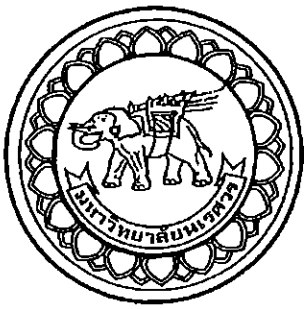


การพัฒนาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง (ระยะที่ 2)

Development of Oscillating Machine (Phase 2)

นายพิษณุ ภู่สิงห์ รหัส 51361315

นายจักกริช สมฟื้น รหัส 51380644

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 ก.ค. 2558
เลขทะเบียน 1691081
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร W764 ก 2556

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน : การพัฒนาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง (ระยะที่ 2)
: Development of Oscillating Machine (Phase 2)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายพิษณุ ภู่สิงห์ รหัส 51361315
: นายจักกริช สมฟื้น รหัส 51380644

ที่ปรึกษาโครงงาน : ดร. ภาณุ พุทธวงศ์
: นายสุรเจษฎ์ สุขไชยพร

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2555

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร. ภาณุ พุทธวงศ์)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน
(นายสุรเจษฎ์ สุขไชยพร)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ
(ดร. ศลิษา วีรพันธุ์)

หัวข้อโครงงาน	: การพัฒนาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง (ระยะที่ 2)		
	: Development of Oscillating Machine (Phase 2)		
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายพิษณุ	ภู่สิงห์	รหัส 51361315
	: นายจักกริช	สมฟั่น	รหัส 51380644
ที่ปรึกษาโครงงาน	: ดร. ภาณุ	พุทธวงศ์	
	: นายสุรเจษฎ์	สุขไชยพร	
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ปีการศึกษา	: 2555		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง โดยการทดลองช่วงความเร็วรอบ 6 ช่วงความเร็วที่ 450, 500, 550, 600, 650, 700 รอบต่อนาที ตามลำดับ ในแต่ละช่วงความเร็วรอบทดลอง 5 ครั้ง เพื่อนำความเร็วรอบในแต่ละความเร็วรอบนั้นๆ วัดกระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะได้สมรรถนะของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงได้กำลังไฟฟ้า 1.36, 1.58, 1.93, 2.37, 2.77, 3.3 วัตต์ ตามลำดับ สมรรถนะความเร็วรอบของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ทำได้สูงสุด 710 รอบต่อนาที และความเร็วรอบที่หลอดไฟฟ้าสว่างที่ 500 รอบต่อนาที จากการทดลองพบว่ากำลังไฟฟ้าจะแปรผันตามความเร็วรอบ ทั้งนี้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงยังช่วยผ่อนแรงหรือช่วยลดพลังงานในการป้อนจากต้นกำลัง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทำให้มีสมรรถนะเพิ่มขึ้น

Project Title : Development of Oscillating Machine (Phase 2)

Name : Mr. Phitsanu Phoosing ID code 51361315

: Mr. Jukkrit Somfun ID code 51380644

Project advisor : Dr. Panu Putthawong

: Mr. Surajed Sookchaiyaporn

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2012

.....

Abstract

This project aimed to develop the electrical generation system from the oscillating machine. There were six velocities being used: 450, 500, 550, 600, 650, and 700 rpm. Each velocities was done five times in order to average the parameters: the current and the voltage. The performance of the oscillating machine, according to the velocity were, 1.36, 1.58, 1.93, 2.37, 2.77, and 3.3 watts, respectively. The maximum velocity was recorded at 710 rpm. The electric lamp started litting at 500 rpm. From the experiment, it was found that the electrical power was directly related to the velocity. The electrical generation system using the oscillating machine use less input energy for power plant. It can be used to enhance the performance of the power plant.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการพัฒนาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง ระยะที่ 2 (Development of Oscillating Machine Phase 2) สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน ดังนี้

1. ดร. ภาณุ พุทธวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. นายสุรเจษฎ์ สุขไชยพร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม
3. นายวาฤทธิ์ ภมร ครูช่างประจำภาควิศวกรรมเครื่องกล
4. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดมาและบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้ตลอดจนให้การดูแลและให้ประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงาน ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้สนใจ ได้ในระดับหนึ่งตลอดจนเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาต่อไป

พิษณุ ภู่สิงห์
จักกริช สมฟั่น

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	ก
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
ลำดับสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	2
1.8 สถานที่ปฏิบัติงาน	3
1.9 อุปกรณ์ที่ใช้	3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 วรรณกรรมปริทรรศน์	4
2.2 ไดนาโม (Dynamo)	5
2.3 ความเร็วและความเร่งเชิงมุม	5
2.4 การวิเคราะห์แรงและความเร่ง	6
2.5 แรงบิด (Torque)	7
2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยของมวล (Mass moment of inertia)	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงานและการออกแบบ	11
3.1 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้า	11
3.2 วัสดุอุปกรณ์	12
3.3 การเตรียมแบบและชิ้นงาน	13
3.4 ขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน	16
3.5 ขั้นตอนการทดลองเครื่อง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	22
5.1 สรุปผลการทดลอง	22
5.2 ข้อเสนอแนะ	23
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง	26
ภาคผนวก ข ตารางผลการคำนวณ	28
ภาคผนวก ค แบบชิ้นส่วนเครื่องจักรหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง	33
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง	43

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงาน 2
ตารางที่ 2.1 แสดงการหาโมเมนต์ความเฉื่อยส่วนต่างๆ ของ carrier และย้ายแกน 9
ตารางที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์ส่วนต่างๆของการติดตั้งไดนาโมกับเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง 12

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง 4
รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์แรงที่กระต่อ sun gear จากความเร่งเชิงมุมของ planetary 6
รูปที่ 2.3 แสดงการหาทอร์คของระบบ 7
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุ 8
รูปที่ 2.5 การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ (Carrier) 9
รูปที่ 2.6 การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ Planetary Gear ที่เพิ่มมวล 10
รูปที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์ส่วนต่างๆของการติดตั้งไดนาโมกับเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง 12
รูปที่ 3.2 ไดนาโม (Dynamo) 13
รูปที่ 3.3 ร่างแบบส่วนประกอบของตัวเครื่อง 13
รูปที่ 3.4 เหล็กฐานรองยึดไดนาโม 14
รูปที่ 3.5 แผ่นเหล็กฐานยึดไดนาโม 14
รูปที่ 3.6 น็อตขนาดต่างๆ 15
รูปที่ 3.7 พ่นสีส่วนประกอบชิ้นงาน 15
รูปที่ 3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบชิ้นงาน 16
รูปที่ 3.9 เครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ติดตั้งกับไดนาโม 17
รูปที่ 3.10 ทดสอบความเร็วไดนาโมที่ความเร็วต่างๆ 17
รูปที่ 3.11 วัดค่าพลังงานที่ได้ตามความเร็วรอบต่างๆ 18
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงดันไฟฟ้า 19
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า 20
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า 21

ลำดับสัญลักษณ์

i	กระแสไฟฟ้าสลับที่เวลา t ใดๆ
I_m	กระแสไฟฟ้าสูงสุด
e	แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เวลา t ใดๆ
E_m	แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุด
m	มวล (kg)
V	ปริมาตร (m^3)
v	ความเร็ว (m/s)
t	เวลา (s)
n	รอบ
T	คาบ (วินาที/รอบ)
f	ความถี่ (รอบต่อนาที,Hz)
I	โมเมนต์ความเฉื่อย ($kg \cdot m^2$)
ρ	ความหนาแน่น (kg/m^3)
N	ความเร็วรอบต่อนาที (rpm)
$\omega_{1,}\omega_{2,}\omega_3$	ความเร็วเชิงมุม (rad/s)
α	ความเร่งเชิง (rad/s^2)
N_1,N_2	จำนวนฟันของ Sun Gear, Planetary Gear
$\tau_{1,}\tau_{2,}\tau_3$	ทอร์คSun gear, Planetary, Carrierของระบบ ตามลำดับ ($N \cdot m$)
$F_{1,}F_2$	แรงที่กระทำต่อ Sun Gear, Planetary Gear ตามลำดับ (N)
$r_{1,}r_{2,}R$	รัศมี Sun Gear, Planetary Gear, Carrier ตามลำดับ (m)
W	กำลัง (W)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งเราได้ทำการศึกษาโครงงานต่อเนื่องมาจาก การสร้างและศึกษาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง โดยการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง เพื่อศึกษาดูความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง ซึ่งอาจจะเป็นพลังงานทางเลือกใหม่ๆ นอกจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานลม ซึ่งทำให้เราได้ตระหนักว่าในอนาคตเราจะหาพลังงานทดแทนใดๆมาใช้ เพื่อตอบสนองความต้องการของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทุกวัน และพลังงานดังกล่าวจะต้องก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลังผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงหลักการทำงานของไดนาโม

1.3.2 ได้เครื่องจักรกลต้นกำลังที่ผลิตกระแสไฟฟ้า

1.3.3 สามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดได้ในอนาคต

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 ออกแบบโดยโปรแกรม Solid works

1.4.2 นำเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าจากไดนาโม

1.4.3 ใช้หลอดไฟฟ้า 25 วัตต์ ในการทดสอบ

1.4.4 หาสมรรถนะการผลิตไฟฟ้า

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ค้นคว้าหาข้อมูล
1.5.2 วางแผนการทำงาน
1.5.3 ร่างและออกแบบ
1.5.4 สร้างแบบจำลอง
1.5.5 เตรียมอุปกรณ์
1.5.6 ทดสอบประสิทธิภาพ
1.5.7 นำเสนอ

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	กิจกรรม	2555				2556						
		มิ.ย.-ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1	ค้นคว้าหาข้อมูล	←	→									
2	วางแผนการทำงาน		←	→								
3	ร่างและออกแบบ		←	→								
4	เตรียมอุปกรณ์		←		→							
5	สร้างแบบจำลอง		←						→			
6	ทดสอบประสิทธิภาพ						←		→			
7	นำเสนอ									←		→

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.7.1 ไดนาโม	2,300	บาท
1.7.2 หม้อแปลง	89	บาท
1.7.3 pulley 2 ตัว	1,000	บาท
1.7.4 สายพาน	90	บาท
1.7.5 เหล็กรองรับไดนาโม	500	บาท
1.7.6 เหล็กสี่เหลี่ยม	200	บาท

1.7.7 เหล็กทรงกระบอก 65 มิลลิเมตร	100	บาท
1.7.8 น็อตยึดไดนาโม 2 ตัว	25	บาท
1.7.9 น็อตขยับเข้าออกไดนาโม 2 ตัว	25	บาท
1.7.10 น็อตยึดฐานล่างไดนาโม 2 ตัว	25	บาท
1.7.11 หลอดไฟฟ้า 25 วัตต์	120	บาท
รวมงบประมาณ	4,474	บาท

1.8 สถานที่ปฏิบัติงาน

หอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร, อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

1.9 อุปกรณ์ที่ใช้

1.9.1 ไดนาโม 1 ตัวขนาด 25 วัตต์

1.9.2 เหล็กรองรับไดนาโม 1 อัน

1.9.3 เหล็กสี่เหลี่ยม 1 อัน

1.9.4 เหล็กทรงกระบอก2 อัน

1.9.5 น็อตประเภทต่างๆ

1.9.6 หม้อแปลง 1 อันขนาด 12 โวลต์

1.9.7 หลอดไฟฟ้า 1 หลอดขนาด 25 วัตต์

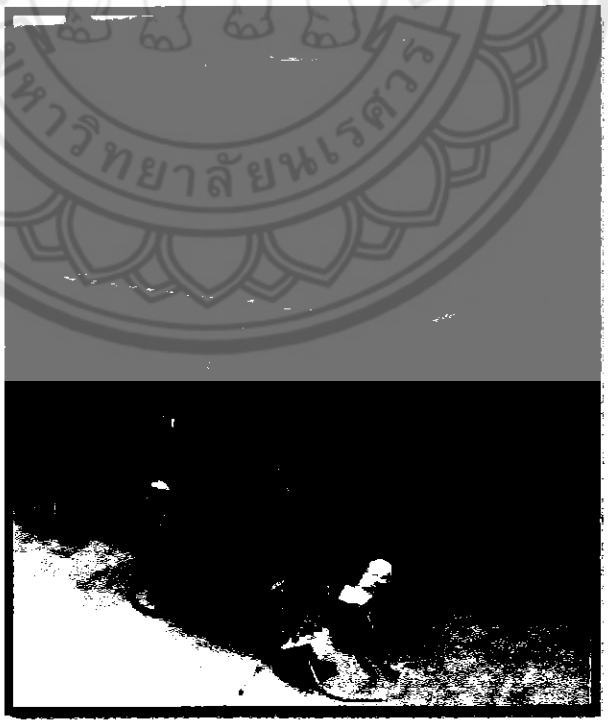
1.9.8 สายพานร่องวี 1 เส้น ขนาด 38 นิ้ว

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 วรรณกรรมปริทรรศน์

จากการศึกษาหาพลังงานทางเลือกหรือพลังงานใหม่ที่ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม และการปล่อยมลภาวะเป็นสำคัญเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับแรงต้นกำลังแบบเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกหรือพลังงานใหม่ๆมาทดแทนจากการศึกษาวิเคราะห์หลักการและทฤษฎีแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเช่น การวิเคราะห์การออกแบบของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง, ความเร็วและความเร่งเชิงมุม, การวิเคราะห์แรงและความเร่ง, แรงบิด (Torque), โมเมนต์ความเฉื่อยของมวล และส่วนที่ 2 ส่วนของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรือไดนาโมรวมถึงการวิเคราะห์กระแสวงจรต่างๆที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาดังกล่าวได้พัฒนาจากงานวิจัยการสร้าง และการศึกษาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลมหาวิทยาลัยนเรศวร [4]



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวียง

2.2 ไดนาโม (Dynamo)

เป็นเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า หลักการทำงานของไดนาโมก็คือการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กหรือเคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวดอย่างรวดเร็ว ฟลักซ์แม่เหล็กจะเปลี่ยนแปลงและเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไดนาโมมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว (ขั้ว เหนือและใต้) สำหรับทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ขดลวดไฟฟ้าพันรอบแกนเหล็กอ่อนสำหรับหมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กวงแหวนจะเชื่อมอยู่ที่ปลายขดลวดเพื่อหมุนแปรงขดลวดแปรงจะครูดกับวงแหวนซึ่งจะนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นได้ให้ไหลออกไปใช้

การทำงานเป็นไปตามกฎการเหนี่ยวนำไฟฟ้าของฟาราเดย์ ปลายทั้งสองของขดลวดต่อกับวงแหวนปลายละวง การใช้งานทำได้โดยต่อสายไฟจากวงแหวนนี้โดยมีแปรงแตะอยู่ระหว่างวงแหวนกับสายไฟ เรียกเครื่องมือนี้ว่าเครื่องกำเนิดกระแสสลับ (เมื่อขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็กด้วยความเร็วเชิงมุมสม่ำเสมอ) ได้สมการดังนี้

เมื่อ พิจารณา แรงเคลื่อนไฟฟ้า จะได้

$$i(t) = I_m \cos \omega t \tag{2.1}$$

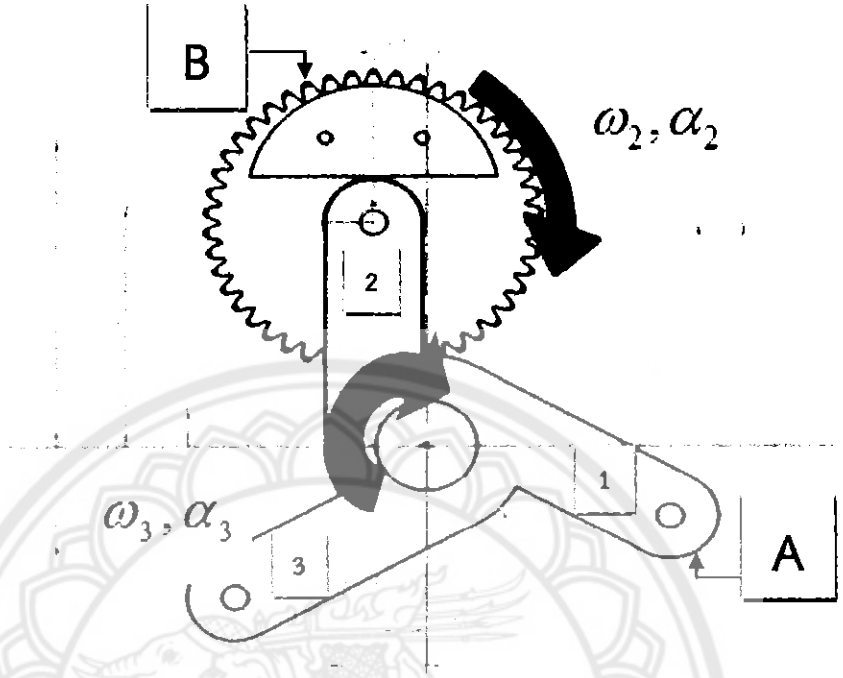
$$e(t) = E_m \cos(\omega t + \alpha) \tag{2.2}$$

2.3 ความเร็วและความเร่งเชิงมุม

$$v = \omega r = 2\pi r f \ , \ f = \frac{1}{T} \tag{2.3}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} \tag{2.4}$$

2.4 การวิเคราะห์แรงและความเร่ง



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อ sun gear จากความเร่งเชิงมุมของ planetary

2.4.1 วิเคราะห์แรงที่ป้อนให้แก่ระบบจากค่าความเร่งเชิงมุมของแขน A

$$\alpha = \frac{\tau_2}{I_2} \tag{2.5}$$

$$\tau = Fr \tag{2.6}$$

$$F_2 = \frac{\tau_2}{r_2} \tag{2.7}$$

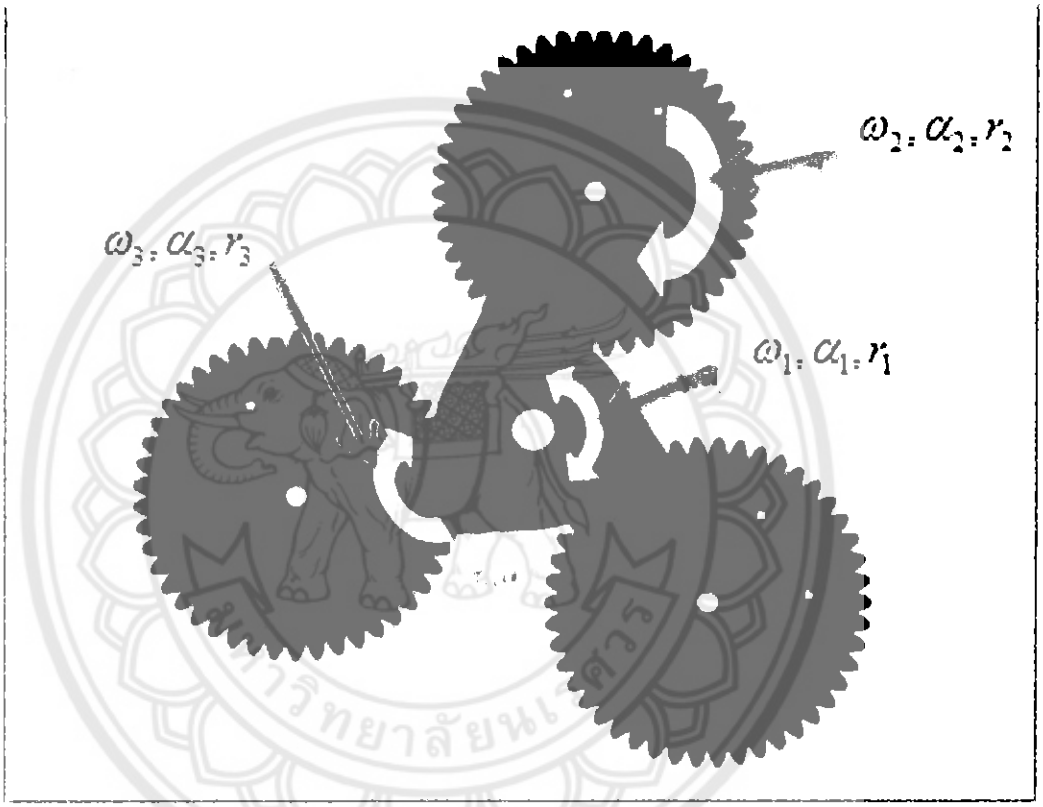
2.4.2 วิเคราะห์ความเร่งเชิงมุม Planetary Gear

$$\omega_2 = \frac{N_1}{N_2} \times \omega_3 \tag{2.8}$$

$$\alpha_2 = \frac{N_1}{N_2} \times \alpha_3 \tag{2.9}$$

2.5 แรงบิด (Torque)

ทอร์คเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยคำจำกัดความของทอร์ค (τ) คือ ผลคูณเวกเตอร์ระหว่างเวกเตอร์ชี้ตำแหน่ง (r) ของจุดที่ถูกแรงถูกกระทำ (พิจารณาจากจุดหมุนไปยังจุดดังกล่าว) กับแรงที่กระทำ (F) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้สมการดังนี้



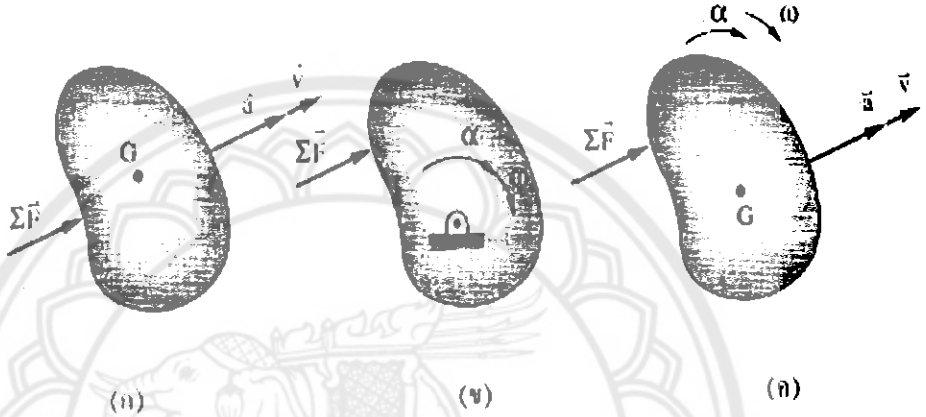
รูปที่ 2.3 แสดงการหาทอร์คของระบบ

$$\tau = I\alpha \tag{2.10}$$

$$\tau = Fr \tag{2.11}$$

2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยของมวล (Mass moment of Inertia)

โมเมนต์ความเฉื่อยเป็นสมบัติอย่างหนึ่งเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหมุน เป็นปริมาณที่บอกความเฉื่อยในการหมุน (Rotational Inertia) ของวัตถุในการที่จะพยายามรักษาสภาพเดิมของการหมุนเอาไว้ โดยวัตถุมีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก ก็จะทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสภาพของการหมุนเดิมได้ยาก และถ้าวัตถุนั้นมีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยก็จะทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสภาพของการหมุนเดิมได้ง่าย ซึ่งโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุมีค่าขึ้นกับแกนหมุน รูปร่างของวัตถุและลักษณะการเรียงตัวของวัตถุรอบแกนหมุน



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุ

ก. แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุเท่ากับมวลคูณกับความเร่งที่จุดศูนย์กลางมวล

ข. การเคลื่อนที่โดยมีแรงมากระทำเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม และจะเกิดความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดโมเมนต์ความเฉื่อยของมวล

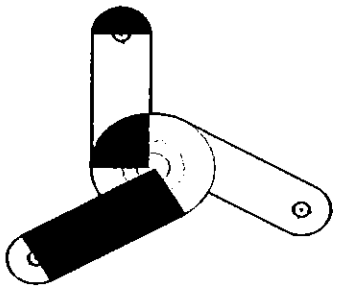
ค. การเคลื่อนที่โดยมีแรงมากระทำเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม และจะเกิดความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ความเร็วจะมีค่าไม่คงที่ เพราะมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ โดยความเร็ว ณ ตำแหน่งใดจะมีทิศสัมผัสกับวงกลม ณ ตำแหน่งนั้น

การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของมวลเราจะสามารถหาได้ 2 วิธี คือ

(1) วิธีหาโดยตรง เราจะแบ่งมวล m ออกเป็นมวลย่อย dm และหาระยะ r จากแกนความเฉื่อยไปยังมวลย่อย dm แล้วทำการอินทิเกรตหาโมเมนต์ความเฉื่อยของมวล m ทั้งหมดรอบแกนความเฉื่อยนั้น ตามสมการ $I = \int r^2\, dm$

(2) วิธีย้ายแกน ในกรณีที่เราต้องการหาโมเมนต์ความเฉื่อยของมวล mซึ่งมีลักษณะรูปทรงมาตรฐาน เช่น สี่เหลี่ยม ทรงกรวย รอบแกนใดๆ เราก็จะหาโมเมนต์ความเฉื่อยของมวล m รอบแกนซึ่งขนานกับแกนที่ต้องการนั้นโดยอาศัยตารางค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของมวลรูปทรงมาตรฐาน แล้วจึงทำการย้ายแกนเพื่อหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของมวลรอบแกนที่ต้องการนั้นโดยใช้สมการ $I = \bar{I} + md^2$

(3) การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ (Carrier)



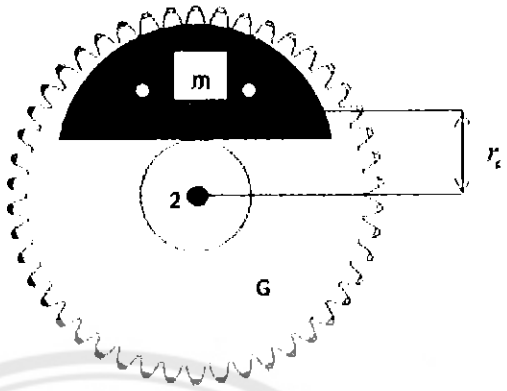
รูปที่ 2.5 การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ (Carrier)

ตารางที่ 2.1 แสดงการหาโมเมนต์ความเฉื่อยส่วนต่างๆ ของ carrier และการ**ย้ายแกน**

Shape	At C.M.
+	$I = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2)$
+	$I = \frac{1}{12}m(a^2 + l^2)$
+	$I_{mass} = \left(\frac{1}{2} - \frac{4r}{9\pi^2}\right)mr^2$
-	$I = \frac{1}{2}mr^2$

หมายเหตุ :การหาโมเมนต์ของ carrier นำ I แต่ละส่วนย้ายแกนไปที่จุด O โดย $I_o = I + md^2$

(4) การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ Planetary Gear ที่เพิ่มมวล



รูปที่ 2.6 การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของ Planetary Gear ที่เพิ่มมวล

2.6.1 โมเมนต์ความเฉื่อยของ Planetary Gear ที่เพิ่มมวล

$$I_2 = (I_m + mr_c) + I_G \tag{2.12}$$

2.6.2 ย้ายแกนไปที่จุดหมุน (O) ของระบบ

$$I_o = I_2 + (mR^2)_{G+m} \tag{2.13}$$

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงานและการออกแบบ

ในการดำเนินโครงงานนี้มีส่วนหลักๆตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน คือศึกษากระบวนการทำงานของอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้ทดสอบผลิตกระแสไฟฟ้า และสร้างชุดต้นแบบการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่เราสามารถจัดหาได้ง่ายตามท้องตลาด และเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานตลอดโครงการดังต่อไปนี้

3.1 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้า

3.1.1 ไดนาโม (Dynamo) ทำหน้าที่เป็นเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เปลี่ยนลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

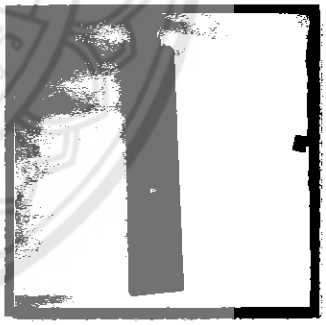
3.1.2 Pulley 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนชิ้นหนึ่งในระบบที่ส่งกำลังผ่านสายพานจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงไปยังไดนาโม จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ให้ระบบทำงานได้แบบต่อเนื่อง

3.1.3 สายพานส่งกำลัง (transmission belt) ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนส่งกำลังจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงไปยังไดนาโมเพื่อให้ไดนาโมเกิดการหมุน

3.1.4 โครงฐานรองรับและฐานยึดไดนาโม ทำหน้าที่รองรับและประคองชุดของไดนาโมและยึดไดนาโม โดยฐานจะต้องมีความแข็งแรงมากพอสมควรเพื่อรับกับน้ำหนักของไดนาโม และแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้นจากระบบขณะระบบทำงาน

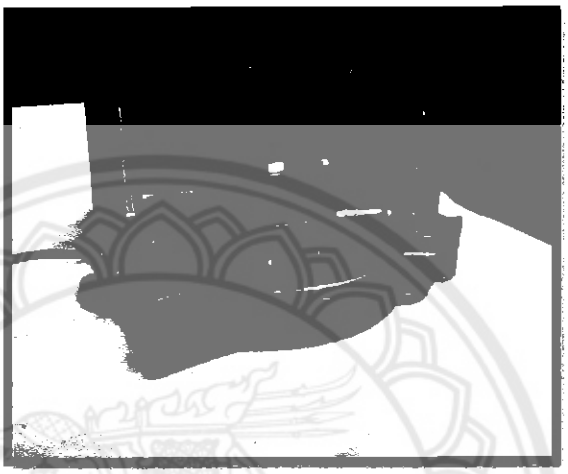
3.2 วัสดุอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์ส่วนต่างๆของการติดตั้งไดนาโมกับเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง

ลำดับ	วัสดุอุปกรณ์	จำนวน(ชิ้น)	ลักษณะของวัสดุอุปกรณ์
1	ไดนาโม	1	
2	เหล็กฐานยึดไดนาโม	1	
3	เหล็กฐานล่าง	1	
4	บูทรอง	2	

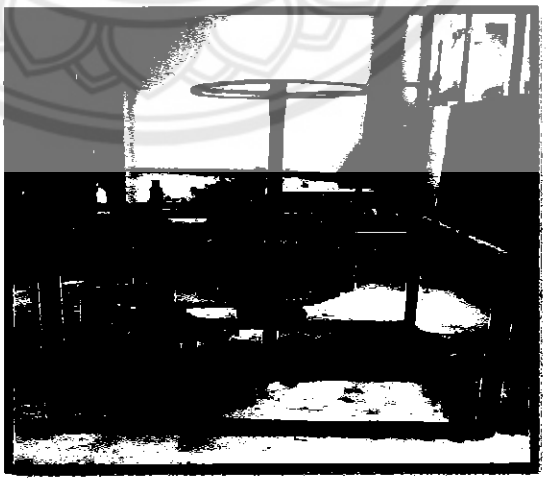
3.3 การเตรียมแบบและชิ้นงาน

3.3.1 จัดหาไดนาโม (Dynamo) การเลือกไดนาโมได้วิเคราะห์แนวคิดจากขนาดความเร็วรอบของเครื่องจักรต้นกำลัง และขนาดพื้นที่ติดตั้ง และขอบเขตของงานวิจัยรวมไปถึงการจัดหาซื้อง่ายตามท้องตลาด เมื่อได้ไดนาโมตามที่กำหนดจากนั้นหาขนาดและระยะยืดระยะห่างของไดนาโมกับเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงและส่วนประกอบต่างๆของไดนาโมเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ



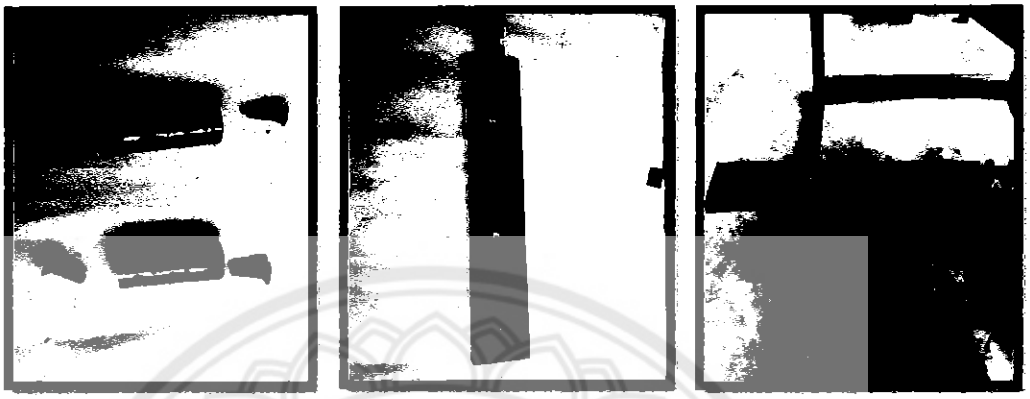
รูปที่ 3.2 ไดนาโม (Dynamo)

3.3.2 ทำการร่างแบบส่วนประกอบต่างๆของตัวเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงกับไดนาโม จากข้อมูลที่ได้จากไดนาโม, Pulley และสายพานเอามาประกอบกัน (Assembly) โดยใช้โปรแกรม Solid works



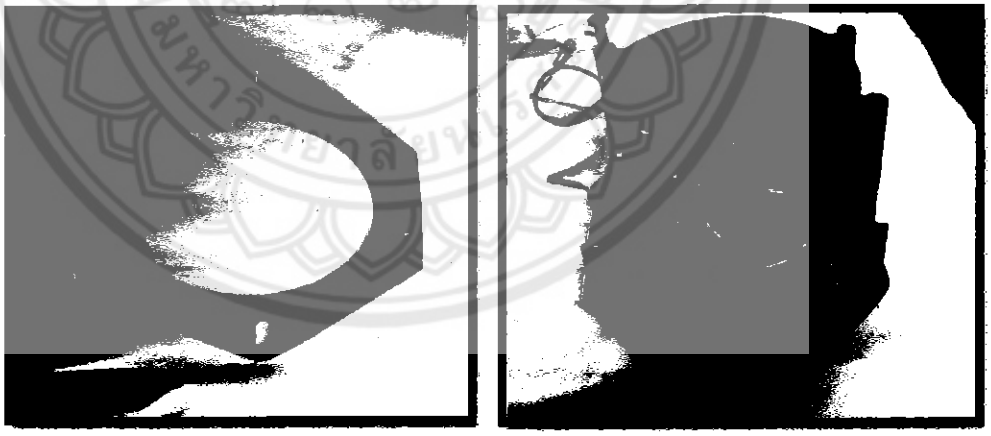
รูปที่ 3.3 ร่างแบบส่วนประกอบของตัวเครื่อง

3.3.3 ทำการร่างแบบฐานล่างลงบนกระดาษแข็ง ทาบแบบลงบนแผ่นเหล็กหนา 9 mm ตัดตามแบบเจาะรูน็อตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 mm และกลึงบูทรองทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 mm สูง 65 mm รูกลางบูทขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 mm



รูปที่ 3.4 เหล็กฐานรองยึดไดนาโม

3.3.4 ทำการร่างแบบของฐานยึดไดนาโม โดยทาบไดนาโมบนกระดาษแข็งแล้วทำการร่างแบบแล้วนำไปทาบกับแผ่นเหล็กเพื่อตัดตามแบบร่างตามแนวยึดและรูน็อตของไดนาโม



รูปที่ 3.5 แผ่นเหล็กฐานยึดไดนาโม

3.3.5 เตรียมน็อตขนาดต่างๆที่ใช้ในการประกอบชุดอุปกรณ์

รูปที่ 3.6 น็อตขนาดต่างๆ

3.3.6 ทำการพ่นสีชิ้นงาน เพื่อความสวยงานและป้องกันสนิม

รูปที่ 3.7 พ่นสีส่วนประกอบชิ้นงาน

3.3.7 เตรียมเครื่องมือในการประกอบชิ้นงาน

รูปที่ 3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบชิ้นงาน

3.4 ขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน

การสร้างหรือประกอบเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ติดตั้งกับไดนาโมเพื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ดำเนินการสร้างหรือประกอบ ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ประกอบชุดเหล็กฐานล่างโดยการติดตั้งบูทรองเพื่อวัดระดับความสูงของ Pulley และสายพานให้เท่ากัน

3.4.2 ติดตั้งแผ่นเหล็กฐานยึดไดนาโมเพื่อให้สามารถปรับความตึงของสายพาน

3.4.3 ประกอบฐานยึดหรือแผ่นเหล็กฐานยึดไดนาโม

3.4.4 ประกอบฐานยึดไดนาโมกับแผ่นเหล็กฐานล่างเข้าด้วยกัน

3.4.5 ประกอบน็อตยึดไดนาโมกับแผ่นเหล็กฐานล่าง

3.4.6 ปรับตั้งความตึงของสายพานขันน็อตให้แน่น

รูปที่ 3.9 เครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ติดตั้งกับไดนาโม

3.5 ขั้นตอนการทดลองเครื่อง

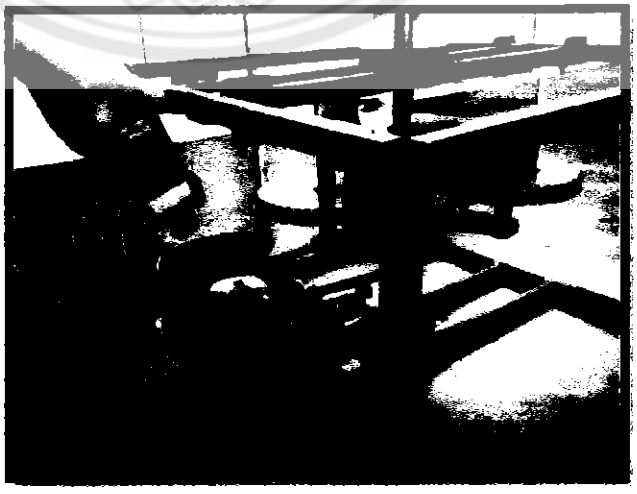
3.5.1 ใส่บูทรอง, เหล็กฐานล่าง, เหล็กฐานยึดไดนาโม และไดนาโม ตามลำดับ

3.5.2 ติดตั้งไดนาโมกับเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงแล้วตั้งค่าระยะห่างระหว่างสายพานและเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงให้ความตึงของสายพานพอดี

3.5.3 ทดสอบการหมุนโดยการป้อนแรงด้วยมือและวัดความเร็วรอบของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ยังไม่ได้ติดตั้งกับไดนาโม โดยวัดความเร็วรอบสูงสุดที่เครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงทำได้

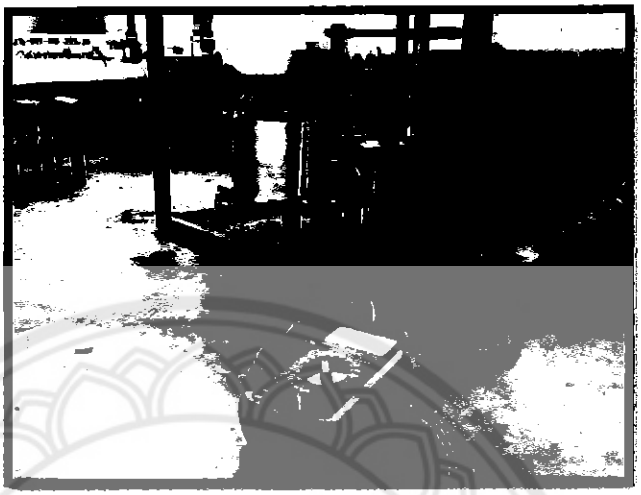
3.5.4 ทดสอบการหมุนโดยการป้อนแรงด้วยมือวัดค่าความเร็วรอบเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ติดตั้งกับไดนาโมแล้ว และวัดความเร็วรอบที่ค่าสูงสุดที่ทำได้

3.5.5 ทดสอบการหมุนโดยป้อนแรงด้วยมือด้วยความเร็ว รอบต่อนาที เฉลี่ย 5 ครั้ง โดยเริ่มต้นช่วงความเร็วรอบที่ 450, 500, 550, 600, 650 และ 700 รอบต่อนาที ตามลำดับ



รูปที่ 3.10 ทดสอบความเร็วไดนาโมที่ความเร็วต่างๆ

วัดค่าพลังงานที่ได้ตามความเร็วรอบต่างๆตามที่กำหนด โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบโวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดค่าความเร็วรอบแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากไดนาโม



รูปที่ 3.11 วัดค่าพลังงานที่ได้ตามความเร็วรอบต่างๆ

3.5.6 ทดสอบกระแสและแรงดันไฟฟ้าโดยใช้หลอดไฟฟ้า 25 วัตต์โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบวัดความเร็วรอบเมื่อหลอดไฟมีแสงสว่างเริ่มต้นจนถึงสว่างมากที่สุดและมีความต้านท้าน R=145.6 โอห์ม

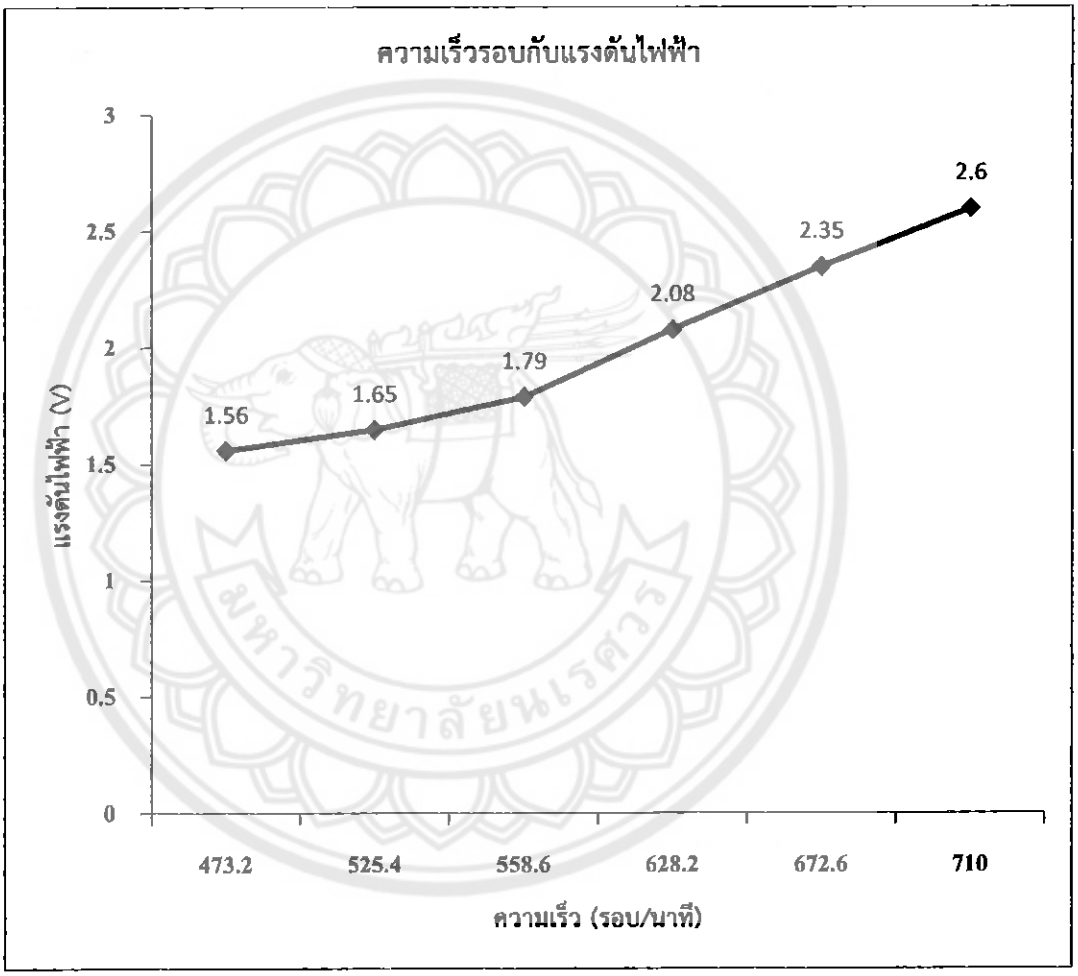
3.5.7 บันทึกผลการทดลองในตาราง

3.5.8 นำข้อมูลที่ได้มาบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 4

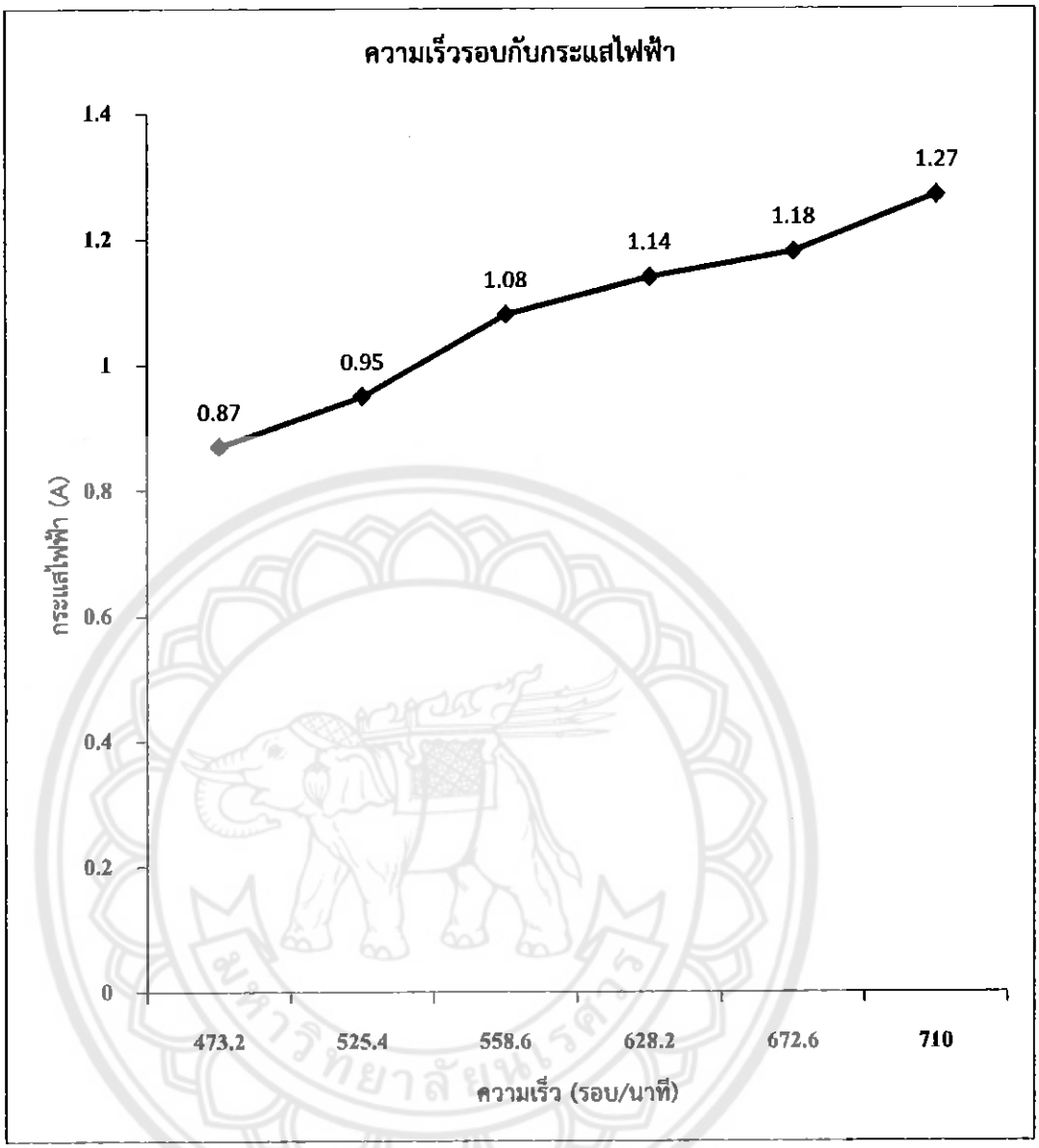
ผลการทดลอง

การทดลอง เมื่อเริ่มเพิ่มความเร็วรอบแก่ระบบ โดยใช้เครื่องมือวัดจนระบบมีความเร็วสูงสุดของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง โดยได้ค่าการทดลองดังกราฟต่อไปนี้



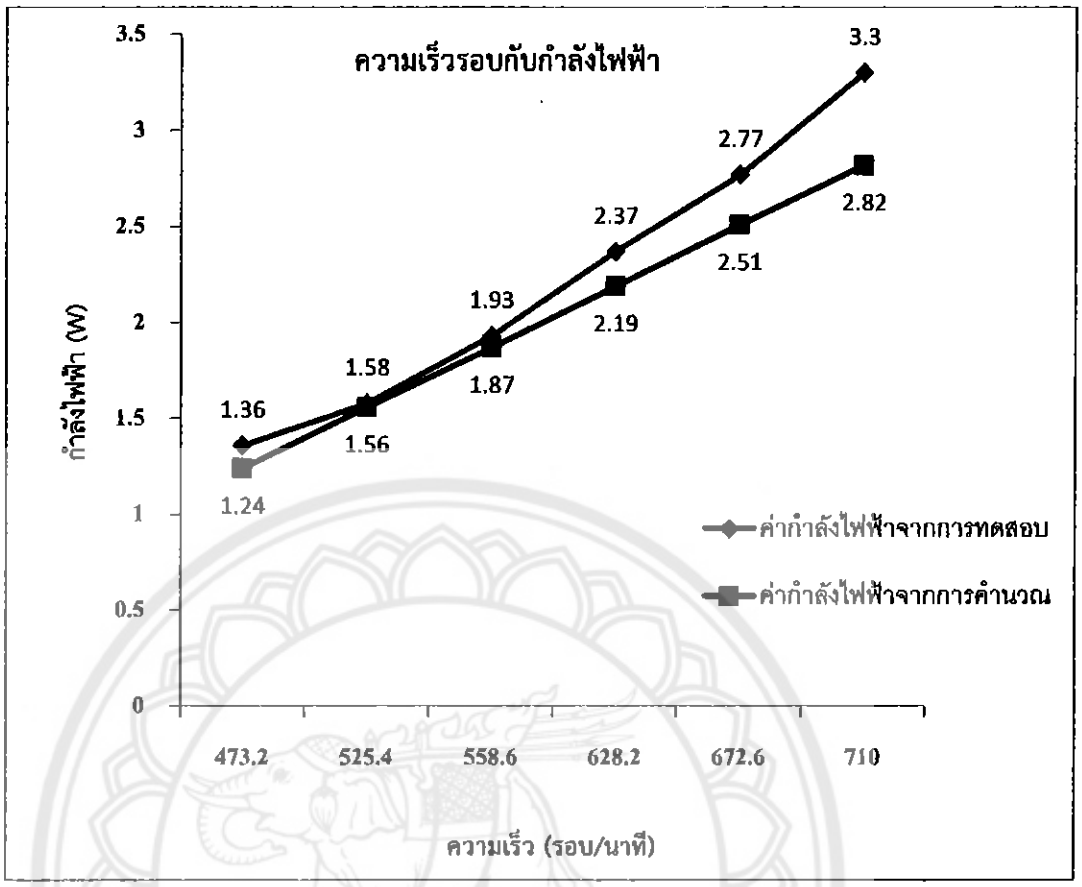
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงดันไฟฟ้า

กราฟในรูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ว่า เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นแรงดันไฟฟ้าของระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยเริ่มวัดแรงดันไฟฟ้าได้ที่ความเร็วรอบ 473.2 รอบต่อนาที ได้แรงดันไฟฟ้า 1.56 โวลต์ และที่ความเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที จะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดคือ 2.6 โวลต์ หรือกล่าวได้ว่าแรงดันไฟฟ้าแปรผันตามความเร็วรอบ



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า

กราฟในรูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ว่า เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นกระแสไฟฟ้าของระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเริ่มวัดกระแสไฟฟ้าได้ที่ความเร็วรอบ 473.2 รอบต่อนาที ได้กระแสไฟฟ้า 0.87 แอมแปร์ และที่ความเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที จะได้กระแสไฟฟ้าสูงสุดคือ 1.27 แอมแปร์ หรือกล่าวได้ว่ากระแสไฟฟ้าแปรผันตามความเร็วรอบ



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า

กราฟในรูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ว่า เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นกำลังไฟฟ้าของระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยได้กำลังไฟฟ้าจากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 473.2 รอบต่อนาที ได้กำลังไฟฟ้า 1.36 วัตต์ และที่ความเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที จะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ 3.3 วัตต์ และค่ากำลังไฟฟ้าหาได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นตรง Y=0.00632X-1.60138 โดยที่ Y คือกำลังไฟฟ้า, X คือจำนวนความเร็ว(รอบต่อนาที) เพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ ทิศทางความสัมพันธ์ และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปร(X) แล้วนำไปพยากรณ์ค่าของอีกตัวแปร(Y) ทำให้เราทราบถึงแนวโน้มของกำลังไฟฟ้าในอนาคต ซึ่งได้กำลังไฟฟ้าจากการคำนวณที่ความเร็วรอบ 473.2 รอบต่อนาที ได้กำลังไฟฟ้า 1.39 วัตต์ และที่ความเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที จะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ 2.89 วัตต์ หรือกล่าวได้ว่ากำลังไฟฟ้าแปรผันตามความเร็วรอบ และสมการมีความคลาดเคลื่อน R^2= 0.977 ซึ่งบอกได้ว่า R^2 ได้เท่ากับ 97.7% แสดงว่าความผันแปรของตัวแปรตาม(Y) สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ(X) ถึง 97.7% ที่เหลือ 2.3% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการทดสอบจากหลอดไฟฟ้าขนาด 25 วัตต์ และเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า คือ เครื่องวัดโวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์ ซึ่งพบว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงสามารถทำงานได้ และผลิตกระแสไฟฟ้าได้จริง แต่ค่ากำลังไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่ได้ออกมามีค่าน้อย และการสว่างของหลอดไฟฟ้าจะไม่นิ่งหรือสว่างไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่เครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงผลิตได้ส่งไปยังหลอดไฟฟ้าไม่ต่อเนื่องหรือกระแสไฟฟ้าไม่ถึง 25 วัตต์ จึงทำให้หลอดไฟฟ้ากระพริบได้

จากรูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้า จากผลการทดลองไดนาโมมีขนาด 25 วัตต์ กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์ ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาทีติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง จากกราฟการทดลองได้ทดลองความเร็วรอบเริ่มต้น 473.2 รอบต่อนาที ได้สมรรถนะเริ่มต้นที่สามารถทำได้ของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงได้กำลังไฟฟ้า 1.36 วัตต์ และได้ความเร็วรอบสูงสุด 710 รอบต่อนาที ได้สมรรถนะสูงสุดที่สามารถทำได้ของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 3.3 วัตต์ ขณะที่หลอดไฟฟ้าเริ่มติดที่ความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที จากการทดลองพบว่ากำลังไฟฟ้าจะแปรผันตามความเร็วรอบ เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นกำลังไฟฟ้าก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

จากการทดลองทั้งหมดผู้วิจัยมีความเห็นว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากเครื่องจักกลหมุนเหวี่ยงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จริง

ทั้งนี้เครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงที่ติดตั้งกับไดนาโมจะมีสมรรถนะผลิตไฟฟ้าได้ และยังช่วยผ่อนแรงหรือพลังงานที่ป้อนเข้า จากต้นกำลังเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้มีสมรรถนะเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากหลักการทำงานของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยง ระบบทำงานโดย Planetary Gear ที่ติดก้อนมวลถ่วงน้ำหนักหมุนรอบตัวเองไปพร้อมกับการเคลื่อนที่รอบ Sun Gear โดยมีการป้อน Input ผ่านทางพวงมาลัยให้แก่ระบบด้วยการหมุน Sun Gear กลับไปกลับมา จากอุปกรณ์ในการวัดแรงที่ป้อนให้แก่ระบบInputที่มีอยู่ไม่สามารถวัดค่าInputได้เนื่องจาก อุปกรณ์ในการสำหรับวัดค่าแรงที่แกนเพลาพวงมาลัย โดยป้อน Inputผ่านอุปกรณ์วัดแรง หมุนได้ทางเดียวหรือไม่สามารถหมุนไปกลับได้ ทำให้อุปกรณ์วัดแรงไม่สัมพันธ์กับการป้อนค่าInput ของระบบ จึงไม่สามารถหาพลังงานที่ป้อนเข้าแก่ระบบและหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงได้

2. ในส่วนของระบบป้อนกำลัง Input สามารถติดตั้งระบบ Auto Input โดยใช้กลไกแบบเดียวกับ Crank Rocker หรืออาจใช้ระบบ Pneumatic เข้ามาช่วยควบคุมในส่วนของการ Input

3. ในการปรับปรุงของเครื่องจักรกล ส่วนของ Pulley ให้มีอัตราทดให้มากกว่า ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้หลอดไฟฟ้าติดสม่ำเสมอ

4. ในการปรับปรุงของเครื่องจักรกล ส่วนของ Sun GearและPlanetary Gear ให้มีClear Rance ลดลงในขณะที่ระบบทำงาน

5. หลอดไฟฟ้าที่ติดไม่ต่อเนื่องสามารถนำแบตเตอรี่มาต่อแล้วค่อยจ่ายให้กับหลอดไฟฟ้า อีกทางเลือกคือให้ติดหม้อแปลงไฟ หรือ Line Stabilizer ที่คอยรักษาแรงดันไฟให้คงที่ ก็จะช่วยให้หลอดไฟฟ้าหายกระพริบได้ นอกจากนี้ ยังช่วยยืดอายุของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

[1] วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์, รศ.ดร.ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ, ผศ.ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ, ความรู้พื้นฐานวิชาชีพวิศวกรรมไฟฟ้า, สมาคมวิศวกรออกแบบและปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย, 2552

[2] ผศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ, วงจรไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554

[3] ไชยชาญ หินเกิด, เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2543

[4] นายไพบูรณ์ สุขแสง, นายวัชรพลปราบสงบ, นายสิทธิพร ทานัน, การสร้างและศึกษาเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง, 2554

[5] หลักการของไดนาโม
http://www.slideshare.net/ampair14901/ss-5093708, สืบค้นเมื่อ 2/9/2555, 14:38 PM

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ผลการทดลองความเร็วรอบ เพื่อวัดกำลังไฟฟ้าของระบบเครื่องจักรกลหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง

จำนวนครั้ง	ช่วงกำหนด rpm	rpm	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)
1	450	472	1.59	0.87	1.38
2		480	1.60	0.89	1.42
3		482	1.61	0.90	1.45
4		465	1.46	0.83	1.21
5		467	1.54	0.85	1.31
เฉลี่ย		473.2	1.56	0.87	1.36
1	500	538	1.67	0.98	1.64
2		526	1.65	0.96	1.58
3		516	1.63	0.94	1.53
4		507	1.62	0.91	1.47
5		540	1.70	0.98	1.67
เฉลี่ย		525.4	1.65	0.95	1.58
1	550	550	1.74	0.98	1.71
2		558	1.76	1.10	1.94
3		563	1.83	1.12	2.05
4		562	1.82	1.12	2.04
5		560	1.80	1.10	1.98
เฉลี่ย		558.6	1.79	1.08	1.93
1	600	639	2.21	1.15	2.54
2		630	2.01	1.14	2.29
3		637	2.20	1.15	2.53
4		622	2.00	1.14	2.28
5		613	1.96	1.13	2.21
เฉลี่ย		628.2	2.08	1.14	2.37
1	650	651	2.23	1.15	2.56
2		692	2.41	1.20	2.89
3		696	2.45	1.23	3.01
4		654	2.30	1.15	2.65
5		670	2.37	1.17	2.77
เฉลี่ย		672.6	2.35	1.18	2.77
1	700	706	2.56	1.25	3.20
2		705	2.51	1.25	3.14
3		710	2.65	1.27	3.37
4		720	2.70	1.32	3.56
5		709	2.60	1.27	3.03
เฉลี่ย		710.0	2.60	1.27	3.30

ภาคผนวก ข

ตารางผลการคำนวณ

ผลคำนวณความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุมของ Sun Gear (Input)

ชุดที่	mass (g)	kg	massต่อเกียร์ kg	เวลา (s)			input			
				t_1	t_2	t_3	N (รอบ)	$f\,(Hz)=\frac{n}{t_2-t_1}$	$\omega=\frac{40^\circ\cdot\pi}{180^\circ}f$	$\alpha=\frac{\omega_1-\omega_0}{t_2-t_1}$
1	933.20	0.9332	0.3111	0	0	0	0.00	0	0	0
2	2314.10	2.3141	0.7714	10.00	31.00	58.00	40.00	1.9048	1.3298	-1.1633
3	3247.30	3.2473	1.0824	13.00	37.00	61.00	50.00	2.0833	1.4544	-0.4795
4	3771.80	3.7718	1.2573	12.00	33.00	56.00	43.00	2.0476	1.4295	-0.5492
5	4705.00	4.7050	1.5683	13.00	33.00	53.00	36.00	1.8000	1.2566	-0.5853
6	6085.90	6.0859	2.0286	12.00	34.00	56.00	41.00	1.8636	1.3011	-0.5301
7	7019.10	7.0191	2.3397	12.00	30.00	51.00	32.00	1.7778	1.2411	-0.6512

หมายเหตุ : ω_0 = 26.96 rad/s ความเร็วเชิงมุมเริ่มต้นสัมพัทธ์ของ Carrier Gear ที่เครื่องวัด Mavic M-Tech 7 เครื่องรับความถี่จากรอบอ่านค่าเป็นความเร็วเชิงเส้นของล้อเท่ากับ v_0 =14 km/hr ≅ 120 rpmโดยตั้ง r = 30 cm

ผลคำนวณความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุมของแขน (Carrier) , Output

ชุดที่	mass (g)	kg	massต่อเกียร์ kg	เวลา (s)			output			
				t_1	t_2	t_3	v_{3max} (km/hr)	$\omega_{3max} = v_3 / r$ (rad/s)	α $(rad/s^2) = \frac{\omega_3 - \omega_0}{t_2 - t_1}$	N (rpm)
1	933.20	0.9332	0.3111	0	0	0	0	0	0	0
2	2314.10	2.3141	0.7714	10.00	31.00	58.00	27	25	24.383	254
3	3247.30	3.2473	1.0824	13.00	37.00	61.00	29	26.852	26.312	255
4	3771.80	3.7718	1.2573	12.00	33.00	56.00	30	27.778	27.160	263
5	4705.00	4.7050	1.5683	13.00	33.00	53.00	28.4	26.296	25.648	251
6	6085.90	6.0859	2.0286	12.00	34.00	56.00	27	25	24.411	220
7	7019.10	7.0191	2.3397	12.00	30.00	51.00	25	23.148	22.428	214

ผลคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อยของ Planetary Gear รวมกับชุดมวล ย้ายไปที่ตำแหน่งจุดหมุนของ Sun Gear ($kg \cdot m^2$)

I Planetary Gear $I_{2-gear} = \frac{1}{2} m_{PG} r_2^2$	I ชุดมวลแต่ละPG $I_m = \left(\frac{1}{2} - \frac{4r_m}{9\pi^2}\right) r_m^2$	ย้ายแกนไปจุดo (PG) $\bar{I}_{2-m} = I_m + mr_c^2$	รวม PG+m $\bar{I}_2 = I_{2-gear} + \bar{I}_{2-m}$	ย้ายแกนไปจุดหมุน $\bar{I}_O = \bar{I}_2 + mR^2$	Planetary Gear 3 ตัว $3\bar{I}_O$	I รวมทั้งหมดส่วนต่างๆ
0.012	0.0003	0.0017	0.0135	0.0305	0.0914	0.2540
0.012	0.0008	0.0043	0.0161	0.0575	0.1724	0.3350
0.012	0.0012	0.0061	0.0179	0.0757	0.2272	0.3898
0.012	0.0013	0.0071	0.0188	0.086	0.258	0.4205
0.012	0.0017	0.0088	0.0206	0.1042	0.3127	0.4753
0.012	0.0022	0.0114	0.0232	0.1313	0.3938	0.5563
0.012	0.0025	0.0131	0.0249	0.1495	0.4485	0.6111

ผลคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อยส่วนของ Output

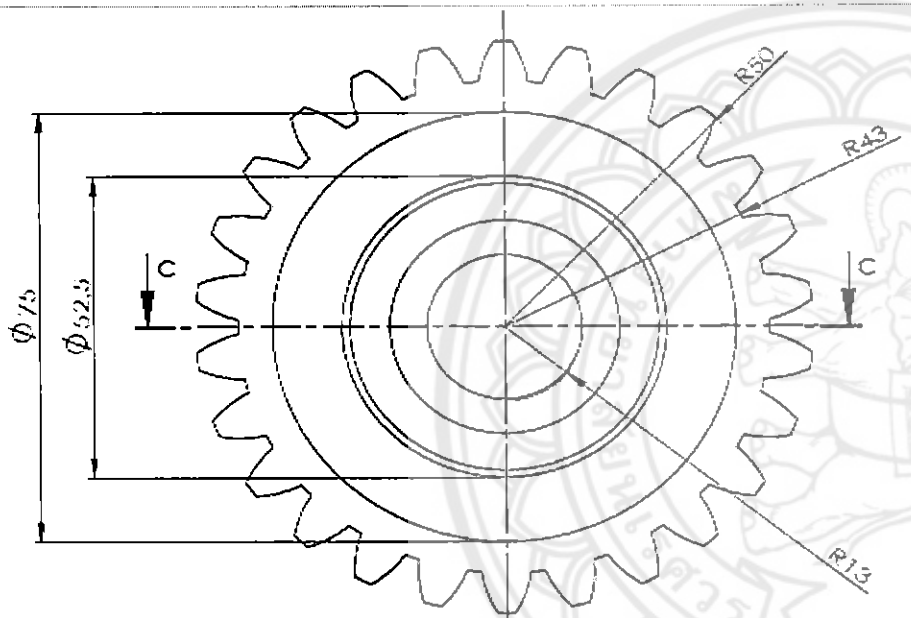
No.	Name or Components	Mass (kg)	Number of Part	Formula	I at Original point	Total Moment Inertia $kg \cdot m^2$
1	carrier	1.7	2 ตัว	บทที่ 2	0.012	0.023
2	Nut & Bode	0.215	3 ชุด	$I = mR^2$	0.029	0.086
3	Lower Rod	0.134	3 ชุด		0.018	0.054
					รวม	0.163

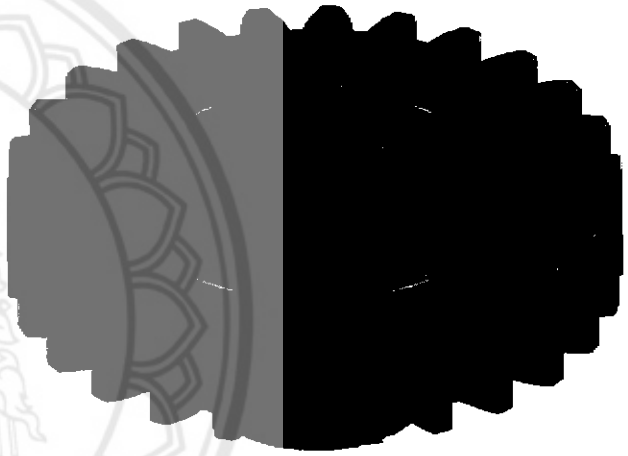
ผลคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อยส่วนของที่ Input

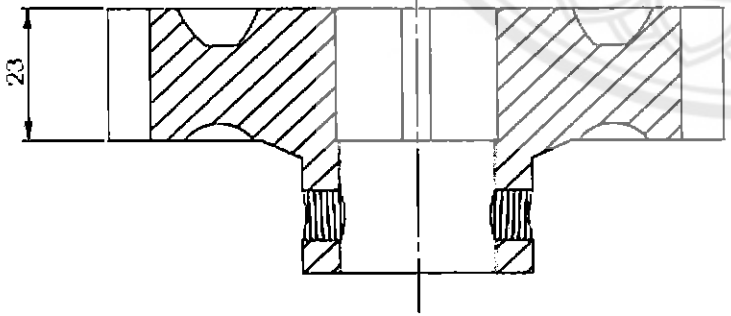
No.	Name or components	Mass (kg)	Formula	Total Moment Inertia $kg \cdot m^2$
1	Original Shaft	2.73	$\frac{1}{2}mr^2$	0.000427641
2	Sun Gear	0.862		0.0010775
			รวม	0.001505141

ภาคผนวก ค

แบบชิ้นส่วนเครื่องจักรหมุนเหวี่ยงเพื่อใช้เป็นต้นกำลัง







SECTION C-C
SCALE 1 : 1

General Table		
	List	Dimension (mm)
1	Out side diameter	100
2	Root Diameter	86
3	Number of Teeth	26
4	Thickness	23

MATERIAL: Iron

TITLE: DWG Planetary Gear

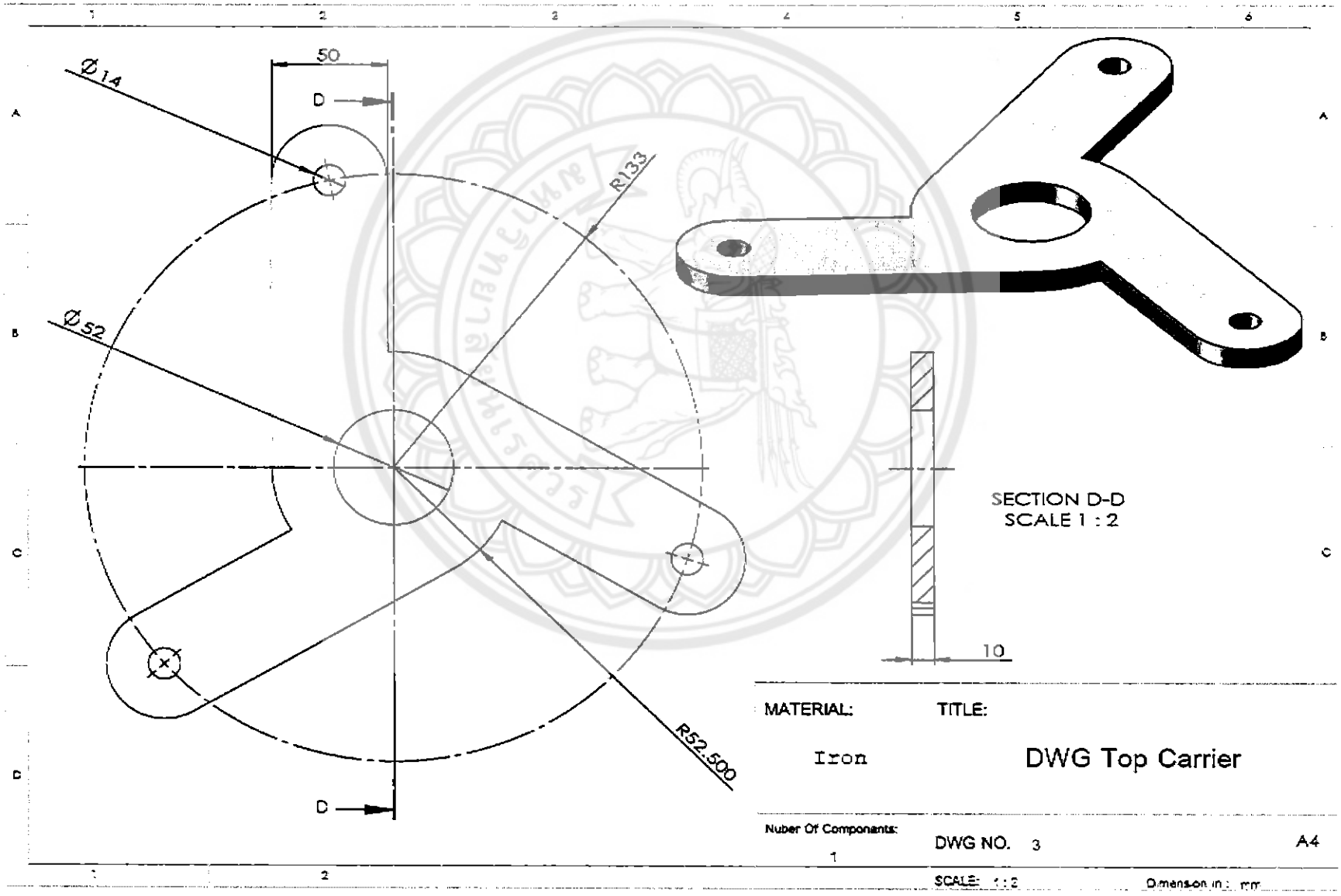
Nuber Of Componants: 1

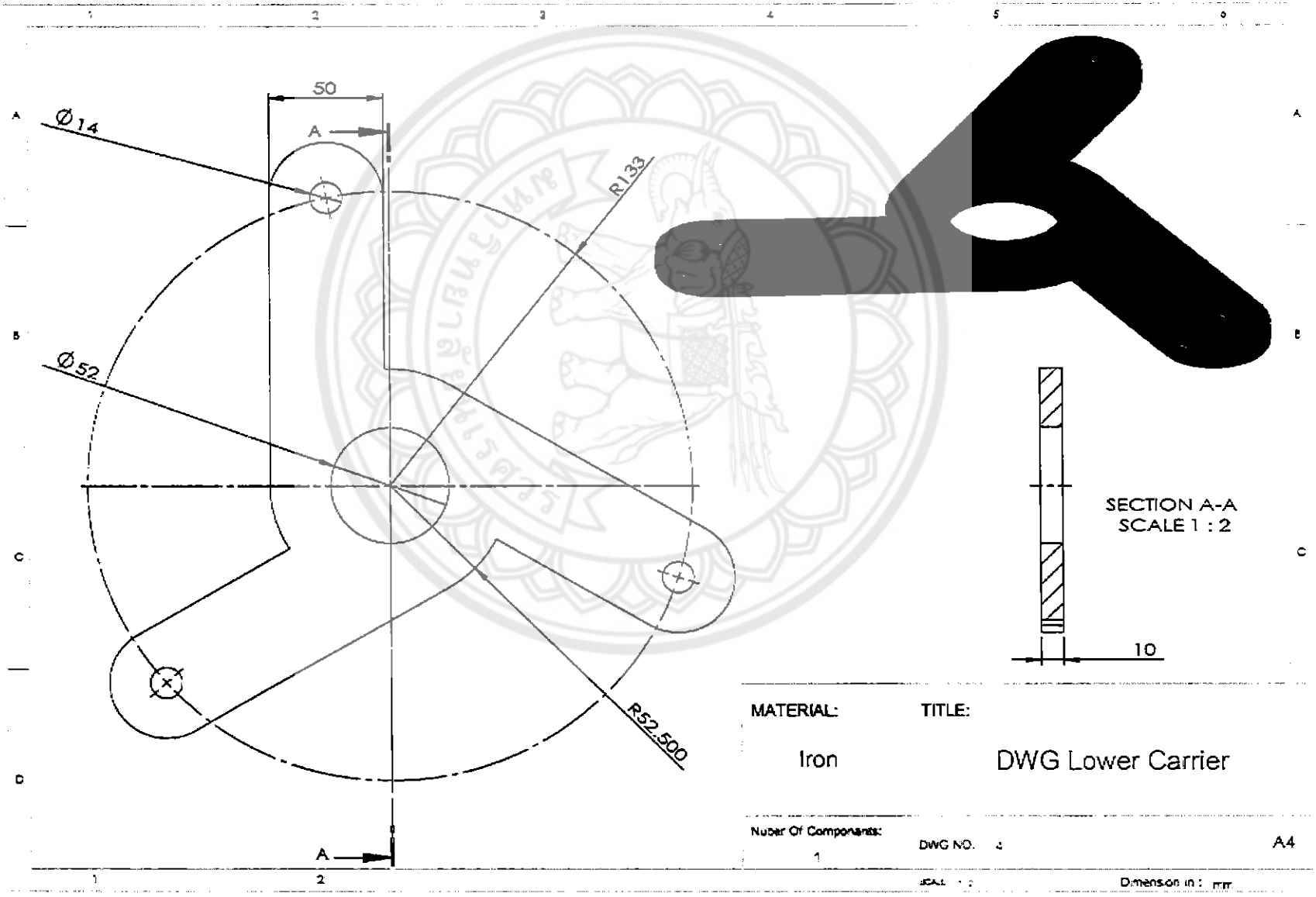
DWG NO. 2

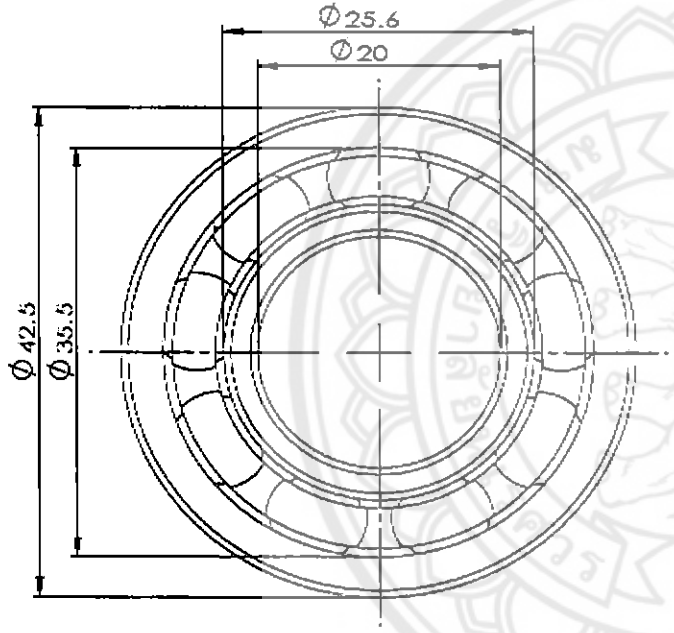
A4

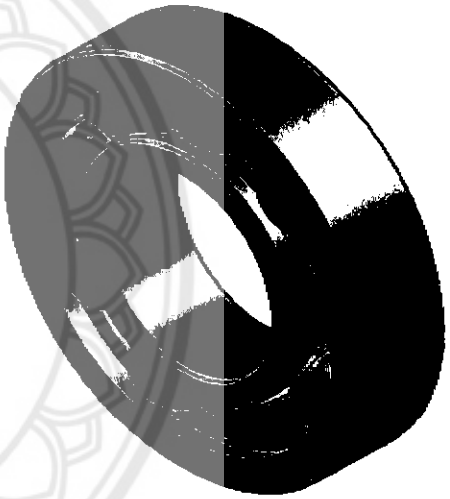
SCALE:

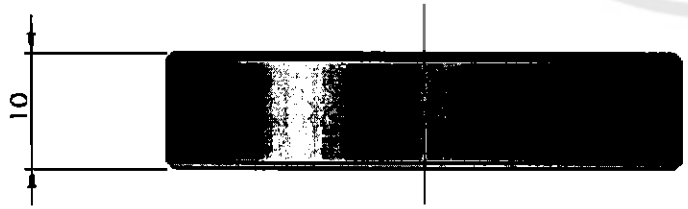
Dimension is : mm


Ø14
50
D
R133
Ø52
R52.500
D
SECTION D-D
SCALE 1 : 2
10
MATERIAL:
Iron
TITLE:
DWG Top Carrier
Nuber Of Componants:
1
DWG NO. 3
A4
SCALE: 1 : 2
Dimension in : mm

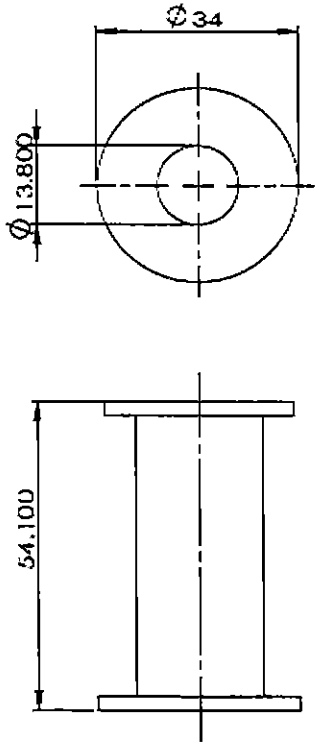

50
A
Ø14
Ø52
R133
R52.500
A
SECTION A-A
SCALE 1 : 2
10
MATERIAL:
Iron
TITLE:
DWG Lower Carrier
Nuber Of Components:
1
DWG NO.
A4
Dimension in : mm



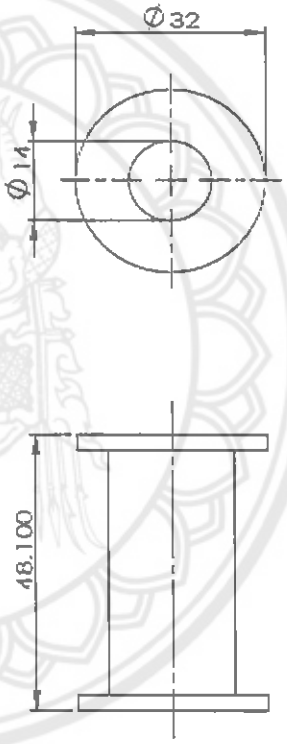


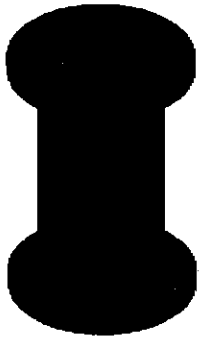


MATERIAL:	TITLE:	
Iron	DWG Bearing	
Nuber Of Components: 7	DWG NO. 5	A4
	SCALE: 3:1	Dimension in : mm



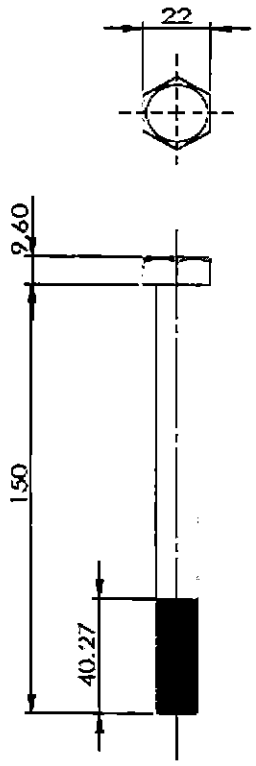
Top Rod





Lower Rod

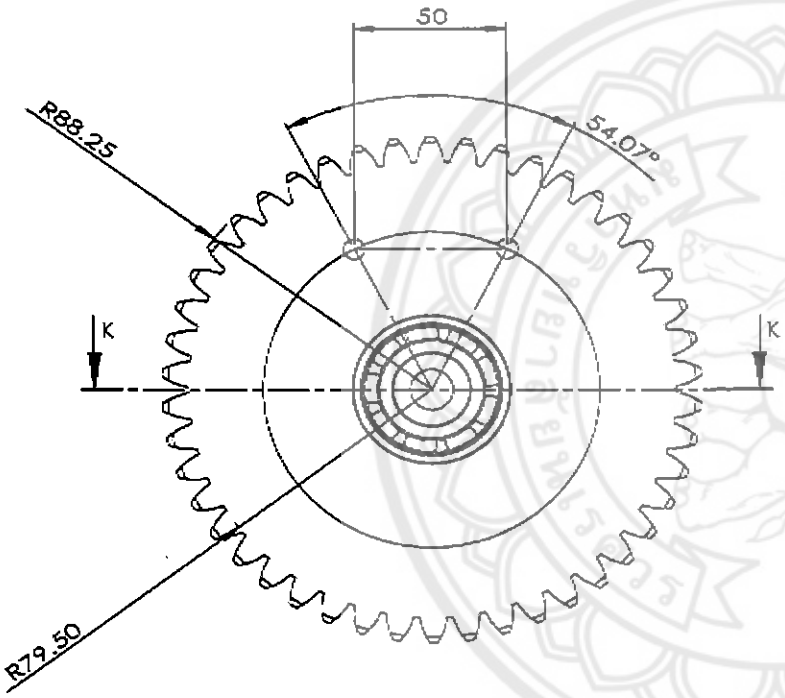
MATERIAL:	TITLE:
Iron	DWG Top&Lower Rod
Nuber Of Components: 3	DWG NO. 6
	A4
	SCALE: 1 : 1
	Dimension in : mm

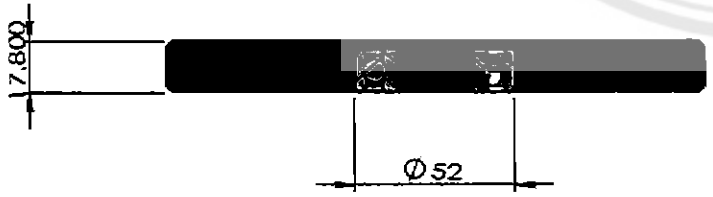


Scale : 1 : 2

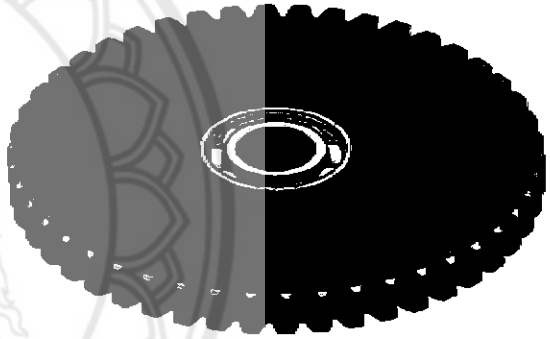
Scale : 1 : 1

MATERIAL: Iron	TITLE: DWG Bote & Bush
Number of componants : 3	DWG NO. 7 A4
SCALE:	Dimension in : mm





SECTION K-K
SCALE 1 : 2



	List	Dimension (mm)
1	Out side diameter	176,5
2	Root Diameter	159
3	Number of Teeth	46
4	Thickness	17,8

MATERIAL: Iron

TITLE: DWG Planetary Gear

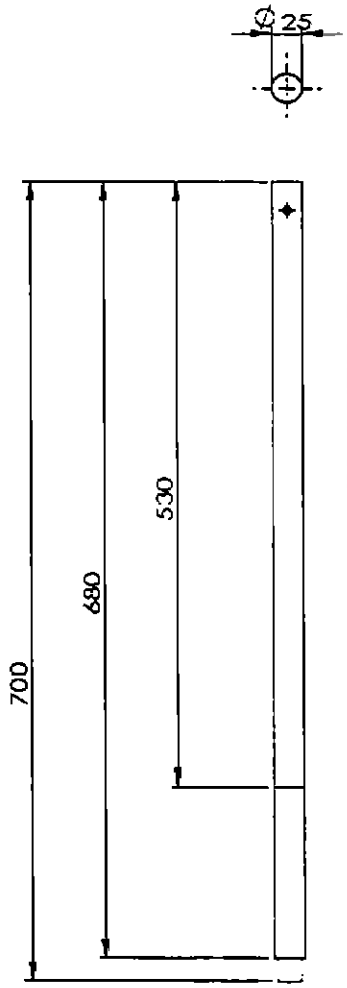
Nuber Of Componants: 3

DWG NO. 8

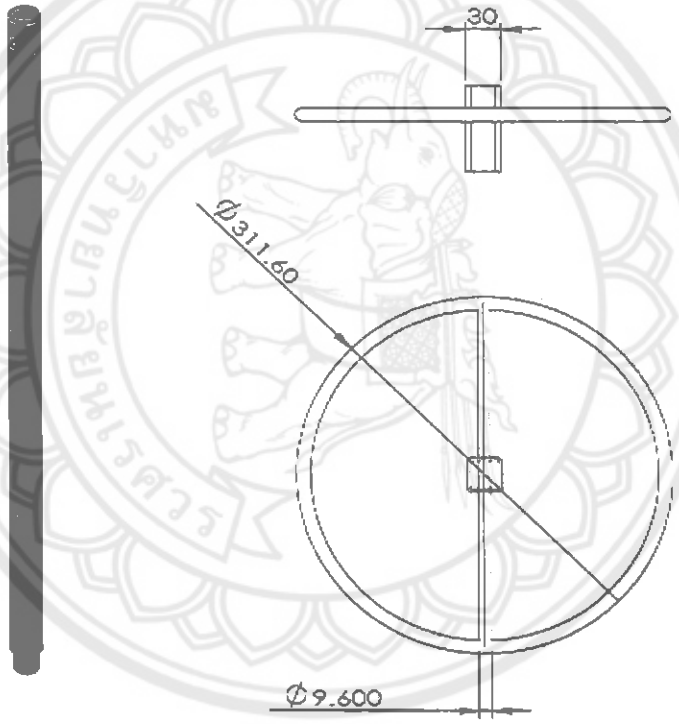
A4

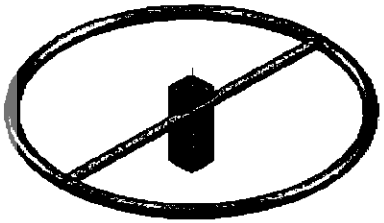
SCALE: 1 : 2

Dimension in : mm



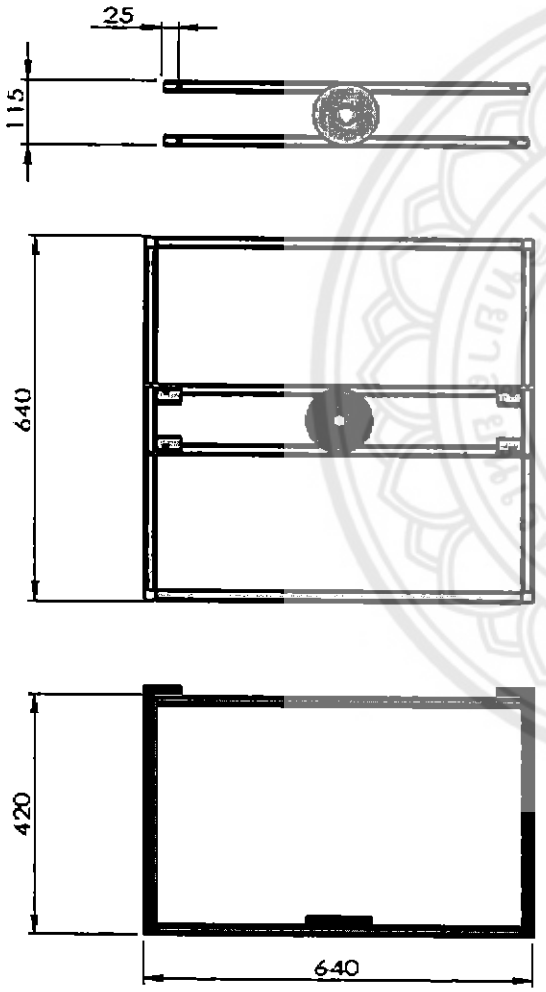
Shaft

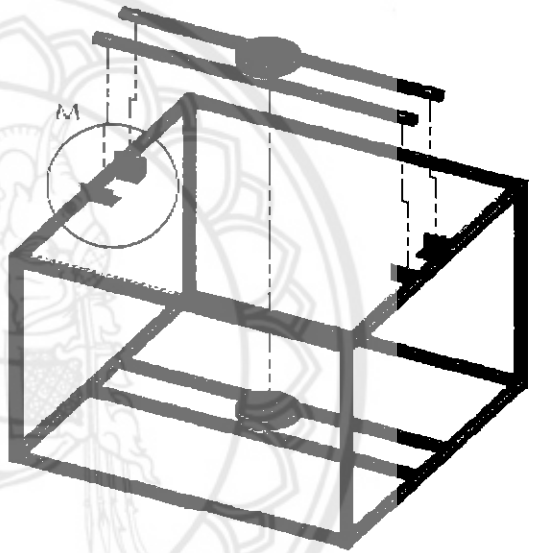


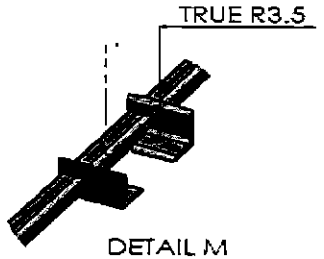


Hand input

MATERIAL:	TITLE:
Iron	DWG Shaft & Hand input
Number of components : 1	DWG NO. 9
SCALE: 1 : 5	A4
	Dimension in : mm







DETAIL M
SCALE 1 : 5

MATERIAL:	TITLE:
Iron	DWG Frame
Nuber Of Componants: 1	DWG NO. 10 A4
SCALE: 1:10	Dimenson in : mm

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง(Linear Regression)

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอดเชิงเส้นตรง

ขั้นที่1 คำนวณ S_{XX}, S_{YY}และ S_{XY}

$$S_{XX} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$S_{YY} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

$$S_{XY} = \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}$$

ขั้นที่2 คำนวณหา β_0 และ β_1

$$\beta_1 = \frac{S_{XY}}{S_{XX}}$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

ขั้นที่3 เขียนสมการถดถอดเชิงเส้นอย่างง่าย

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

ขั้นที่4 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2)

$$R^2 = \frac{\beta_1 S_{XY}}{S_{YY}}$$

ขั้นที่5 ทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sample Correlation Coefficient ; r)

$$r = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX} S_{YY}}}$$

ถ้า r = 0 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน r < 0.30 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำ 0.50 < r < 0.80 = 0 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันปานกลาง (สมการนำไปใช้งานได้) r < 0.80 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันสูง (สมการนำไปใช้งานได้)