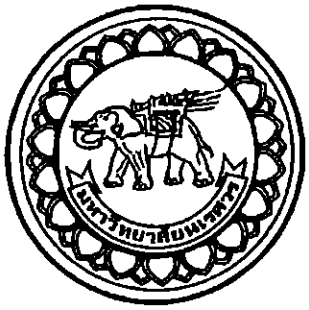


เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

SEMI – AUTOMATIC DEGREE PARCHMENT HANDLE MACHINE

นายณัฐพล	สารัก	52360201
นางสาวมยุรี	ใจมา	52360522
นายอมร	แสงจักร	52360799

คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ลง 24 ต.ค. 2556
เลขทะเบียน 1621692X
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ล.ง.342 ก 2555

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณัฐพล	สารัก	รหัส 52360201
	นางสาวมยุรี	ใจมา	รหัส 52360522
	นายอมร	แสงจักร	รหัส 52360799
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2555		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน
(อาจารย์ประเทือง โมรารายย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตมัติ	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณัฐพล สารัก	รหัส 52360201
	นางสาวมยุรี ใจมา	รหัส 52360522
	นายอมร แสงจักร	รหัส 52360799
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2555	

.....

บทคัดย่อ

เนื่องจากทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้มีการจัดพิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตรขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยมีบุคลากรภายในคณะเป็นผู้ฝึกซ้อมให้กับบัณฑิต และจากการที่คณะผู้จัดทำได้ทำการสำรวจข้อมูลจากบุคลากรที่เป็นผู้ฝึกซ้อม จึงได้พบว่าในการฝึกซ้อมเอางานบุคลากรจะเป็นผู้ส่งใบงาน โดยการยืนส่งใบงานให้กับบัณฑิตทุกคนที่เข้ารับการฝึกซ้อม จึงมีการเพิ่มจำนวนบุคลากรเข้ามาช่วยในการฝึกซ้อมมากขึ้น แต่จำนวนบัณฑิตก็ยังมากกว่าบุคลากรที่เป็นผู้ฝึกซ้อม บุคลากรจึงต้องใช้เวลาฝึกซ้อมในช่วงการเอางานเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ผู้จัดทำจึงได้สร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้น เพื่อนำมาช่วยลดความเมื่อยล้าให้กับบุคลากร และช่วยลดปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการเอางาน

เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถทำงานได้จริง ช่วยลดความเมื่อยล้าให้กับบุคลากรได้ ลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเอางานได้ เครื่องใช้เวลาในการส่งเฉลี่ยโดยรวม 32 คนต่อนาที และจากการทดสอบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 573 คน มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ ประสบผลสำเร็จและลุล่วงไปได้นั้น ต้องขอขอบคุณอาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่คอยกระตุ้นและติดตาม ให้คำแนะนำในทุกๆ เรื่องในการทำโครงงานนี้เป็นอย่างดีตลอดมา และขอขอบคุณอาจารย์ประเทือง โมราราย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน ที่คอยให้คำปรึกษาในส่วนของการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากร ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการทำโครงงานนี้เป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ ตักเตือน สั่งสอน และให้ทุนในการทำโครงงานจนประสบผลสำเร็จ

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายณัฐพล สารัก
นางสาวมยุรี ใจมา
นายอมร แสงจักร
มกราคม 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ก

บทคัดย่อ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ช

สารบัญรูป ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output) 1

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) 1

1.5 นิยามศัพท์ 1

1.6 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2

1.7 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2

1.8 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2

1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart) 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3

2.1 การฝึกซ้อมการเข้ารับพระราชทานปริญญาบัตร 3

2.2 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของตัวเครื่อง 5

2.2.1 ไม้อัด 5

2.2.2 ปาติเกิลบอร์ด 5

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า 6

2.3.1 การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 6

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า 7

2.4 การต่อวงจรไฟฟ้า 8

2.4.1 วงจรอนุกรม 8

2.4.2 วงจรขนาน 8

2.4.3 วงจรผสม 9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 วัสดุไฟฟ้า 10
2.5.1 สายไฟฟ้า 10
2.5.2 การแบ่งประเภทของสายไฟฟ้า 10
2.5.3 สวิตช์ไฟฟ้า 12
2.6 ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา 14
2.7 กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน 15
2.8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 15
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
2.9.1 เครื่องขอดเกล็ดปลา 16
2.9.2 กังหันลมพลังงานธรรมชาติ 16
2.9.3 เครื่องเก็บและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 17
3.1 ศึกษาส่วนประกอบและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 18
3.1.1 วิเคราะห์ปัญหา 18
3.1.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 18
3.2 การออกแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 18
3.2.1 การออกแบบในส่วนของตัวเครื่อง 18
3.2.2 การออกแบบในส่วนของระบบการทำงาน 18
3.3 การจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ 19
3.3.1 พิจารณาเลือกวัสดุ และอุปกรณ์ 19
3.3.2 จัดซื้อ จัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ 19
3.4 การสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 19
3.5 การทดสอบและการปรับปรุง แก้ไข เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 20
3.5.1 การทดสอบ 20
3.5.2 ปรับปรุง แก้ไขจุดที่บกพร่องของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 20
3.6 การวิเคราะห์และสรุปผล 20
3.7 การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ 20
3.8 การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 20
3.9 การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ 20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 21
4.1 ศึกษาส่วนประกอบและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 21
4.2 การออกแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 21
4.2.1 การออกแบบในส่วนของตัวเครื่อง 21
4.2.2 การออกแบบในส่วนของระบบการทำงาน 23
4.3 การจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ 25
4.4 การสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 25
4.4.1 การสร้างในส่วนตัวเครื่อง 25
4.4.2 การสร้างระบบส่งกำลัง 27
4.4.3 การสร้างระบบบรรจุใบงาน 28
4.4.4 การสร้างระบบดันใบงาน 28
4.4.5 ระบบนับจำนวน 30
4.4.6 ระบบความปลอดภัย 31
4.5 การทดสอบ และการปรับปรุง แก้ไข เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 33
4.5.1 ทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์ 33
4.5.2 ทดสอบจากสถานการณ์จริง 34
4.5.3 การปรับปรุงเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติหลังการทดสอบ 35
4.6 วิเคราะห์และสรุปผลความพึงพอใจ 37
4.7 การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ 38
4.8 การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 39

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 41

ภาคภนวก ก แบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 42
ภาคภนวก ข คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 51

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 57

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 6

4.1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของไม้ทางวิศวกรรม 21

4.2 ข้อดี - ข้อเสียของมอเตอร์ปัดน้ำฝน 23

4.3 ข้อดี - ข้อเสียของลิมิตสวิตช์ 24

4.4 ตารางบันทึกความผิดพลาด ครั้งที่ 1 34

4.5 ตารางบันทึกความผิดพลาด ครั้งที่ 2 35

4.6 ตารางการวิเคราะห์ และสรุปผลความพึงพอใจ 37

4.7 แสดงรายการวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 38

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงยื่นมือขวาไปข้างหน้า 3
2.2 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงกระดกข้อมือขึ้น 4
2.3 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงรับปริญญาบัตร 4
2.4 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงเชิญปริญญาบัตรมาแนบไว้กับอก 4
2.5 รูปร่างลักษณะของไม้อัด 5
2.6 รูปร่างลักษณะของไม้ปาติเกิลบอร์ด 6
2.7 แสดงลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7
2.8 แสดงลักษณะการต่อวงจรแบบอนุกรม 8
2.9 ลักษณะการต่อวงจรแบบขนาน 9
2.10 ลักษณะการต่อวงจรแบบผสม 9
2.11 แสดงลักษณะของสายเดี่ยวและสายคู่ 11
2.12 แสดงลักษณะสายเคเบิลใต้ดิน 11
2.13 แสดงลักษณะของฟิวส์ 13
2.14 แสดงลักษณะของทอกเกิลสวิตช์ 13
2.15 แสดงลักษณะของเบรกเกอร์ 14
2.16 แสดงลักษณะของการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา 14
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 17
4.1 โครงสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติภายนอก 22
4.2 โครงสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติภายใน 23
4.3 ระบบบรรจุใบงาน 24
4.4 ชุดข้อเหวี่ยง 25
4.5 ตัวเครื่องส่วนบน 26
4.6 ตัวเครื่องส่วนล่าง 26
4.7 ตัวปรับระยะความสูง 27
4.8 มอเตอร์เมื่อประกอบเข้ากับไม้อัด 27
4.9 การต่อเหวี่ยงเข้ากับแกนหมุนมอเตอร์ 28
4.10 ระบบบรรจุใบงาน 28
4.11 แสดงภาพตัวดันใบงาน 29
4.12 ประกอบตัวดันใบงานเข้ากับตัวเครื่อง 29
4.13 ระบบดันใบงานที่สามารถทำงานได้ 29

หน้า ฌ

MISSING

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.7 ตัวเลขการนับจำนวน 54

ข.8 การกดปุ่มสวิตช์ RESET 55

ข.9 การกดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ระบบการนับจำนวน 55

ข.10 การกดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ ปิด – เปิด เครื่อง 55

ข.11 การคลายหางปลาออก 56

ข.12 การใช้ประแจปรับระยะความสูง 56

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้มีการจัดพิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตรขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยมีบุคลากรภายในคณะเป็นผู้ฝึกซ้อมให้กับบัณฑิต และจากการที่คณะผู้จัดทำได้ทำการสำรวจข้อมูลจากบุคลากรที่เป็นผู้ฝึกซ้อม จึงได้พบว่าในการฝึกซ้อมเอางานบุคลากรจะเป็นผู้ส่งใบงาน โดยการยืนส่งใบงานให้กับบัณฑิตทุกคนที่เข้ารับการฝึกซ้อม จึงมีการเพิ่มจำนวนบุคลากรเข้ามาช่วยในการฝึกซ้อมมากขึ้น แต่จำนวนบัณฑิตก็ยังมากกว่าบุคลากรที่เป็นผู้ฝึกซ้อม บุคลากรจึงต้องใช้เวลาฝึกซ้อมในช่วงการเอางานเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คณะผู้จัดทำโครงงานจึงคิดว่าควรประดิษฐ์เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อนำมาช่วยผ่อนแรงและช่วยลดปัญหาความผิดพลาดในระหว่างการฝึกซ้อมเอางาน เช่น ปัญหาจากความเมื่อยล้า ที่เกิดจากการหยิบใบงานติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ความสามารถในการส่งใบงานลดลง หรือปัญหาการซ้อนทับของใบงานซึ่งทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการฝึกซ้อม เพราะต้องใช้เวลาในการหยิบใบงานมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

1.3.1 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3.2 คู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถนำมาใช้ทำงานได้จริง

1.4.2 บุคลากรมีระดับความพึงพอใจมากกว่า 4 จากระดับ 5 โดยวัดจากแบบประเมินความพึงพอใจ

1.5 นิยามศัพท์

ใบงาน หมายถึง แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่ใช้ในพิธีฝึกซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร ซึ่งถูกนำมาใช้แทนปริญญาบัตรจริง

การเอางาน หมายถึง การซ้อมในส่วนของการรับปริญญาบัตร

1.6 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 ใช้ส่งใบงานที่มีขนาดกว้าง 21 เซนติเมตร ยาว 29.5 เซนติเมตร และหนา 0.3 เซนติเมตร

1.6.2 ใช้ในพิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.8 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

มิถุนายน พ.ศ. 2555 – มกราคม พ.ศ. 2556

1.9 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินการ	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.9.1	ศึกษาส่วนประกอบ และเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	←	→						
1.9.2	การออกแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ		←	—	→				
1.9.3	การจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์				←	→			
1.9.4	การสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ				←	—	→		
1.9.5	การทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไขเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ						←	—	→
1.9.6	**การวิเคราะห์ และสรุปผล**							←	→
1.9.7	**การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์**							←	→
1.9.8	**จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ**							←	→
1.9.9	**จัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์**							←	→

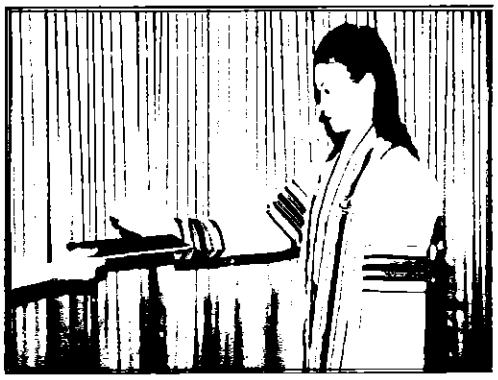
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การฝึกซ้อมการเข้ารับพระราชทานปริญญาบัตร

การฝึกซ้อมเข้ารับพระราชทานปริญญาบัตรมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตทราบขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติในการเข้ารับพระราชทานปริญญาบัตรอย่างละเอียด โดยเฉพาะขั้นตอนที่มีความสำคัญ ได้แก่ การถวายความเคารพ การเดิน การเอางาน การรับพระราชทานจากพระหัตถ์ และการเชิญปริญญาบัตร ในส่วนการฝึกซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตรนี้ ผู้จัดทำได้ทำการเข้าไปศึกษาข้อมูลในส่วนของการเอางาน ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นจะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ข้อมูลในส่วนที่ศึกษามี ดังนี้

การเอางาน คือ การถวายความเคารพก่อนพระราชทานสิ่งของ โดยยกมือขวาที่ปลายนิ้วเรียงชิดกันแล้วยื่นไปข้างหน้า จนถึงระดับที่กลางฝ่ามือให้ขนานกับขอบตรงกึ่งกลางปริญญาบัตรที่บุคลากรยื่นให้ แสดงดังรูปที่ 2.1 จากนั้นกระดกข้อมือขึ้นตรงๆ แสดงดังรูปที่ 2.2 จากนั้นจึงช้อนมือรับปริญญาบัตร โดยใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงบนปริญญาบัตรด้านบน พร้อมกับใช้นิ้วชี้รองไว้ที่ขอบปริญญาบัตร แล้วช้อนนิ้วที่เหลือลงใต้ปริญญาบัตร จับปริญญาบัตรไว้ให้แน่น แสดงดังรูปที่ 2.3 แล้วดึงมือกลับเชิญปริญญาบัตรมาแนบไว้กับอก โดยให้ปกปริญญาบัตรด้านที่มีตรามหาวิทยาลัยอยู่ด้านนอกให้ข้อศอกแนบลำตัว แสดงดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงยื่นมือขวาไปข้างหน้า
ที่มา : กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงกระดกข้อมือขึ้น

ที่มา : กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงรับปริญญาบัตร

ที่มา : กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเอางานในช่วงเชิญปริญญาบัตรมาแนบไว้กับอก

ที่มา : กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.2 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของตัวเครื่อง

โครงสร้างของตัวเครื่อง คือ ลักษณะภายนอกของเครื่อง ส่วนกลไกการทำงานต่างๆ ของเครื่องจะอยู่ภายในโครงสร้างของตัวเครื่อง สำหรับวัสดุที่สามารถนำมาทำโครงสร้างตัวเครื่องได้ มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น เหล็ก ไม้ ไม้อัด สังกะสี เป็นต้น ในโครงงานนี้ผู้จัดทำโครงงานได้พิจารณาเลือกไม้อัดมาทำโครงสร้างของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งไม้อัดมีหลายชนิด แยกตามกระบวนการ และลักษณะของเนื้อไม้ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

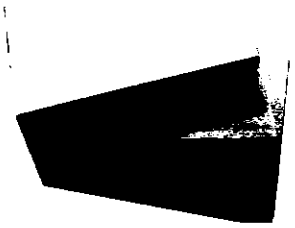
2.2.1 ไม้อัด

ไม้อัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไม้แผ่นบาง โดยการตัดท่อนซุงให้มีความยาวตามที่ต้องการแล้วทำการกลึงปอกท่อนซุงหรือผ่าให้เป็นแผ่นบางๆ หลายๆ แผ่นมาอัดเข้าด้วยกัน โดยใช้กาวเป็นวัสดุยึดตรึง ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านความแข็งแรง จำนวนชั้นของไม้อัดจะต้องเป็นจำนวนคี่เสมอ ซึ่งจะมีจำนวนตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป การทำไม้อัดจะใช้กระบวนการอัดด้วยความร้อน และแรงดันเพื่อทำให้ไม้อัดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้ไม้อัดมีความหนาแน่นสูง ลวดลายบนผิวหน้าไม้อัดจะเป็นแผ่นใหญ่และต่อเนื่อง ทำให้เนื้อไม้เกิดความสวยงามลักษณะของไม้อัดแสดงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 รูปร่างลักษณะของไม้อัด
ที่มา : http://www.thaiwoodcentral.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 2555)

2.2.2 ปาติเกิลบอร์ด

ปาติเกิลบอร์ด (Particleboard) หรือบางประเทศเรียกว่า ชิปบอร์ด (Chipboard) เป็นไม้วิศวกรรมประเภทหนึ่ง ที่สร้างมาจากเศษชิ้นไม้มาประสานกันโดยใช้สารเคมีแล้วทำการบดอัดด้วยความดันสูง ปาติเกิลบอร์ดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้อัดแล้ว จะมีราคาถูกความหนาแน่นมาก และมีเนื้อไม้ที่มีลักษณะเดียวกันทั้งชิ้น ขณะที่ความแข็งแรงของปาติเกิลบอร์ดจะน้อยกว่าไม้อัดแต่นิยมนำมาทำเป็นตู้ หรือพวกเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ปาติเกิลบอร์ดมีลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปร่างลักษณะของไม้ปาติเกิลบอร์ด
ที่มา : http://www.3tfurniture.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 2555)

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

ในส่วนของระบบการส่งใบงาน จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวส่งกำลังในการดันใบงานออกจากเครื่อง จึงต้องทำการศึกษาสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าในส่วนต่างๆ เพื่อหามอเตอร์ไฟฟ้าที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน โดยลักษณะของมอเตอร์ที่ต้องการ คือ มีความสามารถในการปรับความเร็วรอบได้ และมีความเร็วรอบคงที่เมื่อมีโหลดมากระทำ

2.3.1 การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ามีด้วยกันหลายชนิดควรเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับโหลด เช่น โหลดที่เปลี่ยนความเร็วรอบแบบต่อเนื่องได้ และสภาพการใช้งาน เช่น ในที่ๆ มีความชื้นสูง เป็นต้น ดังตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้เหมาะกับชนิดของงานประเภทต่าง

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ความต้องการของโหลด	ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสม		ชนิดของงาน
	กระแสสลับ	กระแสตรง	
ต้องการความเร็วรอบคงที่แน่นอนโดยไม่คำนึงถึงโหลด	Synchronous Motor	-	ซีเมนต์ โรงถ่านหิน
ต้องการความเร็วรอบเกือบคงที่ ตั้งแต่ไม่มีโหลดจนถึงเต็มพิกัดโหลด	มอเตอร์เหนี่ยวนำ	Shunt Motor	เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียร
ต้องการปรับความเร็วรอบได้และความเร็วรอบเกือบคงที่ตั้งแต่ไม่มีโหลดจนถึงเต็มพิกัดโหลด	Wound Rotor Induction Motor Split - Phase Motor	Shunt Motor แบบ Ward - Leonard	ลิฟต์ เครื่องเป่าลม เครื่องผสมอาหาร

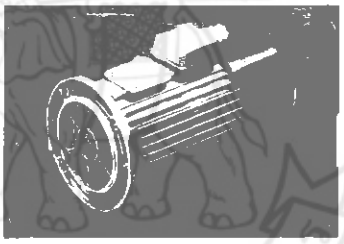
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงตัวอย่างการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

ความต้องการของโหลด	ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสม		ชนิดของงาน
	กระแสสลับ	กระแสตรง	
ต้องการความเร็วรอบลดลงตามโหลดที่เพิ่มขึ้น	Series Commutator Motor	Series Motor	รถไฟฟ้า, รถยนต์

ที่มา : ปริทัศน์ นักธรรม และคณะ. เครื่องย่อยเศษอาหารและอบแห้ง. (2548).

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม การนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไปขับเคลื่อนระบบการผลิต จะมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยการนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไปใช้งานจะพิจารณาความเร็วของมอเตอร์กับแรงบิด ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ที่มา : http://www.b2bthai.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค.2555)

2.3.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานจะมีลักษณะความเร็วรอบคงที่ แรงบิดเริ่มจะหมุนต่ำ ส่วนมากเหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วรอบได้ง่าย ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน และตรงกับความต้องการมากที่สุด

2.3.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะมีลักษณะความเร็วรอบ และแรงบิดสูงมาก ส่วนมากนำมาใช้งานในอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะเมื่อไม่มีโหลดจะมีความเร็วสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วจะลดลงตามโหลด ดังนั้นถ้าโหลดมากหรือทำงานหนักจะทำให้ความเร็วในการหมุนลดลงไป แต่ขดลวดของมอเตอร์จะไม่ไหม้หรือเป็นอันตราย

2.3.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

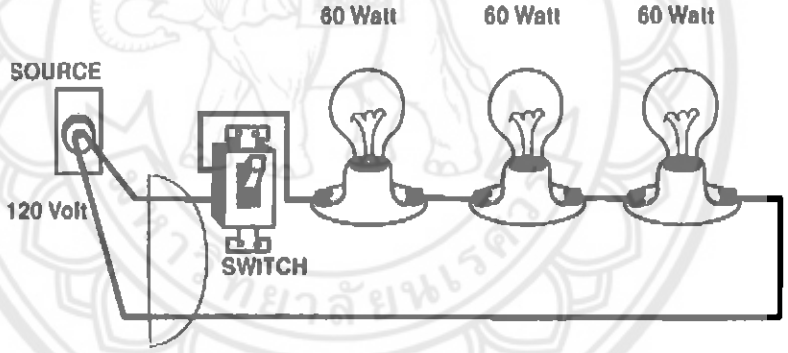
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม เป็นมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กกับขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มีแรงบิดสูงแต่ความเร็วรอบคงที่ ทั้งในกรณีที่ไม่มีโหลดจนกระทั่งกรณีที่มีโหลดเต็มที่

2.4 การต่อวงจรไฟฟ้า

การต่อวงจรไฟฟ้า มีวิธีการในการต่อวงจรด้วยกัน 3 แบบ คือ

2.4.1 วงจรอนุกรม

วงจรอนุกรม เป็นการนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดหลายๆ อันมาต่อเรียงกันไปเหมือนลูกโซ่ กล่าวคือ ปลายของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 นำไปต่อกับต้นของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2 และต่อเรียงกันไปเรื่อยๆ จนหมด แล้วนำไปต่อเข้ากับแหล่งกำเนิด การต่อวงจรแบบอนุกรมจะมีทางเดินของกระแสไฟฟ้าได้ทางเดียวเท่านั้น ถ้าเกิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่งเปิดวงจรหรือขาด จะทำให้วงจรทั้งหมดไม่ทำงานลักษณะการต่อวงจรแบบอนุกรม แสดงดังรูปที่ 2.8

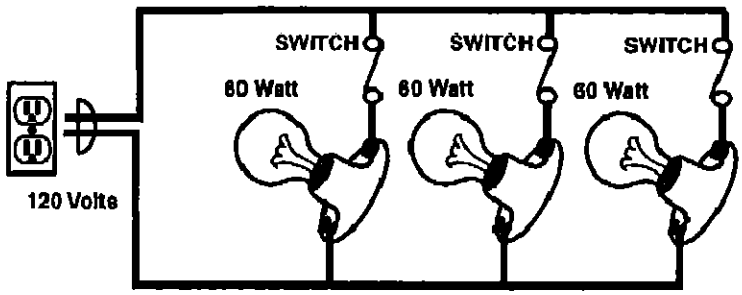


รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการต่อวงจรแบบอนุกรม

ที่มา : http://phanita10aoo1.blogspot.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 2555)

2.4.2 วงจรขนาน

วงจรขนาน เป็นการนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกๆ ตัวมาต่อรวมกัน และต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดที่จุดหนึ่ง นำปลายสายของทุกๆ ตัวมาต่อรวมกัน และนำไปต่อกับแหล่งกำเนิดอีกจุดหนึ่งที่เหลือ ซึ่งเมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละอันต่อเรียบร้อยแล้ว จะกลายเป็นวงจรย่อย กระแสไฟฟ้าที่ไหลจะสามารถไหลได้หลายทาง ขึ้นอยู่กับตัวของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาต่อขนานกัน ถ้าเกิดในวงจรมีอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวหนึ่งขาดหรือเปิดวงจร อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหลือก็ยังสามารถทำงานได้ ในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยปัจจุบันจะเป็นการต่อวงจรแบบนี้ทั้งสิ้น ลักษณะการต่อวงจรแบบขนาน แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะการต่อวงจรแบบขนาน

ที่มา : http://phanita10aoo1.blogspot.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 55)

2.4.3 วงจรผสม

วงจรผสม เป็นวงจรที่นำเอาวิธีการต่อแบบอนุกรม และวิธีการต่อแบบขนานมารวมให้เป็นวงจรเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะของการต่อได้ 2 ลักษณะ คือ

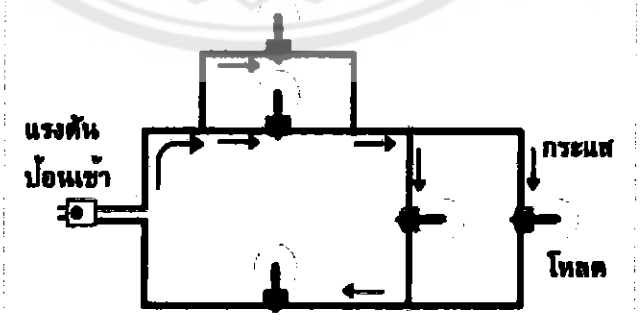
2.4.3.1 วงจรผสมแบบอนุกรม - ขนาน

วงจรผสมแบบอนุกรม - ขนาน เป็นการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างอนุกรมก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบขนานอีกครั้งหนึ่ง

2.4.3.2 วงจรผสมแบบขนาน - อนุกรม

วงจรผสมแบบขนาน - อนุกรม เป็นการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างขนานก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบอนุกรมอีกครั้งหนึ่ง

ซึ่งการต่อวงจรแบบผสม เป็นการรวมคุณสมบัติของวงจรอนุกรม และคุณสมบัติของวงจรขนานเข้าด้วยกัน ซึ่งหมายความว่า ถ้าตำแหน่งที่มีการต่อแบบอนุกรมก็เอาคุณสมบัติของวงจรอนุกรมมาพิจารณา ตำแหน่งที่มีการต่อแบบขนานก็เอาคุณสมบัติของวงจรขนานมาพิจารณาไปทีละขั้นตอน ลักษณะการต่อวงจรแบบผสม แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ลักษณะการต่อวงจรแบบผสม

ที่มา : http://physicskruadd.wordpress.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 55)

การต่อวงจรไฟฟ้า จะนำมาใช้ในส่วนของระบบชุดคำสั่งในการทำให้เครื่องทำงาน โดยการต่อวงจรจะมีแบตเตอรี่เป็นตัวส่งกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า และมีสวิตช์เป็นตัวควบคุมในการทำให้เครื่องทำงานและหยุดทำงาน ส่วนลักษณะการทำงานของชุดคำสั่ง คือ เครื่องจะทำงานได้เมื่อมีการกดสวิตช์ สำหรับลักษณะการต่อวงจรที่จะนำมาใช้จะเป็นการต่อวงจรแบบอนุกรม

2.5 วัสดุไฟฟ้า

วัสดุไฟฟ้า เป็นวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งวัสดุต่างๆ เหล่านั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น เป็นตัวนำไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นวัสดุต้านทานไฟฟ้า เป็นวัสดุกึ่งตัวนำ หรือเป็นแม่เหล็ก จึงต้องมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะงานไฟฟ้า โดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุ และประโยชน์จากการใช้งานวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับวัสดุที่จะนำมาใช้จะเลือกวัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ สายไฟฟ้า และสวิตช์ไฟฟ้า

2.5.1 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่ใช้ในงานไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ตามลักษณะการใช้งานซึ่งในทางเทคนิคมีชื่อเรียก ดังนี้

Wire หมายถึง เส้นลวดที่ใช้เป็นสายตัวนำไฟฟ้า

Code หมายถึง สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก มีฉนวนแบบอ่อนตัวที่สามารถบิดงอได้ง่าย

Cable หมายถึง สายไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลได้อย่างมั่นคงปลอดภัยใช้ฝังใต้ดิน ทอดข้ามแม่น้ำ หรือเป็นสายเปลือยแขวนลอย

ลักษณะสำคัญของสายไฟฟ้าจะอยู่ที่ความสามารถของการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุด และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ชนิดของตัวนำไฟฟ้า และฉนวนที่หุ้ม ประเภทของการใช้งาน แรงดันไฟฟ้า ที่สายไฟฟ้าจะทนได้ขณะใช้งาน และสภาพความแข็งแรงทางกล

2.5.2 การแบ่งประเภทของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

2.5.2.1 สายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้ม

สายไฟฟ้าชนิดนี้จะใช้งานมากตามอาคารบ้านเรือน และใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายๆ ชนิด โดยสายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้มแบ่งเป็นหลายชนิด ได้แก่

ก. สายไฟฟ้าที่ห่อหุ้มภายนอกด้วยด้ายถัก ได้แก่ สายไฟฟ้าที่ห่อหุ้มด้วยยาง แต่ภายนอกจะถักด้ายห่อหุ้มอีกชั้นหนึ่ง ใช้กับเตารีด และเครื่องใช้ความร้อน

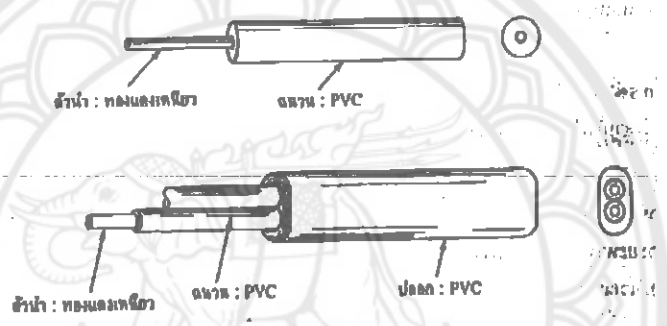
ข. สายหุ้มยาง เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยยางที่มีทั้งธรรมดา และแบบทนความร้อน สายไฟฟ้าแบบนี้จะเปื่อย และเสื่อมคุณภาพเร็ว ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งาน

ค. สายหุ้ม PVC ชนิดนี้มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อน แข็งเหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้งานมากที่สุด

ง. สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนเส้นเล็ก ภายในมีหลายเส้น เป็นสายไฟที่ไม่ถาวร ติดไฟได้ง่าย

จ. สายเดี่ยว เป็นสายไฟฟ้าที่มี 1 เส้น 1 แกน โดยใช้เงินเป็นส่วนประกอบ ใช้ได้ทั้งภายใน และภายนอกอาคาร สายไฟฟ้าชนิดนี้ ถ้าเดินในอาคารนิยมใช้ร้อยในท่อแล้วยึดท่อกับผนังหรือฝังท่อในเสา หรือพื้น บางครั้งก็นำมาใช้เดินนอกอาคาร แต่จะเดินในท่อ หรือวางรางเหล็กเสมอ หรืออาจจะยึดติดกับผนังโดยใช้ประกับยึดเป็นช่วงๆ แสดงดังรูปที่ 2.11

ฉ. สายคู่ เป็นสายไฟฟ้าที่ใช้เดินภายในอาคาร เป็นสายไฟฟ้าชนิด 1 เส้น 2 แกน แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของสายเดี่ยวและสายคู่
ที่มา : บุญธรรม ภัทราจารุกุล, วัสดุช่าง

ช. สายเคเบิลใต้ดิน เป็นสายไฟฟ้าชนิดที่มีฉนวน PVC หุ้มลวดทองแดงอยู่แล้วยังมีฉนวนหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะสายเคเบิลใต้ดิน
ที่มา : บุญธรรม ภัทราจารุกุล, วัสดุช่าง

ซ. สายเคลือบน้ำยาหรือสายอีนาเมล เป็นสายเปลือยที่เคลือบน้ำยาเคมี ใช้งานกันมากในงานพันขดลวดไดนาโม มอเตอร์ หม้อแปลง และอื่นๆ

ฌ. สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังเข้ากับผนังตึก สายไฟฟ้าชนิดนี้มีราคาแพง

2.5.2.2 สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก

สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอกใช้เป็นสายไฟฟ้าแรงสูง ที่เชื่อมโยงระหว่างเขื่อนกับสถานีจ่ายไฟ หรือเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดต่างๆ สายเปลือยสามารถจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนที่มีขนาด และพื้นที่เท่ากันได้เกือบเท่าตัว เนื่องจากขึงไว้ในที่สูง และมีลมพัดผ่านตลอดเวลา เป็นการระบายความร้อนให้กับสายไฟฟ้า ทำให้สายไฟฟ้าไม่เกิดความร้อน สายเปลือยใช้กับระบบไฟฟ้าสูงที่มีแรงดัน 11 กิโลโวลต์ขึ้นไป สายเปลือยที่นิยมใช้งานได้แก่ สายอะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบา และราคาถูก มีหลายชนิด ได้แก่

ก. สายอะลูมิเนียมล้วน ทำจากเส้นลวดอะลูมิเนียมขนาดเท่าๆ กันพันตีเกลียวเป็นชั้นๆ สายไฟฟ้าชนิดนี้รับแรงดึงได้ต่ำมาก จึงไม่สามารถขึงสายไฟฟ้าให้มีระยะห่างมากๆ ได้

ข. สายอะลูมิเนียมผสม เป็นสายไฟที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม ร้อยละ 99 แมกนีเซียม ร้อยละ 0.5 และซิลิคอน ร้อยละ 0.5 มีความเหนียว และสามารถรับแรงดึงได้สูงกว่าอะลูมิเนียมล้วน ใช้ขึงสายไฟฟ้าที่ระยะห่างมากๆ ได้ ใช้ในงานเดินสายไฟบริเวณชายทะเล

ค. สายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก เป็นสายอะลูมิเนียมตีเกลียวที่มีสายเหล็กอยู่ตรงกลาง ทำให้รับแรงดึงได้สูงขึ้น จึงนิยมใช้อะลูมิเนียมแกนเหล็กกับสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ที่มีระยะห่างของช่วงเสายาวมากๆ เช่น เสาโครงเหล็ก เป็นต้น โดยที่สายอะลูมิเนียมแกนเหล็กจะไม่ถูกนำไปใช้งานในบริเวณชายทะเล เพราะไอของเกลือจะเกิดการกัดกร่อนสายไฟฟ้า ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

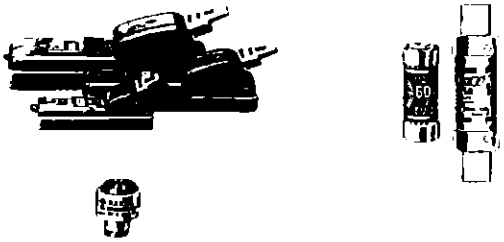
ง. สายอะลูมิเนียมแกนเหล็กผสมโลหะ เป็นสายไฟฟ้าแรงสูงที่คล้ายกับสายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก แต่รับแรงดึงได้น้อยกว่า

2.5.3 สวิตช์ไฟฟ้า

สวิตช์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า และทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้ไฟฟ้า ถ้าเป็นชนิดที่ออกแบบโดยใช้ความร้อน และแม่เหล็กควบคุม เมื่อเกิดการลัดวงจรหรือการใช้ไฟฟ้ามากเกินไปในวงจร ก็สามารถที่จะตัดวงจรไฟฟ้าได้ สวิตช์ไฟฟ้ามีการใช้งานกันหลายแบบ ได้แก่

2.5.3.1 ฟิวส์ (Fuse)

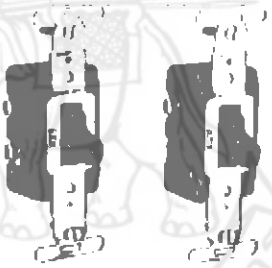
ฟิวส์ทำหน้าที่เป็นตัวตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อเกิดการลัดวงจรหรือมีกระแสไฟฟ้าไหลมากผิดปกติในวงจร ซึ่งมีการใช้งานหลายชนิด ได้แก่ ฟิวส์ลวดตะกั่ว ฟิวส์กระบอก และฟิวส์ใบมีด แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของฟิวส์
ที่มา : บุญธรรม ภัทราจารุกุล, วัสดุช่าง

2.5.3.2 ทอกเกิลสวิตช์ (Toggle Switch)

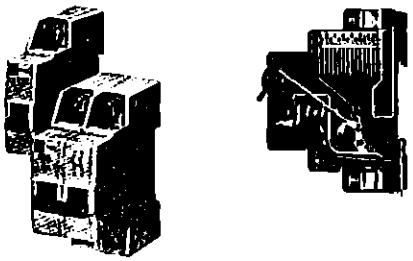
ทอกเกิล เป็นสวิตช์เปิด - ปิดธรรมดาที่ใช้ในงานไฟฟ้าทั่วๆ ไป ในอาคารบ้านเรือน และโรงงาน ส่วนมากจะใช้กับพัดลม หลอดไฟ เครื่องเจาะ หินเจียระไน หรือกับโหลดที่ไม่มากนัก เมื่อเกิดการลัดวงจร หรือใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไปในวงจร จะไม่สามารถตัดวงจรไฟฟ้าเองได้ แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของทอกเกิลสวิตช์
ที่มา : บุญธรรม ภัทราจารุกุล, วัสดุช่าง

2.5.3.3 เบรกเกอร์ (Breaker)

เบรกเกอร์ เป็นสวิตช์เปิด - ปิดที่ใช้ในงานไฟฟ้าทั่วๆ ไป มีคุณภาพใช้งานสูง เพราะว่าเบรกเกอร์นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด – ปิดวงจรไฟฟ้าแล้ว ยังสามารถควบคุม และป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินในวงจร หรือการลัดวงจรได้ ทำงานโดยอาศัยความร้อน และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้ว วงจรยังสามารถใช้งานได้อีก แสดงดังรูปที่ 2.15



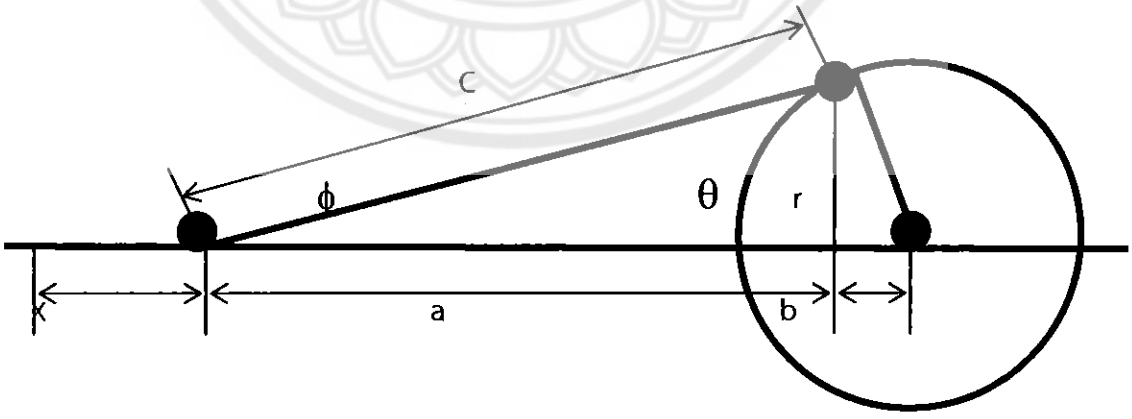
รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะของเบรกเกอร์
ที่มา : บุญธรรม ภัทราจารุกุล, วัสดุช่าง

2.5.3.4 ลิมิตสวิตช์ (Limit Swltch)

ลิมิตสวิตช์ เป็นสวิตช์เปิด - ปิดวงจร โดยปกติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ปกติ (NO) และปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ เมื่อหน้าสัมผัสไม่ต่อถึงกัน กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถไหลผ่านได้ และตำแหน่งทำงานเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมากด ลิมิตสวิตช์ ทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิมิตสวิตช์ กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน

2.6 ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา

ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ ที่มีการหมุน หรือย้อนซ้ำกลับมาที่จุดเดิม เช่น การทำงานของระบบข้อเหวี่ยง และการแกว่งของลูกตุ้ม เป็นต้น ลักษณะการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาแสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะของการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา
ที่มา : http://images.ate25.multiply.multiplycontent.com/journal
(สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 2555)

โดยที่

X = ระยะเคลื่อนที่จากศูนย์บน (มิลลิเมตร)

R = รัศมี (มิลลิเมตร)

C = ความยาวก้าน (มิลลิเมตร)

ϕ = มุมเอียงก้าน (องศา)

θ = อัตราส่วนของก้าน C/R

สูตรการคำนวณระยะเคลื่อนที่

$$X = C(1 - \cos\phi) + R(1 - \cos\phi) \text{ มิลลิเมตร} \quad (2.1)$$

2.7 กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน

ความโน้มถ่วง หรือแรงโน้มถ่วง ในทางฟิสิกส์ คือ แรงที่กระทำระหว่างมวล แรงโน้มถ่วงเป็นหนึ่งในสี่แรงหลัก ซึ่งประกอบด้วย แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์แบบอ่อน และแรงนิวเคลียร์แบบเข้ม ในจำนวนแรงทั้งสี่แรงหลัก แรงโน้มถ่วงมีค่าน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าแรงโน้มถ่วงจะเป็นแรงที่เราไม่สามารถรับรู้ได้มากนัก เพราะความเบาบางของแรงที่กระทำต่อเรา แต่เป็นแรงเดียวที่ยึดเหนี่ยวเราไว้กับพื้นโลก แรงโน้มถ่วงมีความแรงแปรผันตรงกับมวล และแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง ไม่มีการลดทอนหรือถูกดูดซับเนื่องจากมวลใดๆ ทำให้แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่สำคัญมากในการยึดเหนี่ยวเอกภาพไว้ด้วยกัน

2.8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ ผลรวมของค่าสังเกต หรือค่าของตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจทุกค่าของข้อมูล แล้วหารด้วยจำนวนตัวอย่างของข้อมูล

สูตร $$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n} \quad (2.2)$$

เมื่อ xi แทนค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i

n แทนจำนวนตัวอย่างข้อมูล

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 เครื่องขอดเกล็ดปลา

จากงานวิจัยของนายภูมินทร์ บุญราศี และคณะ (2552) ได้ทำการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลา เพื่อช่วยลดเวลาในการขอดเกล็ดปลาช่อน ทำให้รวดเร็วและสะดวกมากขึ้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน ปรากฏว่าผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยการสร้างเครื่องขอดเกล็ดปลานั้น มีกลไกการทำงาน โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลัง ทำให้ตะแกรงรูกลมทำงาน ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า และสามารถตั้งเวลาได้

2.9.2 กังหันลมพลังงานธรรมชาติ

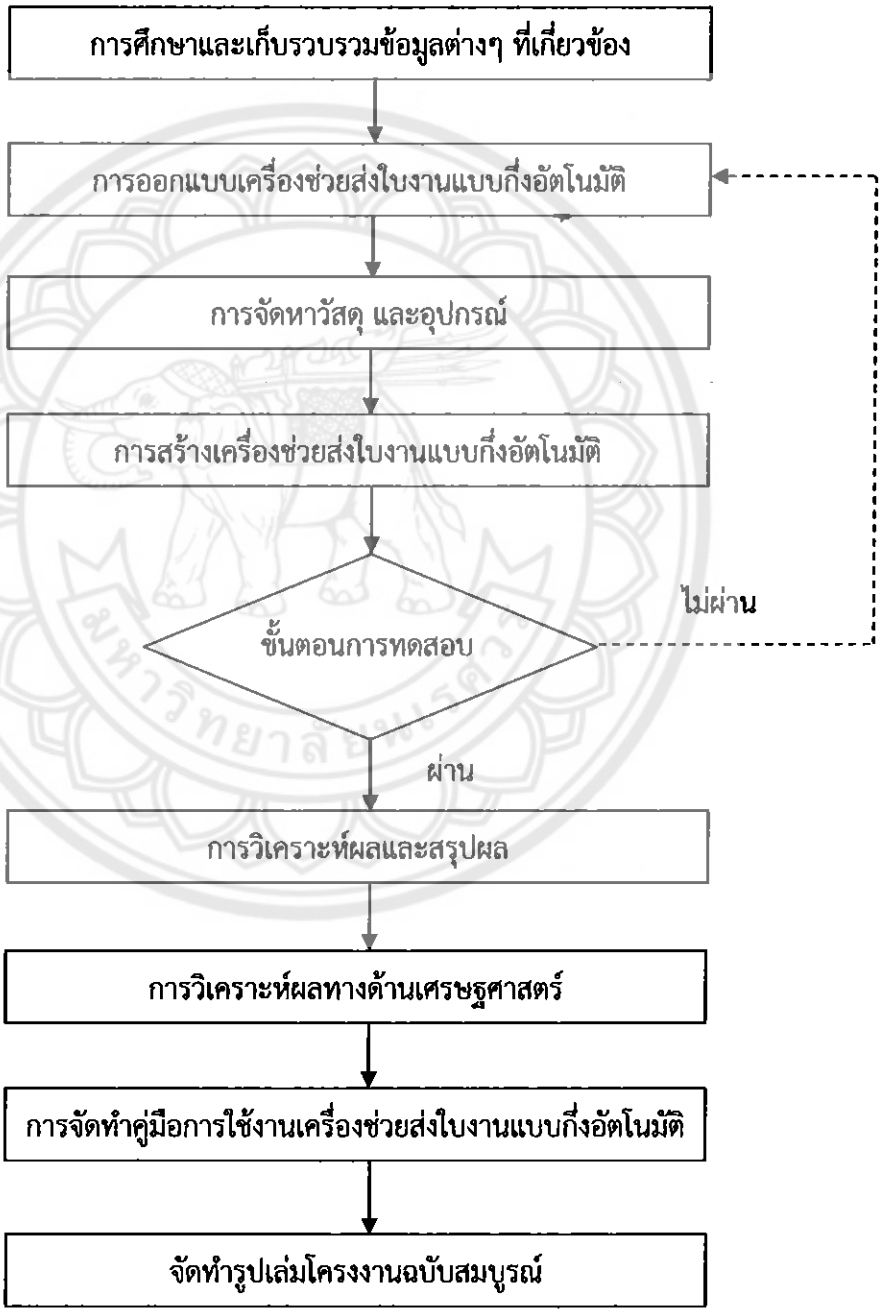
จากงานวิจัยของนายธนาวุฒิ ไชยลังกา และคณะ (2552) ได้ทำการสร้างกังหันลมธรรมชาติ เพื่อใช้ในการปั๊มน้ำเพื่อการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะลดการใช้พลังงาน หลักการที่ใช้คือ การใช้พลังงานลมที่มีอยู่ทั่วไป มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเกษตร โดยกังหันลมที่ทำการสร้างเน้นให้ขนาดใบพัด มีความเหมาะสมกับแรงลมในพื้นที่ รวมถึงคำนึงในส่วนของแรงบิด และงานที่ได้ด้วย มีการออกแบบฐานให้มีความกว้างไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของใบกังหัน เพื่อถ่วงสมดุลให้กังหันลมสามารถตั้งตรงได้ และไม่ล้ม

2.9.3 เครื่องเก็บและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก

จากงานวิจัยของนายกฤษดา แก้วดวงสี และคณะ (2551) ที่ได้ทำการสร้างเครื่องเก็บและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก ที่มีความสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเก็บ และแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกบนลานตากได้ เพื่อช่วยให้เกษตรกรได้ลดเวลา ลดแรงงาน และเพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกที่ดี มีคุณภาพที่เหมาะสมที่จะนำไปเพาะปลูก โดยการนำความรู้ด้านเครื่องจักรกลการเกษตร รวมไปถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ โดยทำการแยกออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนของการเก็บเมล็ดข้าวเปลือกจากลาน ส่วนของการลำเลียงข้าวปลูกเข้าเครื่องคัดแยก และส่วนของการแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก ซึ่งกลไกการทำงานจะใช้สายพานพลูเล่ย์ เป็นตัวส่งกำลังจากเครื่องยนต์รถไถเดินตาม โดยใช้การเดินไปข้างหน้าเพื่อดันตัวรางให้เก็บข้าวบนลาน แล้วส่งต่อให้เกลียวหมุน เพื่อส่งไปยังเครื่องคัดแยกด้วยท่อต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

วิธีการดำเนินโครงงาน เป็นการวางแผนการทำโครงงานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล จนถึงสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติได้สำเร็จ รวมไปถึงการจัดทำรูปเล่มโครงงาน โดยแสดงแผนผังการดำเนินโครงงานดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาส่วนประกอบและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล จะเริ่มจากการวิเคราะห์ถึงปัญหา เพื่อมองหาสาเหตุของปัญหานั้นๆ เมื่อพบปัญหาแล้ว จึงทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

3.1.1 วิเคราะห์ปัญหา

3.1.1.1 จากการสังเกตการณ์

สังเกตการณ์พิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ในปีการศึกษา 2554 เพื่อเก็บข้อมูลทางสถิติ รวมถึงขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติต่างๆ ในส่วนของการเอางาน

3.1.1.2 จากการสำรวจ

สำรวจความคิดเห็นของบุคลากรที่เป็นผู้ฝึกซ้อมให้กับบัณฑิต โดยการทำแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำผลที่ได้มาใช้เป็นขอบเขตในการออกแบบเครื่อง เพื่อให้เครื่องที่สร้างสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

3.1.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เมื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาออกมาแล้ว จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบส่วนต่างๆ ของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติให้สามารถเคลื่อนที่ ปรับระดับความสูง และส่งใบงานได้

3.2 การออกแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ในการแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของตัวเครื่อง และส่วนของระบบการทำงาน

3.2.1 การออกแบบในส่วนของตัวเครื่อง

ทำการออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนที่ และปรับระดับความสูงให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้ใช้งานได้ โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และความสะดวกต่อการซ่อมบำรุง

3.2.2 การออกแบบในส่วนของระบบการทำงาน

ระบบการทำงานของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ มีด้วยกัน 5 ส่วน คือ

3.2.2.1 ระบบส่งกำลัง

ในระบบส่งกำลังจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวส่งกำลัง และทำการออกแบบให้เครื่องทำงาน โดยใช้สวิตช์เป็นตัวสั่งการ คือ เมื่อมีน้ำหนักของใบงานกดทับบนก้านสวิตช์ สวิตช์จะสั่ง

การให้มอเตอร์หยุดการทำงาน และเมื่อมีการดึงใบงานออก ทำให้ไม่มีน้ำหนักกดทับบนก้านสวิตช์ สวิตช์จะสั่งการให้มอเตอร์หมุน 1 รอบ ส่งผลให้ข้อเหวี่ยงดันแผ่นใบงานออกมา

3.2.2.2 ระบบบรรจุใบงาน

ทำการออกแบบให้มีการบรรจุใบงานจากด้านบนของตัวเครื่อง แล้วใช้หลักการแรงโน้มถ่วงของนิวตัน เพื่อทำให้ใบงานมีการเลื่อนลง แทนที่ใบเดิมที่ถูกดึงออกไป

3.2.2.3 ระบบดันใบงาน

ใช้ข้อเหวี่ยงเป็นตัวดันใบงาน โดยทำการออกแบบให้ตัวข้อเหวี่ยงมีมุมเอียง และระยะความยาวของข้อเหวี่ยงที่เหมาะสม โดยใช้ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา และใช้สวิตช์เป็นตัวตรวจสอบการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของข้อเหวี่ยง เพื่อความต่อเนื่องในการทำงานของระบบส่งกำลัง ระบบบรรจุใบงาน และระบบดันใบงาน

3.2.2.4 ระบบนับจำนวน

ในการนับจำนวนใบงานที่ถูกดึงออกไป จะใช้การต่อวงจรนับจำนวนเข้ากับลิมิตสวิตช์ เพื่อใช้การเคลื่อนที่ขึ้น - ลงของก้านกระทุ้งในลิมิตสวิตช์เป็นตัวนับจำนวนใบงาน

3.2.2.5 ระบบความปลอดภัย

ทำการออกแบบให้มีอุปกรณ์เสริม เพื่อสร้างความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

3.3 การจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์

3.3.1 พิจารณาเลือกวัสดุ และอุปกรณ์

ทำการพิจารณาเลือกวัสดุ และอุปกรณ์ เพื่อที่จะนำมาสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยพิจารณาถึงสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท คือ คุณภาพตามการใช้งาน ความเหมาะสม ราคา ซึ่งจะเน้นวัสดุที่หาง่าย และวัสดุเหลือใช้

3.3.2 จัดซื้อ จัดหาวัสดุ และอุปกรณ์

ทำการจัดซื้อ จัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ ตลอดจนการเปรียบเทียบราคา เพื่อหาร้านที่จะซื้อวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ

3.4 การสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

เมื่อได้ออกแบบ และจัดหาวัสดุ อุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว จึงทำการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้

3.5 การทดสอบและการปรับปรุง แก้ไข เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

3.5.1 การทดสอบ

3.5.1.1 ทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์

ทำการทดลองการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ จากกลุ่มคนตัวอย่าง อย่างน้อย 10 คน แล้วทำการบันทึกผล โดยทำการทดสอบด้วยสถานการณ์จำลอง อย่างน้อย 2 ครั้ง

3.5.1.2 ทดสอบจากสถานการณ์จริง

ทำการทดลองการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ในพิธีฝึกซ้อมพระราชทานปริญญาบัตร ประจำปีการศึกษา 2555 แล้วทำการบันทึกผล

3.5.2 ปรับปรุง แก้ไขจุดที่บกพร่องของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ทำการตรวจสอบจุดที่ส่งผลให้เกิดปัญหาในการทำงาน แล้วทำการปรับปรุง แก้ไขในส่วนที่บกพร่องดังกล่าว เพื่อให้เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบเอาไว้

3.6 การวิเคราะห์และสรุปผล

ทำการวิเคราะห์ผล โดยทำการประเมินผลจากแบบประเมินความพึงพอใจของบุคลากรผู้ช่วยฝึกซ้อม และแบบประเมินความพึงพอใจของบัณฑิตที่เข้ารับการฝึกซ้อมพระราชทานปริญญาบัตร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการหาร้อยละความพึงพอใจ จากนั้นทำการสรุปผล หาข้อดี - ข้อเสียของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

3.7 การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะทำการวิเคราะห์ต้นทุนรวมในการสร้างเครื่องส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

3.8 การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

จัดทำคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานเครื่องอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งาน

3.9 การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

จากการที่ผู้จัดทำโครงงานได้ดำเนินโครงงานตามแผนการดำเนินโครงงาน ในหัวข้อที่ 3.1 - 3.8 ได้ผลการดำเนินโครงงาน ดังนี้

4.1 ศึกษาส่วนประกอบและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ทำการเก็บและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร ขั้นตอน วิธีการปฏิบัติ รวมถึงข้อมูลทางสถิติ จากการสังเกตการณ์พิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในปี 2554 จากนั้นจึงทำการศึกษาข้อมูล ส่วนที่จะใช้ในการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เช่น ส่วนของระบบส่งกำลัง ส่วนของระบบบรรจุใบงาน และส่วนของระบบดันใบงาน

4.2 การออกแบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

การออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.2.1 การออกแบบในส่วนของตัวเครื่อง

การออกแบบในส่วนของตัวเครื่อง ได้ทำการพิจารณาเลือกไม้โครงสร้าง ซึ่งเป็นไม้ทางวิศวกรรมที่เกิดจากการดัดแปลงเศษไม้ และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียดการเปรียบเทียบสมบัติของไม้ทางวิศวกรรม ดังตารางที่ 4.1

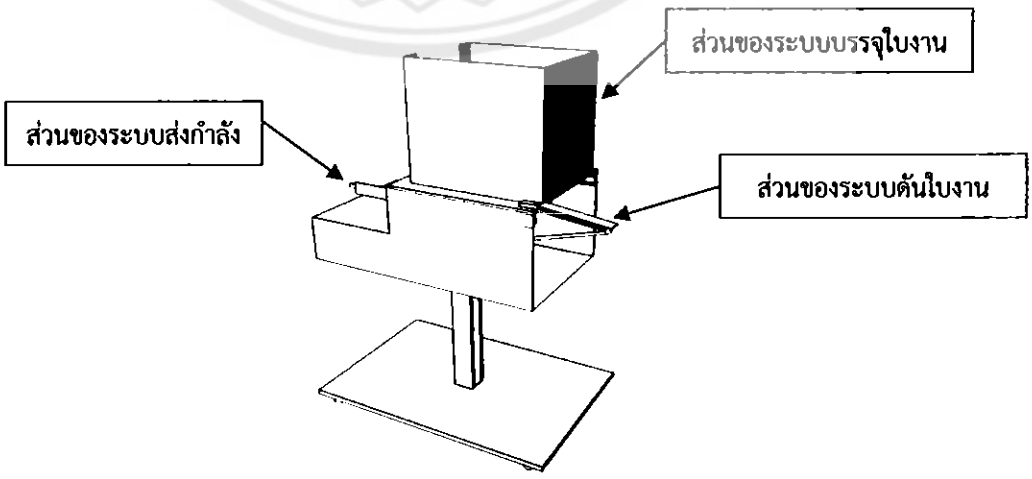
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของไม้ทางวิศวกรรม

ชนิดของไม้	สมบัติ	
	ข้อดี	ข้อเสีย
ไม้อัด	1. มีน้ำหนักเบา 2. มีความหนาแน่นปานกลาง 3. หาซื้อได้ง่าย 4. ราคาถูก	1. มีความแข็งแรงปานกลาง 2. เนื้อไม้เห็นเป็นชั้นของเศษไม้เรียงประกอบกันอยู่อย่างชัดเจน 3. ไม่ทนความร้อน
เอ็มดีเอฟ (MDF)	1. มีความหนาแน่นสูง 2. เนื้อไม้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน	1. ไม่ทนต่อความชื้น 2. ราคาแพง, น้ำหนักมาก

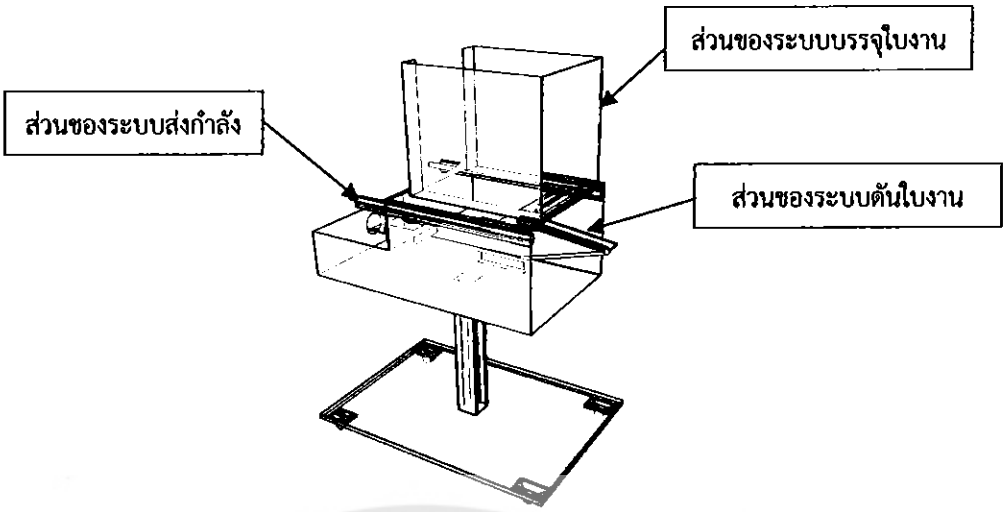
ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของไม้ทางวิศวกรรม

ชนิดของไม้	สมบัติ	
	ข้อดี	ข้อเสีย
ฮาร์ดบอร์ด (HDF)	1. มีความหนาแน่นสูงมาก 2. มีความแข็งแรงสูง 3. เนื้อไม้มีความละเอียดมาก 4. ไม่ใช้วัสดุประสาน	1. มีน้ำหนักมาก 2. ราคาแพง
ก๊อกบอร์ด	1. มีน้ำหนักเบา 2. น้ำซึมผ่านไม่ได้, ทนต่อความชื้น 3. สามารถลอยตัวในน้ำได้	1. มีความแข็งแรงน้อย 2. หาซื้อได้ยาก 3. ราคาแพง
ปาติเกิลบอร์ด	1. มีน้ำหนักเบามาก 2. มีความหนาแน่นปานกลาง 3. ราคาถูก	1. เนื้อไม้หยาบ เพราะทำจากเศษไม้ชิ้นใหญ่ 2. มีความแข็งแรงน้อย 3. ไม่ทนต่อความชื้น

จากตารางการเปรียบเทียบสมบัติของไม้ทางวิศวกรรม สรุปได้ว่า **ไม้อัดเป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุด** ในการนำมาทำโครงสร้างของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ **เพราะการทำงานของ**เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องใช้ไม้ที่มีความแข็งแรงมาก **เนื่องจากแผ่นใบงาน**ที่ใช้ในการซ้อมมีน้ำหนักเบา รวมถึงส่วนประกอบต่างๆ ในการสร้างเครื่องช่วย**ส่งใบงานแบบกึ่งอัต**โนมัติมีไม่มาก ความต้องการความแข็งแรงจึงอยู่ในระดับปานกลาง จึงควรเลือก**ใช้วัสดุที่มีความพอดี**กับความต้องการ ราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย ซึ่งลักษณะโครงสร้างของเครื่องช่วย**ส่งใบงานแบบกึ่งอัต**โนมัติภายนอกและภายใน แสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 4.1 โครงสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติภายนอก



รูปที่ 4.2 โครงสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติภายใน

4.2.2 การออกแบบในส่วนของระบบการทำงาน

ระบบการทำงานของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ มีด้วยกัน 5 ส่วน ดังนี้

4.2.2.1 การออกแบบระบบส่งกำลัง

ก. มอเตอร์

ในการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัตินี้ได้เลือกมอเตอร์ปัดน้ำฝน เพราะว่ามีสมบัติในการปรับความเร็วรอบได้ และมีความเร็วรอบที่คงที่ เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งมีข้อดี - ข้อเสีย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อดี - ข้อเสียของมอเตอร์ปัดน้ำฝน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความเร็วรอบคงที่ 2. ปรับความเร็วรอบได้ 3. ขนาดไม่ใหญ่มาก ติดตั้งสะดวก	1. มอเตอร์มีกำลังไฟฟ้าไม่มาก 2. ใช้ไฟในการขับมอเตอร์มาก

ข. ลิมิตสวิตช์

ลิมิตสวิตช์มีอยู่หลายแบบ ทั้งแบบลูกกลิ้ง และแบบก้านกระทุ้งธรรมดา แต่สำหรับการใช้งานของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ต้องใช้ลิมิตสวิตช์ที่มีหน้าสัมผัสมากๆ จึงได้เลือกลิมิตสวิตช์ที่เป็นแบบก้านกระทุ้งธรรมดา ซึ่งมีข้อดี - ข้อเสีย ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อดี - ข้อเสียของลิมิตสวิตช์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ติดตั้งง่าย สะดวกต่อการใช้งาน 2. ไม่ต้องมีไฟเลี้ยงวงจรในการทำงาน 3. การทำงานเชื่อถือได้ มีความแม่นยำในการทำงาน 4. ราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่น	1. ความเร็วในการตรวจจับน้อย 2. เป็นหน้าสัมผัสทางกล มีอายุการใช้งานค่อนข้างต่ำ

ค. แบตเตอรี่

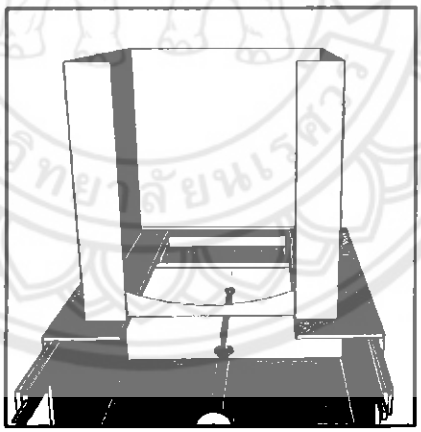
การเลือกใช้แบตเตอรี่นั้น ได้เลือกแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เพราะให้ไฟมากพอสำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ในการดันใบงาน แต่มีข้อเสีย คือ มีน้ำหนักมาก

4.2.2.2 การออกแบบระบบบรรจุใบงาน

ในระบบการบรรจุใบงาน ออกแบบโดยใช้หลักการแรงโน้มถ่วงของนิวตัน แสดงดังรูปที่ 4.3 ซึ่งมีข้อดี - ข้อเสียต่างๆ ดังนี้

ข้อดี คือ ไม่ซับซ้อน และประหยัด

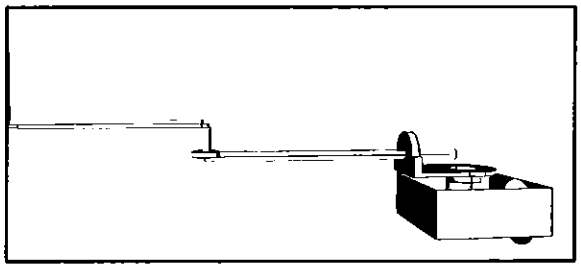
ข้อเสีย คือ ต้องควบคุมเรื่องน้ำหนักของใบงานที่ซ้อนกัน



รูปที่ 4.3 ระบบบรรจุใบงาน

4.2.2.3 การออกแบบระบบดันใบงาน

ระบบดันใบงาน ออกแบบโดยใช้ข้อเหวี่ยงที่มีขนาดความยาวรวมทั้งหมด 35 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับระยะการดันใบงาน ทำให้ใบงานไม่ยื่นออกมานอกตัวเครื่องมากเกินระยะที่ตั้งไว้ ชุดข้อเหวี่ยงจะทำจากสกรูเกลียวปล่อยเชื่อมติดกับตลับลูกปืน เพื่อทำให้มีการปรับระยะแขนของข้อเหวี่ยงได้ โดยติดตั้งชุดข้อเหวี่ยงเข้ากับตัวของมอเตอร์ และจะทำงานโดยการหมุนรอบมอเตอร์ ทำให้แขนของข้อเหวี่ยงเป็นตัวดันใบงานออกไป ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ชุดข้อเหวี่ยง

4.2.2.4 การออกแบบระบบนับจำนวน

ในการนับจำนวนใบงานที่ถูกดึงออก จะเลือกใช้วงจรนับจำนวนที่สามารถนำมาต่อเข้ากับลิมิตสวิตช์ได้ และต้องการให้มีการแสดงผลเป็นตัวเลข เพื่อใช้ในการบันทึกค่าทางสถิติ

4.2.2.5 การออกแบบระบบความปลอดภัย

ในส่วนของระบบความปลอดภัยนี้ จะออกแบบ 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนฝาครอบมอเตอร์

ข. ส่วนฝาปิดช่องใส่แบตเตอรี่

ค. ส่วนป้องกันสายไฟ

เมื่อทำการออกแบบ เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์แล้ว คณะผู้จัดทำได้ทำการเขียนแบบ เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก

4.3 การจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์

จากการพิจารณา ตามหลักการออกแบบของเครื่องส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ในหัวข้อ 4.2 แล้วจึงทำการสำรวจ และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงาน เมื่อได้วัสดุแล้วจึงนำมาสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

4.4 การสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

4.4.1 การสร้างในส่วนตัวเครื่อง

การสร้างในส่วนของตัวเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ตัวเครื่องส่วนบน ตัวเครื่องส่วนล่าง และตัวปรับระยะความสูง

4.4.1.1 ตัวเครื่องส่วนบน

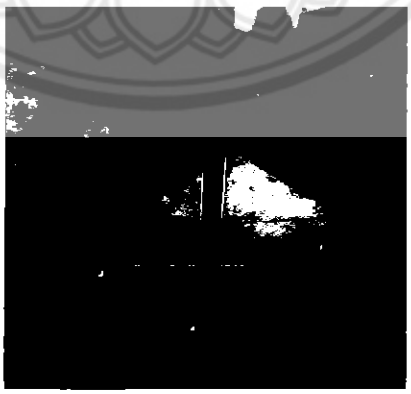
ในส่วนตัวเครื่องส่วนบน สร้างโดยการตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และ ตัดไม้อัดขนาดหนา 1 เซนติเมตร กว้าง 30

เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น จากนั้นตัดไม้อัดตามที่ออกแบบไว้ และนำมาประกอบกันโดยการยึดสกรู ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ตัวเครื่องส่วนบน

4.4.1.2 ตัวเครื่องส่วนล่าง

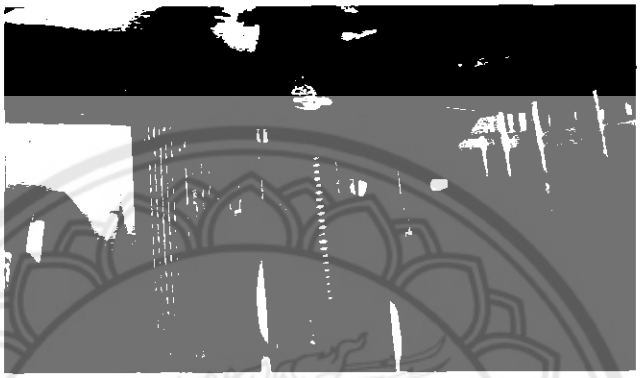
ในส่วนตัวเครื่องส่วนล่าง สร้างโดยการตัดเหล็กกล่องขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร 2 แท่ง ยาว 40 เซนติเมตร 1 แท่ง และยาว 36 เซนติเมตร 2 แท่ง และนำทั้งหมดมาเชื่อมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นฐาน จากนั้นนำเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 36 เซนติเมตร มาเชื่อมบริเวณกลางฐาน จากนั้นนำล้อที่จัดซื้อมาจำนวน 4 ล้อ มาประกอบเข้ากับฐานเหล็ก โดยทำการเจาะรู และยึดน็อต ทั้ง 4 ด้าน จากนั้นนำเหล็กกล่องขนาดกว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 63 เซนติเมตร มาเชื่อมบริเวณกลางฐาน เพื่อทำเป็นเสาปรับระยะความสูง และตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางแล้วนำมาสวมเข้ากับฐานเหล็ก ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ตัวเครื่องส่วนล่าง

4.4.1.3 ตัวปรับระยะความสูง

ในส่วนตัวปรับระยะความสูง สร้างโดยการนำเหล็กเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 40 เซนติเมตร นำไปเชาะร่องด้วยเครื่องกัด โดยร่องมีความกว้าง 1 เซนติเมตร ลึก 1 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร จากนั้นตัดเหล็กแผ่นบางขนาด กว้าง 23 เซนติเมตร ยาว 34.5 เซนติเมตร เชื่อมเข้ากับหัวน็อต และเหล็กเส้นจำนวน 4 เส้น จากนั้นนำมาประกอบเข้ากับเหล็กเกลียว จากนั้นนำตัวปรับระยะความสูง มาสวมเข้ากับเสาเหล็กปรับระยะ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ตัวปรับระยะความสูง

4.4.2 การสร้างระบบส่งกำลัง

ในระบบส่งกำลัง ใช้แบตเตอรี่ 12 โวลต์ จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ปัดน้ำฝน ที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ 2 ระดับ ในการสร้างจะนำตัวมอเตอร์ปัดน้ำฝนที่จัดซื้อ มาประกอบเข้ากับไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ประกอบโดยการยึดน็อต ดังรูปที่ 4.8 จากนั้นสร้างชุดข้อเหวี่ยง โดยนำเหล็กเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 14 เซนติเมตร และยาว 21 เซนติเมตร อย่างละ 1 เส้น มาเชื่อมติดกับตลับลูกปืน เมื่อเสร็จแล้วนำชุดข้อเหวี่ยงที่ได้มาประกอบกับแกนหมุนของมอเตอร์ ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.8 มอเตอร์เมื่อประกอบเข้ากับไม้อัด

รูปที่ 4.9 การต่อเหวี่ยงเข้ากับแกนหมุนมอเตอร์

4.4.3 การสร้างระบบบรรจุใบงาน

ในการสร้างระบบบรรจุใบงาน เราจะสร้างให้สามารถบรรจุใบงานเพิ่มได้ตลอดเวลา ทำให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ต้องหยุดเครื่องเพื่อบรรจุใบงาน โดยทำการตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น และขนาดกว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 34.5 จำนวน 1 แผ่น และตัดไม้อัดทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็กอีก 2 แผ่น เพื่อทำเป็นตัวกั้นใบงานด้านหลัง จากนั้นนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยการยึดสกรู ดังรูปที่ 4.10

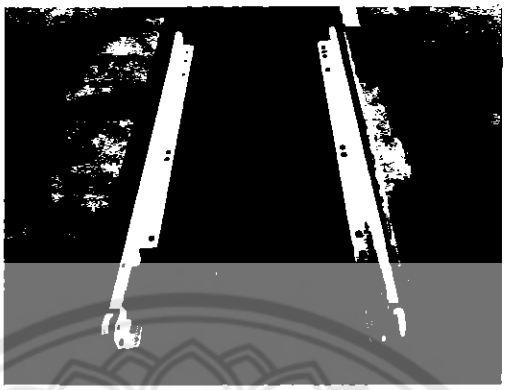
รูปที่ 4.10 ระบบบรรจุใบงาน

4.4.4 การสร้างระบบดันใบงาน

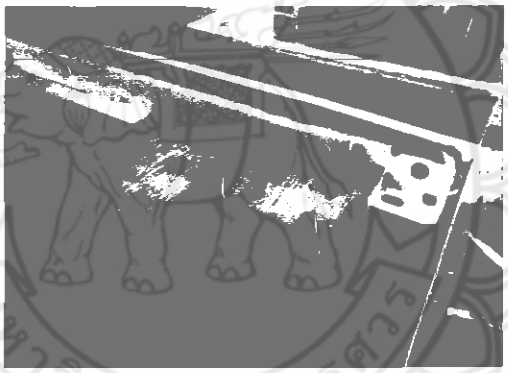
4.4.4.1 ส่วนของตัวดันใบงาน

ในส่วนของตัวดันใบงานเป็นส่วนที่ทำงานร่วมกับชุดข้อเหวี่ยง ทำการสร้างโดยเริ่มจากตัดเหล็กกล่องขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร 1 แท่ง นำมาตัดเป็นรูปทรงที่ออกแบบไว้ จากนั้นตัดไม้อัดทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1 แผ่น และนำเหล็กกล่องที่ตัดไว้ประกอบกับไม้อัด

โดยการยึดสกรู จากนั้นนำมาประกอบเข้ากับรางเลื่อนโดยการยึดสกรู ดังรูปที่ 4.11 จากนั้นนำตัวดันใบงานที่ได้ ประกอบเข้ากับตัวเครื่องโดยการยึดสกรู ดังรูปที่ 4.12 ก็จะได้ระบบดันใบงาน จากนั้นนำระบบดันใบงานประกอบเข้ากับระบบส่งกำลัง จะได้ระบบดันใบงานที่สามารถทำงานได้ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.11 แสดงภาพตัวดันใบงาน



รูปที่ 4.12 ประกอบตัวดันใบงานเข้ากับตัวเครื่อง

รูปที่ 4.13 ระบบดันใบงานที่สามารถทำงานได้

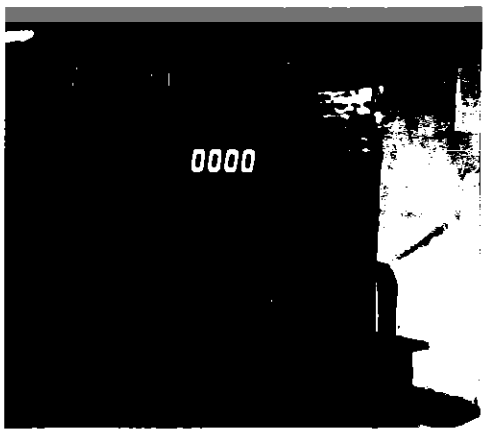
4.4.4.2 ส่วนของแขนประคองใบงาน

ส่วนของแขนประคองใบงาน มีหน้าที่ประคองให้ใบงานอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และเป็นส่วนที่ติดตั้งลิมิตสวิตช์ ที่เป็นสวิตช์ปิด - เปิดการทำงานของมอเตอร์ ในส่วนแขนประคองใบงานสร้างโดย ตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร ตามที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อตัดเสร็จแล้ว นำมาประกอบด้วยกาวร้อน จากนั้นนำส่วนแขนประคองใบงานประกอบเข้ากับตัวเครื่อง โดยการยึดสกรู และนำลิมิตสวิตช์มาติดตั้งเข้ากับแขนประคองใบงาน โดยการยึดสกรูพร้อมทั้งต่อสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ปัดน้ำฝน และสวิตช์ควบคุมการทำงาน ดังรูปที่ 4.14

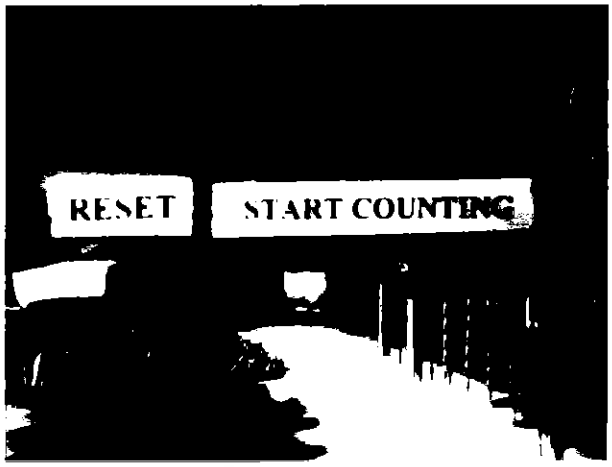
รูปที่ 4.14 แขนประคองใบงานและลิมิตสวิตช์

4.4.5 ระบบนับจำนวน

ในระบบการนับจำนวน จะติดตั้งวงจรนับจำนวนไว้ที่ด้านข้างของตัวเครื่อง เพื่อแสดงตัวเลขที่ได้ทำการนับจำนวน และทำการต่อวงจรให้สามารถเริ่มนับจำนวนใหม่ได้ตลอด ตามความต้องการ ดังรูปที่ 4.15 และ รูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 วงจรนับจำนวน



รูปที่ 4.16 สวิตช์ควบคุมการนับจำนวน

4.4.6 ระบบความปลอดภัย

การสร้างระบบความปลอดภัยนั้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.4.6.1 ส่วนฝาครอบมอเตอร์

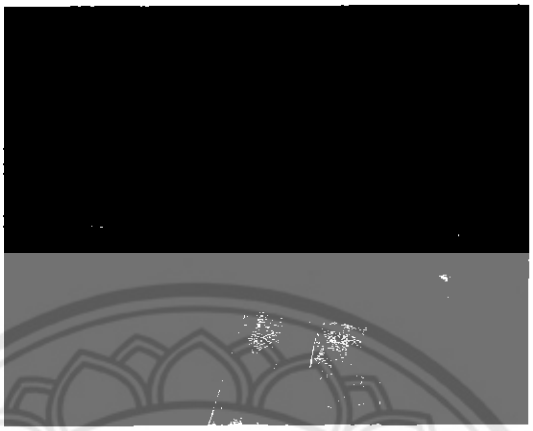
ส่วนฝาครอบมอเตอร์ เป็นส่วนที่ครอบกลไกของมอเตอร์ไว้ เพื่อไม่ให้ข้อเหวี่ยงโดนผู้ใช้งานที่เข้าไปบรรจุใบงานด้านหลังของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ สร้างโดยการตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 21 เซนติเมตร ยาว 37.5 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น แล้วนำมาตัดให้ได้ตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นนำไม้อัดที่ได้มาประกอบเข้าด้วยกัน โดยการยึดสกรู ดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 ฝาครอบมอเตอร์

4.4.6.2 ส่วนฝาปิดช่องใส่แบตเตอรี่

ส่วนฝาปิดช่องใส่แบตเตอรี่ เป็นส่วนที่ใช้ปิดช่องสำหรับเก็บแบตเตอรี่ และสายไฟฟ้า โดยจะใช้แม่เหล็ก เพื่อที่ฝาปิดจะสามารถปิด - เปิดได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดย

จะนำแม่เหล็กที่จัดซื้อ มาติดตั้งในส่วนตัวเครื่อง โดยการยึดสกรูดังรูปที่ 4.18 จากนั้น ตัดไม้อัดขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร กว้าง 22 เซนติเมตร ยาว 28.5 เซนติเมตร แล้วนำมาประกอบกับแผ่นเหล็กที่จัดซื้อมา เพื่อทำเป็นฝาปิดช่องใส่แบตเตอรี่ ดังรูปที่ 4.19

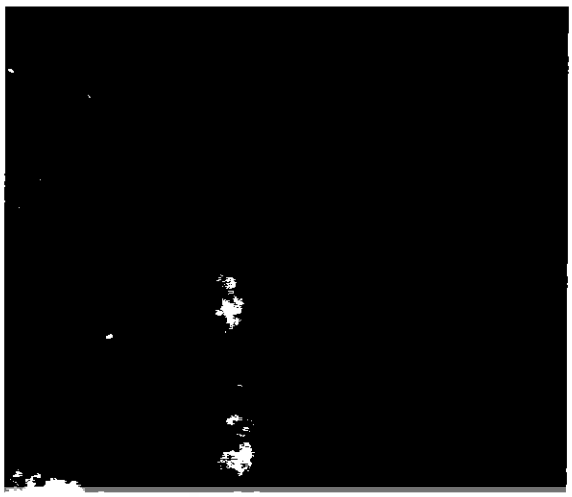


รูปที่ 4.18 แม่เหล็กที่ช่องใส่แบตเตอรี่

รูปที่ 4.19 ฝาปิดช่องใส่แบตเตอรี่

4.4.6.3 ส่วนป้องกันสายไฟ

ส่วนป้องกันสายไฟ เป็นส่วนที่เป็นท่อครอบสายไฟ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ ในการสร้างเริ่มแรกจะทำการรวบรวมสายไฟให้เป็นระเบียบก่อน จากนั้นจะนำท่อครอบมาครอบสายไฟไว้ และยึดสกรูเพื่อให้ท่อครอบ ติดกับตัวเครื่อง ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ท่อครอบสายไฟ

4.4.7 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างสำเร็จ

เมื่อทำการสร้างส่วนต่างๆ ของเครื่องเสร็จแล้ว ก็จะนำมาประกอบ ปรับปรุง และตกแต่งจนสำเร็จเป็นเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.21 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่สร้างสำเร็จ

4.5 การทดสอบและการปรับปรุง แก้ไข เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

4.5.1 ทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์

ทดลองการใช้งานของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง โดยให้นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 300 คนเป็นผู้ทดลองการใช้งานเครื่องโดยทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง และหลังจากทำการทดลองแล้ว พบว่าเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติมีความผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ทำการบันทึกผลความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกความผิดพลาด ครั้งที่ 1

ลำดับที่	ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น	จำนวนความผิดพลาด (ครั้ง)	
		ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2
1	ใบงานออกพร้อมกันสองใบ	9	3
2	ใบงานไม่ออก	4	-

จากตารางที่ 4.4 พบว่ามีความผิดพลาดที่เกิดขึ้น 2 ประการ คือ ใบงานออกพร้อมกันสองใบ และใบงานไม่ออก ซึ่งจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้น คณะผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น พบว่าสาเหตุที่ใบงานออกพร้อมกันสองใบ คือ ส่วนของระบบบรรจุใบงานกับโครงสร้างส่วนบน มีการประกอบที่ไม่แน่นพอ ส่งผลให้ช่องปล่อยใบงานมีระยะสูงขึ้น ใบงานจึงออกมาพร้อมกันสองใบ แก้ปัญหาโดยการสร้างเหล็กยึดระหว่างระบบบรรจุใบงาน และโครงสร้างส่วนบน แล้วใช้สกรูยึดให้แน่น ดังรูปที่ 4.22 และในส่วนของใบงานไม่ออก พบว่ามีสาเหตุมาจากใบงานบางใบมีขนาดกว้างผิดปกติ จึงทำให้ส่วนของความกว้างที่เกินออกไปติดกับขอบของระบบบรรจุใบงาน ใบงานจึงค้างอยู่ในกล่องใส่ใบงาน ซึ่งทำการแก้ปัญหาโดยการตัดใบงานใหม่ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการทุกใบ

รูปที่ 4.22 แสดงเหล็กยึดระหว่างระบบบรรจุใบงาน และโครงสร้างส่วนบน

4.5.2 ทดสอบจากสถานการณ์จริง

ในส่วนนี้ได้ทำการทดลองการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ในพิธีฝึกซ้อมพระราชทานปริญญาบัตร ประจำปีการศึกษา 2555 โดยบัณฑิตจำนวน 616 คน เป็นผู้ทดลองการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง โดยอ้างอิงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 4.1 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานหลังการปรับปรุง แก้ไข และในการทดลองพบว่า มีความผิดพลาดใหม่ที่เพิ่มเข้ามา คือ ระบบนับจำนวน ได้ค่าไม่ตรงตามจำนวนบัณฑิตหรือมีค่ามากกว่าจำนวนบัณฑิตที่ทำการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกความผิดพลาด ครั้งที่ 2

ลำดับที่	ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น	จำนวนความผิดพลาด (ครั้ง)	
		ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2
1	ใบงานออกพร้อมกันสองใบ	-	-
2	ใบงานไม่ออก	-	-
3	ระบบนับจำนวน ได้ค่ามากกว่าปกติ	20	36

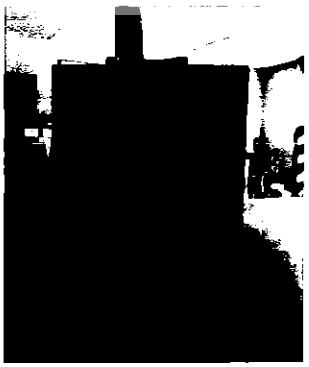
จากตารางที่ 4.5 พบว่าจากการที่มีการปรับปรุงเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อลดความผิดพลาดในเรื่องใบงานออกพร้อมกันสองใบ และใบงานไม่ออก สามารถแก้ไขความผิดพลาดดังกล่าวได้ และมีความผิดพลาดที่เพิ่มมาใหม่ คือ ระบบนับจำนวน ซึ่งได้ค่ามากกว่าปกติ ซึ่งสาเหตุเกิดจากตอนที่บัณฑิตกำลังดึงใบงาน ส่วนปลายของใบงานสัมผัสกับปลายของลิมิตสวิตช์อีกครั้ง ส่งผลให้ค่าการนับจำนวนเพิ่มขึ้น ในการแก้ปัญหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.5.3.3 การปรับปรุงแขนประคองใบงาน

4.5.3 การปรับปรุงเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติหลังการทดสอบ

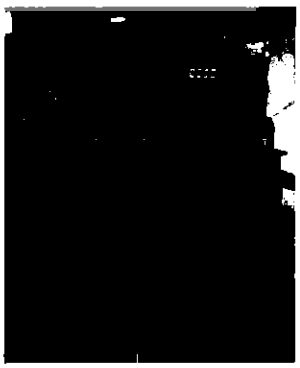
ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการปรับปรุงเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ หลังจากที่ได้ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามความพึงพอใจ และจากการที่เครื่องเกิดความผิดพลาดระหว่างการใช้งาน ซึ่งมีหัวข้อการปรับปรุงดังต่อไปนี้

4.5.3.1 การปรับปรุงระบบนับจำนวน

ก่อนทำการปรับปรุงนั้น ระบบนับจำนวนจะอยู่ด้านหน้าของตัวเครื่อง ซึ่งส่งผลต่อผู้ใช้งาน คือ ผู้ใช้งานจะมองที่ระบบนับจำนวนก่อนการดึงใบงาน ทำให้เกิดความล่าช้า คณะผู้จัดทำจึงเปลี่ยนระบบนับจำนวนมาไว้ที่ด้านข้างของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 4.23 และ รูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 ระบบนับจำนวนก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.24 ระบบนับจำนวนหลังการปรับปรุง

4.5.3.2 การปรับปรุงสีของตัวเครื่อง

การปรับปรุงสีของตัวเครื่อง ในส่วนนี้คณะผู้จัดทำได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เนื่องจากสีมีความไม่สอดคล้องกับสีของคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการทาสีเครื่องใหม่ให้มีความใกล้เคียงกับสีของคณะ ดังรูปที่ 4.25 และ รูปที่ 4.26

รูปที่ 4.25 สีของเครื่องก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 4.26 สีของเครื่องหลังการปรับปรุง

4.5.3.3 การปรับปรุงแขนประคองใบงาน

ในส่วนของแขนประคองใบงาน มีความผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน คือ ระบบนับจำนวนได้นับจำนวนออกมาไม่ตรงตามจำนวนของผู้ใช้งาน เนื่องจากใบงานสัมผัสส่วนปลายของลิมิตสวิตช์ 2 ครั้ง ส่งผลให้ระบบนับจำนวนนับเพิ่มไปด้วย คณะผู้จัดทำจึงทำการปรับปรุงเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นดังรูปที่ 4.27 และ รูปที่ 4.28

รูปที่ 4.27 แขนประคองใบงานก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 4.28 แขนประคองใบงานหลังการปรับปรุง

4.5.3.4 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่เสร็จสมบูรณ์

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนต่างๆ แล้ว จะได้เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่เสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.29

รูปที่ 4.29 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่เสร็จสมบูรณ์

4.6 วิเคราะห์และสรุปผลความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ และสรุปความพึงพอใจ เป็นการนำข้อมูลมาจากแบบประเมินความพึงพอใจ ที่คณะผู้จัดทำ ได้จัดทำขึ้นเพื่อทำการประเมินความพึงพอใจ ในการใช้งานเครื่อง และทำการสรุปค่าความพึงพอใจ ดังตารางที่ 4.6 ในส่วนของข้อมูลจำนวนผู้ที่ทำการประเมินเครื่อง มีดังนี้ คือ บัณฑิตที่ตอบแบบประเมินจำนวน 567 คน อาจารย์ และบุคลากรจำนวน 6 คน รวมผู้ที่ตอบแบบประเมินทั้งสิ้น 573 คน

ตารางที่ 4.6 ตารางการวิเคราะห์ และสรุปผลความพึงพอใจ

ลำดับที่	หัวข้อ	ระดับความพึงใจ					รวม (คน)	ค่าเฉลี่ยคะแนน	ระดับความพึงพอใจ
		5	4	3	2	1			
1	ความเหมาะสมของการใช้งาน	150	331	83	5	4	573	4.08	มาก
2	การใช้งานง่าย และมีความสะดวก	161	340	69	3	0	573	4.15	มาก
3	ช่วยลดความเมื่อยล้าให้ผู้ช่วยฝึกซ้อมได้	272	238	59	3	1	573	4.36	มาก
4	ช่วยลดความผิดพลาดในการซ้อม	155	300	107	10	1	573	4.04	มาก

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ตารางการวิเคราะห์ และสรุปผลความพึงพอใจ

ลำดับที่	หัวข้อ	ระดับความพึงใจ					รวม (คน)	ค่าเฉลี่ยคะแนน	ระดับความพึงพอใจ
		5	4	3	2	1			
5	ระบบการดันมีความเสถียรและต่อเนื่อง	149	315	104	4	1	573	4.06	มาก
6	ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น	178	303	84	7	1	573	4.13	มาก
7	การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง	117	262	174	14	6	573	3.82	ปานกลาง
8	ความปลอดภัยในการใช้งาน	167	318	83	4	1	573	4.13	มาก
9	ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน	172	339	59	2	1	573	4.18	มาก
10	ความต้องการการต่อยอดโครงงานนี้	265	249	50	5	4	573	4.34	มาก
สรุปค่าเฉลี่ยคะแนน และระดับความพึงพอใจ								4.13	มาก

จากการตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ จากผู้ทำการประเมินทั้งหมดจำนวน 573 คน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.13 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยหัวข้อที่ได้รับการประเมินความพึงพอใจที่อยู่ในระดับสูงสุด คือการช่วยลดความเมื่อยล้าของผู้ช่วยฝึกซ้อมซึ่งในหัวข้อนี้ได้ตรงตามเป้าหมาย ที่ทางคณะผู้จัดทำต้องการสร้างเครื่องนี้ขึ้นมา

4.7 การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนรวมในการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงรายการวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/หน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1	สตัดเกลียวตลอด 1 นิ้ว	1	268
2	หัวน็อต 1 นิ้ว	3	48
3	แบตเตอรี่แห้ง 12 โวลต์ 7.5 แอมป์	1	445
4	ตลับลูกปืน #627	3	135
5	ไม้โครงพาราจ๊อย	2	80

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) แสดงรายการวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/หน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
6	ไม้อัดยาง 4*8*10 มิลลิเมตร	1	380
7	สกรูเกลียวปล่อย	30	15
8	สวิตช์โยก ปิด/เปิด	2	70
9	ลิมิตสวิตช์ TM 1701	1	115
10	ลิมิตสวิตช์ ขนาดเล็ก	1	20
11	มอเตอร์ปัดน้ำฝน	1	550
12	เครื่องชาร์จแบตเตอรี่	1	790
13	วงจรนับจำนวน	1	470
14	ชุดรางเลื่อน	1	80
15	เหล็กกล่อง 1.5 นิ้ว ยาว 1 เมตร	1	65
16	เหล็กกล่อง 19 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร	1	89
17	เหล็กเพลาตัน 10 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร	1	30
18	เหล็กเพลาตัน 10 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร	1	30
		รวมทั้งหมด	3,535

จากตารางที่ 4.7 สรุปได้ว่า ราคาต้นทุนวัสดุในการสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ คือ 3,535 บาท

4.8 การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ มีเนื้อหาแสดงในภาคผนวก ข

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษา และรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินโครงงาน และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

การออกแบบและสร้างเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบเครื่อง เพื่อให้ตรงตามเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ ซึ่งเครื่องสามารถใช้ปฏิบัติงานได้จริง โดยได้นำเครื่องไปทำการทดลองในพิธีซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร ความเร็วรอบในการดันใบงาน มีความเร็วเพียงพอต่อการเอางานของบัณฑิต โดยความเร็วในการดันใบงานที่ใช้อยู่ที่ 60 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการซ้อมเฉลี่ยประมาน 32 คนต่อนาที ซึ่งความเร็วในการเอางานขึ้นอยู่กับ การเดินมาเอางานจากเครื่องของบัณฑิต ระบบบรรจุใบงานสามารถทำการบรรจุได้อย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการแทนที่ของใบงาน เครื่องสามารถปรับระยะความสูงขึ้น - ลงได้ โดยสามารถปรับระยะได้ทั้งหมดประมาณ 20 เซนติเมตร เครื่องสามารถเคลื่อนที่ได้บนพื้นที่มีความเรียบ และจากการทดสอบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ มีผู้ทดลองเครื่องทั้งหมด 616 คน ในจำนวนนี้เป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 573 คน มีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานในส่วนการสร้างโครงสร้างส่วนบน ผู้จัดทำได้ใช้ไม้อัด เป็นวัสดุในการสร้าง ซึ่งหาซื้อได้ง่าย และราคาถูก หากผู้ที่สนใจจะพัฒนาโครงงานนี้ และมีงบประมาณเพียงพอ ควรเลือกใช้อลูมิเนียม หรือเหล็ก ในการสร้าง เพราะมีความแข็งแรง คงทนมากกว่าไม้อัด แต่จะมีราคาสูงกว่าไม้อัดมาก

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา แก้วดวงสี และคณะ. (2552). **เครื่องเก็บและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก.** ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

คุณากร พลสาร และคณะ. (2550). **ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ : กรณีศึกษาโรงงานผลิตอิฐมวลเบา.** ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธนาวุฒิ ไชยลังกา และคณะ. (2552). **กังหันลมพลังงานธรรมชาติ.**ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

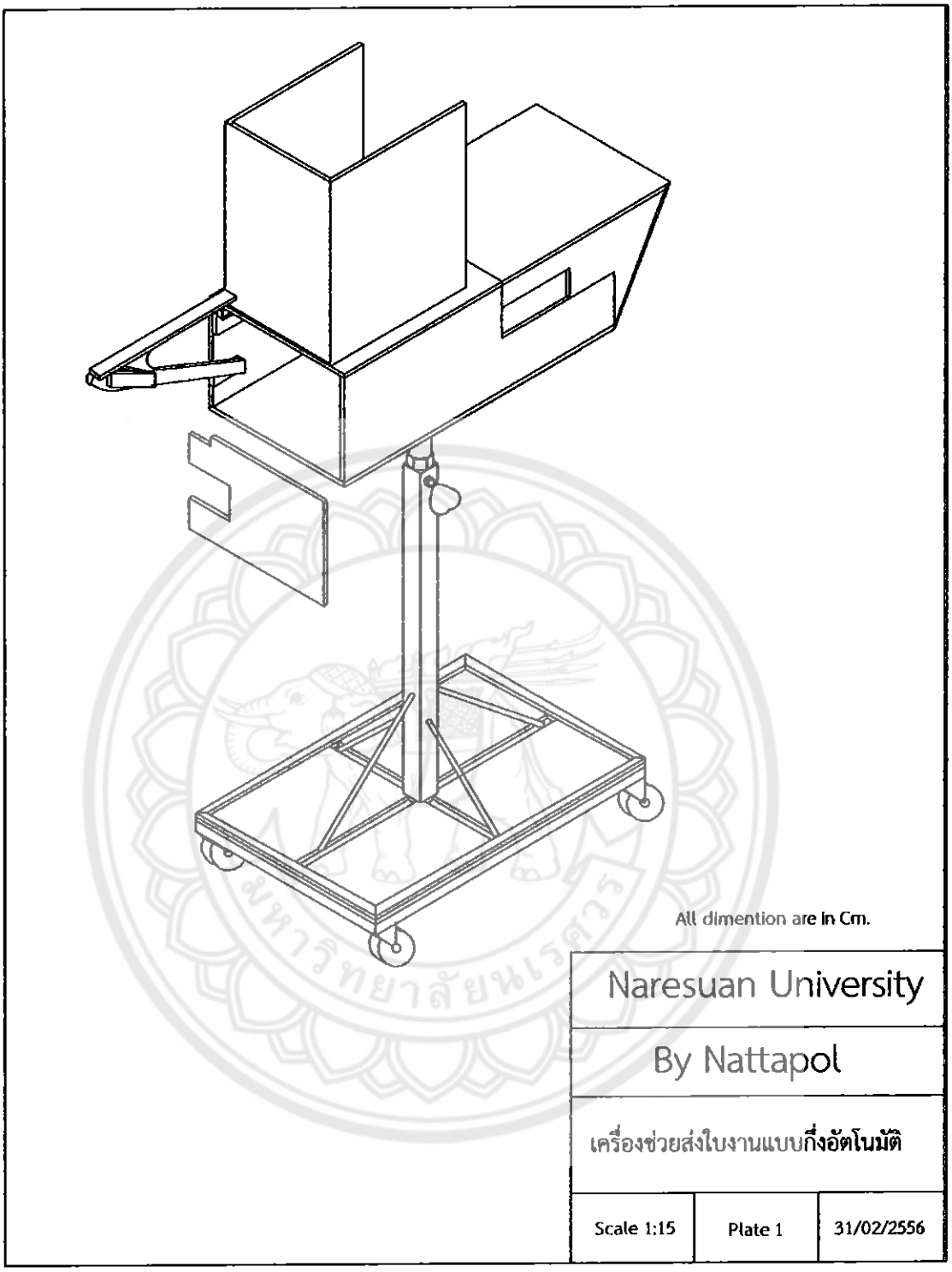
บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2540). **วัสดุช่าง.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ปฏิวัติ หงส์เวียงจันทร์. (2550). **การออกแบบระบบควบคุมเครื่องนับวัตถุโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์.** ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

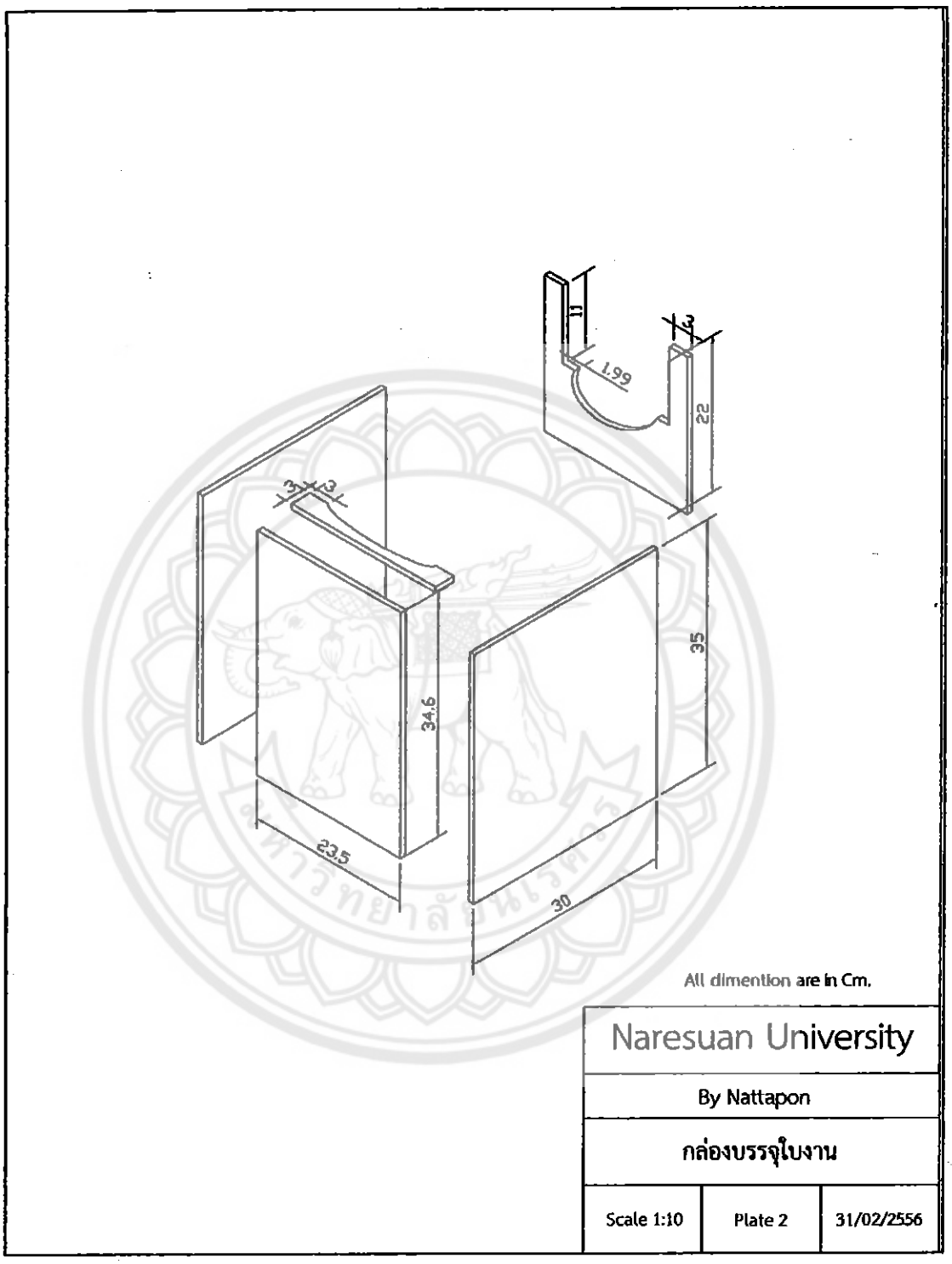
ปริทัศน์ นักธรรม และคณะ. (2548). **เครื่องย่อยเศษอาหารและอบแห้ง. ปริญญานิพนธ์.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมินทร์ บุญราศี และคณะ. (2552). **เครื่องขอดเกล็ดปลา.** ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

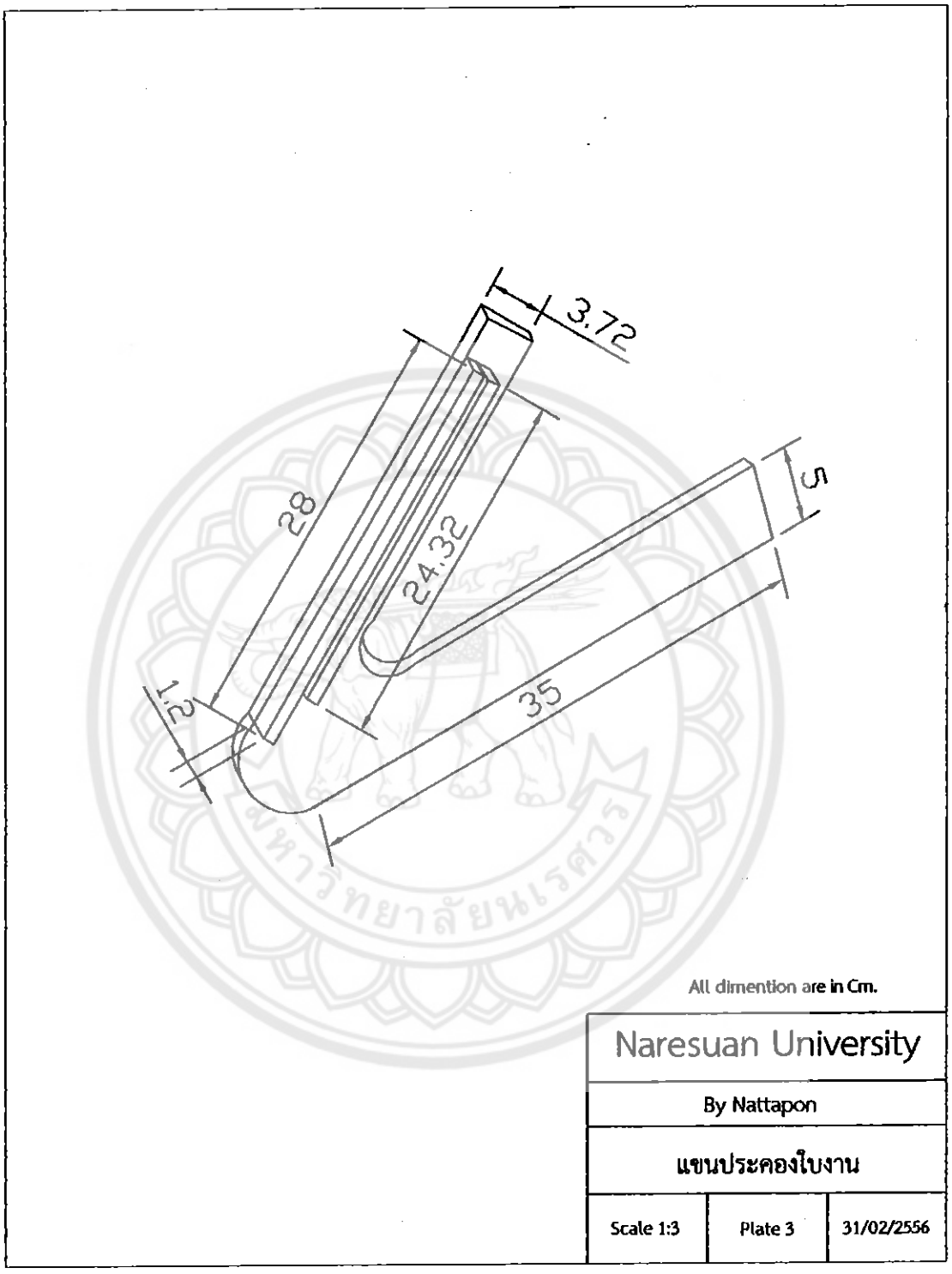
ภาคผนวก ก
แบบเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ



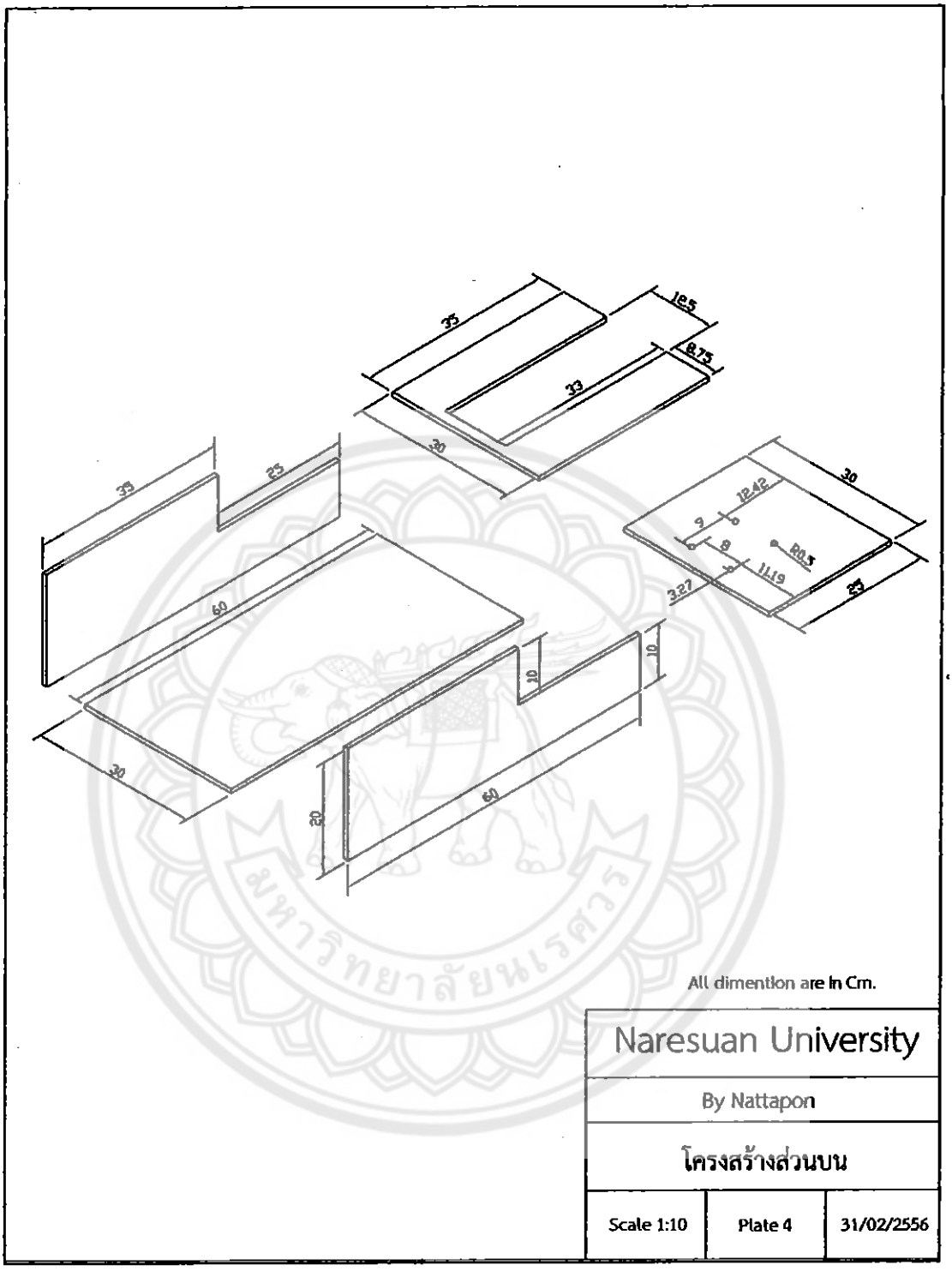
รูปที่ ก.1 เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ



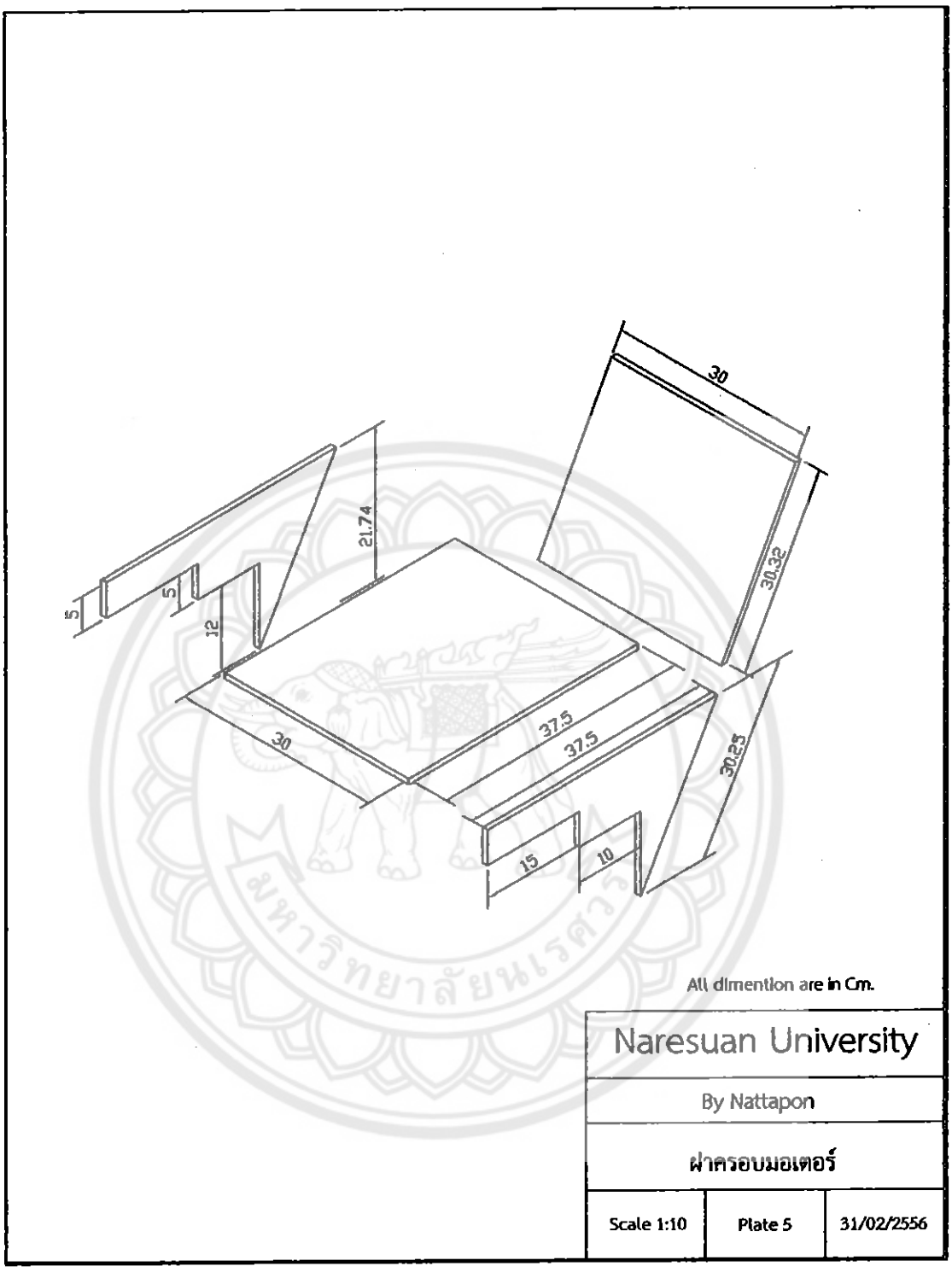
รูปที่ ก.2 กล่องบรรจุใบงาน



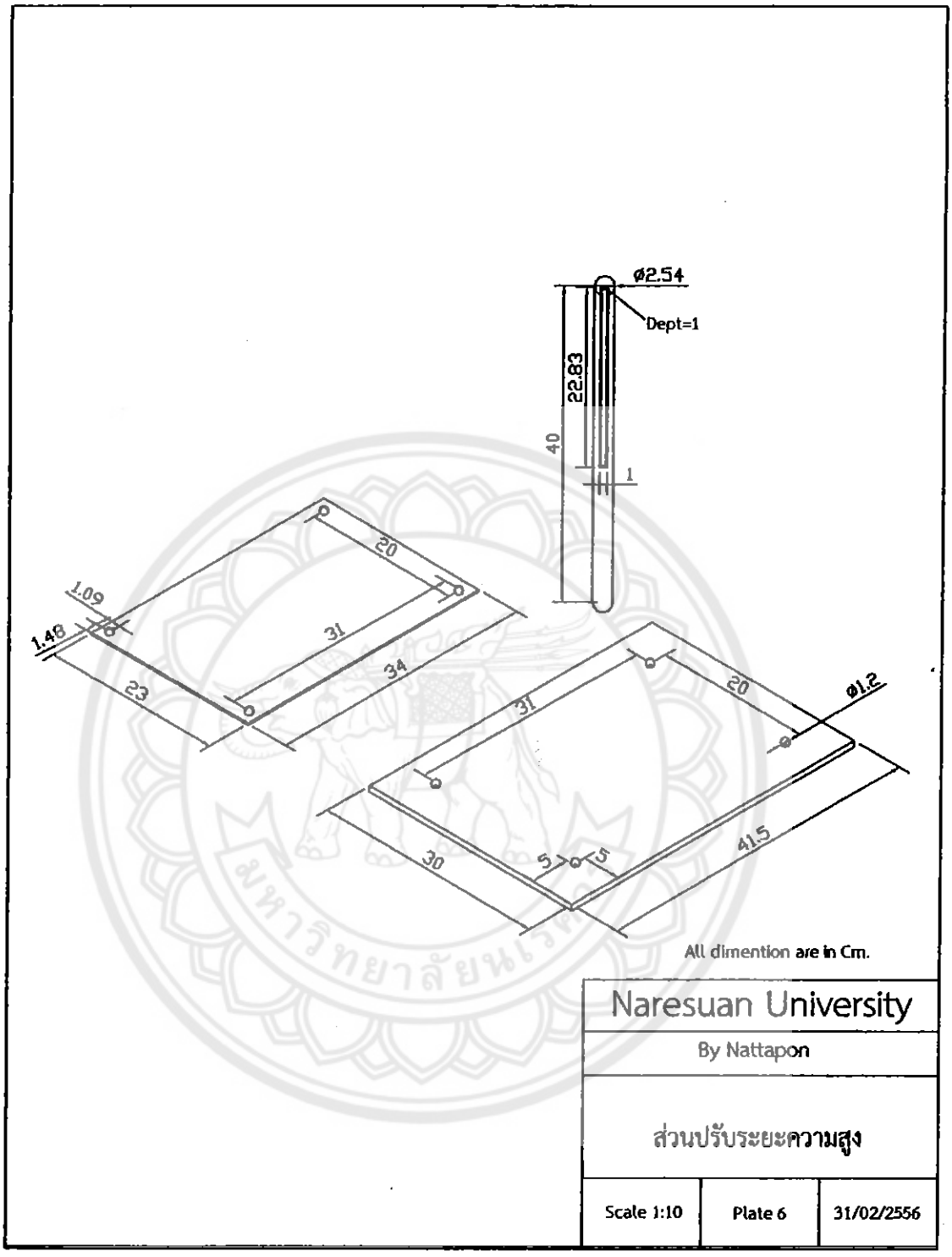
รูปที่ ก.3 แขนประคองใบงาน



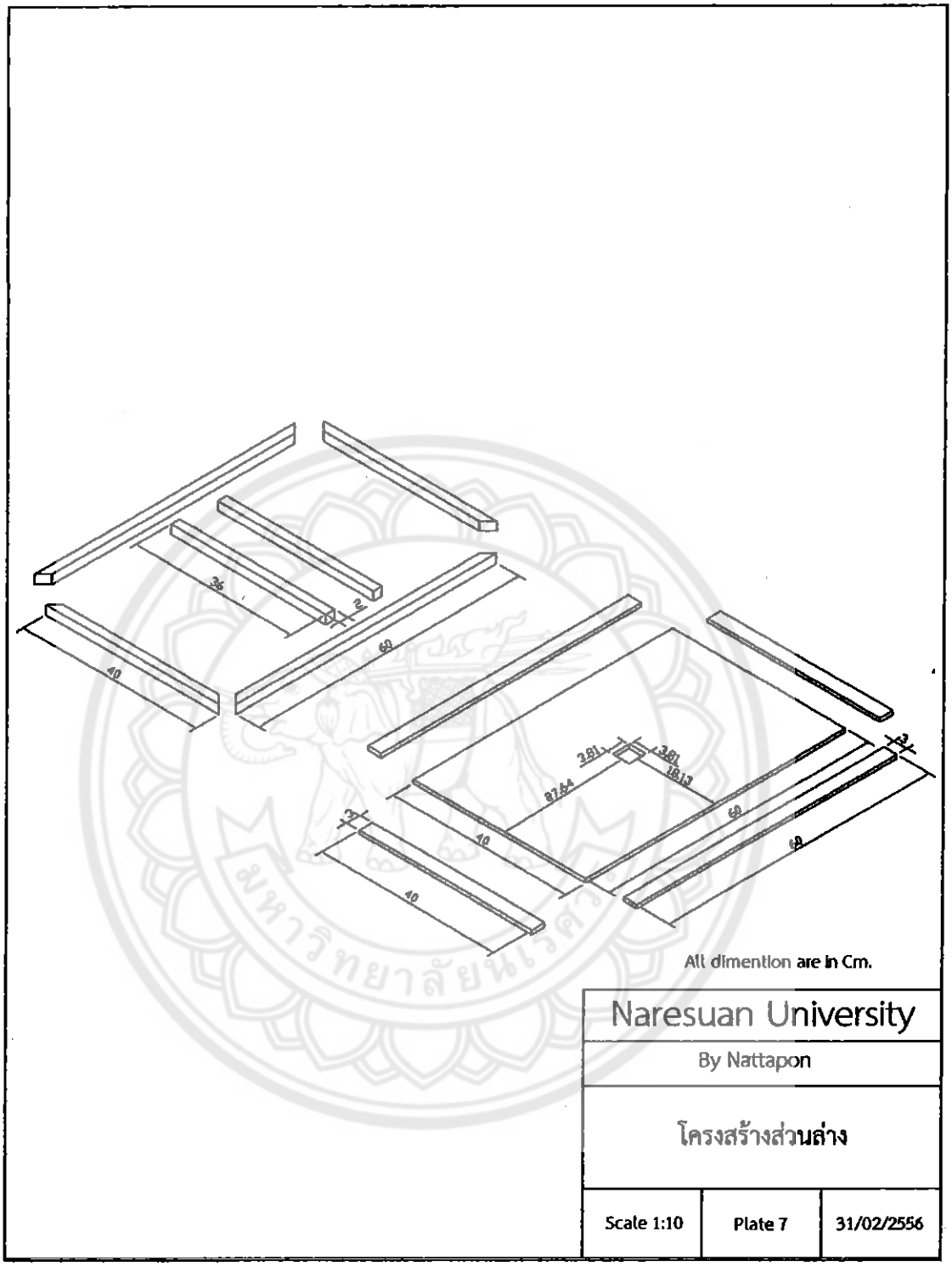
รูปที่ ก.4 โครงสร้างส่วนบน



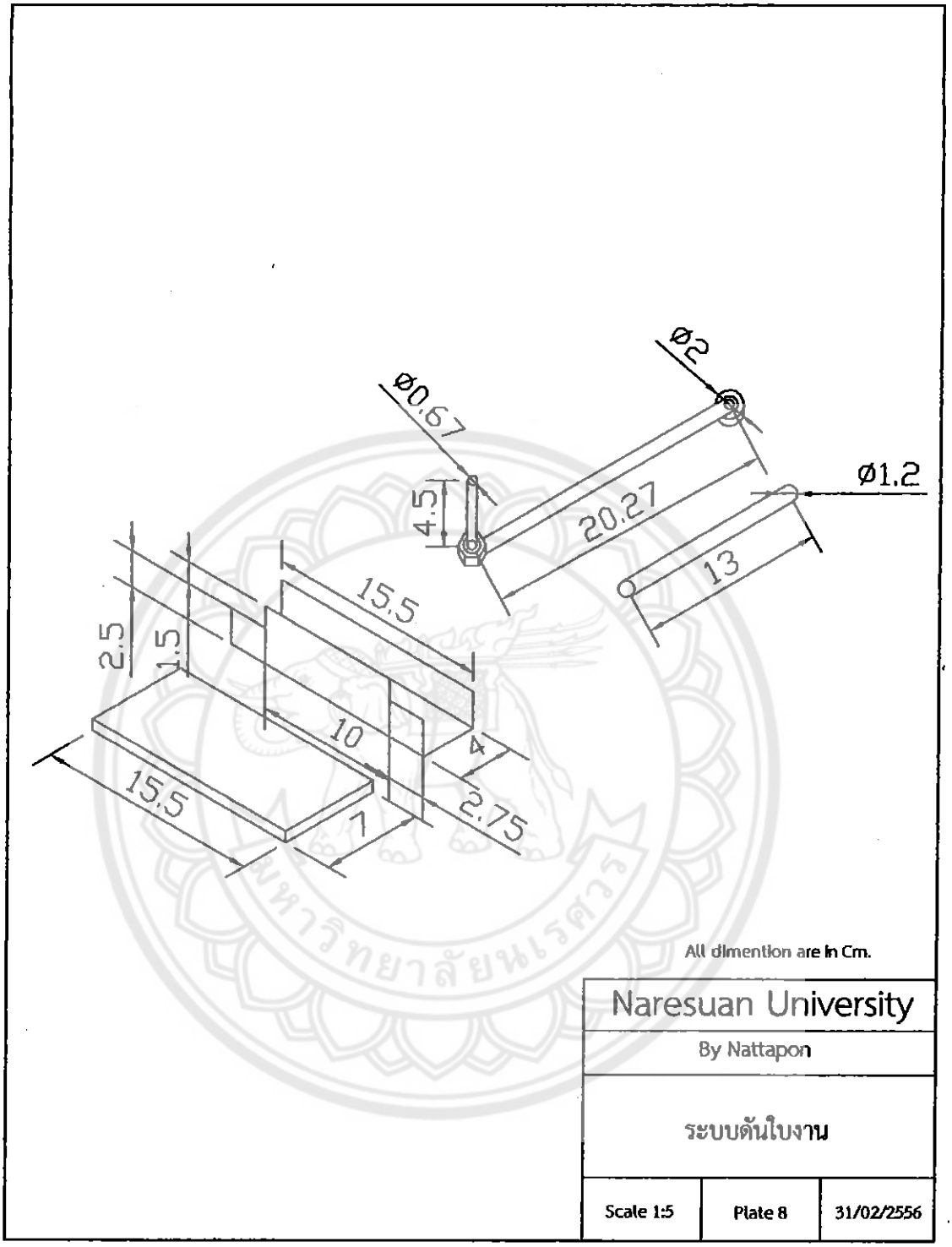
รูปที่ ก.5 ฝาครอบมอเตอร์



รูปที่ ก.6 ส่วนปรับระยะความสูง



รูปที่ ก.7 โครงสร้างส่วนล่าง



รูปที่ ก.8 ระบบดันใบงาน

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

ลักษณะสำคัญของเครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

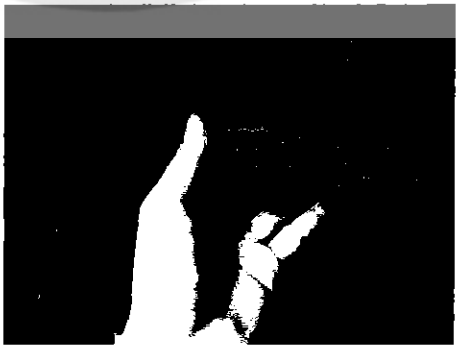
ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จ	เครื่องช่วยส่งใบงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
การใช้งาน	ใช้ในการช่วยฝึกซ้อมรับพระราชทานปริญญาบัตร
สถานที่ประกอบการ	ใช้ภายในคณะวิศวกรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ขนาดของเครื่อง	50 x 100 x 150 เซนติเมตร
น้ำหนักของเครื่อง	25 กิโลกรัม
ขนาดมอเตอร์	มอเตอร์ปัดน้ำฝน 3.5 แอมป์ ปรับความเร็วรอบ ได้ 2 ระดับ
ความเร็วรอบมอเตอร์	35 60 รอบต่อนาที
ความเร็วรอบการดันใบงานที่เหมาะสม	60 รอบต่อนาที

ข้อควรปฏิบัติในการใช้งาน

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
2. ตรวจสอบความลื่นไหลของระบบการดันใบงาน
3. เตรียมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้พร้อมใช้งาน เช่น แบตเตอรี่ ปลั๊กไฟ สายไฟ
4. ชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มทุกครั้งก่อนใช้งาน
5. ควรบอกลักษณะการทำงานของเครื่อง ให้แก่บัณฑิตทุกครั้งก่อนใช้งาน
6. ควรวางแผนก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง เพื่อความพร้อมในการใช้งาน

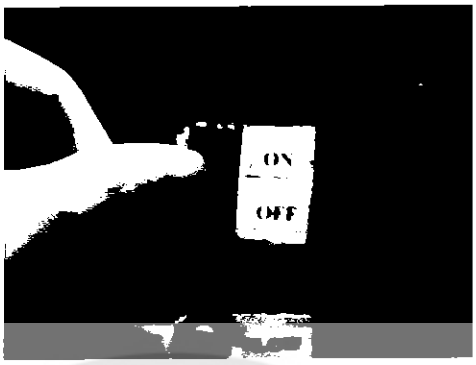
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. บรรจุใบงาน นำใบงานที่เตรียมไว้มาบรรจุลงในกล่องบรรจุใบงาน ดังรูปที่ ข.1

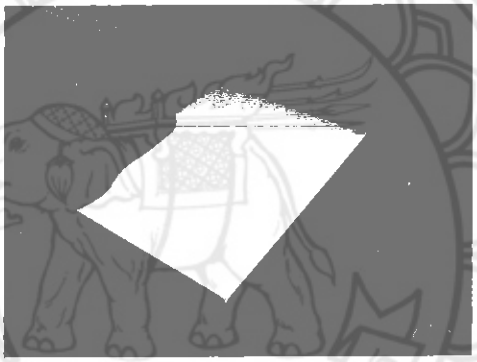


รูปที่ ข.1 การบรรจุใบงาน

2. เปิดเครื่อง โดยการกดที่ปุ่มสวิตช์ ON ดังรูปที่ ข.2 เมื่อเปิดแล้ว เครื่องจะดันใบงานออกมา ดังรูปที่ ข.3



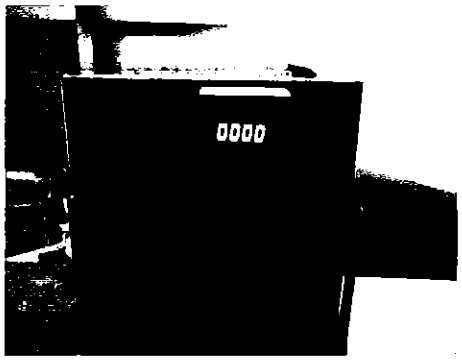
รูปที่ ข.2 การเปิดเครื่อง



รูปที่ ข.3 การดันใบงานออกมา

3. เปิดระบบนับจำนวน โดยทำการกดที่ปุ่มสวิตช์ ON ดังรูปที่ ข.4 เมื่อเปิดแล้วไฟจะแสดงตัวเลขที่กล่องนับจำนวน ดังรูปที่ ข.5

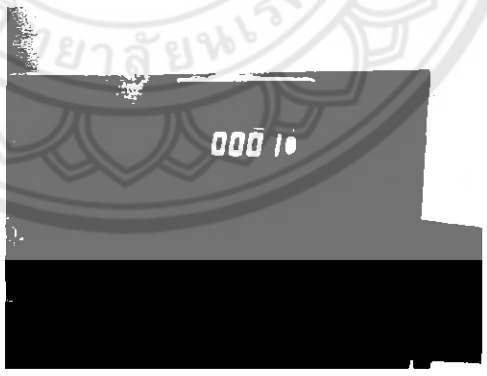
รูปที่ ข.4 การเปิดระบบนับจำนวน



รูปที่ ข.5 ไฟแสดงตัวเลขที่กล่องนับจำนวน

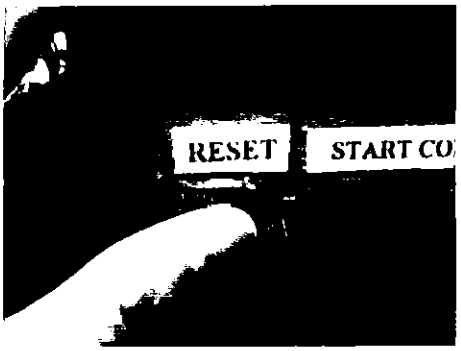
4. ให้ผู้ใช้งานเครื่องทำการเอางาน ดังรูปที่ ข.6 จากนั้นไฟนับจำนวนจะแสดงผลนับจำนวน ตามการดึงใบงานของผู้ใช้งาน ดังรูปที่ ข.7

รูปที่ ข.6 การเอางานของผู้ใช้เครื่อง



รูปที่ ข.7 ตัวเลขการนับจำนวน

5. เมื่อต้องการลบข้อมูลการนับจำนวนให้กดปุ่มสวิตช์ RESET ดังรูปที่ ข.8



รูปที่ ข.8 การกดปุ่มสวิตช์ RESET

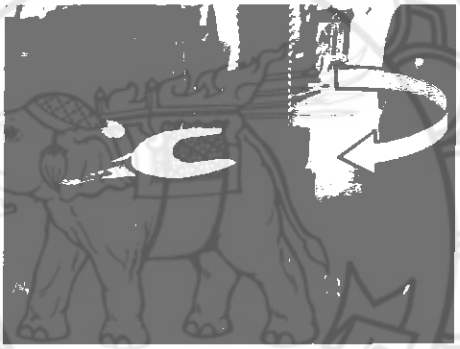
6. เมื่อใช้งานเครื่องเสร็จแล้วให้กดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ระบบการนับจำนวน ดังรูปที่ ข.9 จากนั้นทำการกดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ ปิด – เปิด เครื่อง เพื่อปิดการทำงานเครื่อง ดังรูปที่ ข.10

รูปที่ ข.9 การกดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ระบบการนับจำนวน

รูปที่ ข.10 การกดปุ่มสวิตช์ OFF ที่ปุ่มสวิตช์ ปิด – เปิด เครื่อง

7. เมื่อต้องการปรับระยะความสูง ให้ทำการคลายหางปลาออก หมุนทวนเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ ข.11 จากนั้นใช้ประแจขันหัวน็อต หมุนตามเข็มนาฬิกา เพื่อปรับระยะขึ้น ดังรูปที่ ข.12 เมื่อได้ระยะที่ต้องการ ให้ทำการหมุนหางปลาเข้า เพื่อล็อคระบบปรับความสูงไว้อย่างเดิม

รูปที่ ข.11 การคลายหางปลาออก



รูปที่ ข.12 การใช้ประแจปรับระยะความสูง

การบำรุงรักษา

1. ควรเก็บไว้ในที่ห่างไกลอุณหภูมิสูง ความชื้นสูง และมีแสงมาก
2. หยอดน้ำมันที่แกนหมุนมอเตอร์ ระบบดันใบงาน ตลับลูกปืนที่ระบบข้อเหวี่ยง ทุกครั้งหลังการใช้งาน
3. หมั่นฉีดน้ำยากันสนิมที่ ระบบความปรับความสูง ระบบข้อเหวี่ยง อยู่เสมอ
4. ปิดเครื่องทุกครั้ง เมื่อไม่ใช้งาน อย่าเปิดเครื่องค้างทิ้งไว้เป็นเวลานาน
5. ทาน้ำยากันแมลง เช่น ปลวก มอด ในส่วนโครงสร้างของเครื่องที่เป็นเนื้อไม้
6. ฉีดน้ำยาหล่อลื่นที่ล้อ ทั้ง 4 ล้อ เมื่อเกิดความฝืดขึ้น