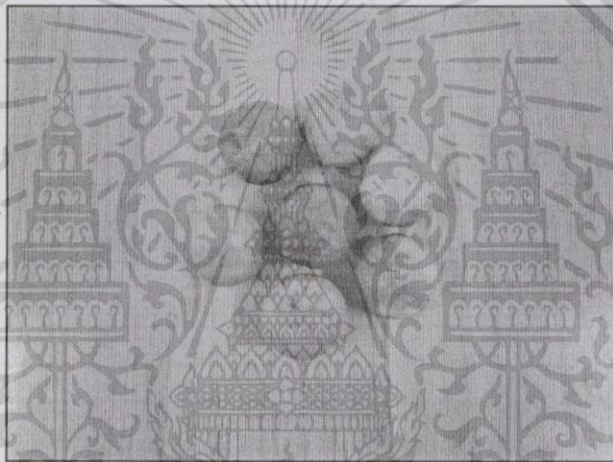


6. ข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. ผักชี



8. มະนาว



9. น้ำปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



10. ข้าวสาร



11. น้ำเปล่า

#### 4.2 อุปกรณ์

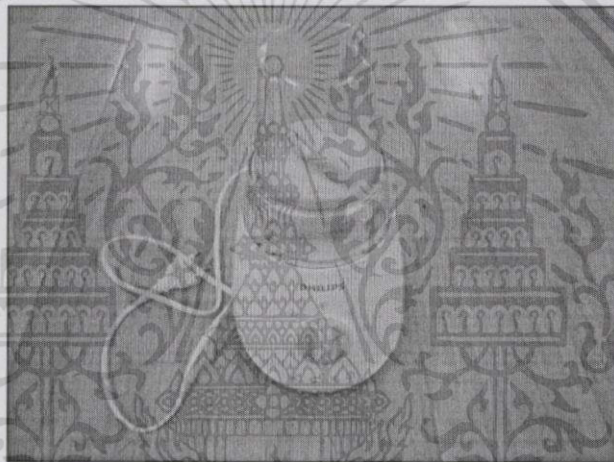


1. อุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. ตู้อบ

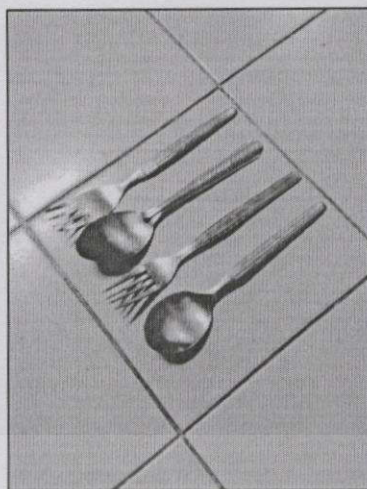


3. เครื่องปั้น



4. เหยิง

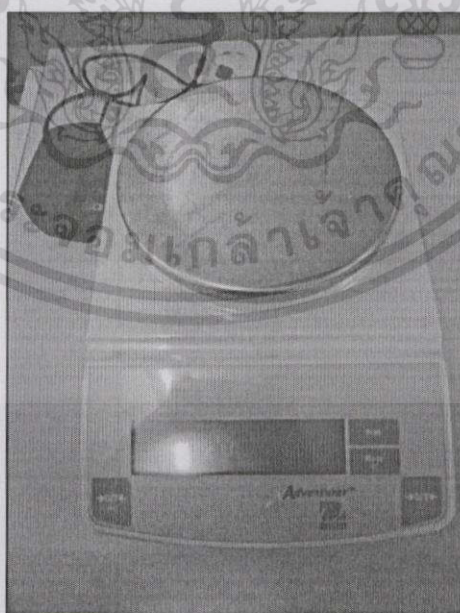
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5. ช้อนและส้อม



6. หม้อหุงข้าวและทัพพีตักข้าว



7. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Ohaus model Adventure น้ำหนักสูงสุด 3100 g ความละเอียด 0.01g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้