

การพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติ
AUTOMATIC CUPS DISPENSER DEVELOPMENT



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติ
AUTOMATIC CUPS DISPENSER DEVELOPMENT



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CUPS DISPENSER DEVELOPMENT



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG
2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติ

AUTOMATIC CUPS DISPENSER DEVELOPMENT

ผู้จัดทำ

- | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------|----------|
| 1. นายสายสิญจน์ | เสริมประภาศิลป์ | รหัสประจำตัว | 55011228 |
| 2. นายมนัส | ศรีธรรมรัชต์ | รหัสประจำตัว | 55010982 |

.....
(อ.ภูติท ชัยดิลกพัฒนกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายสายสิญจน์ เสริมปะภาศิลป์
นักศึกษา	นายมนัส ศรีธรรมรัชต์
รหัสนักศึกษา	55011293
รหัสนักศึกษา	55010982
ปริญญา	วิศวกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท	อ.กฤติท ชัยดิถกพัฒนกุล

บทคัดย่อ

การซื้อขายสินค้าอุปโภคบริโภคในปัจจุบัน เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการใช้ชีวิตที่มีความเร่งรีบมากขึ้น เพราะผู้คนต้องทำงานแข่งกับเวลา ดังนั้นการจำหน่ายสินค้าผ่านทางเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่เป็นที่นิยมของผู้ประกอบการเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน โดยเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัตินี้มีประโยชน์ในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็น ความสะดวกสบายในการซื้อสินค้า ทั้งนี้ ยังเป็นการลดต้นทุนในเรื่องของค่าแรงงานอีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันค่าแรงงานนั้นได้มีการปรับตัวสูงขึ้น และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นการใช้เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเข้ามาแทนที่จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาได้ จากการสำรวจโรงงานผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติแห่งหนึ่งได้พบว่าเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติของโรงงานดังกล่าวยังไม่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในบางผลิตภัณฑ์ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้มีการคิดค้น และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นแล้วเมื่อภาคเรียนที่ผ่านมา แต่เนื่องจากทางโรงงานได้มีการออกแบบตัวเครื่องใหม่ ทางคณะผู้จัดทำจึงจำเป็นต้องออกแบบและคิดค้นระบบจัดจำหน่ายสินค้าขึ้นมาใหม่เพื่อให้ตอบสนองกับขนาดพื้นที่ของเครื่องที่มีขนาดเล็กและพื้นที่ที่จำกัดขึ้น โดยให้คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพ ความแม่นยำของเครื่อง และต้นทุนที่ต่ำไว้

Thesis	AUTOMATIC CUPS DISPENSER DEVELOPMENT
Student	Mr. Saisin Sermpraphasilp
Student	Mr. Manus Srithammarat
Student ID.	55011293
Student ID.	55010982
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Mechanical Engineering
Year	2016
Thesis Advisor	A.Phudit Chaidilokpattanakul

ABSTRACT

Nowadays consumable goods trading is very necessary. Because the increase of world's population and people are now living against time. So using the vending machines to satisfy the needs of the consumer is another alternative for most of the entrepreneurs. The vending machines provide lots of benefit such as providing convenience in consuming products and also reducing the employing cost. In present day the employing cost is expensive and tends to be increasing in the near future. Thus by using the vending machine instead of employee is more preferable alternative that helps in cost saving. From the vending machine factory observed we had found that the machine has low accuracy in releasing the product causing the over release of the product. According to our project resulted in last semester, we are able to improve the Automatic Cup Dispenser. However, the factory has release the new design of the vending machine's body therefore; we need to create the new design of the Automatic Cup dispenser for the vending machine in order to fits with the new design of the machine's body in both area and size which still remains the precision of the machine and low cost of production.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากปราศจากบุคคลเหล่านี้

อ.ภูติท ชัยติลภพัฒน์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำเสมอ รวมไปถึงการได้รับโอกาสจากอาจารย์ในการที่เข้าร่วมงานกับ สวทช. และกับทางบริษัทผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังได้มีโอกาสพัฒนาเครื่องจำหน่ายถ้วยอัตโนมัติซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

อาจารย์คุมสอบโปรเจกต์ที่คอยชี้แนะให้เห็นในส่วนที่ควรปรับปรุงพัฒนาของโปรเจกต์พวกเรามา ทำให้โปรเจกต์นี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

พ่อแม่ ที่คอยให้กำลังใจซึ่งเป็นพลังขับเคลื่อนหลักในการทำให้โปรเจกต์ชิ้นนี้ให้ลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้การสนับสนุน คอยไขข้อสงสัย และให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมไปถึงให้คำปรึกษาด้านเทคนิคบางส่วนโดยเฉพาะนายศุภกฤต แสงจันทร์ และ นายรัฐกรณ์ อาจชมพู ที่มีส่วนสำคัญในการให้คำปรึกษาโปรเจกต์นี้

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกคนในการที่ทำให้ผมได้มีความรู้และโอกาสที่สามารถทำงานชิ้นนี้ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

สายสิญจน์ เสริมประกาศิตป์
มนัส ศรีธรรมรัชต์

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 วิธีการดำเนินการ	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แรงเสียดทาน (Friction)	3
2.2 ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน	4
2.3 ชนิดของผิวสัมผัส	5
2.4 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (AREA MOMENT OF INERTIA)	8
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างชิ้นงาน	10
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ	10
3.1.1 รับรู้ความต้องการ	11
3.1.2 ลักษณะจำเพาะ	11
3.1.3 ศึกษารายละเอียด	11
3.1.4 สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	12
3.1.5 ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง	12
3.1.6 กระบวนการป้อนกลับ	13
3.1.7 ออกแบบรายละเอียด	15
3.1.7.1 ขั้นตอนแรกในการออกแบบการคำนวณขนาดของมอเตอร์	15
3.1.7.2 ขั้นตอนที่สองในการออกแบบการคำนวณขนาดของมอเตอร์	15
3.1.7.3 ขั้นตอนที่สามในการออกแบบการคำนวณขนาดของมอเตอร์	20
3.1.7.4 ขั้นตอนที่สี่หาMoment Of Inertia จากโปรแกรม Solid Work	21
3.1.7.5 ขั้นตอนที่ห้าการเขียนFree Body Diagram	22
3.1.7.6 ขั้นตอนที่หกนำข้อมูลทั้งหมดไปออกแบบในโปรแกรม Solid work	24
3.1.8 สร้างต้นแบบทดสอบ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3.1.9 ออกแบบสำหรับการผลิต	28
3.1.10 ส่งผลิตภัณฑ์ออก	28
บทที่ 4 ผลการออกแบบ	29
4.1 สเปคเครื่องจักร	29
4.2 ขั้นตอนทำงานของเครื่องจักร	29
4.3 ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติทั่วไปกับเครื่องที่เราได้ทำการออกแบบ	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองชิ้นงาน	31
5.1 สรุปผลการออกแบบชิ้นงาน	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 ตัวอย่างตารางแสดง การหาค่า μ ของsuperlene กับ พลาสติก	5
ตาราง 2.2 ตัวอย่างตารางแสดง การหาค่า μ ของพลาสติกกับพลาสติก	7
ตาราง 3.1 ตารางแสดง การหาค่า μ ของsuperlene กับ พลาสติก	16
ตาราง 3.1 ต่อตารางแสดง การหาค่า μ ของsuperlene กับ พลาสติก	17
ตาราง 3.2 ตารางแสดง การหาค่า μ ของพลาสติกกับพลาสติก	18
ตาราง 3.2 ต่อตารางแสดง การหาค่า μ ของพลาสติกกับพลาสติก	19
ตาราง 3.2 ต่อตารางแสดง การหาค่า μ ของพลาสติกกับพลาสติก	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งที่เกิดแรงเสียดทานใน State 1	4
รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่เกิดการเสียดทาน State 2	6
รูปที่ 2.3 แสดง Moment of Inertia ของใบมีดที่หาจากโปรแกรม Solid work	9
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ	10
รูปที่ 3.2 ภาพของร่างของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่จะต้องทำการผลิต	11
รูปที่ 3.3 ภาพของต้นแบบที่ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Work ก่อนนำมาสร้างจริง	12
รูปที่ 3.4 ภาพชิ้นงานจริงที่สร้างขึ้นจากแบบร่างในภาพที่ 3.3	13
รูปที่ 3.5 ภาพรวมของตัวเครื่องต้นแบบที่สองที่ได้คิดค้นขึ้น	13
รูปที่ 3.6 ภาพแสดงถึงขั้นตอนแรกในการปล่อยสินค้า	14
รูปที่ 3.7 ภาพแสดงขั้นตอนที่สองในการปล่อยสินค้า	14
รูปที่ 3.8 ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องที่ใช้ในการคำนวณขนาดของมอเตอร์	15
รูปที่ 3.9 ภาพการหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับsuperlene	18
รูปที่ 3.10 ภาพการหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับsuperlene	18
รูปที่ 3.11 ภาพการหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับพลาสติก	20
รูปที่ 3.12 ภาพการหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับพลาสติก	20
รูปที่ 3.13 ภาพการชั่งน้ำหนักของสินค้าหนึ่งชิ้น	21
รูปที่ 3.14 ภาพแสดงค่า Moment Of Inertia จากโปรแกรมSolid Work	21
รูปที่ 3.15 ภาพ Free Body Diagram State 1	22
รูปที่ 3.16 ภาพ Free Body Diagram State 2	23
รูปที่ 3.17 ภาพ solid work ของชิ้นงานโดยภาพรวมโมเดลล่าสุด	25
รูปที่ 3.18 ภาพ solid work ของชิ้นงานในส่วนการจ่ายสินค้า	25
รูปที่ 3.19 ภาพ solid work แสดงถึง ใบมีดสำหรับถ้วยกาแฟบอกถึงขนาดมุม	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.20 แสดงถึงภาพของเครื่องต้นแบบหลังสร้างเสร็จ	27
รูปที่ 3.21 แสดงถึงลิมิตสวิตช์และโลหะรูปทรงสี่แฉกที่ทำหน้าที่กดลิมิตสวิตช์	27
รูปที่ 3.22 แสดงถึงเครื่องที่บริษัทนำไปผลิตจริง	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันเวลาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากของมนุษย์ ทุกคนต้องแข่งขันกับเวลาและการทำงาน การใช้เครื่องจำหน่ายสินค้าเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการอำนวยความสะดวกและตอบสนองความต้องการของมนุษย์ยุคปัจจุบัน ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นผลดีต่อบริษัทโดยการเปิดช่องทางการจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้นโดยใช้เครื่องจำหน่ายสินค้าตั้งไว้ตามชุมชนหรือที่ทำงานต่างๆ และยังสามารถลดต้นทุนในการจำหน่ายสินค้าแทนที่จะใช้แรงงานในการจำหน่าย บริษัทส่วนมากจึงเปลี่ยนการจำหน่ายและพยายามคิดหาวิธีลดต้นทุนให้น้อยลงโดยการเปลี่ยนกระบวนการผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้า เช่น เปลี่ยนรูปแบบของเครื่องจำหน่ายสินค้า โดยเมื่อเปลี่ยนวิธีการจ่ายสินค้าออกจากเครื่องหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ จากการพัฒนาระบบจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเมื่อภาคเรียนที่ผ่านมาประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี ทางโรงงานจึงได้มีการออกแบบตัวเครื่องใหม่ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และ เพื่อการประหยัดพื้นที่ในการใช้งาน ดังนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงจำเป็นต้อง ออกแบบและสร้างระบบจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติขึ้นมาใหม่ให้มีขนาดที่พอดีกับพื้นที่ของตัวเครื่องรูปแบบใหม่ที่ทางโรงงานได้มีการจัดทำขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่ต้นทุนต่ำ (ไม่เกิน 1000 บาท)
- 1.2.2. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่ประหยัดพื้นที่
- 1.2.3. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่เกิดความผิดพลาดในการทำงานน้อย
- 1.2.4. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่ง่ายต่อการผลิต
- 1.2.5. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่สามารถปล่อยถ้วยที่เล็กและนิ่มได้
- 1.2.6. เพื่อผลิตระบบจ่ายสินค้าที่สามารถปล่อยถ้วยที่มีการจัดเรียงในแนวนอนได้

1.3 วิธีการดำเนินการ

- 1.3.1. ศึกษาการทำงานของเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติแบบต่างๆ
- 1.3.2. รวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นไอเดียในการออกแบบเครื่องจำหน่ายสินค้าของตัวเองที่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ข้างต้นได้
- 1.3.3. วัดพื้นที่และขนาดของตัวรางที่บริษัทจัดหามาให้เพื่อทำการออกแบบเครื่องจำหน่ายสินค้าที่มีขนาดพอดีกับตัวรางของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4.เขียนแบบเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง

1.3.5. ชั่งน้ำหนักถ่วงและคำนวณหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของถ่วงเพื่อใช้ในการคำนวณ

1.3.6. จัดหาวัสดุและคำนวณขนาดมอเตอร์ที่เหมาะสมในการสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

1.3.7. สร้างแบบปรับแต่งเครื่องต้นแบบเพื่อให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปใช้งานจริง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

1.4.1. ช่วยสร้างจินตนาการและเปิดมุมมองให้กว้างขึ้นสำหรับการออกแบบ

1.4.2. ทำให้เข้าใจหลักการการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าและสามารถต่อยอดความคิดเพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ๆ

1.4.3. สามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ผลิต

1.4.4. สามารถออกแบบและสร้างชิ้นงานที่นำไปใช้งานได้จริง

1.4.5. ได้ประสบการณ์การทำงานและนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำงานในชีวิตจริงได้

1.4.6. ได้ฝึกการติดต่อประสานงานกับทางบริษัททำให้ได้เรียนรู้สังคมของการทำงานจริง

1.4.7. ได้รู้จักการวิเคราะห์หาข้อผิดพลาดของตนเองจากชิ้นงานเก่าและปรับปรุงให้ดีขึ้น

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

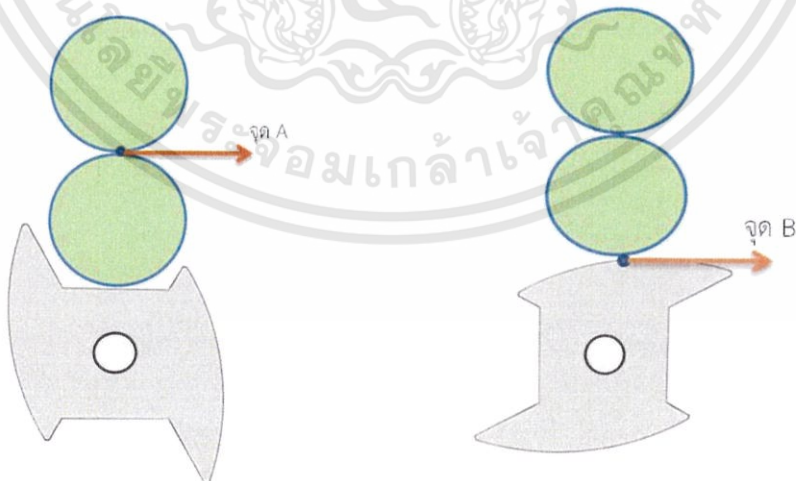
เครื่องจำหน่ายถั่วนี้มีชิ้นส่วนที่รับแรงอยู่ 2 ส่วนหลักๆ คือส่วนใบมีดทั้งสองข้างของเครื่อง โดยแต่ละช่วงใบมีดทั้งสองจะมีการรับแรงที่แตกต่างกันตามลักษณะของใบมีดขณะรับแรง (state 1 และ state 2)

2.1 แรงเสียดทาน (friction)

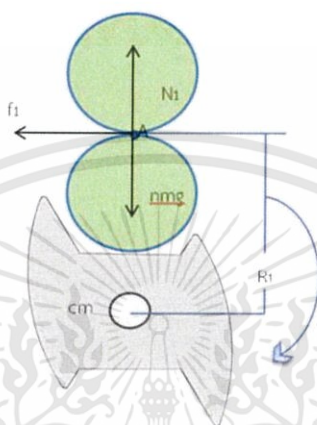
แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างการปล่อยถั่วมีอยู่สองจุดหลักๆ ในการปล่อยถั่วคือจุด A และ จุด B ดังภาพ



State1



(รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งที่เกิดแรงเสียดทานใน state 1)

จุด A เป็นจุดที่เกิดการเสียดสี เป็นการเสียดสีระหว่างพลาสติกกับพลาสติก ซึ่งเราสามารถหา
ทอร์กโหลด

2.2 ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน

ทอร์ก (Torque) และความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับความเร่งเชิงมุม ทอร์ก (T) r หรือ
โมเมนต์ของแรง (Moment of a force) คือ ความพยายามของแรงที่จะหมุนวัตถุรอบแกนหรือจุด
หมุน หรือก็คือโมเมนต์ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบหมุน มีหน่วย $N \cdot m$ เกิดจากผลคูณเชิงเวกเตอร์ของ
เวกเตอร์ตำแหน่ง R กับแรง F

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

โดยที่ T คือทอร์กของแรง หน่วยเป็นนิวตัน.เมตร

R คือ รัศมีการหมุนของวัตถุ หน่วยเป็นเมตร

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับรัศมีการหมุน หน่วยเป็นนิวตัน

โดย F_1 จะหาได้จาก $F_1 = \mu_1 N_1$, $F_1 = \mu_1 (n_1 mg)$

μ_1 = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับพลาสติก

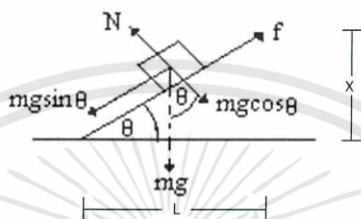
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n_1 = จำนวนสินค้า

m = มวลของสินค้าต่อหนึ่งหน่วย หน่วยเป็นกิโลกรัม(kg)

g = 9.81 หน่วยเป็นนิวตันต่อกิโลกรัม(m/s^2)

หาค่า μ_1 ได้จากทฤษฎีพื้นเอียง



$$f = mg \sin \theta$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$\frac{f}{N} = \frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta}$$

$$\mu = \frac{f}{N} = \tan \theta$$

2.3 ชนิดของผิวสัมผัส

ชนิดของผิวสัมผัสที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานสามารถทำให้เกิดแรงเสียดทานต่างกัน เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่ มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมัน แตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากันจึงจำเป็นต้องทดลองสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของทั้งพลาสติกกับพลาสติกและพลาสติกและ superlene (superlene คือ Nylon ชื่อทางเคมี คือ Polyamide (PA6) ซึ่งเหมาะแก่การทำ prototype เพราะสามารถขึ้นรูปได้ง่าย) เพื่อให้ในการคำนวณ จากการหาค่า μ_1 ได้ดังตารางดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการหาค่า μ_1 จากตารางที่ 2.1

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	$\theta = (\tan^{-1}(X/L))$
1	1.85	6.2	16.61
2	1.85	3.65	26.87
30	1.85	4.35	23.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าทั้ง 30 ค่าในตารางที่ 3.1 นั้น ค่าเฉลี่ยของค่าคงที่แรงเสียดทานระหว่างของพลาสติก กับพลาสติกจะได้ $\mu = \tan(22.03^\circ) = 0.4$

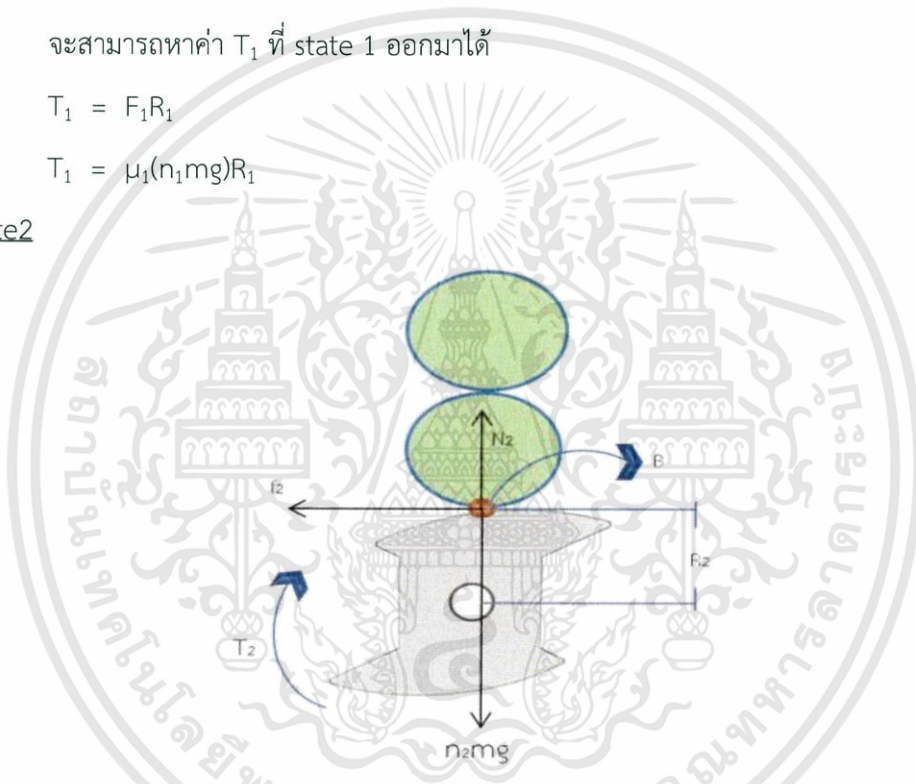
State1

จะสามารถหาค่า T_1 ที่ state 1 ออกมาได้

$$T_1 = F_1 R_1$$

$$T_1 = \mu_1 (n_1 mg) R_1$$

State2



(รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่เกิดการเสียดทาน State 2)

จุด B เป็นจุดที่เกิดการเสียดสี เป็นการเสียดสีระหว่างพลาสติกกับ Superlens ซึ่งเราสามารถหาทอร์กไหลได้จาก

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

โดยที่ T คือทอร์กของแรง หน่วยเป็นนิวตัน.เมตร

R คือ รัศมีการหมุนของวัตถุ หน่วยเป็นเมตร

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับรัศมีการหมุน หน่วยเป็นนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย F_2 จะหาได้จาก $F_2 = \mu_2 N_2$, $F_2 = \mu_2 (n_2 mg)$

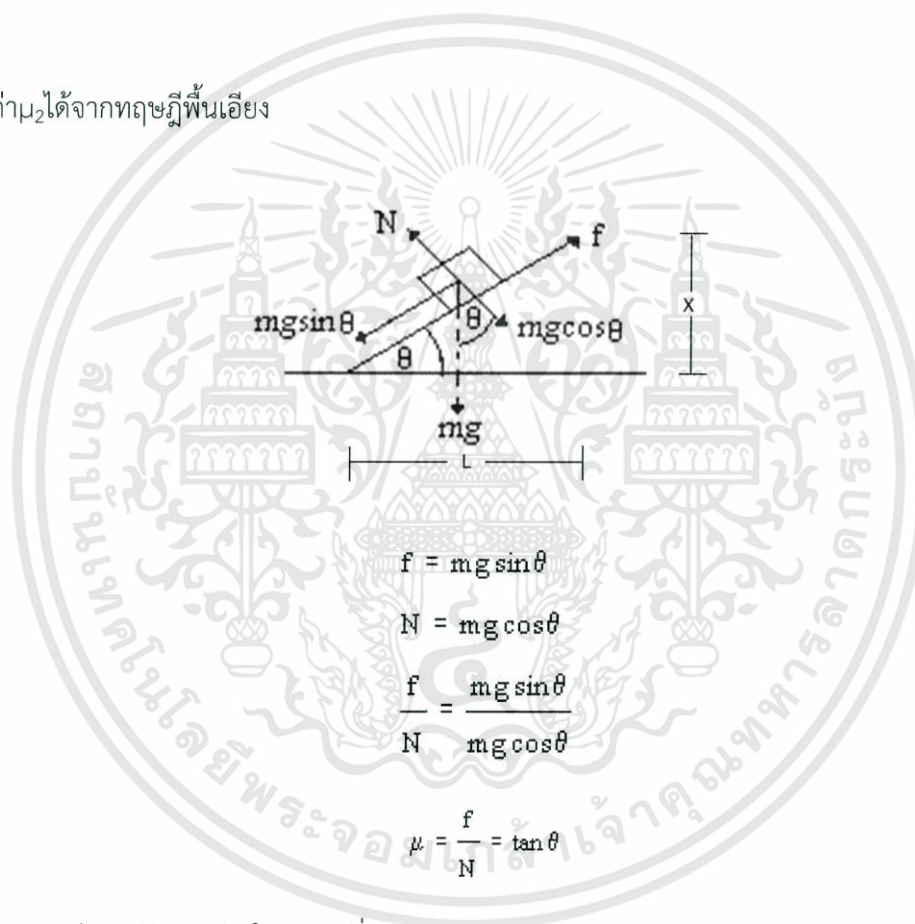
μ_2 = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพลาสติกกับ Superlene

n_2 = จำนวนสินค้า

m = มวลของสินค้าต่อหนึ่งหน่วย หน่วยเป็นกิโลกรัม

g = 9.81 หน่วยเป็นนิวตันต่อกิโลกรัม

หาค่า μ_2 ได้จากทฤษฎีพื้นเอียง



จากการหาค่า μ_2 ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.2

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	$\theta = (\tan^{-1}(X/L))$
1	1.85	5.9	17.4
2	1.85	5.5	18.59
30	1.85	6.4	16.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าทั้ง 30 ค่าในตารางที่ 3.2 นั้น ค่าเฉลี่ยของค่าคงที่แรงเสียดทานระหว่างsuperlene กับพลาสติกจะได้ $\mu = \tan(17.67) = 0.31$

State2

จะสามารถหาค่า T_2 ที่ state2 ออกมาได้

$$T_2 = F_2 R_2$$

$$T_2 = \mu_2 (n_2 m g) R_2$$

ทอร์กของโมเมนต์ความเฉื่อยหาได้จากสูตร $T = I\alpha$

โดยที่ T = ทอร์กโมเมนต์ความเฉื่อย

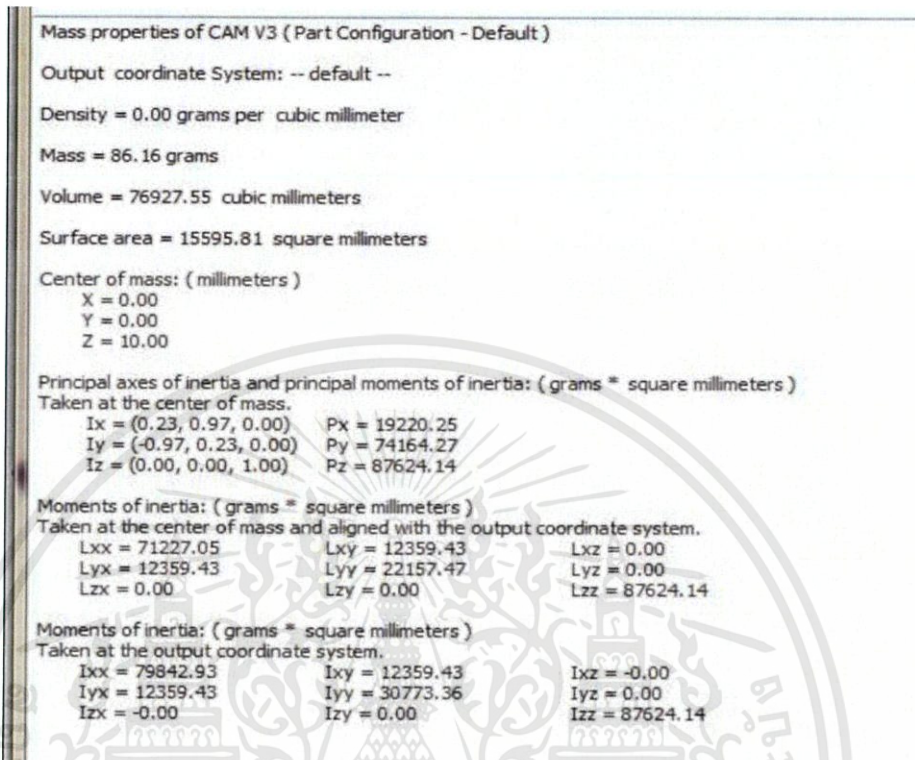
I = โมเมนต์ความเฉื่อย

α = ความเร่งเชิงมุม

2.4 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (AREA MOMENT OF INERTIA)

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่คือ โมเมนต์ของความเฉื่อยของมวล (Mass moment of inertia or moment of inertia of mass) ซึ่งก็เป็นปริมาณที่ใช้ในการวัดความต้านทานเฉื่อย อันเนื่องจากการหมุนของวัตถุมวลด้วยความเร่งเชิงมุม

จากการออกแบบใบพัดจ่ายสินค้าสามารถหา Moment of Inertia จากโปรแกรม Solid work ได้ค่า Moment of Inertia ดังรูปต่อไปนี้



(รูปที่ 2.3 รูปแสดง Moment of Inertia ของใบมีดที่หาจากโปรแกรม Solid work)

จากการออกแบบเราได้ motor spec ดังนี้ 50/60 Hz , 4 w , 3.2 rpm , 24 V

จากสเปคมอเตอร์เราสามารถบอกได้ว่าการปล่อยสินค้าหนึ่งชิ้นใช้เวลา $N=(3.2)(2\pi)/60$,
 $N=0.335$ rad/s , $t=2\pi/4(0.335)= 4.68$ s

เมื่อได้สเปคของมอเตอร์เราจึงนำเข้ามาแทนสูตร $\omega_2=\omega_1+\alpha t$ โดยจากการวัดได้ $t = 0.25$ s

$$\alpha=(\omega_2 - \omega_1)/t$$

เราจึงสามารถหาทอร์กของโมเมนต์ความเฉื่อยได้โดย $T=I\alpha$

โดย I คือ Moment of Inertia

α คือ ความเร่งเชิงมุม

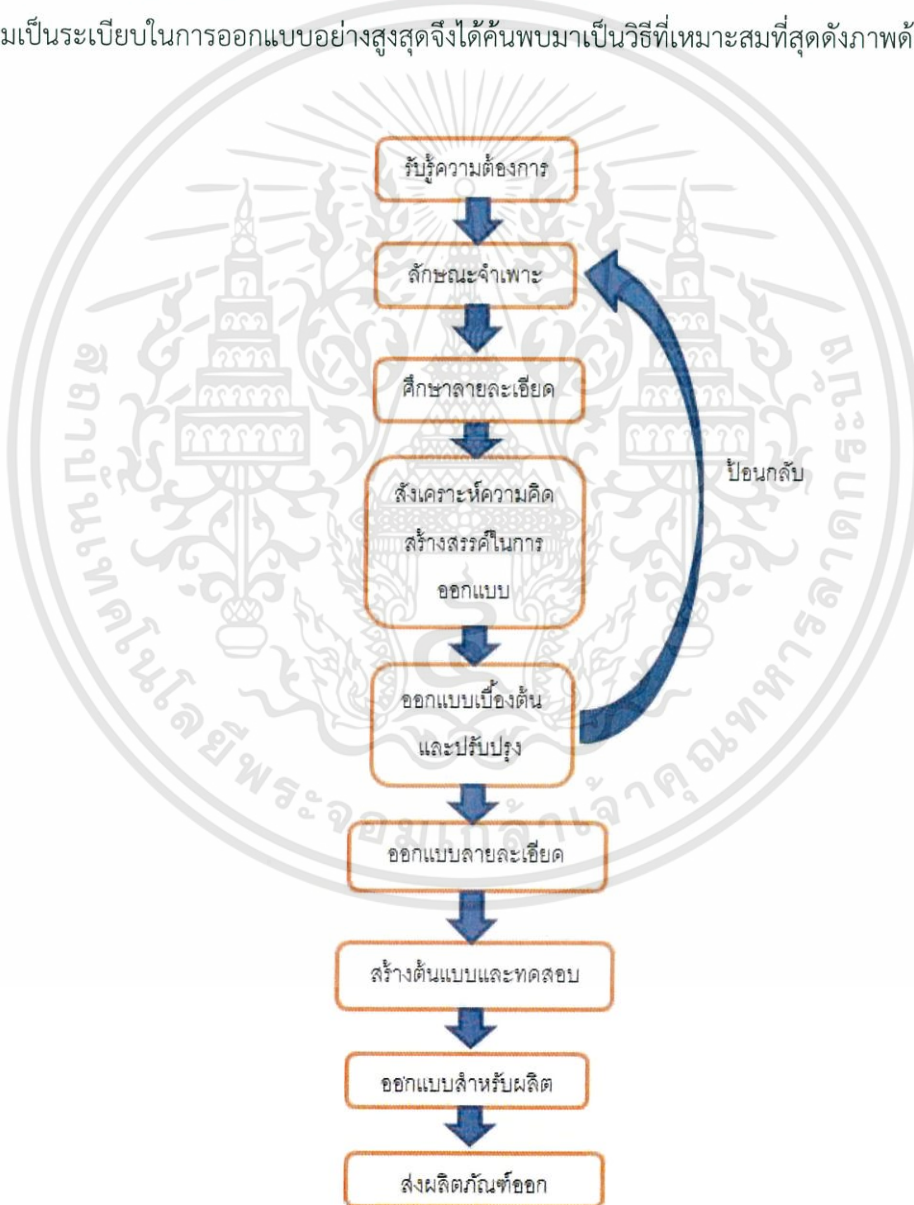
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างชิ้นงาน

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

สำหรับขั้นตอนในการออกแบบเราได้มีการค้นคว้าวิธีในการออกแบบเพื่อให้เกิดแบบแผนและความเป็นระเบียบในการออกแบบอย่างสูงสุดจึงได้ค้นพบมาเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดดังภาพด้านล่าง



(รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราได้มีการจำแนกวิธีในการออกแบบ โดยอิงจากหลักเกณฑ์ดังนี้ โดยภาพที่ 3.1 นี้ได้ทำการอ้างอิงจากhttp://redclub145.orgfree.com/metamorph_orange/index2.html

3.1.1 รับรู้ความต้องการ

ในส่วนของการรับรู้ความต้องการในการออกแบบนั้น ได้มีการไปพบกับเจ้าของบริษัทผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ และได้พูดคุยศึกษาถึงความต้องการในการผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ซึ่งจากการพูดคุยกันนั้นเจ้าของบริษัทผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีความต้องการที่จะผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพตรงตามเงื่อนไข ดังนี้ คือ พัฒนาระบบจำหน่ายสินค้าแบบถ้วย โดยใช้ต้นทุนในการผลิตไม่เกิน 1000 บาท, ประหยัดพื้นที่, เกิดความผิดพลาดในการทำงานน้อย, ง่ายต่อการผลิต, สามารถปล่อยถ้วยที่เล็กและนิ่มได้และ ปล่อยถ้วยที่มีการจัดเรียงในแนวอนนได้

3.1.2 ลักษณะจำเพาะ

ทางกระผมได้ทำการขอตัวอย่างร่างและวัดขนาดของร่างและศึกษาพื้นที่รอบรอบของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเพื่อให้สามารถออกแบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่มีขนาดพอดีกับตู้จำหน่ายสินค้าจริงได้



(รูปที่ 3.2 ภาพของร่างของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่จะต้องทำการผลิต)

3.1.3 ศึกษารายละเอียด

ทางกระผมได้มีการศึกษาระบบของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติแบบต่างๆจากทั่วโลกเพื่อดูกลไกการทำงานของเครื่องและสร้างแรงบันดาลใจในการออกแบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติของตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ

พวกเราได้คิดค้นแบบที่คิดว่าสามารถตอบสนองความต้องการของทางบริษัทได้หลายต้นแบบ และได้รวบรวมต้นแบบเหล่านั้นไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาถึงไอเดียต้นแบบที่ได้คิดขึ้น เราพบว่าต้นแบบที่เราออกแบบนั้นมีความเป็นไปได้ในการผลิตจริงเพียงแค่รูปแบบเดียวเท่านั้นเอง ส่วนรูปแบบอื่นๆมีปัญหาที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าของโรงงานได้ อาทิ เช่น สามารถบรรจุสินค้าได้ช้าเกินไป หรือ มีการใช้ลูกสูบกินพื้นที่มากเกินไป เป็นต้น

3.1.5 ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง

หลังจากการเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดในการปล่อยถ้วยได้คือ ไข่มอเตอร์ส่งแรงไปยังหัวจ่ายเพื่อปล่อยให้ถ้วยตกลงมาตามแรงโน้มถ่วง จากนั้นจึงได้สร้างเครื่องต้นแบบเบื้องต้นเพื่อให้สามารถศึกษาข้อดีข้อเสียได้จากของจริง โดยเราได้มีการใช้โปรแกรม Solid Work ในการเขียนต้นแบบขึ้น ดังภาพที่ 3.3



(รูปที่ 3.3 ภาพของต้นแบบที่ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Work ก่อนนำมาสร้างจริง)

จากนั้นเราได้ทำการสร้างชิ้นงานจริงที่คิดค้นขึ้นโดยอิงจากต้นแบบในโปรแกรม Solid Work และได้สร้างออกมาดังภาพที่ 3.4 โดยหลังจากทำการสร้างต้นแบบจริงนั้น เราได้ค้นพบว่าเราสามารถลดต้นทุนในการผลิต และ ลดพื้นที่ที่ใช้ในการบรรจุตัวเครื่องปล่อยสินค้าอัตโนมัติลงอีกได้

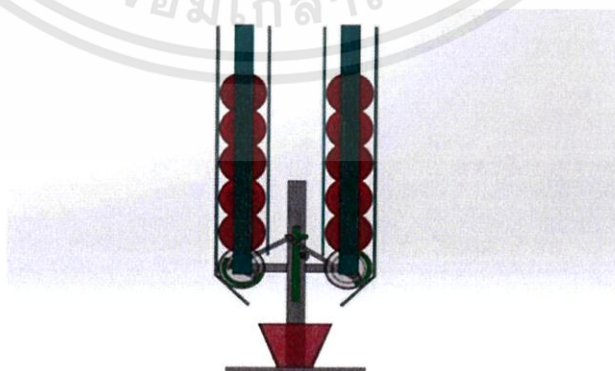
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(รูปที่ 3.4 ภาพชิ้นงานจริงที่สร้างขึ้นจากแบบร่างในภาพที่ 3.3)

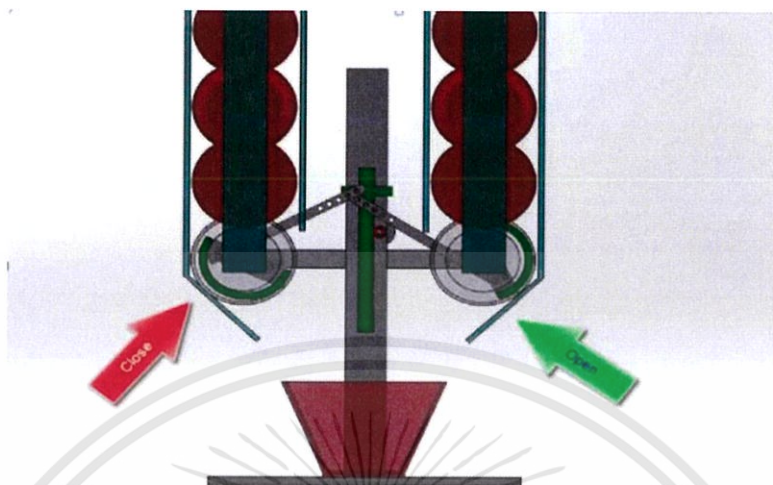
3.1.6 กระบวนการป้อนกลับ

จากนั้นเราได้ทำตามกระบวนการการป้อนกลับตามภาพที่ 3.1 คือ ย้อนกลับไปทบทวนวิเคราะห์ต้นแบบใหม่อีกครั้ง จากการวิเคราะห์เราได้ค้นพบว่า หนึ่งในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่มีต้นทุนที่สูงคือ มอเตอร์ เราจึงได้ไอเดียในการออกแบบต้นแบบที่ 2 เพื่อให้ลดต้นทุนในการผลิตได้มากขึ้น โดยยังอาศัยหลักการเดิม คือหลักการบิดของตัวจับเพื่อให้สินค้าตามแรงโน้มถ่วงคล้ายต้นแบบเดิม แต่ครั้งนี้เราได้เพิ่มจำนวนรางบรรจุของขึ้นอีก 1 ราง โดยออกแบบให้ใช้มอเตอร์จำนวนเท่าเดิม ซึ่งการเพิ่มจำนวนรางนั้นทำให้สามารถปล่อยสินค้าได้ในปริมาณที่เยอะขึ้น ดังภาพต่อไปนี้



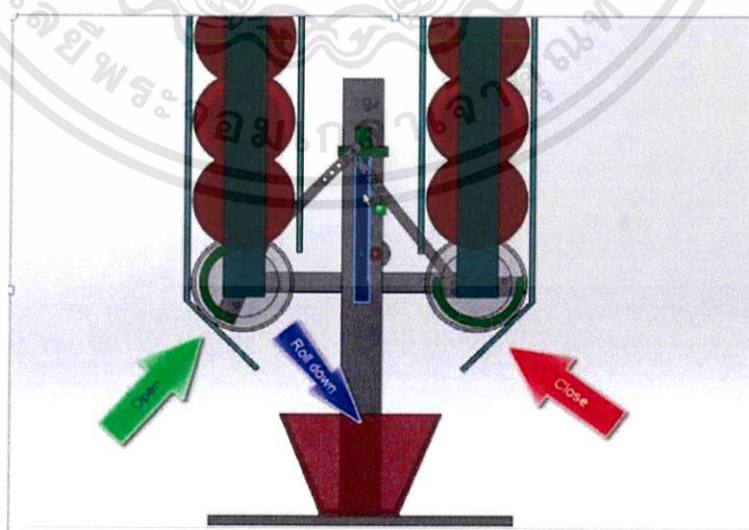
(รูปที่ 3.5 ภาพรวมของตัวเครื่องต้นแบบที่สองที่ได้คิดค้นขึ้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(รูปที่ 3.6 ภาพแสดงถึงขั้นตอนแรกในการปล่อยสินค้า)

จากภาพที่ 3.6 นั้นเป็นภาพที่แสดงถึงขั้นตอนแรกในการปล่อยสินค้า โดยมีหลักการในการทำงานดังนี้คือ หัวจ่ายทั้งสองด้านจะทำงานสลับกันโดย ด้านหนึ่งเปิดเพื่อให้สินค้าออกจากตัวเครื่อง และ อีกด้านหนึ่งรับสินค้าเข้าประจำตำแหน่งเพื่อเตรียมพร้อมในการปล่อยในครั้งถัดไป จากนั้นเครื่องจะทำงานเข้าสู่ขั้นตอนที่สอง คือเมื่อมอเตอร์หมุนแล้วนั้น เฟืองตรงกลางจะเลื่อนตัวเพื่อให้ หัวจ่ายทางด้านขวานั้นปิดลงหลังจากการจ่ายสินค้า และหัวจ่ายด้านซ้ายที่ได้ทำการรับสินค้ามาจาก ภาพที่ 3.6 ทำการเปิดและปล่อยสินค้าออกตามภาพที่ 3.7 โดยหัวจ่ายของตัวเครื่องด้านซ้ายและขวา จะทำงานสลับกันไปเรื่อยๆ ดังภาพที่ 3.6 และ 3.7



(รูปที่ 3.7 ภาพแสดงขั้นตอนที่สองในการปล่อยสินค้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 ออกแบบรายละเอียด

ในส่วนของการออกแบบและรายละเอียดนั้น หลังจากการออกแบบรายละเอียดและพัฒนา เราได้แก้ไขข้อด้อยของโมเดลในหัวข้อ 3.1.6 โดยทำให้ร่างทั้ง 2 มาติดกันโดยการเปลี่ยนแกนการหมุนของใบมีดเพื่อให้ประหยัดพื้นที่ และ ลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งเพื่อความง่ายต่อการผลิตดังภาพที่ 3.5 หลังจากนั้นเราได้คำนวณขนาดของมอเตอร์ที่พอดีที่สุดในการสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นดังนี้

3.1.7.1 ขั้นตอนแรกในการออกแบบการคำนวณขนาดของมอเตอร์

เราทำการออกแบบใบมีดที่ใช้ปล่อยสินค้าโดยออกแบบเป็นรูปทรงดังภาพที่ 3.7 โดยสามารถจ่ายสินค้าได้จากร่องของใบมีดทั้งสองฝั่ง ซึ่งเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติหนึ่งเครื่องจะมีใบมีดสองใบ ซึ่งใบมีดทั้งสองจะถูกติดตั้งให้มีเฟสต่างกัน 90 องศา เพื่อให้สามารถทำงานสลับกันไปมาเพื่อจ่ายสินค้าเรื่อยๆ โดยการทำงานแต่ละครั้งหัวจ่ายสินค้าจะหมุนไปที่ละ 90 องศา เมื่อหัวแรกรับสินค้า หัวที่สองจะทำการจ่ายสินค้าต่อ และเมื่อทำการจ่ายครั้งถัดไปหัวจ่ายแรกจะทำการจ่ายสินค้า และหัวที่สองจะรับสินค้าเพื่อที่จะจ่ายต่อไป



(รูปที่ 3.8 ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องที่ใช้ในการคำนวณขนาดของมอเตอร์)

3.1.7.2 ขั้นตอนที่สองในการออกแบบการคำนวณขนาดของมอเตอร์

ขั้นที่สองเราได้ทดลองหาค่าความต้านทานคงที่ของพื้นผิวสัมผัสต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณโดยนำวัสดุมาวางบนพื้นเอียงแล้วปรับมุมจนวัตถุเริ่มขยับแล้วนำมุมนั้นมาคำนวณหาค่าความต้านทานคงที่ของพื้นผิวสัมผัสและชั่งน้ำหนักของถ้วยกาแฟ โดยหลังจาก

การเก็บข้อมูลจำนวน30ชุด เพื่อทำการหาค่าเฉลี่ยจากการแจกแจงแบบปกติ เราได้ค่าต่างๆ
ดังตารางต่อไปนี้

(1)(ตาราง 3.1ตารางแสดง การหาค่า μ ของ superlene กับพลาสติก)

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	$\tan^{-1}(X/L)$
1	1.85	5.9	17.4
2	1.85	5.5	18.59
3	1.85	6.4	16.12
4	1.85	6.7	15.43
5	1.85	6.3	16.36
6	1.85	6.3	16.36
7	1.85	6.1	16.87
8	1.85	5.5	18.59
9	1.85	4.6	21.9
10	1.85	5.8	17.69
11	1.85	6.5	15.88
12	1.85	5.4	18.91
13	1.85	5.7	17.98
14	1.85	4.7	21.48
15	1.85	5.9	17.4
16	1.85	4.4	22.8

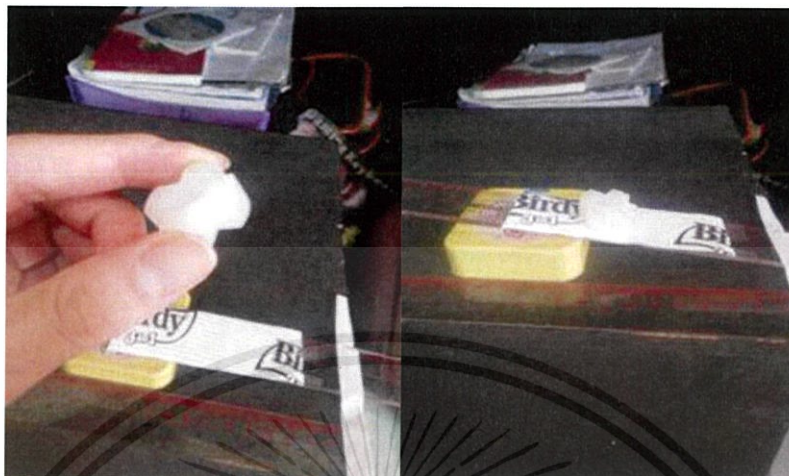
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1)(ตาราง 3.1 ต่อดารางแสดง การหาค่า μ ของ superlene กับพลาสติก)

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	$\tan^{-1}(X/L)$
17	1.85	6.4	16.12
18	1.85	6.1	16.87
19	1.85	5.9	17.4
20	1.85	6.2	16.61
21	1.85	4.9	20.68
22	1.85	5.3	19.24
23	1.85	5.9	17.4
24	1.85	6.5	15.88
25	1.85	6.4	16.12
26	1.85	5.8	17.69
27	1.85	6.0	17.13
28	1.85	6.5	15.88
29	1.85	5.9	17.4
30	1.85	6.4	16.12

จากค่าทั้ง 30 ค่าในตาราง 3.1 นั้น ค่าเฉลี่ยของค่าคงที่แรงเสียดทานระหว่าง ของ superlene กับพลาสติกจะได้ $\mu = \tan(17.67) = 0.31$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(รูปที่ 3.9)

(รูปที่ 3.10)

รูปที่ 3.9 และ 3.10 นั้นเป็นภาพของการทดลองที่ใช้หาค่าความต้านทานคงที่ของพื้นผิว Superlene กับ พลาสติก

(2)(ตาราง 3.2 ตารางแสดง การหาค่า μ ของ พลาสติก กับพลาสติก)

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	$(\tan^{-1}(X/L))$
1	1.85	6.2	16.61
2	1.85	3.65	26.87
3	1.85	5.1	19.93
4	1.85	4.5	22.34
5	1.85	5	20.3
6	1.85	5	20.3
7	1.85	4.4	22.8
8	1.85	3.7	26.5
9	1.85	4.25	23.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2)(ตาราง 3.2 ต่อ ตารางแสดง การหาค่า μ ของ พลาสติก กับพลาสติก)

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	($\tan^{-1}(X/L)$)
10	1.85	4.1	24.2
11	1.85	4.25	23.52
12	1.85	6.3	16.36
13	1.85	4.15	24.02
14	1.85	4.2	23.77
15	1.85	5.2	19.58
16	1.85	4.4	22.8
17	1.85	4.5	22.34
18	1.85	5.3	19.24
19	1.85	4.65	21.69
20	1.85	4.5	22.34
21	1.85	4.5	22.34
22	1.85	3.65	26.87
23	1.85	4.2	23.77
24	1.85	5.1	19.93
25	1.85	5.3	19.24
26	1.85	4.2	23.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2)(ตาราง 3.2 ต่อ ตารางแสดง การหาค่า μ ของ พลาสติก กับพลาสติก)

ครั้งที่ทดลอง	X(cm)	L(cm)	($\tan^{-1}(X/L)$)
27	1.85	5	20.3
28	1.85	5.1	19.93
29	1.85	4.4	22.8
30	1.85	4.35	23.03

จากค่าทั้ง 30 ค่าในตาราง 3.2 นั้น ค่าเฉลี่ยของค่าคงที่แรงเสียดทานระหว่าง ของ พลาสติก กับ พลาสติกจะได้ $\mu = \tan(22.03) = 0.4$



(รูปที่ 3.11)

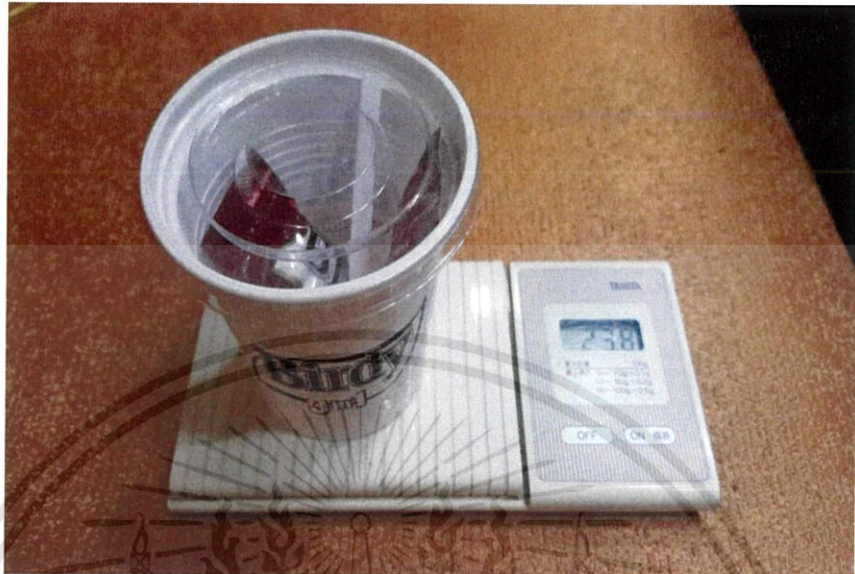
(รูปที่ 3.12)

รูปที่ 3.10 และ 3.11 นั้นเป็นภาพของการทดลองที่ใช้หาค่าความต้านทานคงที่ของพื้นผิวของพลาสติกกับพลาสติก

3.1.7.3 ขั้นตอนที่สามารถหาน้ำหนักของถ้วยกาแฟ (ถ้วยบรรจุสินค้า)

เราสามารถใช้เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดสูงในการชั่งถ้วยกาแฟเนื่องจากถ้วยมีน้ำหนักเบาจึงต้องการความละเอียดมากดังภาพที่3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(รูปที่ 3.13 ภาพการชั่งน้ำหนักของสินค้าหนึ่งชิ้น)

3.1.7.4 ขั้นตอนที่สี่หา Moment Of Inertia จากโปรแกรม Solid Work

Mass properties of CAM V3 (Part Configuration - Default)		
Output coordinate System: -- default --		
Density = 0.00 grams per cubic millimeter		
Mass = 86.16 grams		
Volume = 76927.55 cubic millimeters		
Surface area = 15595.81 square millimeters		
Center of mass: (millimeters)		
X = 0.00		
Y = 0.00		
Z = 10.00		
Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (grams * square millimeters)		
Taken at the center of mass.		
Ix = (0.23, 0.97, 0.00)	Px = 19220.25	
Iy = (-0.97, 0.23, 0.00)	Py = 74164.27	
Iz = (0.00, 0.00, 1.00)	Pz = 87624.14	
Moments of inertia: (grams * square millimeters)		
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.		
Lxx = 71227.05	Lxy = 12359.43	Lxz = 0.00
Lyx = 12359.43	Lyy = 22157.47	Lyz = 0.00
Lzx = 0.00	Lzy = 0.00	Lzz = 87624.14
Moments of inertia: (grams * square millimeters)		
Taken at the output coordinate system.		
Ixx = 79842.93	Ixy = 12359.43	Ixz = -0.00
Iyx = 12359.43	Iyy = 30773.36	Iyz = 0.00
Izx = -0.00	Izy = 0.00	Izz = 87624.14

(รูปที่ 3.14 ภาพแสดงค่า Moment Of Inertia จากโปรแกรม Solid Work)

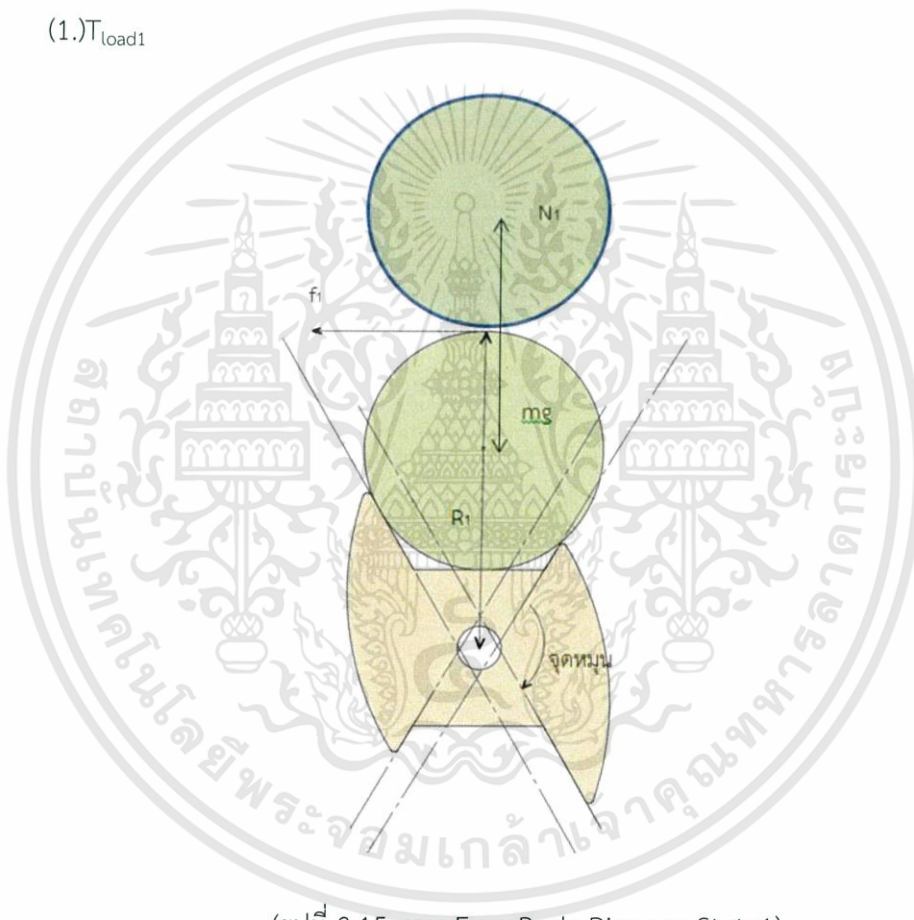
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7.5 ขั้นตอนที่ทำกรเขียนFree Body Diagram เพื่อคำนวณทอร์กของเครื่องจักร
เราเขียน Free Body Diagram เพื่อคำนวณทอร์กของเครื่องจักรควมใช้มอเตอร์ขนาดเท่าไร
จากการออกแบบใบมีดตามภาพที่ 3.7 ที่ใช้ปล่อยสินค้าได้ค่าต่างๆดังตารางว่า

$$I_{zz}=25952.24 \text{ g}\cdot\text{mm}^2$$

$$I_{zz}=2.59\cdot 10^{-5} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

(1.) T_{load1}



(รูปที่ 3.15 ภาพ Free Body Diagram State1)

$$F_1 = \mu_1 n N$$

$$F_1 = (0.4)(17)(0.233)$$

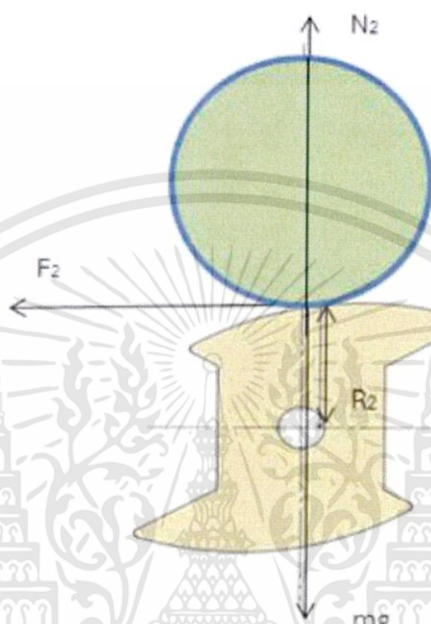
$$F_1 = 1.587 \text{ N}$$

$$T_{\text{load1}} = (F_1)(R_1)$$

$$T_{\text{load1}} = (1.587)(7.758 \cdot 10^{-2})$$

$$T_{\text{load1}} = 0.09337 \text{ N}\cdot\text{m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.) T_{load2} 

(รูปที่ 3.16 ภาพ Free Body Diagram State 2)

$$F_2 = \mu_2 n N$$

$$F_2 = (0.31)(17)(0.233)$$

$$F_2 = 1.227 \text{ N}$$

$$T_{load2} = (F_2)(R_2)$$

$$T_{load2} = (1.227)(2.25 \times 10^{-2})$$

$$T_{load2} = 0.027 \text{ N} \cdot \text{m}$$

เราสามารถหาทอร์กโหดของเครื่องจักรโดยคร่าวๆได้ดังนี้

$$T_{total} = 0.09337 + 0.027$$

$$T_{total} = 0.120 \text{ N} \cdot \text{m}$$

เราคิดว่าต่อการปล่อยสินค้าหนึ่งครั้ง เราต้องการให้ใช้เวลาประมาณ 25 วินาที เราจึงเลือกใช้มอเตอร์ที่มีสเปคดังนี้

Motor spec 50/60 Hz 4 w 3.2 rpm 24 v.

ทอร์กที่มอเตอร์สามารถรับได้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_g = 60 P_{out} / 2\pi N_r$$

$$P(\text{input}) = 4w$$

$$N_r = 3.2 \text{ rpm}$$

$$T_g = 11.94 \text{ Nm}$$

จากที่คำนวณได้เราจึงเลือกใช้มอเตอร์ที่มี $N = 3.2 \text{ rpm}$, $N = (3.2)(2\pi)/60$, $N = 0.335 \text{ rad/s}$

เมื่อใช้มอเตอร์ตัวนี้การปล่อยสินค้าของเครื่องจักรนี้ต่อหนึ่งชั้นจึงใช้เวลา

$$t = 2\pi / (0.335)(4) , t = 4.68 \text{ s}$$

Assume ให้ใช้เวลา 0.25s เพื่อให้ความเร็วรอบมอเตอร์หมุนด้วยความเร็ววงที่

$$I_{zz} = 2.59 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$T_{load3} = I_{zz} \cdot \alpha$$

$$\omega_1 = \omega_2 + \alpha t$$

$$0.335 = 0 + \alpha(0.25)$$

$$\alpha = 1.34 \text{ rad/s}^2$$

ดังนั้นจะได้ T จากโมเมนต์ความเฉื่อยออกมา

$$T_{load3} = (I_{zz} \alpha)^2$$

$$T_{load3} = (3.47 \times 10^{-5})(2)$$

$$T_{load3} = 6.94 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$$

จากการคำนวณเห็นได้ว่า T_{load3} ที่เกิดจากโมเมนต์ความเฉื่อยมีผลน้อยมากจึงไม่จำเป็นต้องนำมาคิด

$$T_{total} = T_{load1} + T_{load2} + T_{load3}$$

$$T_{total} = 0.09337 + 0.027 + 6.94 \times 10^{-5}$$

$$T_{total} = 0.120 \text{ N} \cdot \text{m}$$

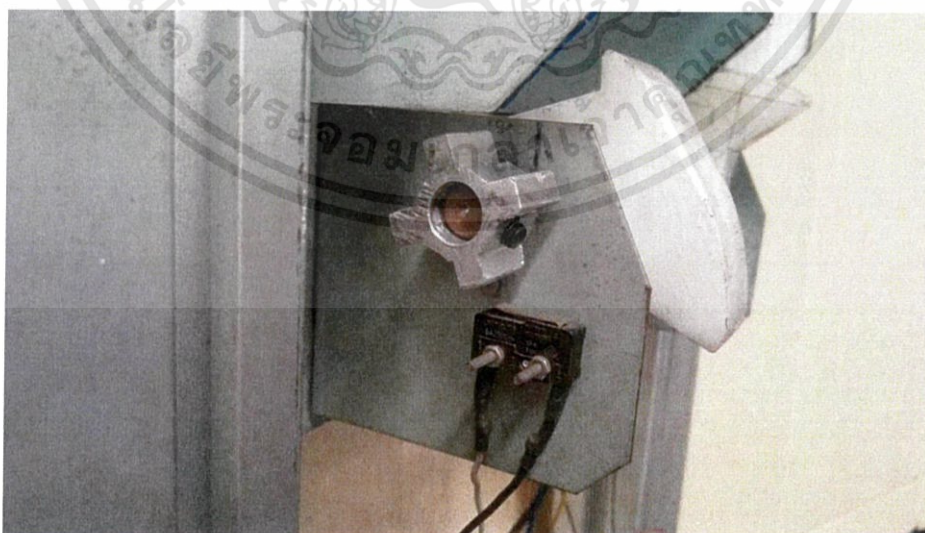
จากการคำนวณเห็นได้ว่ามอเตอร์ตัวนี้สามารถใช้กับเครื่องได้

3.1.7.6 ขั้นตอนที่หกนำข้อมูลทั้งหมดไปออกแบบในโปรแกรม Solid work

เรานำข้อมูลทั้งหมดไปออกแบบ Solid work เพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานจริงได้ผลตามภาพต่อไปนี้



(รูปที่ 3.20 แสดงถึงภาพของเครื่องต้นแบบหลังสร้างเสร็จและถ้วยกาแฟที่ต้องการปล่อยโดยเน้นให้เห็นถึงระบบจ่ายสินค้า)



(รูปที่ 3.21 แสดงถึงลิมิตสวิทช์และโลหะรูปทรงสี่แฉกที่ทำหน้าที่กดลิมิตสวิทช์ทุกครั้งที่มีมอเตอร์หมุน

ครบ90องศา คือหยุดการทำงานของมอเตอร์ทุกครั้งที่ถูกกดลิมิตสวิทช์ไป1 ถ้วยนั่นเอง)

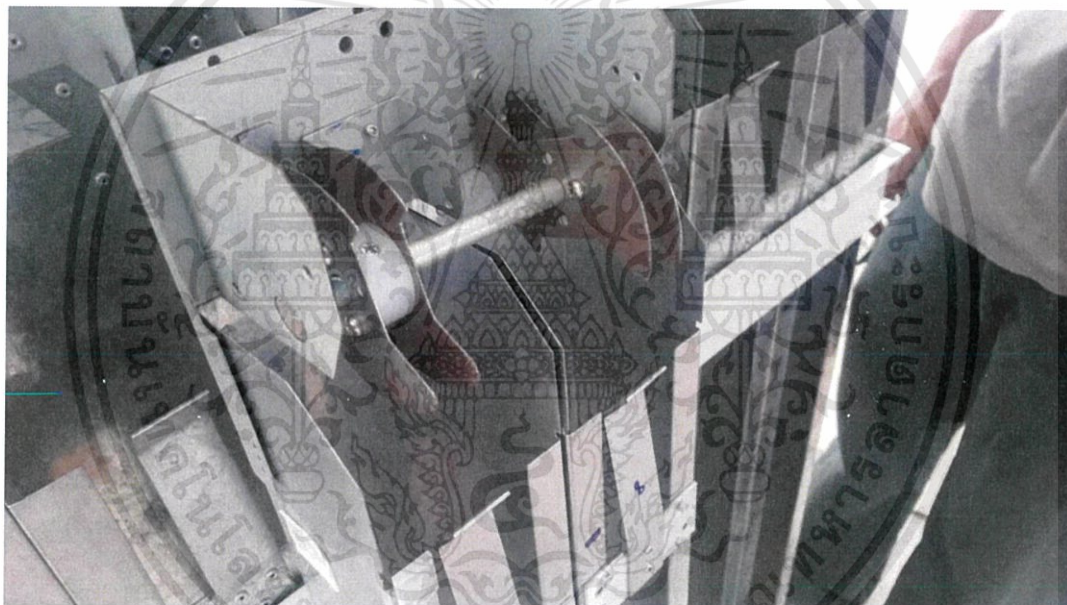
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 ออกแบบสำหรับการผลิต

ในเครื่องต้นแบบใช้ superlene เป็นวัสดุทำใบมีดแต่ในการผลิตจำนวนมากควรใช้วัสดุอื่นทดแทนเพื่อลดต้นทุนการผลิตหลังจากการคุยกับโรงงานผลิตพบว่าโรงงานสะดวกที่จะให้แผ่นโลหะในการผลิต

3.1.10 ส่งผลิตภัณฑ์ออก

หลังจากการนำผลงานไปเสนอที่บริษัทเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติทางบริษัทได้มีการนำโมเดลไปผลิตจริง



(รูปที่ 3.22 แสดงถึงเครื่องที่บริษัทนำไปผลิตจริง)

โดยเครื่องที่ใช้ในการผลิตจริงนั้นได้มีการใช้ใบมีดที่ทำจากแผ่นโลหะแทนซูพีลีนที่ใช้ในเครื่องต้นแบบเนื่องจากซูพีลีนมีราคาต้นทุนแพงเกินความจำเป็นในการผลิตสินค้าในจำนวนมากโดยใบมีดในภาพ 3.21 ได้จากการนำโมเดลต้นแบบในภาพ 3.18 ไปยิงเลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการออกแบบ

4.1 สเปคเครื่องจักร

4.1.1 ใช้มอเตอร์ 50/60 Hz 4 w 3.2 rpm 24 v. ในการผลิตชิ้นงานจริงเนื่องจากเป็นมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

4.1.2 มี torque 11.94 N.m

4.1.3 ใช้เวลา 0.8 วินาทีในการปล่อย 1 ถ้วย

4.1.4 บรรจุถ้วยได้ 18 ถ้วยต่อแถว (1 ชุดมี 2 แถวหรือ 36 ถ้วย)

4.2 ขั้นตอนทำงานของเครื่องจักร

4.2.1 หยอดเหรียญเพื่อให้กลไกทั้งหมดเริ่มทำงาน

4.2.2 การหมุนของมอเตอร์ถูกส่งแรงไปยังใบมีดทั้ง 2 ผ่านเพลลา

4.2.3 การหมุนของใบมีดที่ 1

การหมุนของใบมีดที่ 1 ผลักถ้วยที่อยู่ในร่องของใบมีดทำให้เกิดการจำหน่ายถ้วยขึ้นส่วนการหมุนของใบมีดที่ 2 ทำให้ถ้วยอันต่อไปตกลงไปในร่องพร้อมสำหรับการจำหน่ายถ้วยครั้งต่อไป

4.2.4 โลหะทรงสี่เหลี่ยมจะแตะลิimitswitch หลังจากมอเตอร์หมุน 90 องศาทำให้กระบวนการทั้งหมดหยุดลงจนกว่าจะมีการหยอดเหรียญครั้งต่อไป

4.2.5 หลังจากการหยอดเหรียญครั้งต่อไปใบมีดที่ 2 จะทำหน้าที่เป็นใบมีดที่ 1 ส่วนใบมีดที่ 1 จะทำหน้าที่เป็นใบมีดที่ 2

4.2.6 ใบมีดทั้ง 2 ทำหน้าที่สลับกันทุกครั้งที่หยอดเหรียญ

4.3 ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติทั่วไปกับเครื่องที่เราได้ทำการออกแบบ

4.3.1 เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติของเราถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการในการบริโภคสินค้าในจำนวนมาก

โดยเครื่องที่เราได้ทำการออกแบบนั้น มุ่งเน้นกลุ่มลูกค้าที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีจำนวนพนักงานในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องตอบสนองความต้องการในการซื้อในจำนวนมากและรวดเร็ว จึงมีการออกแบบให้แมกกาซีนที่ใช้สำหรับใส่สินค้าถูกจัดวางในแนวตั้งและบรรจุสินค้าในแนวนอนโดยมีการจัดวางสลับด้านกันและมีกลไกในการปล่อยสินค้าที่เล็กที่สุดเพื่อให้สามารถบรรจุสินค้าได้มากที่สุดโดยไม่ต้องกังวลความหลากหลายของสินค้ามากนัก ต่างจากเครื่องทั่วไปที่ต้องการความหลากหลายของสินค้ามีการจัดวางแมกกาซีนในแนวนอนและระบบจำหน่ายสินค้าที่ดูสวยงามหรูหรา เช่นระบบขวดขวดสปริงในตู้แก้วใส เป็นต้น

4.3.2 เนื่องจากเป็นเครื่องที่ผลิตเองในประเทศจึงเน้นไปที่ต้นทุนที่ถูกกว่าเครื่องต่างประเทศ

นอกจากจะมีค่าขนส่งที่ถูกกว่าเครื่องนำเข้าแล้วยังเน้นให้ระบบจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติราคาต้นทุนถูกมากอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้เปรียบในการแข่งขันในตลาดกับเครื่องนำเข้าอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการออกแบบชิ้นงาน

5.1.1 สามารถลดต้นทุนการผลิตจากเป้าหมายที่ตั้งไว้ในตอนแรก จากชุดละไม่เกิน 1000 บาท เหลือชุดละ 400 บาท

เราสามารถควบคุมต้นทุนในการผลิตให้เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของบริษัท และยังสามารถช่วยคิดค้นทำให้ต้นทุนถูกกว่าที่คาดการณ์ไว้อีกด้วย ซึ่งจากการคิดค้นครั้งนี้ทำให้บริษัทผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเกิดประโยชน์มากขึ้น

5.1.2 มีความเสถียรสูง

เครื่องที่เราได้ทำการคิดค้นกันนั้นได้รับการทดสอบแล้วว่ามีความเสถียรมากกว่าเครื่องต้นแบบเก่าของทางโรงงานเจ้าของบริษัทผลิตเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.1.3 สามารถนำต้นแบบไปผลิตในการผลิตแบบ mass production ได้

จากการร่วมคิดค้นในครั้งนี้ ระบบจ่ายสินค้าอัตโนมัติที่เราได้ทำการพัฒนานั้นสามารถนำไปผลิตเป็น Mass Production ได้ง่ายซึ่งตรงตามความต้องการของผู้ผลิต

5.1.4 สามารถปล่อยชิ้นงานที่มีความนิ่มได้

5.1.5 การปล่อยด้วยหลากหลายขนาด

ระบบจ่ายสินค้าอัตโนมัติที่เราได้ทำการพัฒนานั้นสามารถบรรจุและปล่อยสินค้าได้หลายขนาด เช่น ถ้วยบะหมี่สำเร็จรูป และถ้วยกาแฟ ซึ่งเราสามารถปรับขนาดใบมีดให้เข้ากับขนาดของสินค้าได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การต่อยอดของแนวคิด

อาจสามารถนำแนวคิดไปต่อยอดออกแบบรูปแบบใบมีดที่สามารถปล่อยสินค้าที่เหมือนกัน 3 รายการหรือมากกว่าต่อหนึ่งมอเตอร์ได้เพื่อราคาต้นทุนในการผลิตที่ถูกมากขึ้นไปอีกทำให้การแข่งขันในตลาดเป็นไปได้ง่ายดาย

5.2.2 อาจออกแบบใบมีดเพื่อที่สามารถจำหน่ายสินค้าในรูปแบบต่างๆที่ไม่ใช่แบบถ้วยได้ตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง

- [1].<https://www.youtube.com/watch?v=20HtR-VjH1I>
- [2].<https://www.youtube.com/watch?v=Smbyr9eZcd0>
- [3].<https://www.youtube.com/watch?v=PA6fHseCKBo>
- [4].การออกแบบเครื่องจักรกล1, เรียบเรียงโดย น.อ.รศ. ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต, สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. (2552)
- [5].การออกแบบเครื่องจักรกล2, เรียบเรียงโดย น.อ.รศ. ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต, สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. 7th edition (2554)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้