สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องย่อยกระดาษ

SHREDDER MACHINE

นายกิตติพงศ์ จงวัฒนาพรชัย
นายไตรภพ แซ่เกาะ
นายทศพงศ์ รองสวัสดิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45991
วัน, เดือน, ปี 27 ก.พ. 2546

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องย่อยกระดาษ

SHREDDER MACHINE

โดย

นายกิตติพงศ์ จงวัฒนาพรชัย

นายไตรภพ แซ่เกาะ

นายทศพงศ์ รองสวัสดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ทวี เทศเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

511284 TS5X

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องย่อยกระดาษ

SHREDDER MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติพงศ์ จงวัฒนาพรชัย รหัสประจำตัว 41014567
2. นายไตรภพ แซ่เกาะ รหัสประจำตัว 41014620
3. นายทศพงศ์ รองสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 41014622

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ทวี เทศเจริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องย่อยกระดาษ

นายกิตติพงศ์ จงวัฒนาพรชัย 41014567
นายไตรภพ แซ่เกาะ 41014620
นายทศพงศ์ รองสวัสดิ์ 41014622
รศ.ทวี เทศเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องย่อยกระดาษที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยการศึกษาออกแบบหาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษที่เหมาะสมในการตัด ซึ่งจะทำให้แรงเสียดทานระหว่างการตัดกระดาษมีค่าที่น้อยลง เมื่อแรงที่ใช้ในการตัดกระดาษมีค่าที่น้อยลงนั่นหมายถึงพลังงานไฟฟ้าที่เราใช้ในการตัดกระดาษนั้นน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shredder Machine

Kittipong Jongwattanapornchai

Triphob Saekoh

Thodsapong Rongsawad

Tawee Thaedjaroen Advisor

ABSTRACT

The objective of this thesis is to create shredder machine that use less electricity than existing one. This shredder machine is studied particularly on rake angle that reduces friction force among papers. When the energy that cuts papers is reduced, The electricity is reduced as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ทวี เทศเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณ คุณมณฑา ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำงานทุกด้าน ที่คณะผู้วิจัยติดขัดหรือไม่สามารถทำเองได้ และขอขอบคุณ นายกัญจน์ ทรัพยประภา ที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างดีมาโดยตลอด รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกคนที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กิตติพงศ์ จงวัฒนาพรชัย
ไตรภพ แซ่เกาะ
ทศพงศ์ รองสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		II
กิตติกรรมประกาศ		III
สารบัญ		IV
สารบัญภาพ		VI
สารบัญตาราง		VIII
ตารางสัญลักษณ์		IX
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มา	1
	1.2 ขอบเขตการวิจัย	2
	1.3 แนวคิดในการออกแบบและวิจัย	2
บทที่ 2	ลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ	3
	2.1 ลักษณะโดยรวมของเครื่องย่อยกระดาษ	3
	2.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องย่อยกระดาษ	3
	2.3 การออกแบบส่วนตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ	3
	2.4 การออกแบบส่วนของเพลาขับและเพลาตาม	4
บทที่ 3	ทฤษฎีและการคำนวณ	6
	3.1 การคำนวณหาน้ำหนักกระดาษขนาด A4	6
	3.2 การออกแบบขนาดของมอเตอร์	6
	3.3 แรงที่เฟืองกระทำกับเพลา	7
	3.4 แรงที่ชุดใบมีดกระทำกับเพลา	8
	3.5 การคำนวณหาขนาดของเพลา	12
	3.6 การคำนวณอายุการใช้งานของแบริ่ง	14
	3.7 การคำนวณเกี่ยวกับสายพาน	15
บทที่ 4	การทดลองเพื่อหาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษ	20
	4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง	20
	4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	20
	4.3 วิธีการทดลอง	23
บทที่ 5	ผลการทดลอง	26
	5.1 ผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษ	26
	5.2 ผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในการตัดกระดาษ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การหาค่ากำลังของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 28
5.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง 30
5.5 สรุปผลการทดลอง 31
บทที่ 6 เครื่องย่อยกระดาษ 32
6.1 ลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ 32
6.2 ส่วนตัดกระดาษ 33
6.3 ส่วนต้นกำลัง 34
6.4 ส่วนส่งกำลัง 34
6.5 ส่วนรองรับเศษกระดาษที่ตัดแล้ว 34
6.6 ส่วนตัวถังด้านนอก 34
บทที่ 7 ผลการทดสอบเครื่องย่อยกระดาษ 38
7.1 การทดสอบเครื่องย่อยกระดาษ 38
7.2 การทดสอบเพื่อหาปริมาณกระดาษมากที่สุดที่สามารถตัดได้ 38
7.3 การทดสอบเพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 38
7.4 การเปรียบเทียบเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์ขึ้น
กับเครื่องย่อยกระดาษที่มีขายในปัจจุบัน 40
บทที่ 8 ปัญหาที่พบในการวิจัย 42
8.1 ปัญหาในการทำใบมีดตัดกระดาษ 42
8.2 ปัญหาการติดพันของเศษกระดาษที่ตัดแล้ว 43
ภาคผนวก 45
บรรณานุกรม 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 1-1 แสดงลักษณะของใบมีดตัดกระดาษที่ใช้กันในปัจจุบัน 1

รูปที่ 1-2 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษที่ทำการศึกษา 2

รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะของเพลาและชุดใบมีดบนเพลากับใบมีดส่วนนอก 4

รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะของเพลาและชุดใบมีดบนเพลาทั้ง 2 อัน 4

รูปที่ 3-1 แสดงแรงต่างที่กระทำบนเฟือง 8

รูปที่ 3-1 แสดงแรงต่างๆที่กระทำบนเพลา 9

รูปที่ 3-2 แสดงแรงที่กระทำบนระนาบ x – z 9

รูปที่ 3-3 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 1 10

รูปที่ 3-4 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 2 10

รูปที่ 3-5 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 3 10

รูปที่ 3-6 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 4 11

รูปที่ 3-7 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณโมเมนต์บิดในเพลาบนระนาบ x – z 11

รูปที่ 3-8 แสดงแรงที่กระทำบนระนาบ y – z 11

รูปที่ 3-9 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณโมเมนต์บิดในเพลาบนระนาบ y – z 12

รูปที่ 4-1 แสดงการต่อแอมป์มิเตอร์อนุกรมกับวงจรไฟฟ้า 20

รูปที่ 4-2 แสดงการต่อโวลท์มิเตอร์ขนานกับวงจรไฟฟ้า 21

รูปที่ 4-3 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ (3 มิติ) 21

รูปที่ 4-4 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านหน้า) 21

รูปที่ 4-5 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านข้าง) 22

รูปที่ 4-6 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านบน) 22

รูปที่ 4-7 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 1 22

รูปที่ 4-8 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 2 22

รูปที่ 4-9 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 3 23

รูปที่ 4-10 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 4 23

รูปที่ 4-11 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 5 23

รูปที่ 4-12 แสดงลักษณะและขนาดของกระดาษที่ใช้ในการทดลอง 24

รูปที่ 4-13 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษขนาดมุม 90 องศา 24

รูปที่ 4-14 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษขนาดมุม 80 องศา 25

รูปที่ 5-1 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม 26

รูปที่ 5-2 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม 26

รูปที่ 5-3 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5-4 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม 27
รูปที่ 5-5 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม 28
รูปที่ 5-6 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม 28
รูปที่ 5-7 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม 29
รูปที่ 5-8 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม 29
รูปที่ 5-9 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม 30
รูปที่ 6-1 แสดงลักษณะของเพลาที่เป็นส่วนตัดในเครื่องย่อยกระดาษ 32
รูปที่ 6-2 แสดงลักษณะของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลา 33
รูปที่ 6-3 แสดงทิศทางการหมุนของเพลาในเครื่องย่อยกระดาษ 33
รูปที่ 6-4 แสดงลักษณะของเฟืองที่ใช้ 33
รูปที่ 6-5 แสดงลักษณะของฐานรองรับชุดย่อยกระดาษ 34
รูปที่ 6-6 แสดงลักษณะของฝาครอบเครื่องย่อยกระดาษ 35
รูปที่ 6-7 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านหน้า) 35
รูปที่ 6-8 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านบน) 35
รูปที่ 6-9 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านข้าง) 36
รูปที่ 6-10 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ 36
รูปที่ 6-11 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษพร้อมฝาครอบ 36
รูปที่ 6-12 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 1 37
รูปที่ 6-13 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 2 37
รูปที่ 6-14 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 3 37
รูปที่ 6-15 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 4 37
รูปที่ 7-1 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม 39
รูปที่ 7-2 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม 40
รูปที่ 7-3 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม40
รูปที่ 7-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์เอง
กับเครื่องที่ขายในปัจจุบัน 41
รูปที่ 8-1 แสดงลักษณะเพลาของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 1 42
รูปที่ 8-2 แสดงใบมีดตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 1 42
รูปที่ 8-3 แสดงลักษณะชุดใบมีดตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 2 43
รูปที่ 8-4 แสดงลักษณะเอียงของร่องระหว่างใบมีดตัดกระดาษ 44
รูปที่ 8-5 แสดงลักษณะที่กั้นกระดาษแบบที่ 1 44
รูปที่ 8-6 แสดงลักษณะที่กั้นกระดาษแบบที่ 2 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 3-1 แสดงตัวประกอบของการกระแทกสำหรับแบริ่ง 15
ตารางที่ 3-2 แสดงตัวประกอบของเฟืองสำหรับแบริ่ง 15
ตารางที่ 3-3 แสดงตัวประกอบของสายพานสำหรับแบริ่ง 15
ตารางที่ 3-4 แสดงตัวประกอบใช้งานของสายพานลิ่ม 18
ตารางที่ 3-5 แสดงตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม 19
ตารางที่ 7-1 แสดงผลการทดสอบปริมาณกระดาษมากที่สุดที่สามารถตัดได้ 37
ตารางที่ 7-2 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์เองกับเครื่องที่ขายในปัจจุบัน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสัญลักษณ์

R_A^x	คือ แรงปฏิกิริยาในแนวแกน x ที่กระทำที่จุด A
R_A^y	คือ แรงปฏิกิริยาในแนวแกน y ที่กระทำที่จุด A
R_D^x	คือ แรงปฏิกิริยาในแนวแกน x ที่กระทำที่จุด D
R_D^y	คือ แรงปฏิกิริยาในแนวแกน y ที่กระทำที่จุด D
V_{ab}	คือ แรงเฉือนบนเพลาในช่วง ab
M_{ab}	คือ โมเมนต์บิดในคานช่วง ab
V_{bc}	คือ แรงเฉือนบนเพลาในช่วง bc
M_{bc}	คือ โมเมนต์บิดในคานช่วง bc
V_{cd}	คือ แรงเฉือนบนเพลาในช่วง cd
M_{cd}	คือ โมเมนต์บิดในคานช่วง cd
V_{de}	คือ แรงเฉือนบนเพลาในช่วง de
M_{de}	คือ โมเมนต์บิดในคานช่วง de
$\sigma_{\max}$	คือ ค่าความเค้นมากที่สุด
$\sigma_{\min}$	คือ ค่าความเค้นน้อยที่สุด
σ_M	คือ ค่าความเค้นเฉลี่ย
σ_a	คือ ค่าความเค้นส่วนเปลี่ยน
τ_a	คือ ค่าความเค้นเฉือนส่วนเปลี่ยน
τ_m	คือ ค่าความเค้นเฉือนเฉลี่ย
K	คือ ตัวประกอบความเค้นหนาแน่น
K_f	คือ ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นจริง
σ_u	คือ ความต้านแรงดึงอัลติเมต
σ_y	คือ ความต้านแรงดึงคราก
σ_n'	คือ ขีดจำกัดความทนทาน
σ_n	คือ ค่าความต้านแรงทนทาน
K_a	คือ ตัวประกอบของผิว
K_b	คือ ตัวประกอบของขนาด
τ_y	คือ ความต้านแรงเฉือนคราก
N	คือ ค่าความปลอดภัย
d	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
F_a	คือ แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวแกน
C_o	คือ แรงสถิตย์ประเมิน
C	คือ แรงพลวัตประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_R คือ แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวรัศมี

P คือ แรงสมมูล

X คือ ตัวประกอบแรงในแนวรัศมี

Y คือ ตัวประกอบแรงรุน

V คือ ตัวประกอบการหมุน

L_{10} คือ อายุการใช้งานจริงของแบริ่ง

N_s คือ ตัวประกอบความปลอดภัย

M_ω คือ อัตราทดของสายพาน

D_P คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานอันใหญ่

d_P คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานอันเล็ก

L_P คือ ความยาวพิตช์ของสายพาน

N_a คือ ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

N_s คือ ตัวประกอบใช้งาน

P_R คือ กำลังงานที่สายพานลิ่ม 1 เส้นส่งได้

z คือ จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

α_1 คือ มุมสัมผัสของสายพาน

V คือ ความเร็วของสายพาน

n คือ ความเร็วรอบของล้อสายพาน

F คือ แรงที่กระทำกับสายพานขณะส่งกำลัง

W_P คือ กำลังงานที่ต้องการส่ง

K_1 คือ ตัวประกอบใช้งาน

F_i คือ แรงดึงในสายพานขณะหยุดนิ่ง

N_1 คือ ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

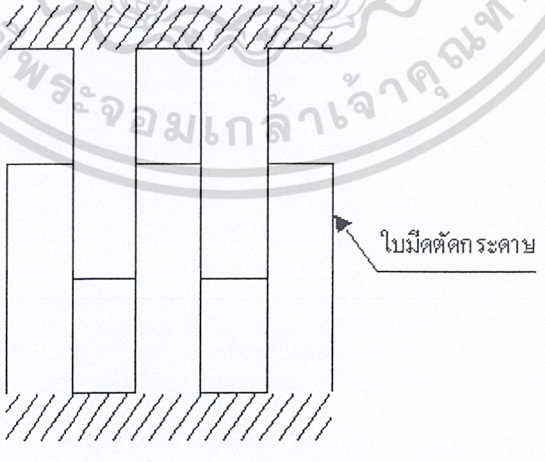
1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันนี้พลังงานที่เราใช้กันอยู่นั้นมีมากมายหลายรูปแบบเช่น พลังงานความร้อน พลังงานน้ำ เป็นต้น และยังมีพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งอยู่ใกล้ชิดกับเรามากที่สุดและอาจจะเรียกได้ว่าเราทุกคนจำเป็นต้องใช้พลังงานในรูปนี้ ซึ่งพลังงานนี้ก็คือ "พลังงานไฟฟ้า" นั่นเอง

พลังงานไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่เป็นประจำนี้จะผลิตมาจากพลังงานความร้อนและพลังงานน้ำเป็นส่วนใหญ่ ถ้าเราใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นเราก็จำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนและพลังงานน้ำมากขึ้นเช่นกัน เพราะฉะนั้นถ้าเราสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ก็จะเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรต่างๆลงได้

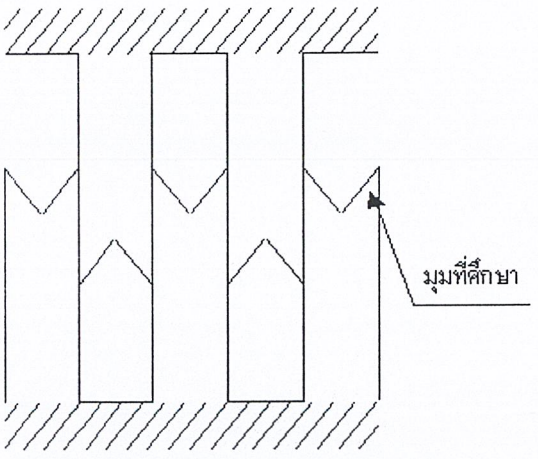
และในยุคปัจจุบันนี้ซึ่งเป็นยุคที่มีการแข่งขันสูง ข้อมูลข่าวสารต่างๆมีความสำคัญมาก เอกสารบางอย่างของหน่วยงานจึงไม่สามารถที่จะเปิดเผยให้บุคคลอื่นรับทราบได้และทางหน่วยงานต้องการทำลายเอกสารนั้น จึงมีการผลิตเครื่องย่อยกระดาษหรือเครื่องทำลายเอกสารขึ้นมาเพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาถึงขนาดมุมของใบมีดตัดกระดาษที่ใช้ในเครื่องย่อยกระดาษ เพื่อให้เครื่องย่อยกระดาษใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษน้อยลงเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานต่างๆตามที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษที่ทำการศึกษาจะเป็นดังรูปที่ 1-1 และรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-1 แสดงลักษณะของใบมีดตัดกระดาษที่ใช้กันในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1-2 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษที่ทำการศึกษา

1.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นการทดสอบหาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษที่เหมาะสม คือใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษน้อยที่สุด และทำการสร้างเครื่องย่อยกระดาษที่มีค่ามุมตามที่ได้ศึกษาในช่วงแรกของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

1.3 แนวคิดในการออกแบบและวิจัย

จากขอบเขตของงานวิจัย จำเป็นจะต้องทดลองเพื่อที่จะหาค่ามุมที่เหมาะสมในการตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ โดยเราจะทำการคำนวณและออกแบบเครื่องย่อยกระดาษ ซึ่งใช้การคำนวณที่ค่ามุมปกติคือที่มุม 90 องศา หลังจากนั้นจะลดจำนวนใบมีดตัดลง 1 ใน 3 ของจำนวนใบมีดตัดทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ แล้ทำการทดสอบเก็บค่าที่ค่ามุม 90 องศาก่อนเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงปรับเปลี่ยนค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษไปเป็น 80 องศา, 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ40 องศาตามลำดับ แล้วจึงนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษที่เหมาะสมที่สุด สุดท้ายจึงสร้างเครื่องย่อยกระดาษตามขนาดจริงที่ได้ออกแบบไว้โดยมีค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษตามที่สรุปผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ

2.1 ลักษณะโดยรวมของเครื่องย่อยกระดาษ

เครื่องย่อยกระดาษเป็นเครื่องที่นำหลักการของการตัดเฉือนมาใช้ในการตัดกระดาษ เพื่อเป็นการทำลายเอกสารต่างๆ หรือเพื่อนำเอาเศษไปทำประโยชน์อย่างอื่นอย่างใด โดยเครื่องย่อยกระดาษมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

1. ส่วนต้นกำลัง เป็นส่วนที่ให้กำลังกับส่วนตัดของเครื่องย่อยกระดาษ สามารถแบ่งออกได้ตามประเภทต่างๆคือ
   1.1 ชุดต้นกำลังจากกำลังงานคน เป็นการใช้แรงของคนงานในการตัดกระดาษ
   1.2 ชุดต้นกำลังจากพลังงานไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น
   1.3 ชุดต้นกำลังจากพลังงานของไหล เช่น มอเตอร์ไฮโดรลิก เป็นต้น
2. ส่วนส่งกำลัง เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งกำลังจากส่วนต้นกำลังไปยังส่วนตัดของเครื่องย่อยกระดาษ โดยอาจจะใช้การส่งกำลังโดยผ่านสายพาน เกียร์ทด เฟือง เป็นต้น
3. ส่วนย่อยกระดาษ เป็นส่วนที่ใช้ในการตัดกระดาษ ประกอบด้วยชุดใบมีด และเพลารองรับชุดใบมีด
4. ส่วนรับเศษจากการย่อยกระดาษ เป็นส่วนสำหรับรองรับเศษกระดาษที่ผ่านเครื่องย่อยกระดาษแล้ว

2.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องย่อยกระดาษ

การทำงานของเครื่องย่อยกระดาษ จะเริ่มจากส่วนชุดต้นกำลังส่งกำลังผ่านส่วนส่งกำลังเพื่อทำให้ส่วนตัดของเครื่องย่อยกระดาษทำการย่อยกระดาษ โดยจะใส่กระดาษที่ต้องการย่อยลงไประหว่างส่วนตัดของเครื่อง กระดาษจะถูกดึงผ่านลงไปในส่วนตัดทำให้เกิดแรงเฉือนขึ้นระหว่างชุดใบมีด ซึ่งจะมากกว่าแรงเฉือนสูงสุดที่กระดาษรับได้ กระดาษนั้นจึงขาดออกจากกัน แล้วตกลงสู่ส่วนรองรับเศษจากการย่อยกระดาษ

2.3 การออกแบบส่วนตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ

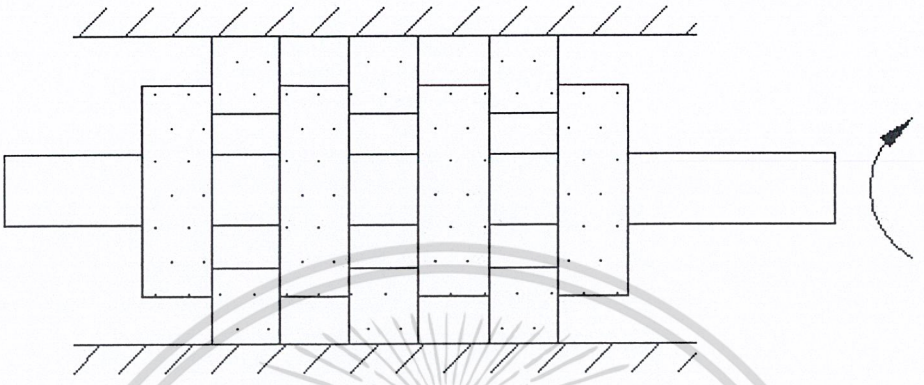
ส่วนตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษนั้น จะมีชุดใบมีดเพื่อใช้ในการตัดกระดาษ ซึ่งโดยทั่วไปลักษณะของใบมีดจะมีลักษณะเป็นวงกลม โดยแบ่งตามลักษณะการติดตั้งชุดใบมีดบนเพลาได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ชุดใบมีดตัดกับเพลาเป็นชิ้นเดียวกัน คือส่วนของใบมีดตัดกับส่วนของเพลาที่รองรับชุดใบมีดทำขึ้นมาจากวัสดุเพียงชิ้นเดียว
2. ชุดใบมีดตัดกับเพลาเป็นอิสระต่อกัน คือส่วนของใบมีดตัดกับส่วนของเพลาสามารถแยกออกจากกันได้ ไม่ได้ทำขึ้นมาจากวัสดุเพียงชิ้นเดียว แต่ทำแยกกันแล้วนำมาประกอบในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งประเภทของส่วนตัดกระดาษในเครื่องย่อยกระดาษตามลักษณะโดยรวมได้เป็นดังนี้

1. ลักษณะส่วนตัดเป็นเพลาและชุดใบมีดตัดบนเพลา มีเพียงชิ้นเดียว ส่วนชุดใบมีดอีกหนึ่งชุดติดตั้งไว้ที่ตัวโครงของเครื่องดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะของเพลาและชุดใบมีดบนเพลากับใบมีดส่วนนอก

2. ลักษณะส่วนตัดเป็นเพลาและชุดใบมีดตัดบนเพลา 2 อันที่มีลักษณะเหมือนกัน โดยไม่มีส่วนของใบมีดตัดติดตั้งไว้บนโครงตัวเครื่องดังรูปที่ 2-2

รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะของเพลาและชุดใบมีดบนเพลาทั้ง 2 อัน

2.4 การออกแบบส่วนของเพลาขับและเพลาตาม

ดังที่ได้กล่าวในหัวข้อที่ผ่านมา คือกระดาษจะถูกดึงผ่านส่วนตัดของเครื่องย่อยกระดาษในขณะทำการย่อยกระดาษ ซึ่งการที่จะทำให้เกิดการทำงานลักษณะนี้นั้นจะใช้การหมุนของเพลาเป็นตัวช่วยในการทำงาน จึงควรออกแบบส่วนของเพลาที่หมุนนั้นให้เหมาะสม โดยแบ่งลักษณะการหมุนของเพลาในเครื่องย่อยกระดาษเป็นลักษณะต่างๆดังนี้

1. ออกแบบให้เพลาขับ(เพลาที่รับกำลังมาจากชุดต้นกำลัง)หมุนขับ ส่วนเพลาตามหมุนเป็นอิสระ
2. ออกแบบให้เพลาขับและเพลาตามหมุนด้วยความเร็วรอบที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่า ควรจะใช้การหมุนของเพลาในลักษณะดังข้อที่ 2 โดยการใช้เฟืองที่มีขนาดเท่ากัน 2 อันติดตั้งเข้าที่เพลาทั้งสอง เป็นการถ่ายทอดทิศทางการหมุนและทำให้เพลาทั้ง 2 อันหมุนในลักษณะสวนทางกัน มีความเร็วรอบที่เท่ากันและมีกำลังที่ตัวเพลาเท่ากัน ทำให้เกิดความสมดุล และความสึกหรอของชุดใบมีดที่เท่าๆกัน และการหมุนในลักษณะนี้ยังช่วยให้กระดาษสามารถเคลื่อนที่ผ่านส่วนตัดกระดาษได้สะดวกยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและการคำนวณ

3.1 การคำนวณหาน้ำหนักกระดาษขนาด A-4

ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษขนาด A-4 จำนวน 50 แผ่นได้ 220 กรัม

$\therefore$ จะได้ว่ากระดาษขนาด A-4 จำนวน 1 แผ่น หนัก $\frac{220}{50} = 4.4$ กรัม

กระดาษขนาด A-4 จำนวน 1 แผ่น มีขนาดกว้าง 210 มิลลิเมตรและยาว 297 มิลลิเมตร เพราะฉะนั้นจะมีพื้นที่ $210 \times 297 = 0.063\ m^2$

และจะได้ว่า น้ำหนักกระดาษขนาด A-4 ต่อ พื้นที่กระดาษขนาด A-4 จำนวน 1 แผ่นคือ

$$\frac{4.4}{0.063} = 68.75\ \frac{g}{m^2}$$

ที่กระดาษ A-4 ขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 70 กรัมต่อตารางเมตร จะมีค่าความต้านแรงฉีกขาดทุกแนวไม่น้อยกว่า 500×10^{-3} นิวตัน

3.2 การออกแบบขนาดของมอเตอร์

แรงที่กระทำกับใบมีดตัด 1 ใบ = แรงต้านการฉีกขาด $\times$ จำนวนแผ่น $\times$ 2 (3.1)

แทนค่าจะได้ = $500 \times 10^{-3} \times 15 \times 2$

$\therefore$ แรงที่กระทำกับใบมีดตัด 1 ใบ = 15 นิวตัน

กำหนดให้ใบมีดตัดกระดาษมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.06 เมตร

ที่เพลาขับ : มีใบมีดทั้งหมดจำนวน 29 ใบ

แรงบิด = แรงที่กระทำกับใบมีดตัด 1 ใบ $\times$ จำนวนใบมีดตัด $\times$ รัศมีของใบมีดตัด (3.2)

แรงบิด = $15 \times 29 \times 0.03$

แรงบิด = 13.05 นิวตัน

ที่เพลาตาม : มีใบมีดทั้งหมดจำนวน 29 ใบ

แรงบิด = แรงที่กระทำกับใบมีดตัด 1 ใบ $\times$ จำนวนใบมีดตัด $\times$ รัศมีของใบมีดตัด

แรงบิด = $15 \times 29 \times 0.03$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงบิด = 13.05 นิวตัน

แรงบิดรวม = แรงบิดที่เพลาขับ + แรงบิดที่เพลาตาม

= 13.05 + 13.05

∴ แรงบิดรวม = 26.10 นิวตัน-เมตร

มอเตอร์ปกติจะหมุนที่ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่สูงเกินไป ฉะนั้นต้องทำการทดรอบของมอเตอร์ลง โดยเลือกใช้อัตราทดเป็น 1:12 เพราะฉะนั้นจะได้

$$\text{ความเร็วรอบที่ใช้} = \frac{1450}{12}$$

∴ ความเร็วรอบที่ใช้ = 120.83 รอบต่อนาที

อัตราป้อน (FEED) สามารถหาได้จาก ระยะทางที่ใบมีดตัดกระดาษหมุนไปได้ต่อหน่วยเวลา จะได้เป็น

ใบมีดหมุน 1 รอบได้ระยะทาง = $2\pi \times 0.03$ เมตร

ใบมีดหมุน 120.83 รอบได้ระยะทาง = $2\pi \times 0.03 \times 120.83$ เมตร

เพราะฉะนั้นจะได้อัตราป้อน = $(2\pi \times 0.03 \times 120.83)/60$

อัตราป้อน = 0.3795 เมตรต่อวินาที

∴ อัตราป้อน = 37.95 เซนติเมตรต่อวินาที

กำลัง (POWER) = $(2\pi \times$ แรงบิดรวม $\times$ ความเร็วรอบที่ใช้$)/60$ (3.3)

แทนค่า กำลัง (POWER) = $(2\pi \times 26.1 \times 120.83)/60$

กำลัง (POWER) = 330.25 วัตต์

∴ กำลัง (POWER) = 0.442 แรงม้า

เราจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาดกำลัง ½ แรงม้า ชนิด 1 เฟส และจะได้ตัวประกอบความปลอดภัยเป็น 1.13

3.3 แรงที่เฟืองกระทำกับเพลา

กำหนดให้ : เป็นฟันเฟืองตัดแบบ 20 องศา (20 Degree Full-Depth)

ความเร็วรอบเป็น 120.83 รอบต่อนาที

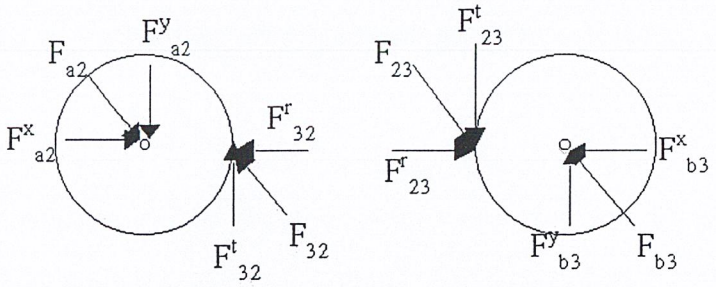
กำลังขนาด 0.34 กิโลวัตต์

เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์เป็น 60 มิลลิเมตร

เพราะฉะนั้นจะได้แรงรวมเป็น $\dfrac{60 \times 10^{-3} \times 0.34}{2\pi \times 30 \times 120.83} = 0.8956$ กิโลนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กระทำบนเฟือง



รูปที่ 3-1 แสดงแรงต่างที่กระทำบนเฟือง

แรงในแนวสัมผัสของเฟือง

$$F'_{23} = F$$
$$= 0.8956 \text{ กิโลนิวตัน}$$
$$F^r_{23} = F'_{23} \tan 20^\circ$$
$$= 0.8956 \tan 20^\circ$$
$$= 0.3259 \text{ กิโลนิวตัน}$$
$$F_{23} = \frac{F'_{23}}{\cos 20^\circ}$$
$$= 0.953 \text{ กิโลนิวตัน}$$

3.4 แรงที่ชุดใบมีดกระทำกับเพลา

3.4.1 แรงเนื่องจากน้ำหนักของใบมีด

สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักของใบมีดได้จากสมการ

น้ำหนักของใบมีด 1 ใบ = ความหนาแน่นของใบมีด × ปริมาตรของใบมีด (3.4)

โดย ปริมาตรของใบมีด = $2\pi \times$ รัศมีของใบมีด$^2 \times$ ความหนาของใบมีด (3.5)

กำหนดลักษณะของใบมีดตัดที่เลือกใช้ :

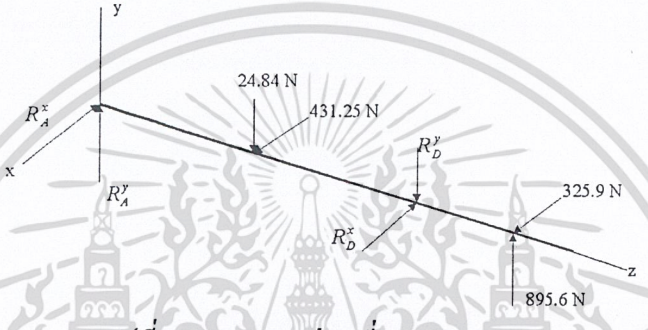
- รัศมีของใบมีดตัด = 0.03 เมตร
- ความหนาของใบมีดตัด = 0.004 เมตร
- ความหนาแน่นของใบมีดตัดที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน = 76500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้นจะได้ว่าแรงเนื่องจากน้ำหนักของใบมีด 1 ใบเป็น 0.865 นิวตัน แต่เนื่องจากมีใบมีดทั้งหมด 29 ใบแต่ละใบวางห่างกัน 0.8 เซนติเมตร แรงเนื่องจากน้ำหนักของชุดใบมีดที่กระทำกับเพลาจึงเป็นแรงกระจาย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.08 นิวตันต่อเซนติเมตร

3.4.2 แรงเนื่องจากการตัดกระดาษของใบมีด

แรงที่กระทำกับใบมีด 1 ใบจากการคำนวณสมการที่ 3.1 เป็น 15 นิวตัน แต่เนื่องจากใบมีดแต่ละใบวางอยู่ห่างกัน 0.8 เซนติเมตร แรงเนื่องจากการตัดกระดาษของใบมีดจึงเป็นแรงกระจาย โดยมีค่าเท่ากับ 18.75 นิวตันต่อเซนติเมตร



รูปที่ 3-1 แสดงแรงต่างๆที่กระทำบนเพลา

Take Moment ที่จุด A ในระนาบ x – z

$$R_D^x \times 30 = (325.90 \times 35) + (431.25 \times 15)$$

$$= 595.84 \text{ นิวตัน}$$

$\Sigma F_x = 0$;

$$R_A^x = 431.25 + 325.90 - 595.84$$

$$= 161.31 \text{ นิวตัน}$$

Take Moment ที่จุด A ในระนาบ y – z

$$R_D^y \times 30 = (895.60 \times 35) - (24.84 \times 15)$$

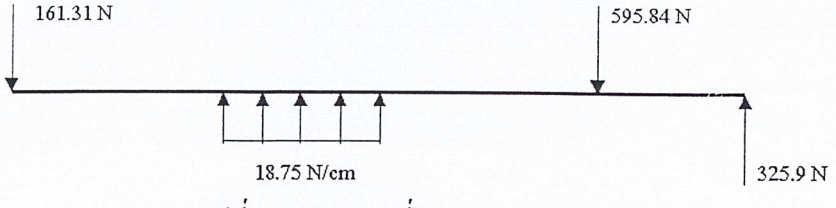
$$= 1032.45 \text{ นิวตัน}$$

$\Sigma F_y = 0$;

$$R_A^y = 1032.45 + 24.84 - 895.60$$

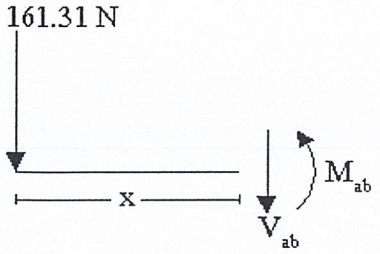
$$= 161.69 \text{ นิวตัน}$$

แรงที่กระทำบนเพลาในระนาบ x – z



รูปที่ 3-2 แสดงแรงที่กระทำบนระนาบ x - z

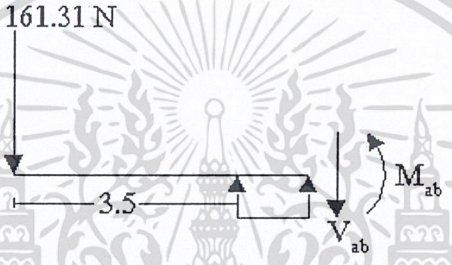
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 1

$$V_{ab} = -161.31 \text{ นิวตัน}$$

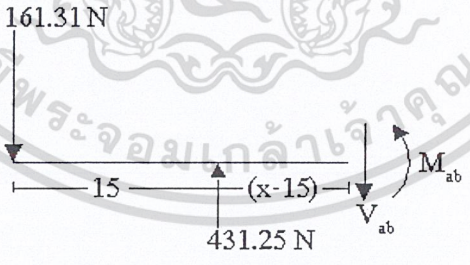
$$M_{ab} = -161.31x$$



รูปที่ 3-4 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 2

$$V_{bc} = 18.75(x - 3.5) - 161.31$$

$$M_{bc} = 9.375(x - 3.5)^2 - 161.31$$

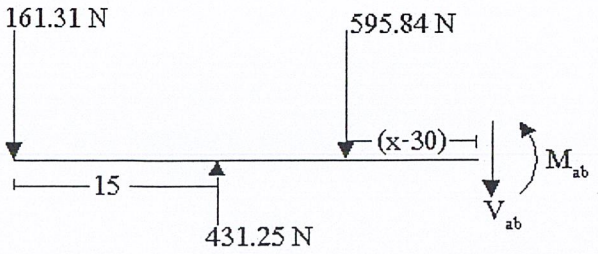


รูปที่ 3-5 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 3

$$V_{cd} = 269.94$$

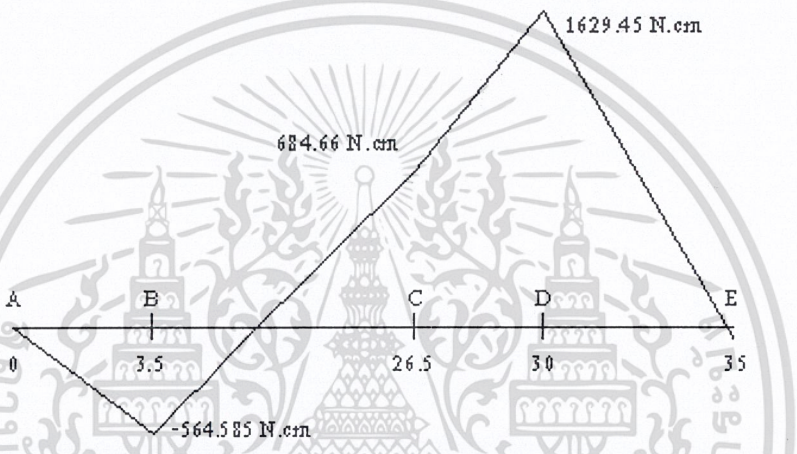
$$M_{cd} = 431.25(x - 15) - 161.31x$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



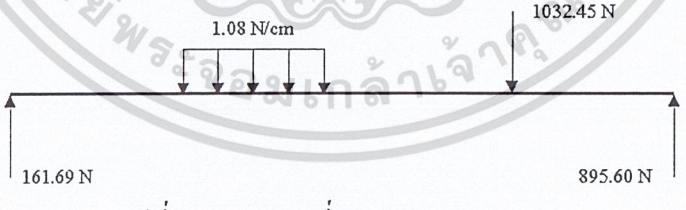
รูปที่ 3-6 แสดงการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์บิดในเพลาช่วงที่ 4

$$M_{de} = 431.25(x - 15) - 161.31x - 595.84(x - 30)$$



รูปที่ 3-7 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณโมเมนต์บิดในเพลาบนระนาบ x - z

แรงที่กระทำบนเพลาในระนาบ y – z



รูปที่ 3-8 แสดงแรงที่กระทำบนระนาบ y - z

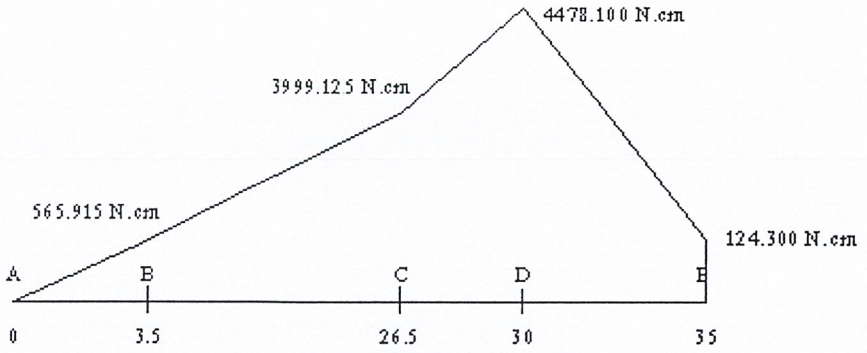
$$M_{AB} = 161.69x$$

$$M_{AB} = 161.69x - 0.54(x - 3.5)^2$$

$$M_{AB} = 161.69x - 24.84(x - 15)$$

$$M_{AB} = 161.69x - 1032.45(x - 30) - 24.84(x - 15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-9 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณโมเมนต์บิดในเพลาบนระนาบ y - z

3.5 การคำนวณหาขนาดของเพลา

จากการคำนวณในหัวข้อที่ 2.2 ได้แรงบิดที่กระทำบนเพลาแต่ละอันเป็น 13050 นิวตัน-มิลลิเมตร และจากการคำนวณในหัวข้อที่ 2.4 ได้โมเมนต์ดัดสูงสุดเป็น 4765.34 นิวตัน-มิลลิเมตร

เนื่องจากความเค้นดัด

$$\sigma_{MAX} = -\sigma_{MIN} \tag{3.6}$$

$$\therefore \quad \sigma_M = \frac{\sigma_{MAX} + \sigma_{MIN}}{2} = 0 \tag{3.6}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{MAX} - \sigma_{MIN}}{2} = \sigma_{MAX} \tag{3.7}$$

$$\sigma_a = \frac{32M_a}{\pi d^3(1-K^4)} \quad ; (\text{ค่า K} = 0 \text{ สำหรับเพลาตัน}) \tag{3.8}$$

แทนค่า $\sigma_a = \dfrac{32 \times 47653.40}{\pi d^3}$

ได้ $\sigma_a = \dfrac{485393.54}{d^3}$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

เนื่องจากโมเมนต์บิดมีค่าคงที่ ทำให้ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากันตลอดรอบผิวของเพลา ดังนั้นจะได้ว่า $\tau_a = 0$

$$\tau_m = \frac{16\tau_m}{\pi d^3(1-K^4)} \tag{3.9}$$

แทนค่าได้ $\tau_m = \dfrac{66463.10}{d^3}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่า K_f = 1.6 เลือกใช้ เหล็ก AISI C 1137 จะได้ค่าเฉลี่ยของความเค้น

$$\sigma_u = \frac{87+158}{2}$$

$$\sigma_u = 122.5 \text{ KSI}$$

ได้ $\sigma_u = 844.64$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

$$\sigma_y = \frac{60+138}{2}$$

$$\sigma_y = 99 \text{ KSI}$$

ได้ $\sigma_y = 682.60$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

$$\sigma_n' = 0.5\sigma_u \quad (3.10)$$

ได้ $\sigma_n' = 422.32$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

ตัวประกอบของผิว K_a = 0.89 และสมมติให้เพลามีขนาดเล็กกว่า 50 มิลลิเมตร ได้ตัวประกอบขนาด K_b = 0.85 เพราะฉะนั้นจะได้

$$\sigma_n = K_a K_b \sigma_n' \quad (3.11)$$

แทนค่า $\sigma_n = 0.89 \times 0.85 \times 422.32$

ได้ $\sigma_n = 319.50$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

เลือกใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดจะได้ว่า

$$\tau_y = 0.5\sigma_y \quad (3.12)$$

แทนค่า $\tau_y = 0.5 \times 682.60$

ได้ $\tau_y = 341.30$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

ให้ $\sigma_M = \tau_a = 0$ และเลือกใช้ค่าความปลอดภัย N = 1.8

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{K_f\sigma_a}{\sigma_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{\tau_y}\right)^2\right]^{1/2} \quad (3.13)$$

แทนค่า $$\frac{1}{1.8} = \left[\left(\frac{1.6\times 485393.54}{319.50d^3}\right)^2 + \left(\frac{66463.10}{341.30d^3}\right)^2\right]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{1}{1.8} = \frac{1}{d^3}\left(5908622.24 + 37921.77\right)^{1/2}$$

$\therefore$ d = 16.37 มิลลิเมตร

เลือกใช้เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร

3.6 การคำนวณอายุการใช้งานของแบริ่ง

กำหนดให้เป็นแบริ่งแบบวงแหวนในหมุน มีแรงในแนวแกนเป็น 5% ของความสามารถในการรับภาระศักย์ได้

$$F_a = 0.05\,C_o \tag{3.14}$$

เลือกใช้แบริ่งแบบ Single – Row Deep Groove อนุกรมมิติ 02 ขนาดรูสวม 25 มิลลิเมตรได้ C_o = 6.94, C = 10.77 เพราะฉะนั้นจะได้

$$F_a = 0.05 \times 6.94$$

ได้ F_a = 0.347 กิโลนิวตัน

$$F_R = (1032.45^2 + 595.84^2)^{1/2}$$

ได้ F_R = 1.192 กิโลนิวตัน

$$\frac{iF_a}{C_o} = 0.05 \tag{3.15}$$

$$\frac{F_a}{VF_R} = 0.291 \tag{3.16}$$

จากตารางได้ค่าe อยู่ระหว่าง 0.22 กับ 0.26 ได้ $\frac{F_a}{VF_R} > e$ และ x = 0.56, y = 1.77

$$P = xVF_R + yF_a \tag{3.17}$$

แทนค่า $P = (0.56 \times 1 \times 1.192) + (1.77 \times 0.347)$

ได้ P = 1.28 กิโลนิวตัน

$$P = VF_R \tag{3.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $P = 1 \times 1.192$

ได้ $P = 1.192$ กิโลนิวตัน

หาอายุการใช้งานของแบริ่งได้จากสมการ

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{K} \tag{3.19}$$

แทนค่าได้ $L_{10} = \left(\frac{10.77}{1.28}\right)^{3}$

$L_{10} = 593.30$ ล้านรอบ

หรือ $L_{10} = \frac{593.30 \times 10^{6}}{60 \times 10.83}$

$L_{10} = 81836.74$ ชั่วโมง

ชนิดของแรง	N_s		
	บอลแบริ่ง	โรลเลอร์แบริ่ง	ตัวอย่าง
แรงเรียบสม่ำเสมอ	1.0	1.0	มอเตอร์ไฟฟ้า
แรงกระแทกเล็กน้อย	1.5	1.0	เครื่องตัดโลหะ
แรงกระแทกอย่างหนัก	2.0 - 3.0	1.3 – 2.0	เครื่องบดแร่

ตารางที่ 3-1 แสดงตัวประกอบของการกระแทกสำหรับแบริ่ง

คุณภาพของเฟือง	N_s
เฟืองซึ่งตัดฟันอย่างดีมาก	1.05 – 1.10
เฟืองที่ใช้ทั่วไป	1.10 – 1.30

ตารางที่ 3-2 แสดงตัวประกอบของเฟืองสำหรับแบริ่ง

ชนิดของสายพาน	N_s
สายพานลิ่ม	1.5 – 2.0
สายพานแบน	2.0 – 4.0

ตารางที่ 3-3 แสดงตัวประกอบของสายพานสำหรับแบริ่ง

3.7 การคำนวณเกี่ยวกับสายพาน

3.7.1 การคำนวณสายพานช่วงที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M_\omega = \frac{D_P}{d_P} \quad (3.20)$$

เลือกใช้อัตราทดเป็น 4 จะได้ $M_\omega = 4$ และเลือกล้อสายพานขนาดเล็กเป็น 50 mm. จะได้ขนาดล้อสายพานใหญ่เป็น 200 mm.

เลือกระยะ c = 280 mm.จะสามารถหาความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานได้จากสมการ

$$L_P = 2C + 1.57(D_P + d_P) + (\frac{D_P - d_P}{4C})^2 \quad (3.21)$$

แทนค่า $L_P = (2\times 280) + 1.57(200+50) + (\frac{200-50}{4\times 280})^2$

ได้ $L_P = 972.59$ mm.

จากตารางที่ เลือกใช้สายพาน $L_P = 972$ mm.

$$C \approx P + \sqrt{P^2 - q} \quad (3.22)$$

และ $$P = 0.25L_P - 0.393(D_P + d_P) \quad (3.23)$$

แทนค่าได้ $P = 144.75$

และ $$q = 0.125(D_P - d_P)^2 \quad (3.24)$$

แทนค่าได้ $q = 2812.5$

แทนค่า P และ q ลงในสมการที่ (3.21) จะได้ C = 279.43 mm.

หาส่วนโค้งสัมผัส

จาก $$\frac{(D_P - d_P)}{C} = 0.536 \quad (3.25)$$

เลือกค่า $N_a = 0.92$, $N_1 = 1.06$, $P_R = 0.47$ จะได้

$$t = \frac{W_P N_s}{P_R N_a N_1} \quad (3.26)$$

แทนค่าได้ $t = 1.07$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เลือกใช้สายพานหน้าตัด z × 950L_1 จำนวน 1 เส้น

หามุมสัมผัสของล้อสายพานจากสมการ

$$\alpha_1 = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_P - d_P}{2C}\right) \text{ หน่วยเป็น Radian} \quad (3.27)$$

$\therefore$ จะได้ $\alpha_1 = 148.86^\circ$

หาความเร็วสายพานจากสมการ

$$V = \pi d_P n \quad (3.28)$$

แทนค่าได้ $V = 3.79$ m/s

หาแรงตึงในสายพานขณะส่งกำลังจากสมการ

$$F = \frac{W_P}{V} \quad (3.29)$$

แทนค่าได้ $F = 105.54$ N.

เลือกค่า $K_1 = 1.5$, $K_2 = 0.126$, $\sin\frac{\alpha}{2} = 0.963$, $V^2 = 14.36$

$$F_i = (K_1 F + zK_2 V^2)\sin\frac{\alpha}{2} \quad (3.30)$$

$\therefore$ จะได้ $F_i = 154.19$ N.

3.7.2 การคำนวณสายพานช่วงที่ 2

$$M_\omega = \frac{D_P}{d_P}$$

เลือกใช้อัตราทดเป็น 4 จะได้ $M_\omega = 3$ และเลือกล้อสายพานขนาดเล็กเป็น $d_P = 50$ mm. จะได้ขนาดล้อสายพานใหญ่เป็น 150 mm.

เลือกระยะ c = 270 mm.จะได้ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานเป็น

$$L_P = 2C + 1.57(D_P + d_P) + \left(\frac{D_P - d_P}{4C}\right)^2$$

แทนค่า $L_P = (2\times 270) + 1.57(150 + 50) + \left(\frac{150 - 50}{4\times 270}\right)^2$

ได้ $L_P = 863.26$ mm.

จากตารางที่ เลือกใช้สายพาน $L_P = 872$ mm.

$$C \approx P + \sqrt{P^2 - q} \quad (3.31)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45991

และ $$P = 0.25L_P - 0.393(D_P + d_P)$$

$$P = 139.4$$

และ $$q = 0.125(D_P - d_P)^2$$

$$q = 1250$$

แทนค่า P และ q ลงในสมการที่ (3.21) จะได้ C = 274.24 mm.

ส่วนโค้งสัมผัส

$$\frac{(D_P - d_P)}{C} = 0.364$$

เลือกค่า $N_a = 0.97$, $N_1 = 1.03$, $P_R = 0.42$ จะได้

$$t = \frac{W_P N_s}{P_R N_a N_1}$$

$\therefore$ จะได้ $t = 1.1$

เลือกใช้สายพานหน้าตัด z $\times$ 850L_i จำนวน 1 เส้น

มุมสัมผัสของล้อสายพาน

$$\alpha_1 = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_P - d_P}{2C}\right) \text{ radian}$$

$\therefore$ จะได้ $\alpha_1 = 158.98^\circ$

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi d_P n$$

$$V = 0.949 \text{ m/s}$$

แรงตึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_P}{V}$$

$$F = 421.49 \text{ N.}$$

เลือกค่า $K_1 = 1.5$, $K_2 = 0.126$, $\sin\frac{\alpha}{2} = 0.983$, $V^2 = 0.90$

แทนค่า $$F_i = (K_1 F + zK_2 V^2)\sin\frac{\alpha}{2}$$

$\therefore$ จะได้ $F_i = 621.59$ N.

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบาทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนักแรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ตารางที่ 3-4 แสดงตัวประกอบใช้งานของสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ	
ตัวประกอบนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ขับแต่ไม่เกี่ยวกับสภาวะการทำงาน	มอเตอร์กระแสสลับ : normal torque, squirrel cage มอเตอร์กระแสตรง : shunt wound	มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip มอเตอร์กระแสตรง : series wound, compound wound

ตารางที่ 3-5 แสดงตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองเพื่อหาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษ

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

การทดลองในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษที่เหมาะสมสำหรับเครื่องย่อยกระดาษ โดยจะเน้นที่การใช้พลังงานของเครื่องย่อยกระดาษเปรียบเทียบกับค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษที่ใช้ในเครื่องย่อยกระดาษ

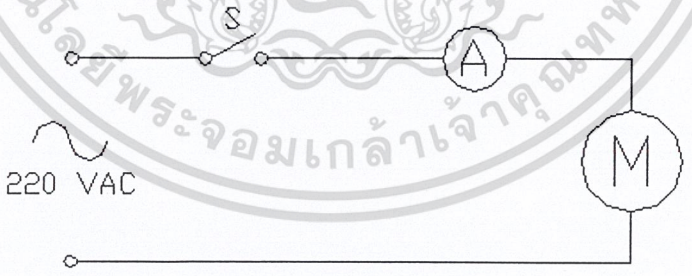
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีอุปกรณ์ต่างที่ใช้ดังนี้

1. เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าหรือแอมป์มิเตอร์
2. เครื่องมือวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือโวลท์มิเตอร์
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ

4.2.1 เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าหรือแอมป์มิเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยการใช้งานจะต่ออนุกรมกับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัดดังรูปที่ 4-1 ในการทดลองนี้แอมป์มิเตอร์ที่ใช้เป็นแอมป์มิเตอร์แสดงผลแบบตัวเลขและมีจำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง มีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 – 10 แอมป์

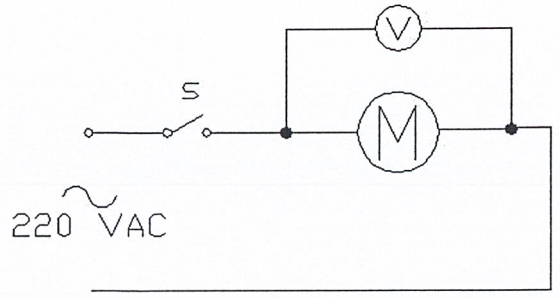


รูปที่ 4-1 แสดงการต่อแอมป์มิเตอร์อนุกรมกับวงจรไฟฟ้า

4.2.2 เครื่องมือวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือโวลท์มิเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร โดยการใช้งานจะต่อขนานกับจุดที่ต้องการทำการวัด เช่นในการทดลองนี้จะต่อโวลท์มิเตอร์ขนานกับมอเตอร์ไฟฟ้าดังรูปที่ 4-2 และในการทดลองนี้จะใช้โวลท์มิเตอร์ที่แสดงผลแบบตัวเลขและมีจำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง มีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 – 200 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



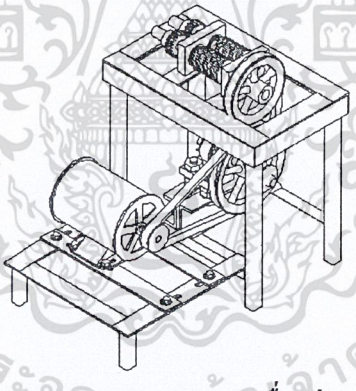
รูปที่ 4-2 แสดงการต่อโวลท์มิเตอร์ขนานกับวงจรไฟฟ้า

4.2.3 นาฬิกาจับเวลา

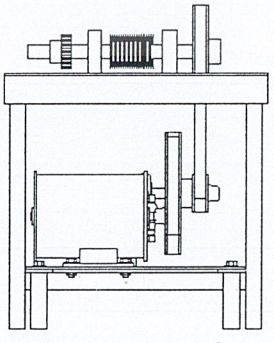
ใช้ในการจับเวลาในการทดลอง โดยนาฬิกาจับเวลาที่ใช้มีความละเอียดในการจับเวลา 1 ใน 100 ของวินาที

4.2.4 ชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ

ชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเครื่องที่มีลักษณะเดียวกับเครื่องที่ได้ทำการออกแแบบไว้ แต่มีจำนวนของใบมีดตัดกระดาษที่น้อยกว่า โดยมีจำนวนใบมีดตัดกระดาษทั้งหมดจำนวน 20 ใบติดตั้งอยู่บนเพลา 2 อัน อันละจำนวน 10 ใบดังรูปที่ 4-3 ถึงรูปที่ 4-6

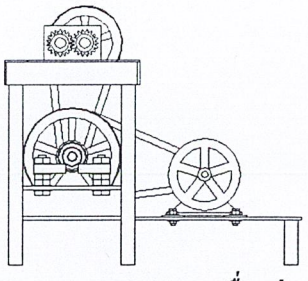


รูปที่ 4-3 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ (3 มิติ)

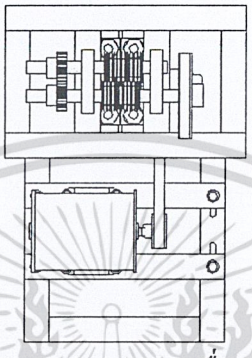


รูปที่ 4-4 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านหน้า)

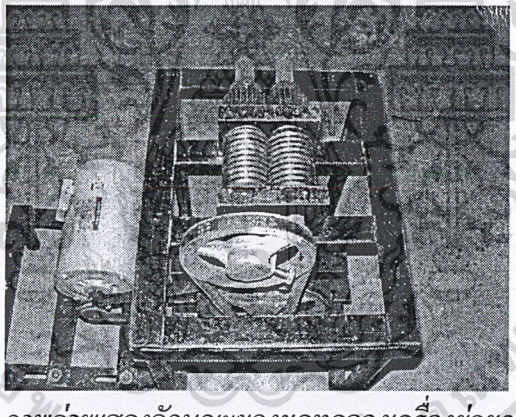
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



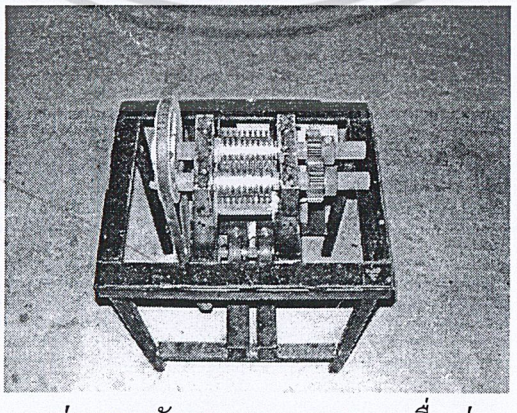
รูปที่ 4-5 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านข้าง)



รูปที่ 4-6 แสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านบน)

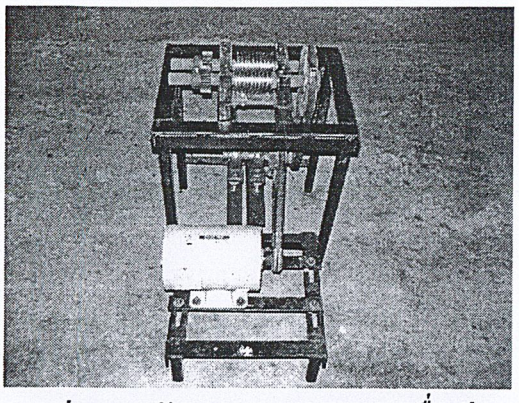


รูปที่ 4-7 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 1

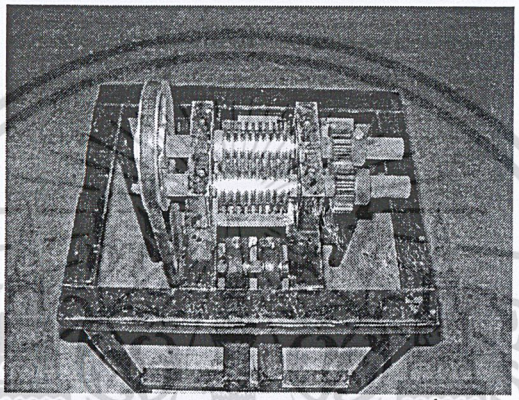


รูปที่ 4-8 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 2

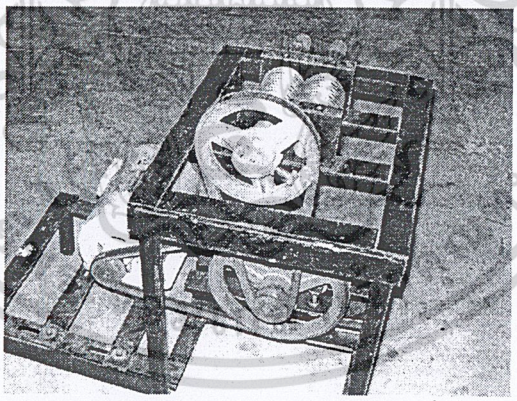
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-9 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 3



รูปที่ 4-10 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 4



รูปที่ 4-11 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ 5

4.3 วิธีการทดลอง

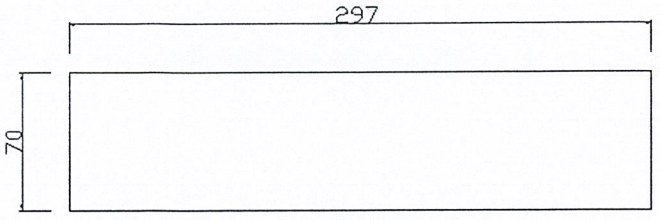
การทดลองในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

1. เตรียมกระดาษขนาดน้ำหนักต่างๆกัน 3 ขนาดคือ

- กระดาษขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 70 แกรม
- กระดาษขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 80 แกรม
- กระดาษขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 100 แกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเตรียมให้มีขนาดความกว้าง 70 มิลลิเมตรและยาว 297 มิลลิเมตรดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-12 แสดงลักษณะและขนาดของกระดาษที่ใช้ในการทดลอง

2. เริ่มการทดลองที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษขนาด 90 องศาดังรูปที่ 4-8 โดยเปิดสวิตช์ให้ชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษทำงานโดยยังไม่ต้องใส่กระดาษทดลองเข้าไป อ่านค่าที่ได้จากแอมป์มิเตอร์,โวลท์มิเตอร์ แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล

รูปที่ 4-13 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษขนาดมุม 90 องศา

3. ใส่กระดาษทดลองขนาดน้ำหนัก 70 แกรมจำนวนความหนา 6 แผ่นเข้าไปในชุดทดลองและทำการจับเวลาตั้งแต่กระดาษทดลองเข้าสู่ชุดทดลองจนชุดทดลองตัดกระดาษหมดแล้วหยุดเวลา อ่านค่าที่ได้จากแอมป์มิเตอร์,โวลท์มิเตอร์ แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล
4. ทำการทดลองตามข้อที่ 3 ซ้ำอีกสองครั้ง แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้
5. ใส่กระดาษทดลองขนาดน้ำหนัก 70 แกรม แต่เพิ่มความหนาของกระดาษทดลองเป็น 9 แผ่น อ่านค่าที่ได้จากแอมป์มิเตอร์,โวลท์มิเตอร์ และทำการจับเวลาตั้งแต่ใส่กระดาษเข้าชุดทดลองจนตัดกระดาษได้หมดจึงหยุดเวลา แล้วบันทึกค่าที่ได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล
6. ทำการทดลองตามข้อที่ 5 ซ้ำอีกสองครั้ง แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้
7. ใส่กระดาษทดลองขนาดน้ำหนัก 70 แกรม แล้วให้เพิ่มความหนาของกระดาษทดลองเป็น 12 แผ่น อ่านค่าที่ได้จากแอมป์มิเตอร์,โวลท์มิเตอร์ และทำการจับเวลาตั้งแต่ใส่กระดาษเข้าชุดทดลองจนตัดกระดาษได้หมดจึงหยุดเวลา แล้วบันทึกค่าที่ได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล
8. ทำการทดลองตามข้อที่ 7 ซ้ำอีกสองครั้ง แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 8 ซ้ำอีกแต่เปลี่ยนขนาดน้ำหนักกระดาษเป็น 80 แกรม
10. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 8 ซ้ำอีกแต่เปลี่ยนขนาดน้ำหนักกระดาษเป็น 100 แกรม
11. เปลี่ยนขนาดมุมของใบมีดตัดกระดาษจากขนาดมุม 90 องศาเป็นใบมีดตัดกระดาษขนาดมุม 80 องศาดังรูปที่ 4-9

รูปที่ 4-14 แสดงลักษณะมุมของใบมีดตัดกระดาษขนาดมุม 80 องศา

12. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 จนถึงข้อที่ 10 แต่ใช้ชุดใบมีดตัดกระดาษที่มีขนาดค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 80 องศา แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล
13. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 จนถึงข้อที่ 10 แต่ใช้ชุดใบมีดตัดกระดาษที่มีขนาดค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ 40 องศาตามลำดับ แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผล

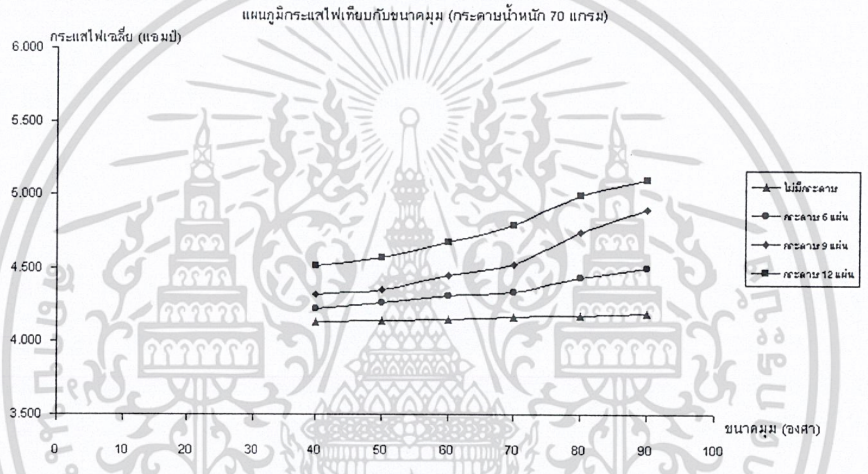
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

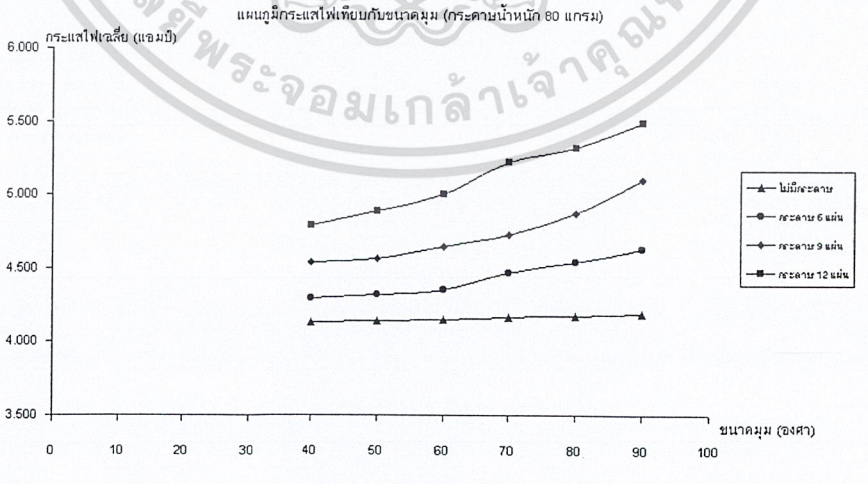
ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษ

จากการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ โดยเปลี่ยนค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษจากค่าเริ่มต้นคือ 90 องศาไปจนถึงค่ามุม 40 องศาได้ผลการทดลองดังกราฟต่อไปนี้ โดยแกนตั้งเป็นค่าของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษมีหน่วยเป็นแอมแปร์ และแกนนอนเป็นค่าของมุมของใบมีดตัดกระดาษมีหน่วยเป็นองศา

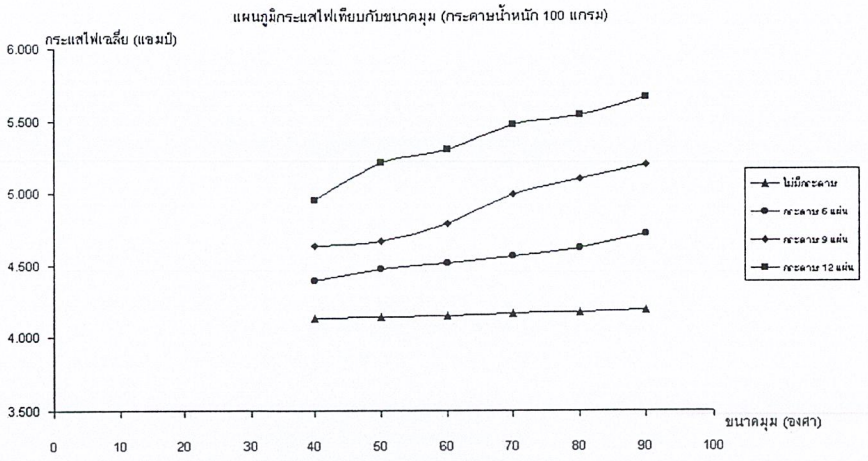


รูปที่ 5-1 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม



รูปที่ 5-2 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม

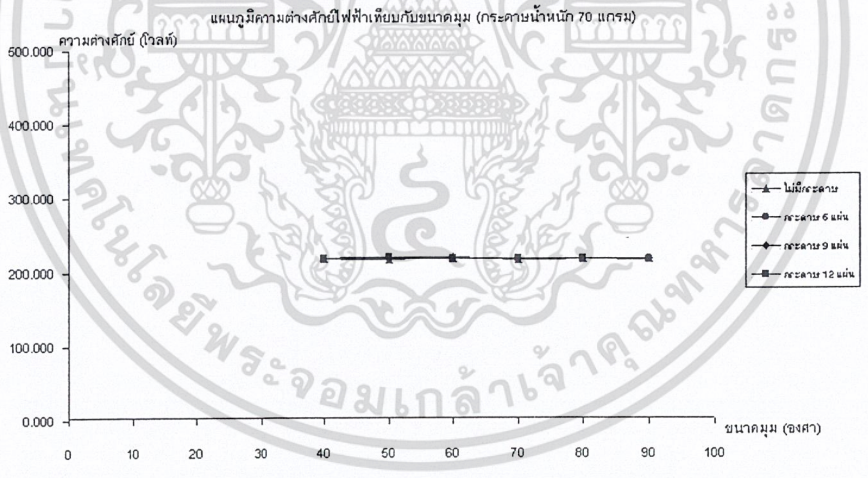
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-3 แสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม

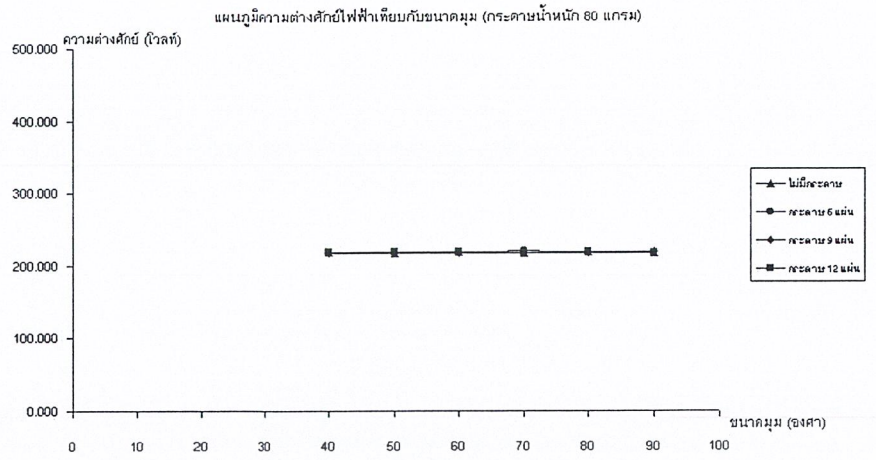
5.2 ผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในการตัดกระดาษ

การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในการตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ สามารถเขียนเป็นกราฟได้ดังนี้ โดยแกนตั้งเป็นค่าความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลท์และแกนนอนเป็นค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีหน่วยเป็นองศา



รูปที่ 5-4 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-5 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม

รูปที่ 5-6 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต่างศักย์สำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม

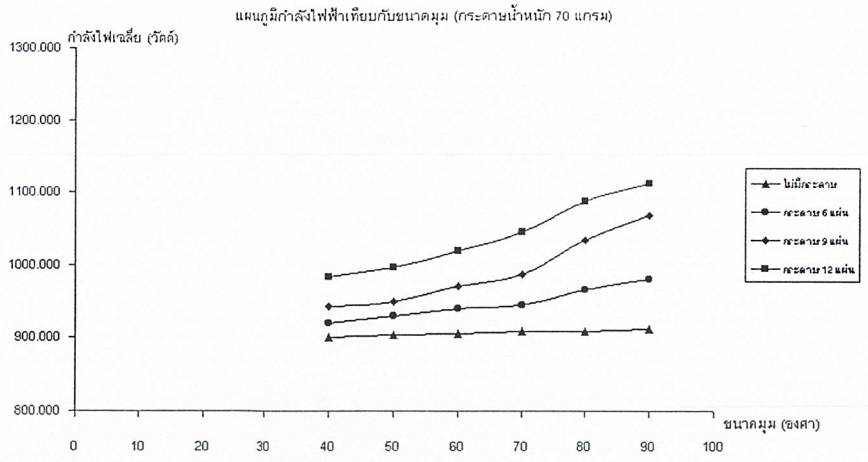
5.3 การหาค่ากำลังของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ

สามารถหาค่ากำลังงานที่ใช้ในการตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษได้จากสมการ

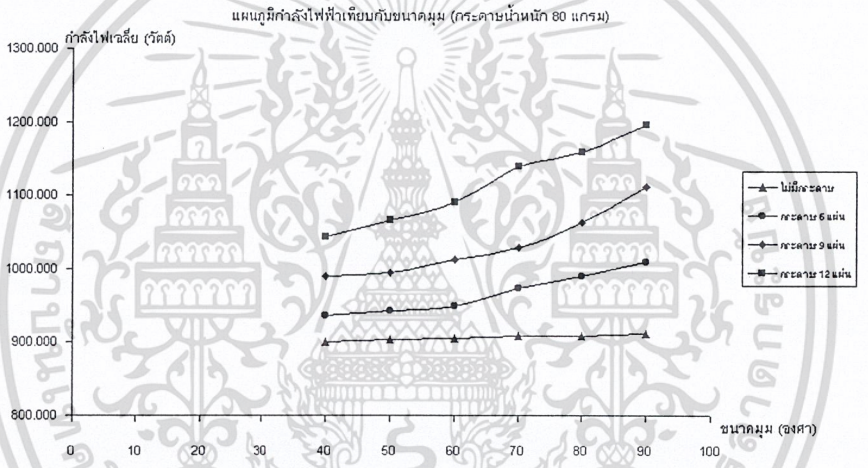
$$\text{กำลังงาน} = \text{ค่ากระแสไฟฟ้า} \times \text{ความต่างศักย์} \qquad (5.1)$$

จากสมการที่ (5.1) และจากผลการทดลองรูปที่ 5-1 ถึงรูปที่ 5-6 สามารถเขียนเป็นกราฟได้ดังนี้ โดยแกนตั้งเป็นกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ และแกนนอนเป็นค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีหน่วยเป็นองศา

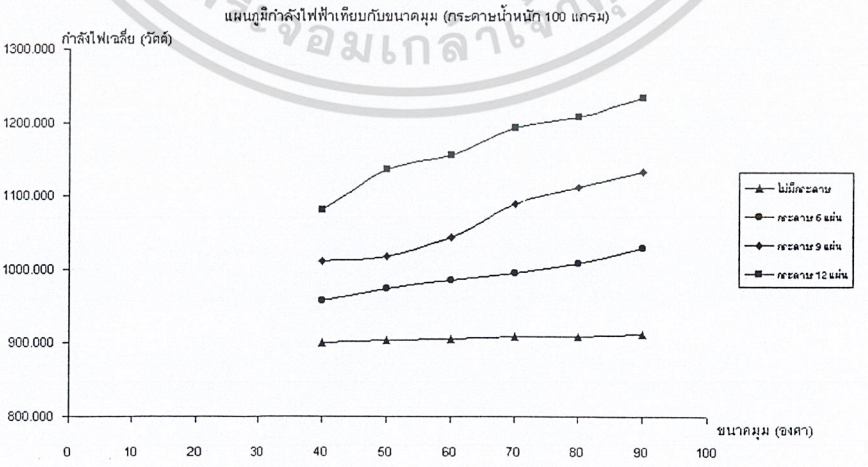
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-7 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม



รูปที่ 5-8 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม



รูปที่ 5-9 แสดงกำลังไฟฟ้าในการทดลองสำหรับกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 5.1 เป็นการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษต่างๆกัน จะเห็นว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 90 องศาจะใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษมากกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมที่ค่ามุม 80 องศาและมากกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนักเดียวกันที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ 40 องศา ตามลำดับ

สำหรับผลการทดลองตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมดังรูปที่ 5-2 และผลการทดลองตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรมดังรูปที่ 5-3 จะเห็นว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมคือ การตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 90 องศาจะใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษมากกว่าการตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 80 องศาและมากกว่าการตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ 40 องศา ตามลำดับ

โดยการตัดกระดาษความหนาจำนวน 6 แผ่นใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าการตัดกระดาษความหนา 9 แผ่นและน้อยกว่าการตัดกระดาษความหนา 12 แผ่นในทุกๆค่าของมุมของใบมีดตัดกระดาษ และการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมและน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรมที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเดียวกันและความหนาของกระดาษเท่ากัน

เพราะฉะนั้นสรุปผลการทดลองจากหัวข้อที่ 5.1 ได้ว่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีผลต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษ โดยเมื่อค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีค่าลดลงจะเป็นผลให้ใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษลดลงด้วย

การทดลองในหัวข้อที่ 5.2 จากผลการทดลองดังรูปที่ 5-4 ถึงรูปที่ 5-6 เป็นการทดลองวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในขณะตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษต่างๆกัน จะเห็นว่าเมื่อลดค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษลงจะไม่มีผลต่อค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในการตัดกระดาษ ที่ทุกค่าความหนาของกระดาษ และการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม, 80 แกรมและ 100 แกรมยังคงมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เท่ากันหรือต่างกันน้อยมาก

การทดลองในหัวข้อที่ 5.3 เป็นการทดลองหาค่ากำลังไฟฟ้าในการตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษ จะเห็นว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 90 องศาดังรูปที่ 5-7 ใช้กำลังไฟฟ้าในการตัดกระดาษมากกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 80 องศาและใช้กำลังไฟฟ้าในการตัดกระดาษมากกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนักเดียวกันที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ40 องศาตามลำดับ

สำหรับผลการทดลองตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมดังรูปที่ 5-8 และผลการทดลองตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรมดังรูปที่ 5-9 จะเห็นว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมคือ การตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 90 องศาจะใช้กำลังไฟฟ้าในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดกระดาษมากกว่าการตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเท่ากับ 80 องศาและมากกว่าการตัดกระดาษที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเป็น 70 องศา, 60 องศา, 50 องศาและ 40 องศา ตามลำดับ

โดยการตัดกระดาษความหนาจำนวน 6 แผ่นใช้กำลังไฟฟ้าในการตัดน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดความหนา 9 แผ่นและน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดความหนา 12 แผ่นที่ทุกค่ามุมเดียวกันและขนาดน้ำหนักกระดาษเดียวกัน และการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมจะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมและน้อยกว่าการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรมที่ค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษเดียวกันและความหนาเท่ากัน

5.5 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองจากหัวข้อที่ 5.1 ได้ว่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีผลต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษ โดยเมื่อค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีค่าลดลงจะเป็นผลให้ใช้กระแสไฟฟ้าในการตัดกระดาษลดลงด้วย

สรุปผลการทดลองจากหัวข้อที่ 5.2 ได้ว่าค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษไม่มีผลต่อค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในการตัดกระดาษ

เพราะฉะนั้นสรุปผลการทดลองทั้งหมดตั้งแต่หัวข้อที่ 5.1 ถึงหัวข้อที่ 5.3 จะเห็นว่าค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดกระดาษ โดยเมื่อค่ามุมของใบมีดตัดกระดาษมีค่าลดลงจะเป็นผลให้ใช้กำลังไฟฟ้าในการตัดกระดาษน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
เครื่องย่อยกระดาษ

6.1 ลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ

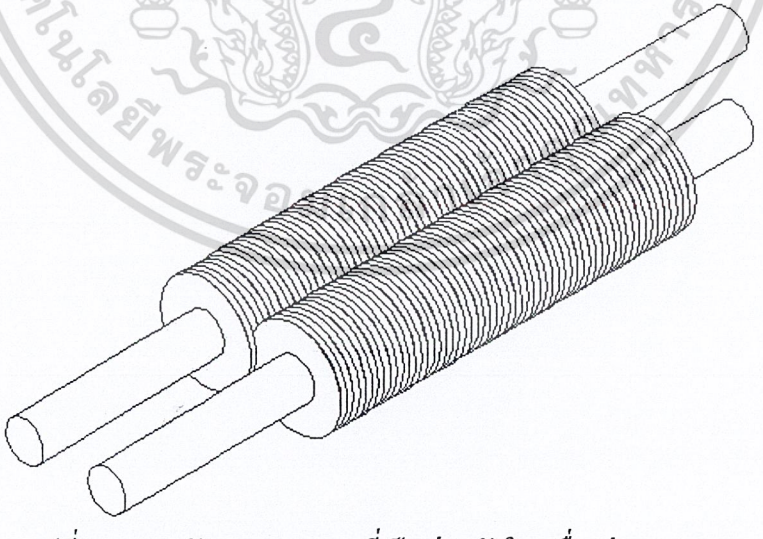
ลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์ขึ้นมาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะมีส่วนประกอบของเครื่องเป็นส่วนต่างๆคล้ายกับชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษโดยแบ่งเป็น

1. ส่วนตัดกระดาษ
2. ส่วนส่งกำลัง
3. ส่วนต้นกำลัง
4. ส่วนรับเศษกระดาษที่ตัดแล้ว
5. ส่วนตัวถังด้านนอก

โดยแต่ละส่วนประกอบจะมีรายละเอียดต่างๆตามที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

6.2 ส่วนตัดกระดาษ

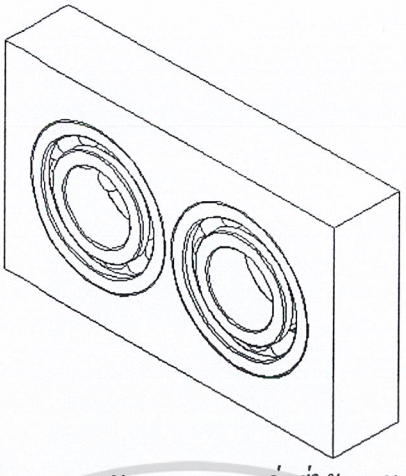
เป็นส่วนประกอบที่อยู่ภายในเครื่องย่อยกระดาษมีลักษณะเป็นเพลายาว 2 อันบนเพลาแต่ละอันมีใบมีดตัดกระดาษติดตั้งอยู่ 29 ใบ ใบมีดแต่ละใบจะมีค่ามุมของใบมีดตัดเท่ากับ 40 องศา ซึ่งเป็นค่ามุมที่เหมาะสมที่สุดในการตัดกระดาษโดยได้มาจากการทดลองในบทที่ผ่านมา ใบมีดตัดกระดาษมีลักษณะดังรูปที่ 6-1



รูปที่ 6-1 แสดงลักษณะของเพลาที่เป็นส่วนตัดในเครื่องย่อยกระดาษ

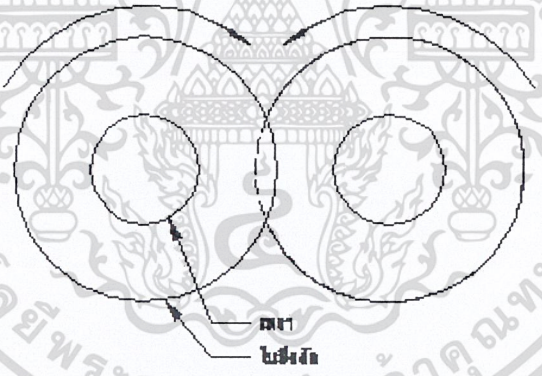
โดยเพลาทั้ง 2 อันจะรองรับไว้ด้วยแบริ่ง 2 อันที่ปลายเพลาทั้งสองด้านโดยแบริ่งที่ใช้เป็นแบบที่ทำขึ้นมาเองโดยเฉพาะเพื่อให้ใส่ได้พอดีกับระยะขบของเพลาที่ออกแบบไว้โดยมีลักษณะดังรูปที่ 6-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

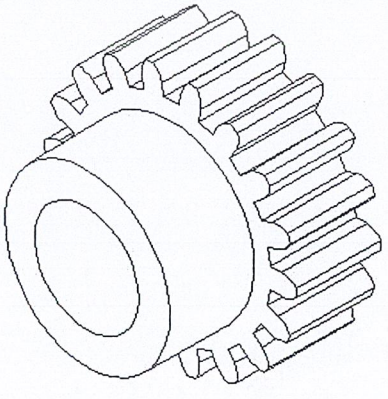


รูปที่ 6-2 แสดงลักษณะของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลา

ลักษณะการหมุนของเพลาของเครื่องย่อยกระดาษจะมีลักษณะการหมุนเช่นเดียวกับการหมุนของเพลาที่อยู่ในชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษคือ มีลักษณะการหมุนเข้าในทิศที่ทางสวนทางกันเพื่อเป็นการทิ้งเศษกระดาษที่ตัดแล้วลงไปยังส่วนรองรับเศษ การหมุนของเพลาจะถูกบังคับทิศทางการหมุนโดยใช้เฟืองเป็นตัวควบคุม ลักษณะการหมุนเป็นดังรูปที่ 6-3



รูปที่ 6-3 แสดงทิศทางการหมุนของเพลาในเครื่องย่อยกระดาษ



รูปที่ 6-4 แสดงลักษณะของเฟืองที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ส่วนต้นกำลัง

เครื่องย่อยกระดาษนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนต้นกำลัง เนื่องจากในปัจจุบันนี้พลังงานไฟฟ้าสามารถนำมาใช้ได้โดยง่ายและสะดวกกว่าการใช้ต้นกำลังแบบอื่นเช่น มอเตอร์ไฮโดรลิก สำหรับการเลือกขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 เรื่องการคำนวณ ซึ่งเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด ½ แรงม้า ความถี่ 50 Hz แรงเคลื่อน 220 โวลท์

6.4 ส่วนส่งกำลัง

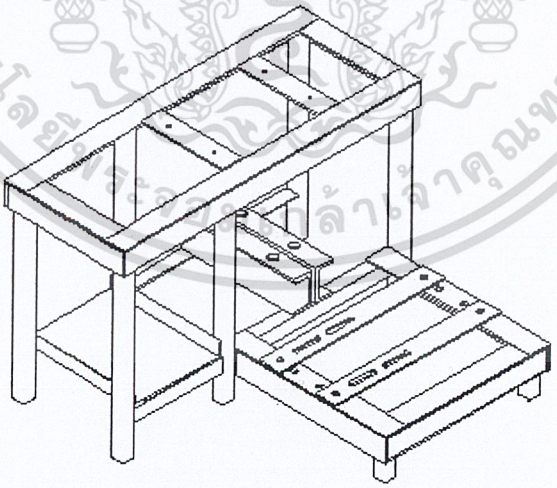
การส่งกำลังจะใช้สายพานดังที่คำนวณไว้ในบทที่ 3 เรื่องการคำนวณ ซึ่งเลือกใช้สายพานลิ่มแบบ B – 40 สำหรับการส่งกำลังในช่วงแรก มีอัตราทด 1 ต่อ 4 และแบบ B - 33 สำหรับการส่งกำลังในช่วงที่สอง มีอัตราทด 1 ต่อ 3

6.5 ส่วนรองรับเศษกระดาษที่ตัดแล้ว

เศษกระดาษที่ถูกย่อยแล้วจะหล่นลงไปทางด้านล่างของส่วนตัดกระดาษ ซึ่งจะมีรางรองรับเศษติดตั้งอยู่ด้านล่างของส่วนตัดกระดาษ จากนั้นเศษกระดาษจะไหลลงไปยังถังเก็บเศษที่อยู่ต่ำลงไปอีกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

6.6 ส่วนตัวถังด้านนอก

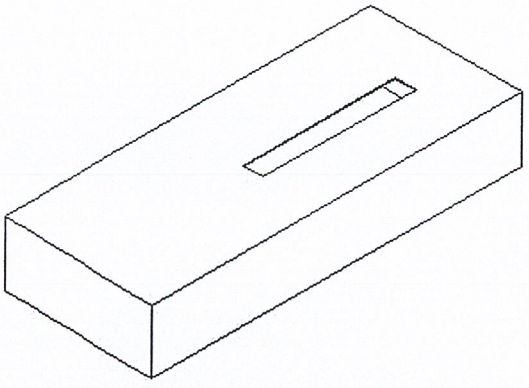
เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดของเครื่องย่อยกระดาษ เพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งาน ประกอบด้วยส่วนของฐานรองรับชุดเครื่องย่อยกระดาษ และส่วนของฝาครอบ ดังรูปที่ 6-5 และรูปที่ 6-6



รูปที่ 6-5 แสดงลักษณะของฐานรองรับชุดย่อยกระดาษ

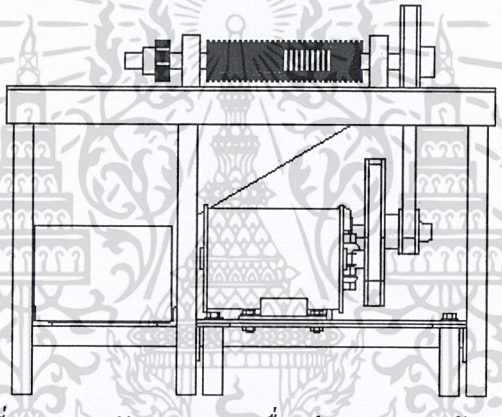
ส่วนของฐานทั้งหมดทำจากเหล็กขนาดหน้ากว้าง 50 mm. หนา 5 mm. ส่วนของขาทำจากท่อเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 20×20 mm. ยึดติดกันด้วยการเชื่อมไฟฟ้า ยกเว้นส่วนรองรับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้น๊อตยึดกับส่วนฐานเพื่อความสะดวกในการปรับตั้งความตึงของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

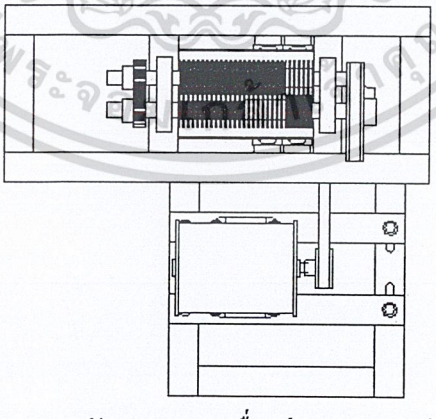


รูปที่ 6-6 แสดงลักษณะของฝาครอบเครื่องย่อยกระดาษ

สำหรับรายละเอียดและขนาดของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด ของเครื่องย่อยกระดาษจะแสดงๆ ได้ไว้ในภาคผนวกท้ายเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

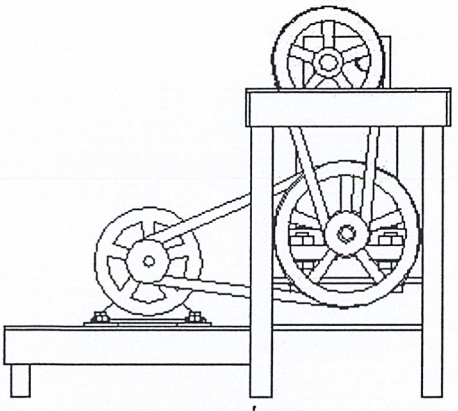


รูปที่ 6-7 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านหน้า)

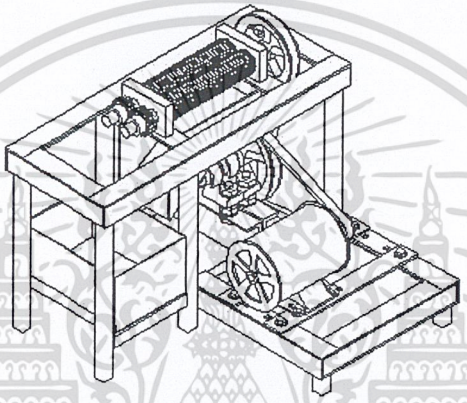


รูปที่ 6-8 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านบน)

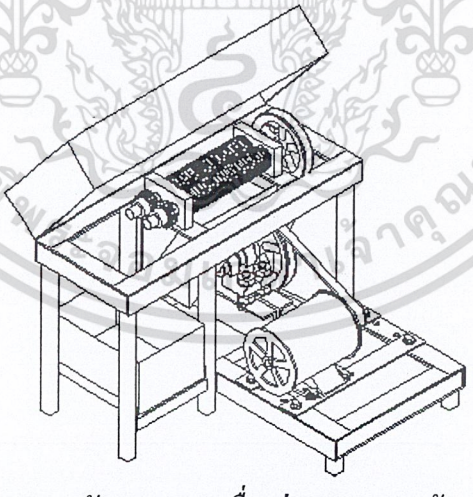
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-9 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ(ด้านข้าง)

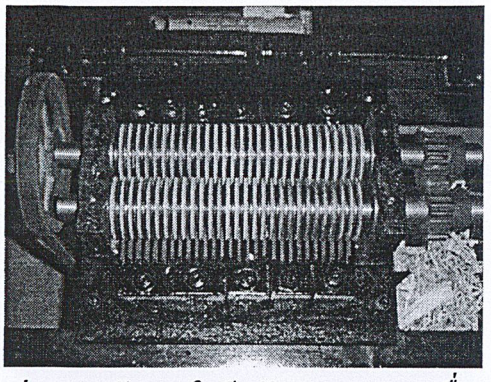


รูปที่ 6-10 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษ

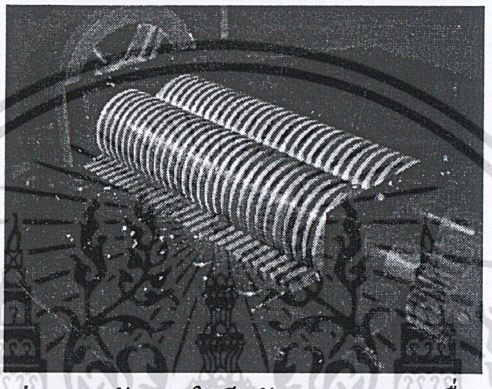


รูปที่ 6-11 แสดงลักษณะของเครื่องย่อยกระดาษพร้อมฝาครอบ

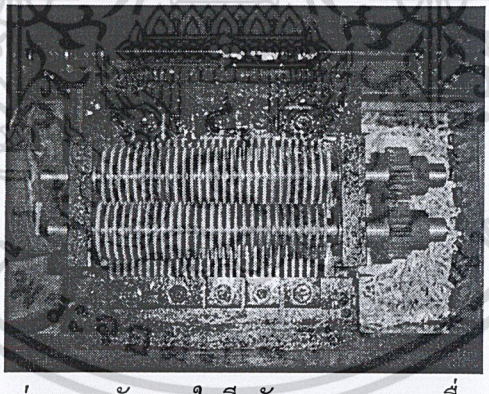
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



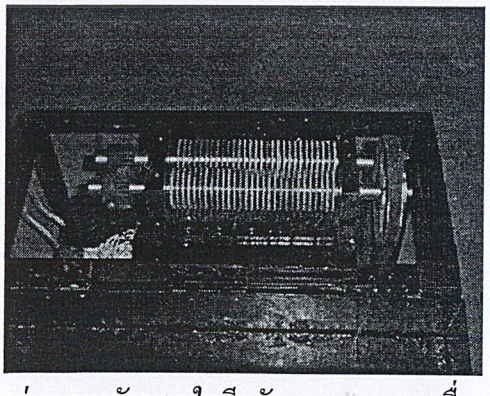
รูปที่ 6-12 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 1



รูปที่ 6-13 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 2



รูปที่ 6-14 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 3



รูปที่ 6-15 ภาพถ่ายแสดงลักษณะใบมีดตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
ผลการทดสอบเครื่องย่อยกระดาษ

7.1 การทดสอบเครื่องย่อยกระดาษ

การทดสอบเครื่องย่อยกระดาษนี้เป็นการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องย่อยกระดาษที่ทำขึ้นมาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

7.2 การทดสอบเพื่อหาปริมาณกระดาษมากที่สุดที่สามารถตัดได้

การทดสอบขั้นแรกเป็นการทดสอบเพื่อหาจำนวนกระดาษที่มากที่สุดที่สามารถตัดได้ในหนึ่งครั้ง ทดสอบโดยปรับสายพานให้ได้ระยะตามที่ได้ออกแบบไว้ในช่วงแรกของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จากนั้นจึงใส่กระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมเข้าไปในเครื่องย่อยกระดาษ เริ่มจากความหนา 1 แผ่นแล้วสังเกตว่าสามารถตัดกระดาษได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ จากนั้นใส่กระดาษเพิ่มอีกครั้งละ 1 แผ่นแล้วสังเกตว่ายังสามารถตัดกระดาษได้หรือไม่ แล้วทดสอบเช่นนี้ไปจนเครื่องย่อยกระดาษไม่สามารถย่อยกระดาษได้ตามที่ออกแบบไว้ แล้วบันทึกผล จากนั้นจึงเปลี่ยนขนาดน้ำหนักกระดาษเป็น 80 แกรมและ 100 แกรมตามลำดับแล้วทำการทดสอบตามวิธีเดียวกันกับกระดาษขนาด 70 แกรม

จากการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 7-1

จำนวนแผ่นกระดาษ	กระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม	กระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม	กระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม
มากที่สุดที่ตัดได้	12 แผ่น	10 แผ่น	8 แผ่น
ที่เหมาะสม	10 แผ่น	8 แผ่น	6 แผ่น

ตารางที่ 7-1 แสดงผลการทดสอบปริมาณกระดาษมากที่สุดที่สามารถตัดได้

7.3 การทดสอบเพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

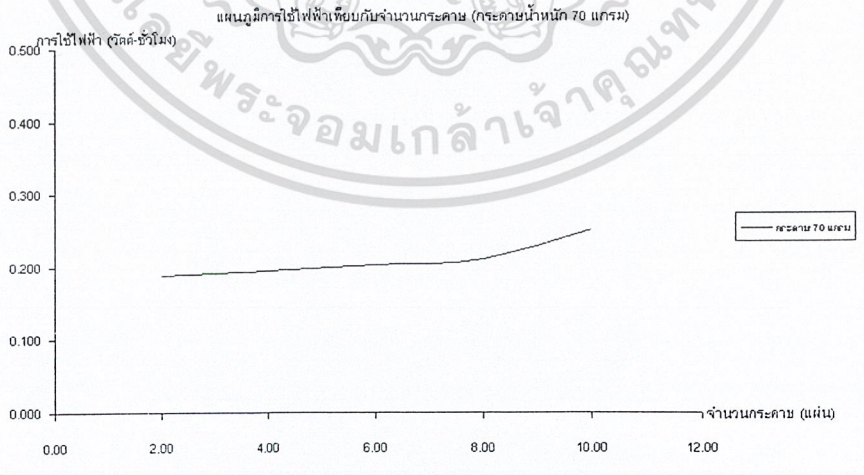
การทดสอบเพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์ขึ้นมา สามารถทำได้ดังนี้

1. ทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม โดยการวัดค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้า, เวลาที่ใช้ในการตัดกระดาษ
2. เริ่มต้นใช้กระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมจำนวน 1 แผ่นใส่เข้าเครื่องย่อยกระดาษแล้วอ่านค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้าและจับเวลาตั้งแต่ใส่กระดาษเข้าไปจนตัดกระดาษได้หมด บันทึกผลที่ได้ทั้งหมด
3. ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 2 อีกสองครั้งแล้วบันทึกผลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

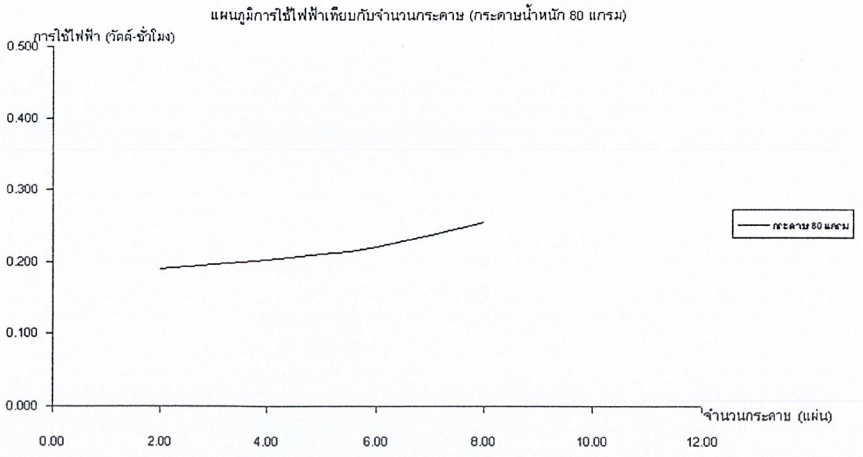
4. เพิ่มจำนวนกระดาษเป็น 2 แผ่นใส่เข้าเครื่องย่อยกระดาษแล้วอ่านค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้าและจับเวลา บันทึกผลที่ได้ทั้งหมด
5. ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 4 อีกสองครั้งแล้วบันทึกผลที่ได้
6. เพิ่มจำนวนกระดาษอีกครั้งละ 1 แผ่นแล้วทำการทดลองซ้ำเช่นเดิมจนกว่าจะครบ 10 แผ่นแล้วบันทึกผลที่ได้
7. ทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม โดยการวัดค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้า, เวลาที่ใช้ในการตัดกระดาษ
8. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมแต่ใส่กระดาษมากที่สุดเพียง 8 แผ่นแล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้าและจับเวลาในการตัดกระดาษตั้งแต่เริ่มใส่กระดาษจนตัดกระดาษหมด บันทึกผลที่ได้
9. ทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม โดยการวัดค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้า, เวลาที่ใช้ในการตัดกระดาษ
10. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมแต่ใส่กระดาษมากที่สุดเพียง 6 แผ่นแล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้าและจับเวลาในการตัดกระดาษตั้งแต่เริ่มใส่กระดาษจนตัดกระดาษหมด บันทึกผลที่ได้
11. นำค่าที่ได้จากการทดสอบการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย
12. นำค่าที่ได้จากการทดสอบการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย
13. นำค่าที่ได้จากการทดสอบการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรมทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษของเครื่องย่อยกระดาษโดยการใช้กระดาษขนาดน้ำหนักต่างๆกันได้ผลดังนี้



รูปที่ 7-1 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7-2 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรม

รูปที่ 7-3 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการตัดกระดาษขนาดน้ำหนัก 100 แกรม

สรุปผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องย่อยกระดาษในการย่อยกระดาษที่ขนาดน้ำหนักต่างๆกันและจำนวนแผ่นต่างๆกัน ได้ว่าเมื่อจำนวนแผ่นกระดาษที่ทำการย่อยมีมากขึ้นจะทำให้เครื่องย่อยกระดาษใช้พลังงานไฟฟ้าในการย่อยกระดาษมากขึ้นด้วย และเมื่อขนาดน้ำหนักของกระดาษมากขึ้น เช่น เปลี่ยนจากกระดาษขนาดน้ำหนัก 70 แกรมเป็นกระดาษขนาดน้ำหนัก 80 แกรมที่จำนวนกระดาษที่เท่ากันกระดาษที่มีน้ำหนักมากกว่าจะใช้พลังงานไฟฟ้าในการย่อยกระดาษมากกว่า

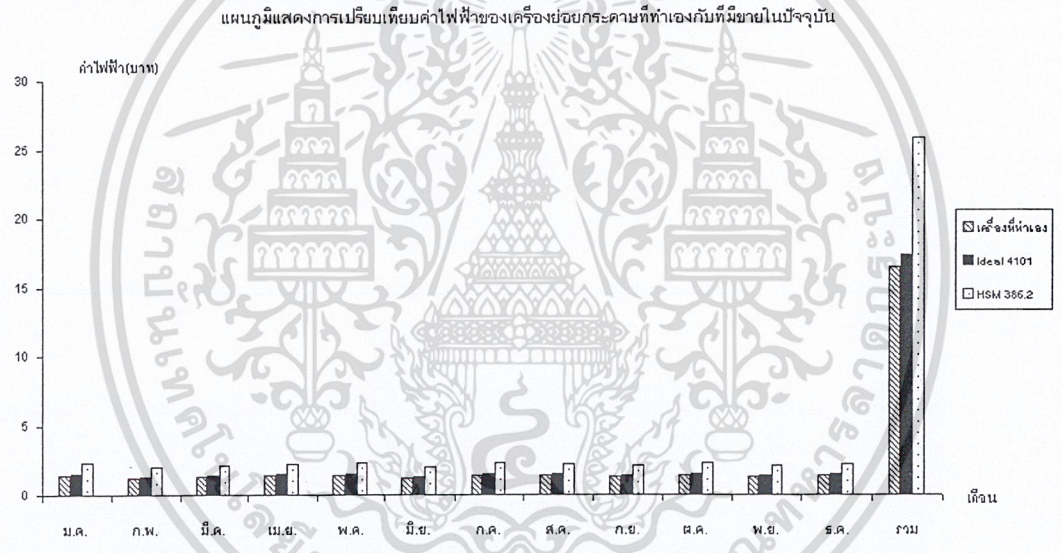
7.4 การเปรียบเทียบเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเครื่องย่อยกระดาษที่มีขายในปัจจุบัน

ในหัวข้อการเปรียบเทียบนี้จะเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องย่อยกระดาษที่ผู้วิจัยได้ประดิษฐ์ขึ้นมาเองกับเครื่องที่มีขายอยู่ในปัจจุบัน โดยการเลือกเครื่องย่อยกระดาษที่สามารถย่อยกระดาษได้จำนวนแผ่นมากที่สุดเท่าๆกันมาเปรียบเทียบ โดยการเปรียบเทียบได้แสดงไว้ดังตารางที่ 7-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เครื่องที่ทำเอง	Ideal 3104	Ideal 4101	HSM 386.2	Olympia 100.4	GBC 2230s
ราคา(บาท)	5000	8500	9000	8000	8300	9630
ระบบไฟฟ้า	220V/50Hz	220V/50Hz	220V/50Hz	220V/50Hz	220V/50Hz	220V/50Hz
ขนาดมุมของใบมีด	40 องศา	90 องศา	90 องศา	90 องศา	90 องศา	90 องศา
ขนาดเศษตัด	4 mm.	4 mm.	4 mm.	4 mm.	3.9 mm.	4 mm.
ความเร็วตัด	22 m/min	21 m/min	21 m/min	4.8 m/min	5 m/min	5.5 m/min
เวลาในการตัด	0.8 วินาที	0.8 วินาที	0.8 วินาที	3.7 วินาที	3.6 วินาที	3.2 วินาที
ความหนากระดาษมากที่สุด	A4 70 แกรม 10 แผ่น	A4 70 แกรม 10 แผ่น	A4 70 แกรม 10 แผ่น	A4 70 แกรม 10 แผ่น	A4 70 แกรม 8 แผ่น	A4 70 แกรม 10 แผ่น
กำลังไฟฟ้า(วัตต์)	948	970	1000	320	350	360
พลังงานในการตัด (วัตต์-ชั่วโมง)	0.210	0.215	0.222	0.330	0.350	0.320

ตารางที่ 7-2 แสดงการเปรียบเทียบเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์เองกับเครื่องที่ขายในปัจจุบัน



รูปที่ 7-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของเครื่องย่อยกระดาษที่ประดิษฐ์เองกับเครื่องที่ขายในปัจจุบัน

หมายเหตุ

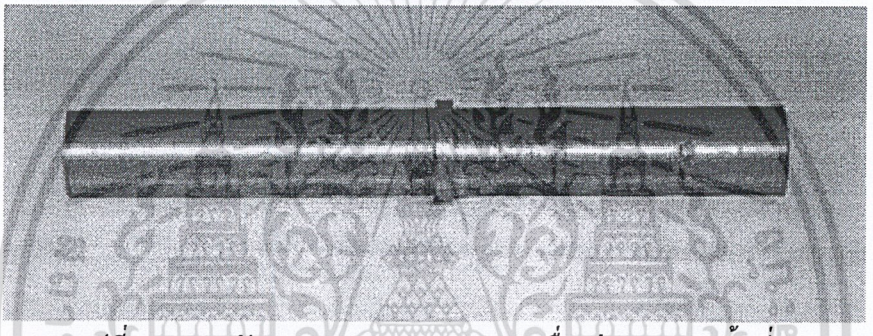
1. ค่าไฟฟ้าคิดเฉลี่ยหน่วยละ 3 บาท
2. ประมาณการใช้งานเป็น 100 ครั้งต่อวัน
3. คิดวันทำงานจากเดือนต่างๆในปี 2545 เว้นวันเสาร์-อาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
ปัญหาที่พบในการวิจัย

8.1 ปัญหาในการทำใบมีดตัดกระดาษ

เนื่องจากใบมีดตัดกระดาษในเครื่องย่อยกระดาษสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คือ 1. แบบใบมีดตัดกระดาษเป็นชิ้นเดียวกับเพลา และ 2. ใบมีดตัดกระดาษกับเพลาแยกส่วนกัน ซึ่งในช่วงต้นนั้นผู้วิจัยได้เริ่มจัดทำชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษและเลือกทำชุดใบมีดตัดกระดาษตามแบบที่ 2 ซึ่งเป็นแบบที่ใบมีดตัดกระดาษกับเพลาแยกส่วนกัน จึงได้เริ่มจัดทำตั้งแต่ชุดทดลอง โดยได้จัดทำเพลาขึ้นมาก่อนดังรูปที่ 8-1



รูปที่ 8-1 แสดงลักษณะเพลาของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 1

หลังจากนั้นจึงได้จัดทำใบมีดตัดกระดาษสำหรับชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษโดยมีลักษณะดังรูปที่ 8-2 จำนวน 20 ใบ

รูปที่ 8-2 แสดงใบมีดตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 1

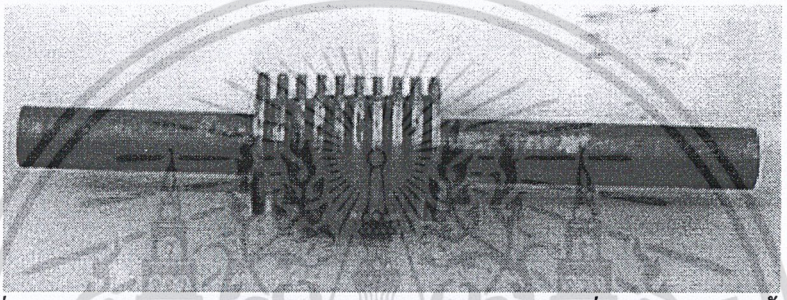
จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าในการทำชุดใบมีดในรูปแบบนี้จำเป็นจะต้องมีการทำร่องลิ่มทั้งที่ตัวใบมีดตัดกระดาษและในส่วนของเพลาเพื่อป้องกันการลื่นไถลของใบมีดตัดกระดาษตามแนวรัศมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเพลา และยังต้องมีการทำเกลียวบนเพลาสำหรับขันแป้นเกลียวยึดใบมีดให้แน่นเพื่อป้องกันการเลื่อนในแนวแกนของเพลา

การทำชุดใบมีดในลักษณะนี้มีข้อดีคือ ถ้าใบมีดตัดกระดาษเกิดความเสียหาย เราสามารถถอดออกและเปลี่ยนใบมีดที่เสียหายได้โดยง่าย แต่มีข้อเสียคือในการตัดกลึงต้องใช้ความชำนาญของช่าง ความแม่นยำของเครื่องมือเครื่องจักรสูง เพราะต้องทำให้เพลาและใบมีดตัดกระดาษมีขนาดที่ถูกต้องรวมทั้งร่องลิ่มที่ทำก็ต้องมีขนาดและตำแหน่งที่ถูกต้องด้วยทั้งยังต้องมีค่าความเผื่อสำหรับการสวมใส่ของชิ้นส่วนต่างๆด้วย ทำให้ใช้เวลาสูงมากในการจัดทำ

ทางผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนวิธีการจัดทำชุดใบมีดตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษไปเป็นแบบที่ 1 คือชุดใบมีดตัดกระดาษกับเพลาเป็นชิ้นเดียวกันดังรูปที่ 8-3



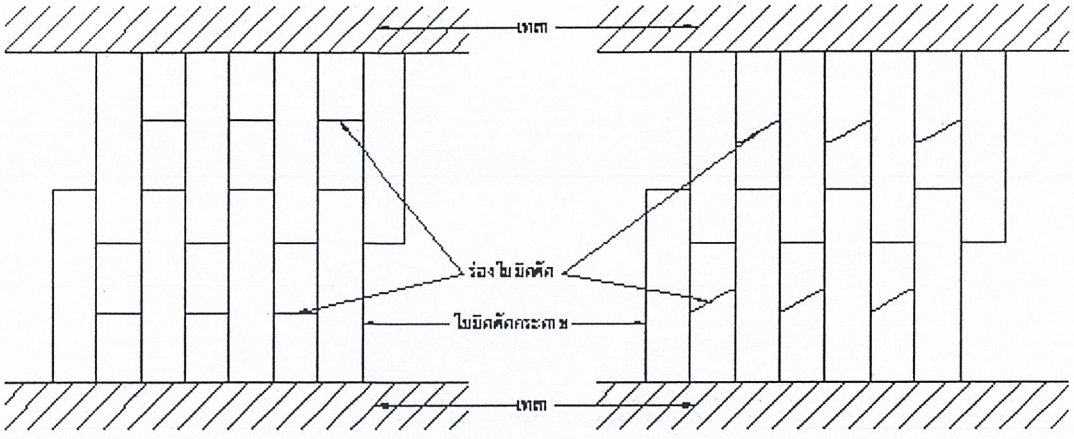
รูปที่ 8-3 แสดงลักษณะชุดใบมีดตัดกระดาษของชุดทดลองเครื่องย่อยกระดาษชิ้นที่ 2

ข้อดีของชุดใบมีดตัดกระดาษแบบนี้คือสามารถจัดทำขึ้นได้โดยง่ายกว่า มีปัญหาในการทำน้อยกว่าแบบที่ผ่านมาเพราะทำจากวัสดุชิ้นเดียว จึงไม่ต้องมีค่าความเผื่อสำหรับการสวมใส่ของชิ้นส่วนต่างๆ และไม่ต้องกังวลเรื่องการลื่นไถลของใบมีดตัดกระดาษ ทำให้สามารถตัดกระดาษได้เต็มประสิทธิภาพ แต่มีข้อเสียคือถ้ามีใบมีดเสียหายจะไม่สามารถเปลี่ยนเฉพาะใบนั้นได้ต้องเปลี่ยนทั้งชุด

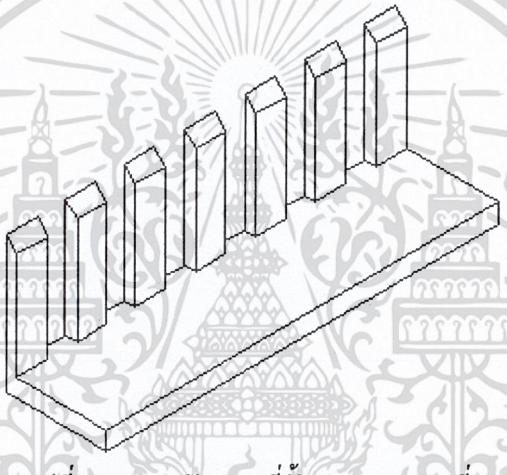
8.2 ปัญหาการติดพันของเศษกระดาษที่ตัดแล้ว

ในช่วงแรกของการทดลองเพื่อศึกษาหาค่ามุมที่เหมาะสมของใบมีดตัดกระดาษ จะเกิดจากการที่เศษกระดาษที่ถูกตัดแล้วไม่ไหลลงไปในรางรองรับเศษกระดาษแต่มาพันอยู่กับตัวเพลาของชุดใบมีดตัดกระดาษแทน จึงแก้ไขโดยการเปลี่ยนชนิดของวัสดุให้เป็นเหล็กที่มีค่าของคาร์บอนที่สูงขึ้น ทำให้เศษกระดาษที่ตัดแล้วพันกับเพลาของชุดใบมีดน้อยลง แต่ก็ยังมีเศษกระดาษที่พันอยู่เหมือนเช่นเดิม จึงได้แก้ไขเพิ่มเติมโดยปรับร่องระหว่างใบมีดตัดกระดาษให้เกิดเป็นลักษณะเอียงดังรูปที่ 8-4 แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทั้งหมดจึงต้องทำที่กั้นกระดาษขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหานี้อีก โดยชิ้นแรกที่ทำมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 8-5 การติดตั้งจะติดตั้งให้ปลายเสียบตั้งขึ้นมาติดกับร่องระหว่างใบมีดตัดโดยเอาด้านเอียงแนบกับร่องระหว่างใบมีด ซึ่งสามารถป้องกันการพันของเศษกระดาษที่ตัดแล้วได้แต่จะไปเกิดปัญหาที่ด้านล่างของที่กั้นกระดาษคือ กระดาษจะเกิดการอุดตันทำให้เศษกระดาษด้านบนไม่สามารถไหลลงมาได้ จึงได้แก้ปัญหาต่อไปอีกโดยการทำให้ที่กั้นกระดาษมีลักษณะดังรูปที่ 8-6 การติดตั้งจะเสียบเข้าไปทางด้านล่างของร่องระหว่างใบมีดตัดโดยให้อยู่บริเวณใต้ท้องพอดี ซึ่งวิธีนี้สามารถแก้ไขปัญหาได้ดี

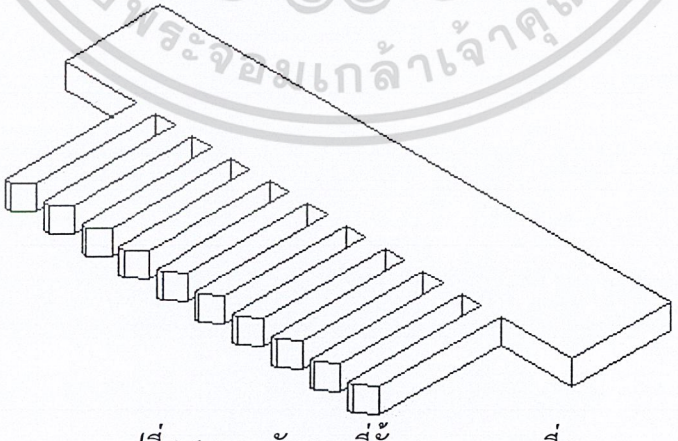
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8-4 แสดงลักษณะเอียงของร่องระหว่างใบมีดตัดกระดาษ



รูปที่ 8-5 แสดงลักษณะที่กั้นกระดาษแบบที่ 1

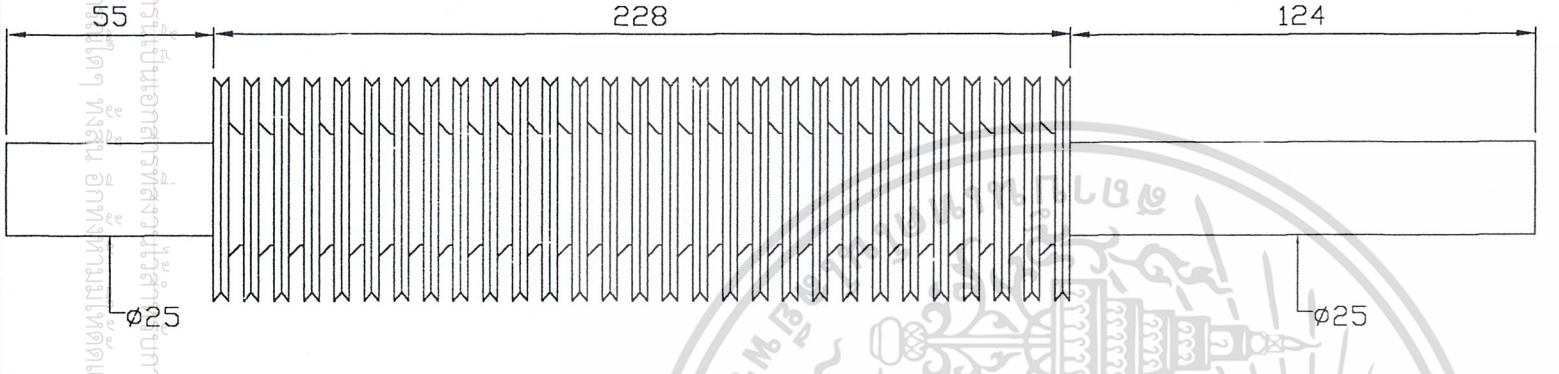


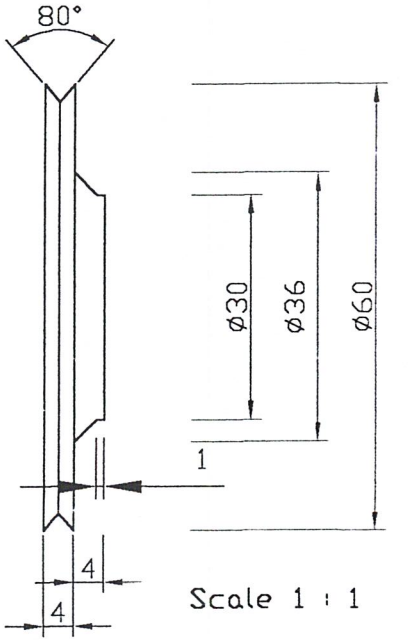
รูปที่ 8-6 แสดงลักษณะที่กั้นกระดาษแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

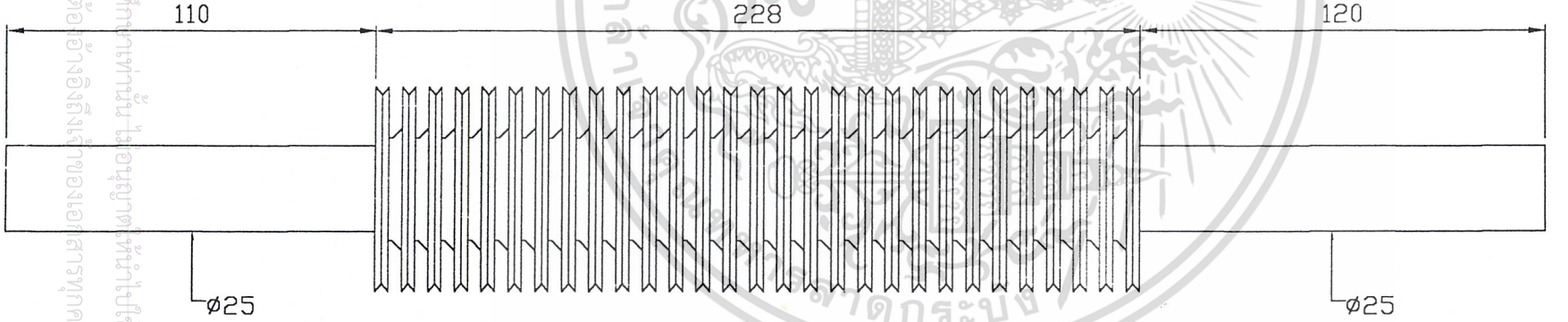
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

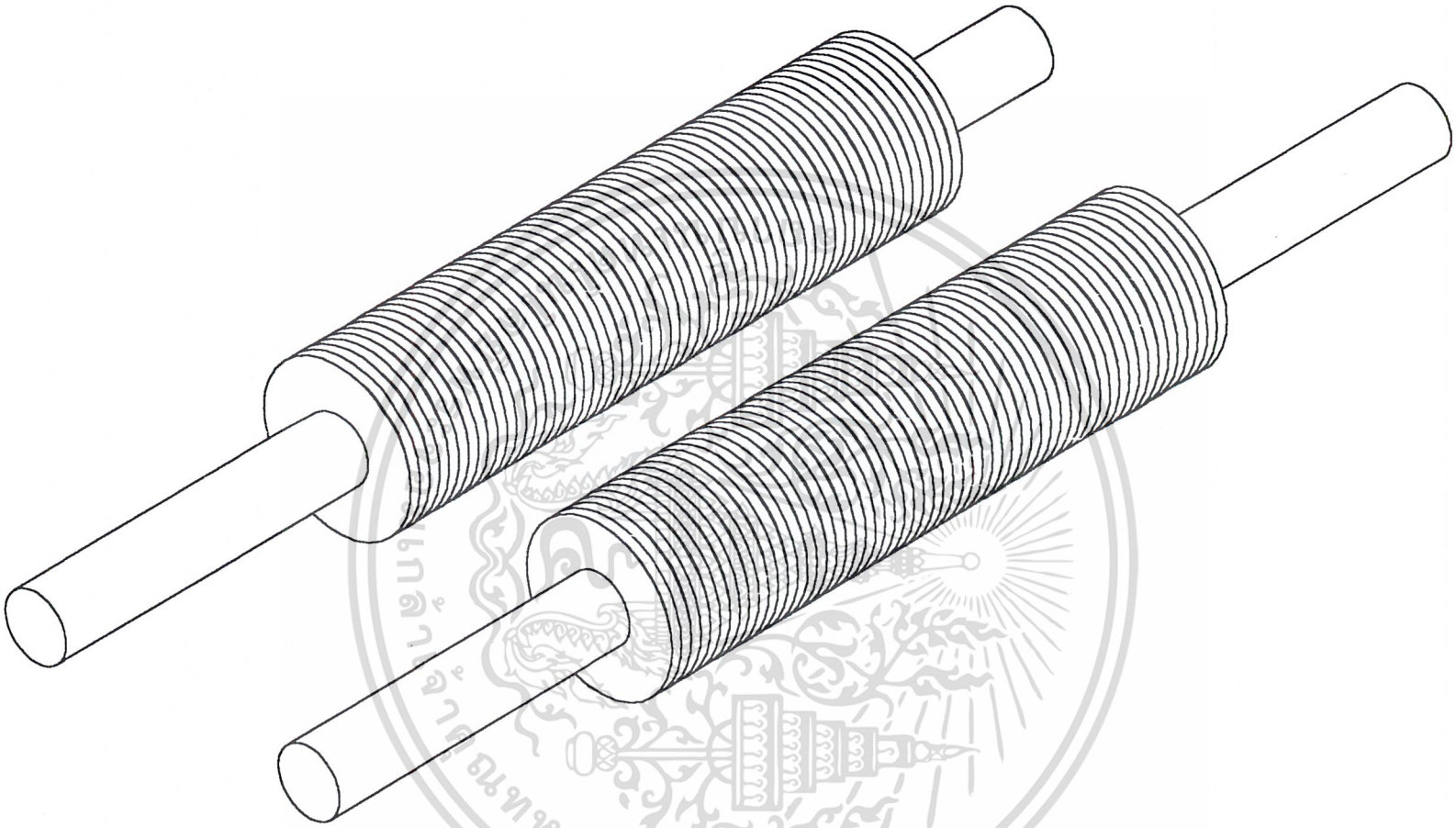




Scale 1 : 1

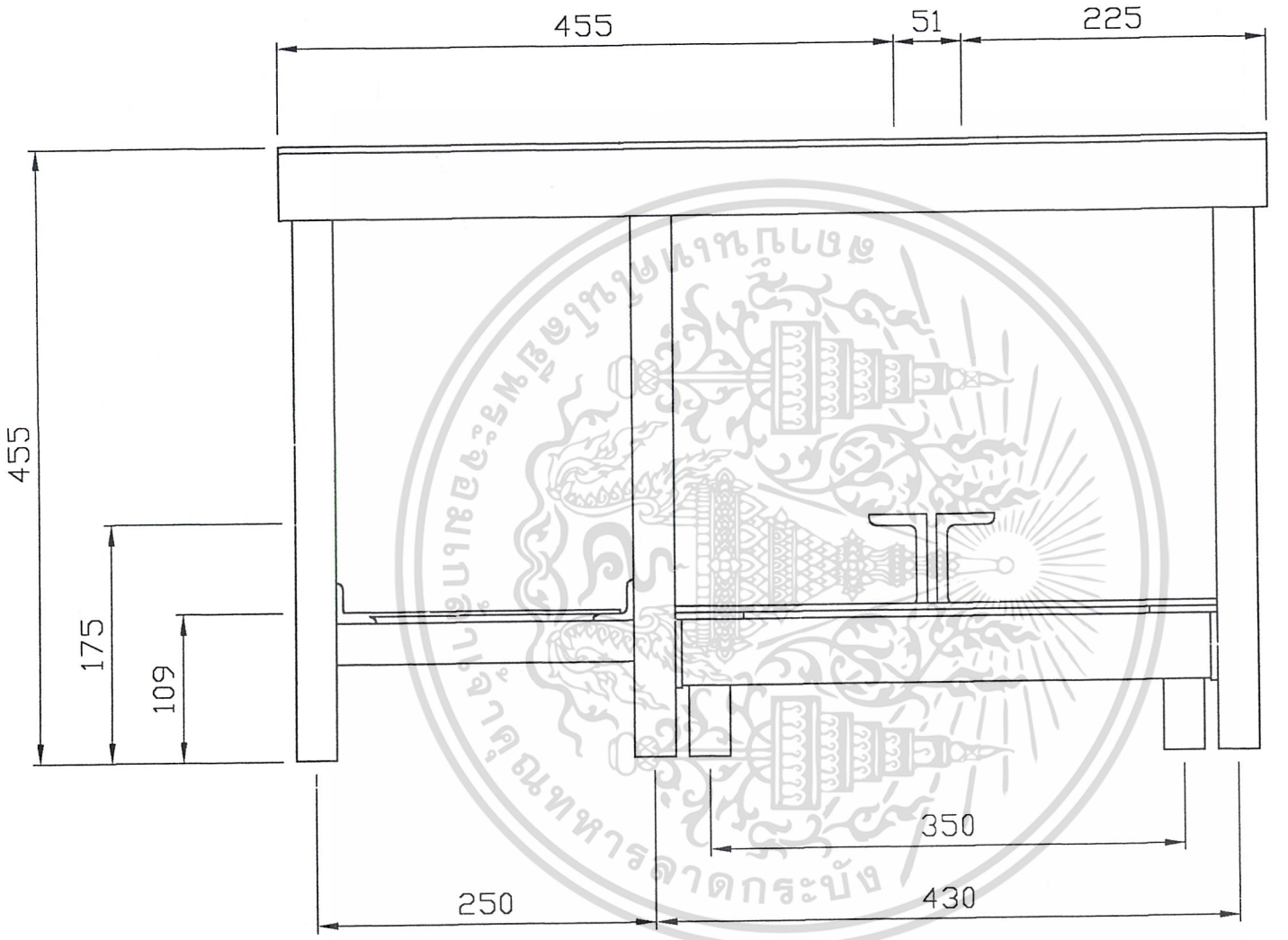


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Knife & Shaft
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 2
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 1-1
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

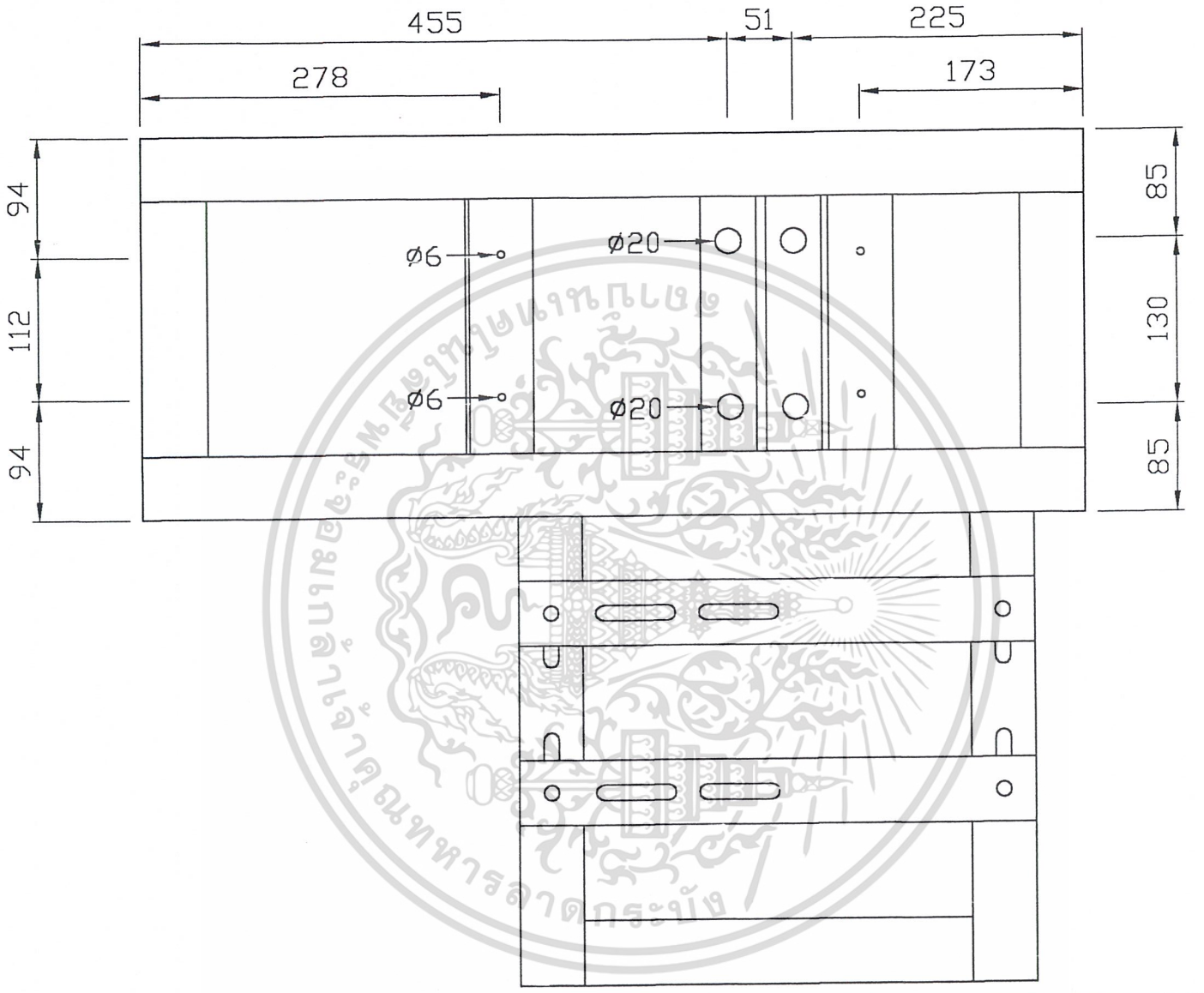


ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

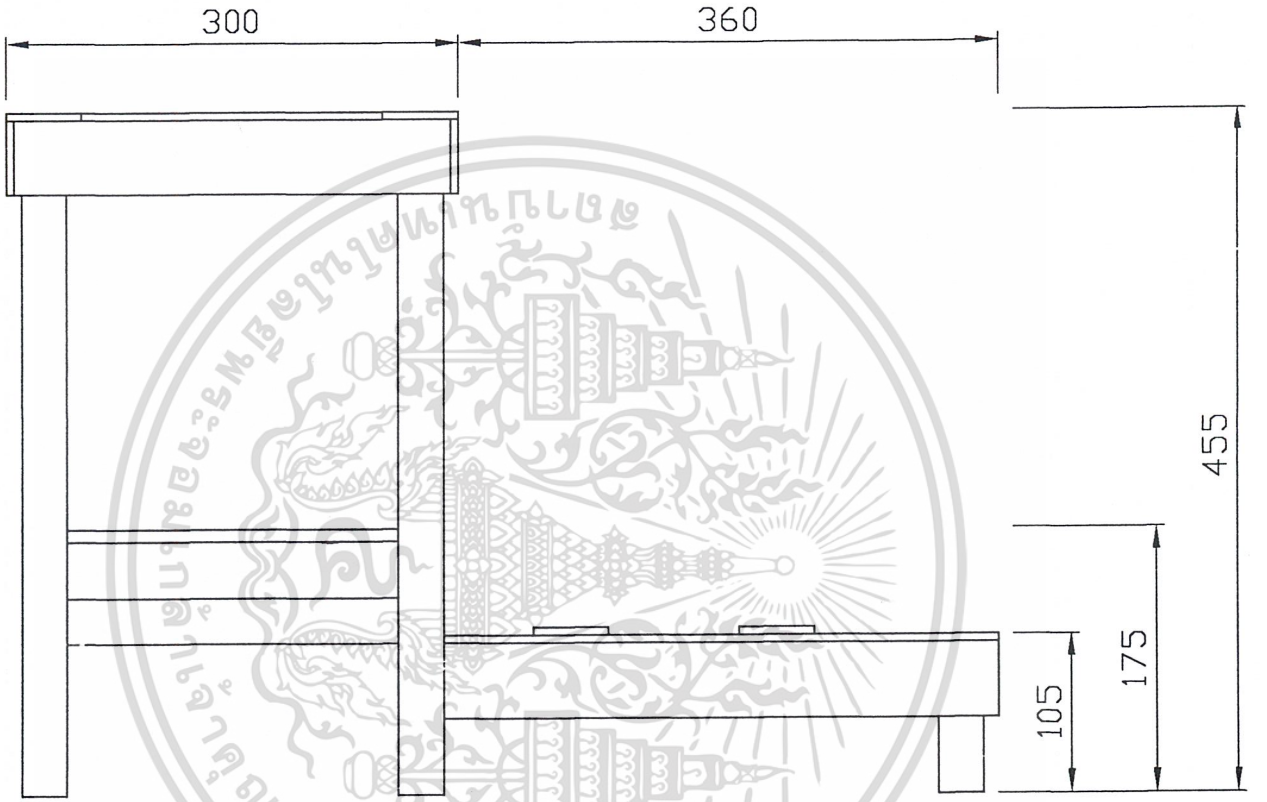
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Knife & Shaft (3D View)
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 2
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 1-2
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Base (Front View)
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 2-1
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

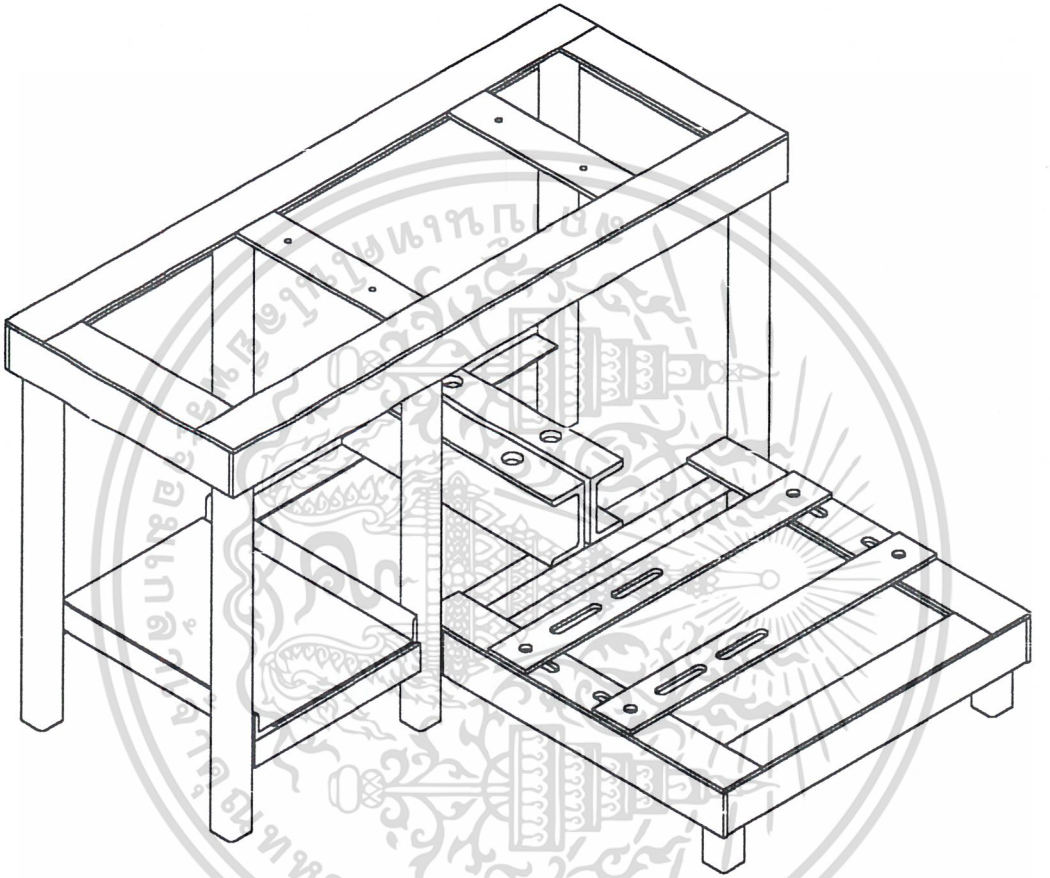


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Base (Top View)
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 2-2
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

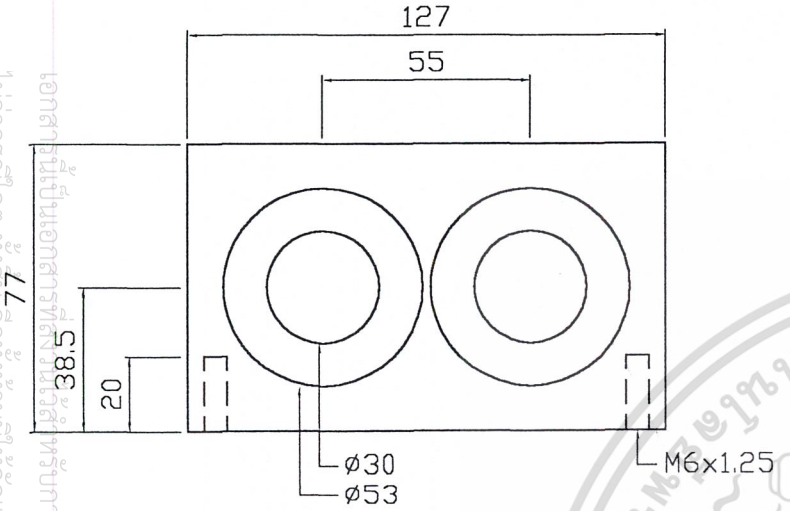


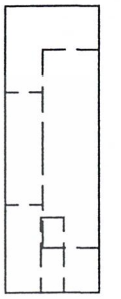
ห้องสมุดจุฬาลงกรณ์ทหารลาดกระบัง

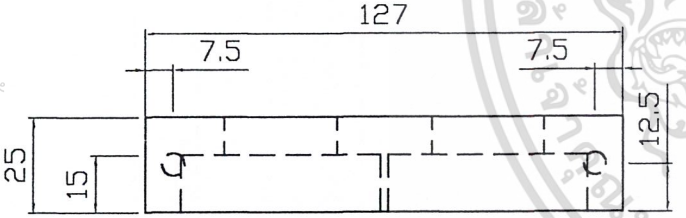
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Base (Side View)
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 2-3
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

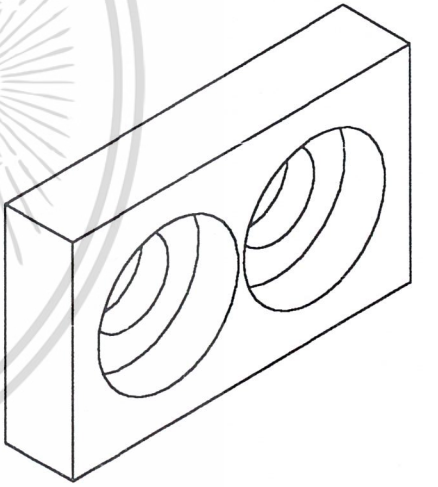


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Base (3D View)
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 2-4
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

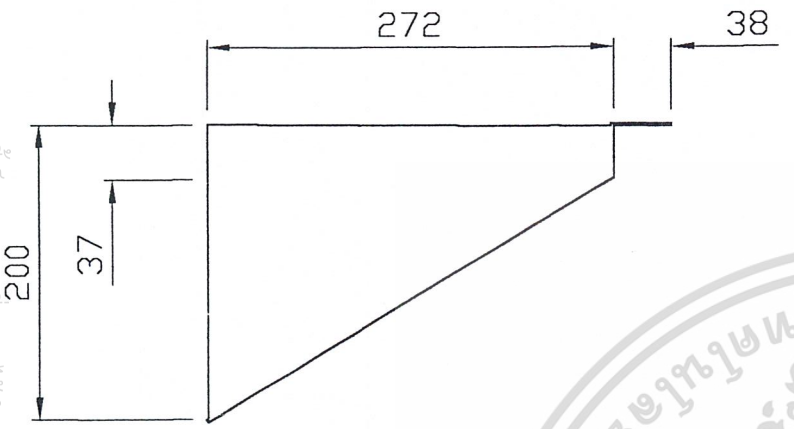


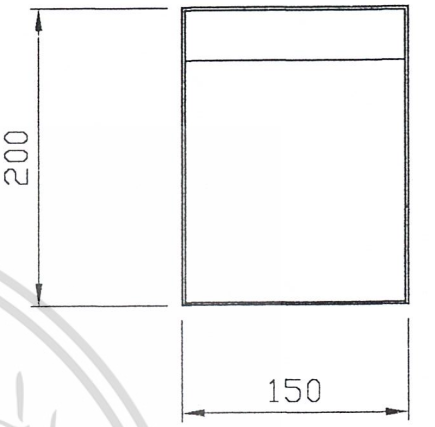


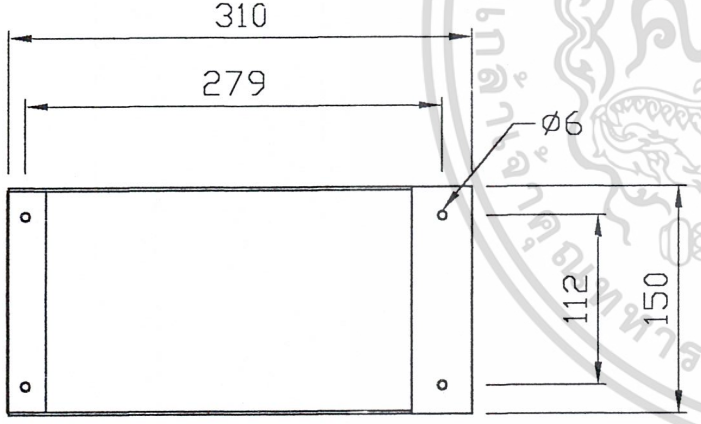


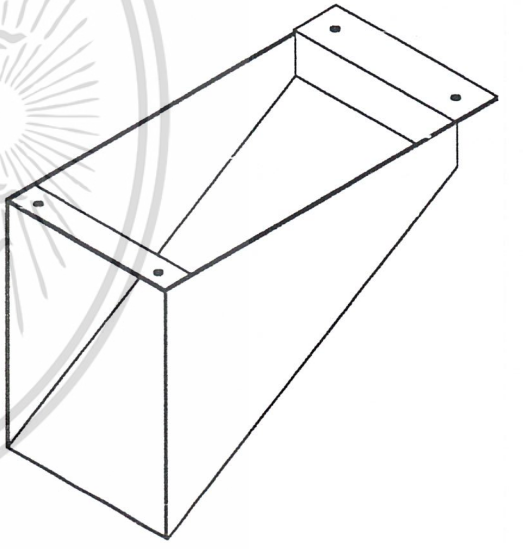


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Bearing Block
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 2
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 3
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

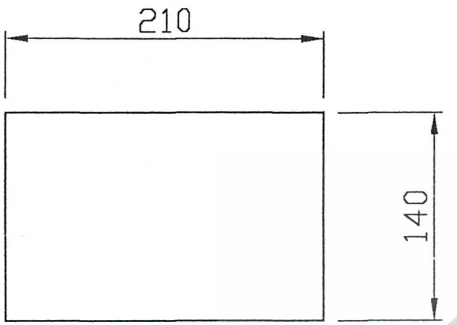


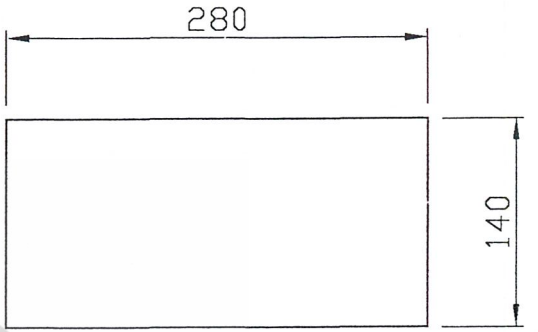


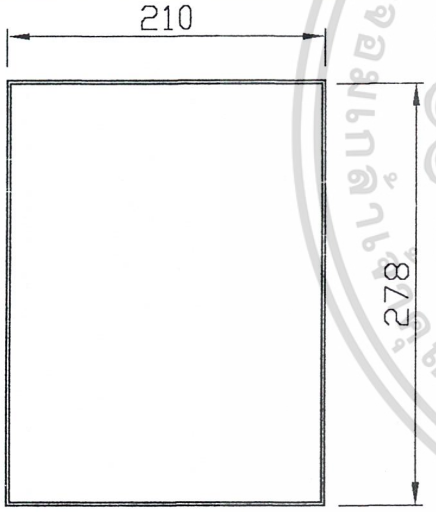


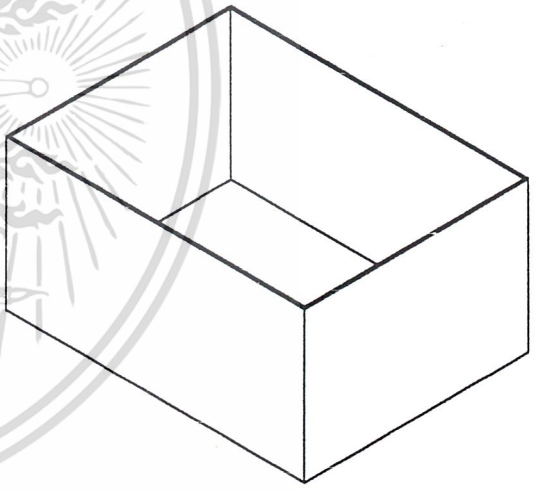


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Slider
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 4
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

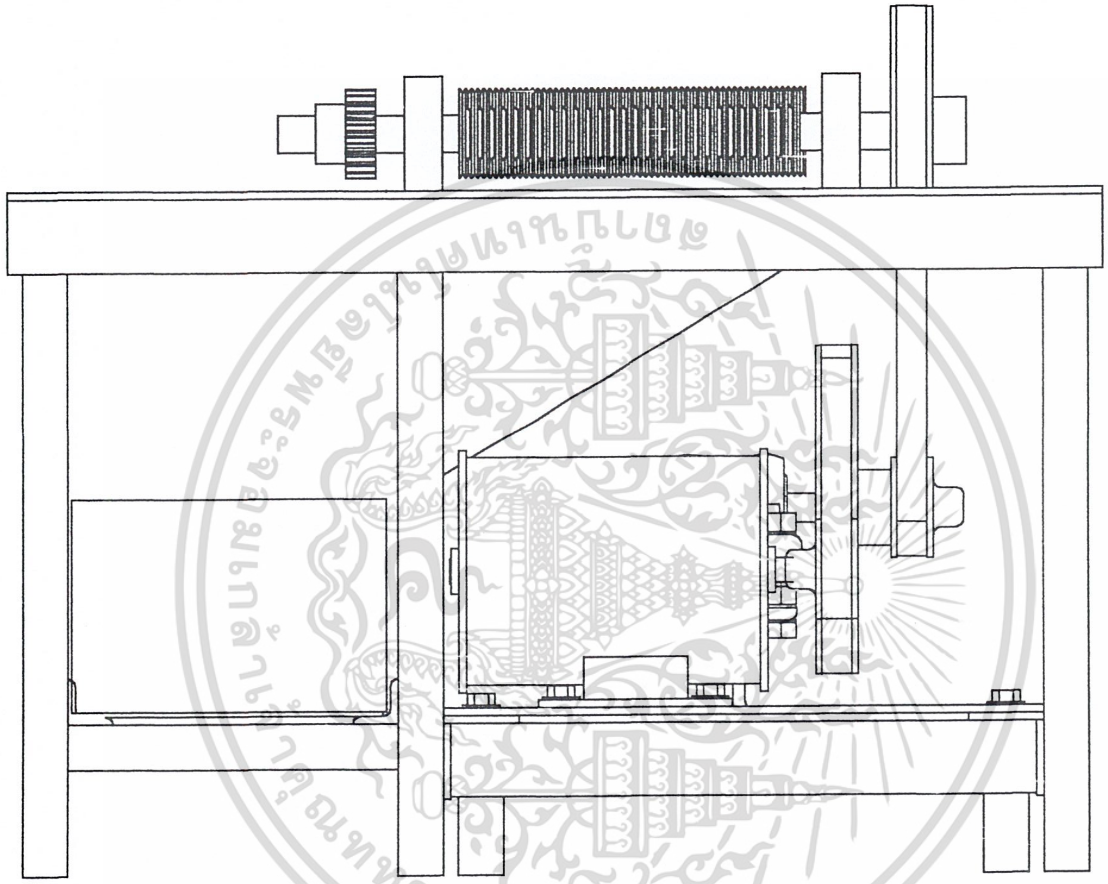




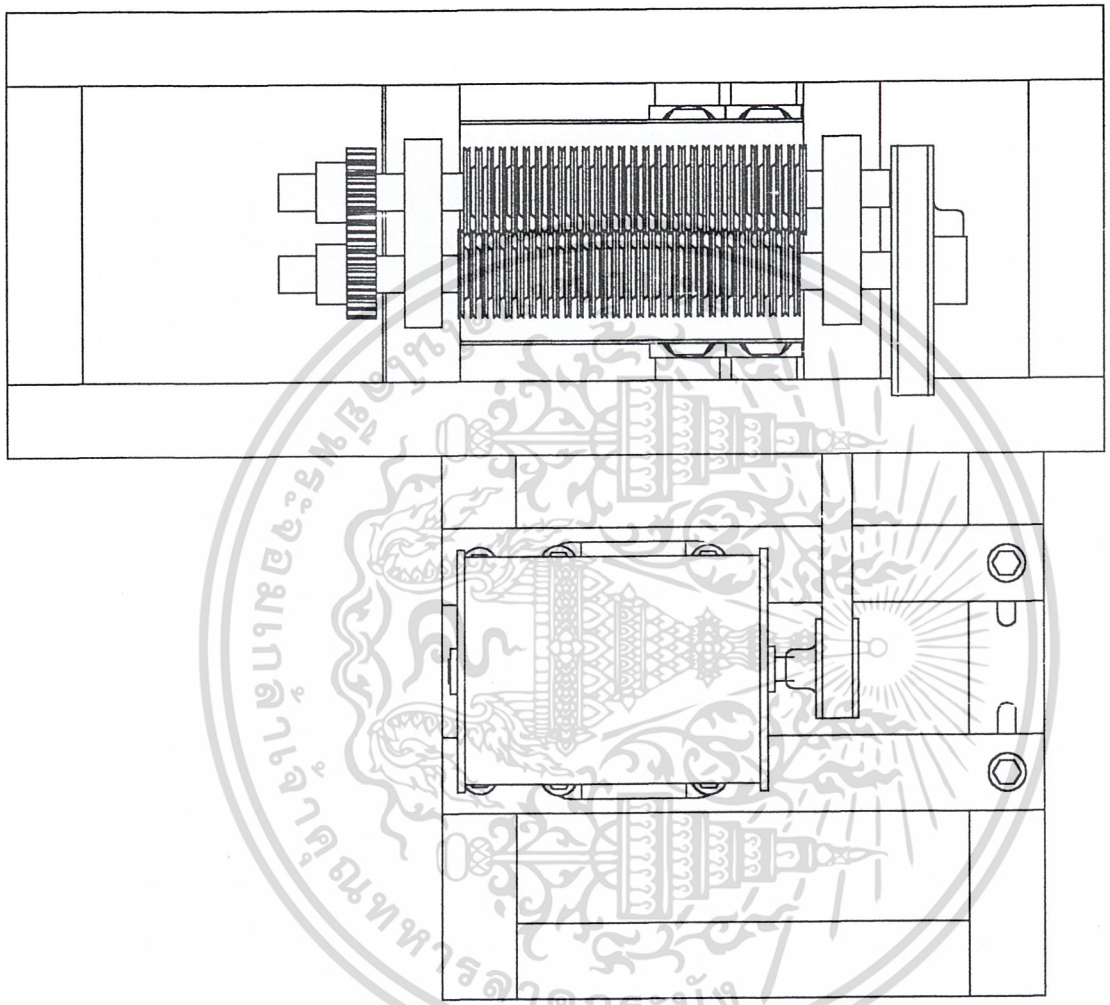




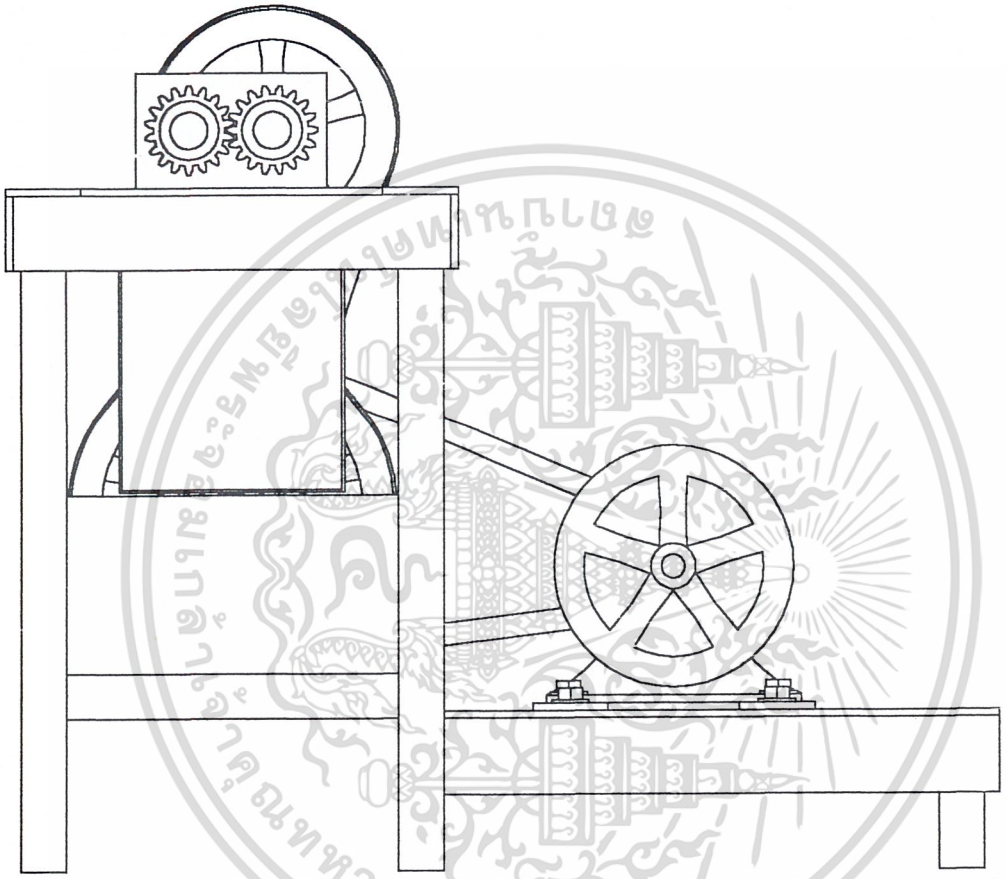
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Waste Box
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 5
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Shredder Machine (Front View)
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 6-1
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

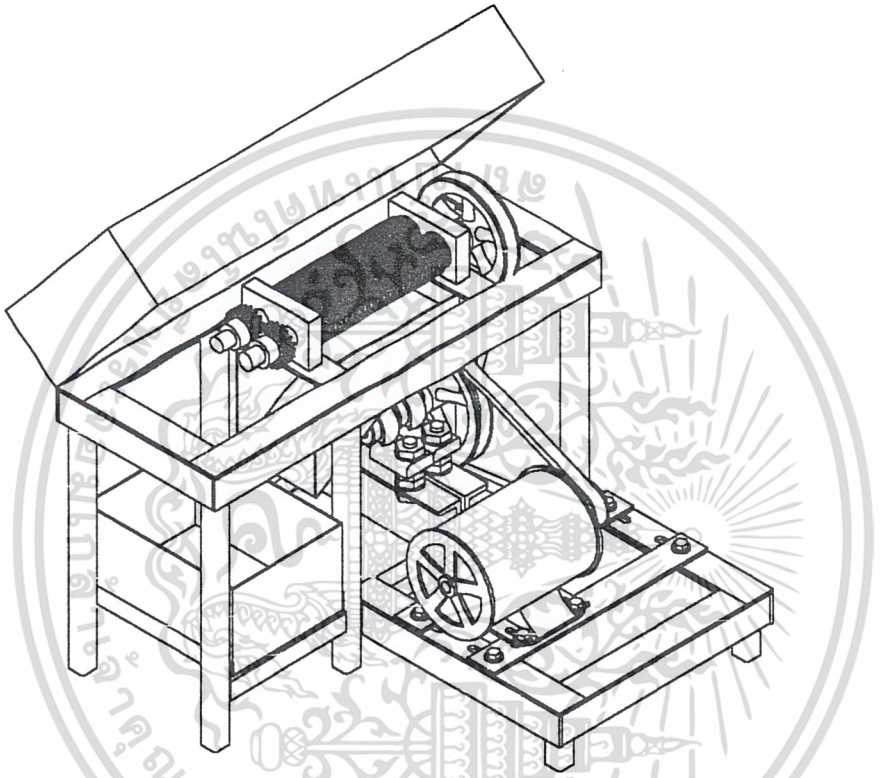


KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	3.			Shredder Machine (Top View)
FACULTY Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 6-2
PROJECT Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE



ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Shredder Machine (Side View)
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 5
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 6-3
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG		3.			Shredder Machine
FACULTY	Engineering	2.			SCALE 1 : 10
DEPARTMENT	Mechanical Engineering	1.			UNIT mm. / DRAWING No. 6-4
PROJECT	Shredder Machine	No.	NAME	ID. NUMBER	DATE

บรรณานุกรม

[1] รศ.ชาญ ถนัดงานและ ศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1”, พิมพ์ครั้งที่ 10, ปี พ.ศ.2541

[2] รศ.ชาญ ถนัดงานและ ศ.ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, “การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2”, ปี พ.ศ.2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้