สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3 ขอบข่ายของงานวิจัย	2
	1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2	**การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	2.1 แหล่งพลังงานสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน	4
	2.2 พลังงานน้ำ	5
	2.3 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	7
	2.4 เทคโนโลยีกังหันน้ำ	10
	2.5 การผลิตและการใช้งานเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กภายในประเทศ ในปัจจุบัน	15
	2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	16
	2.7 แบตเตอรี่	18
3	**การออกแบบและการคำนวณ**	21
	3.1 การคำนวณหาขนาดของเพลารองรับน้ำหนักเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	21
	3.2 การคำนวณหาความเร็วของลำน้ำ	23
	3.3 การหาแรงที่ลำน้ำพุ่งกระทบใบพัดโค้ง	23
4	**ผลการศึกษาและการวิจารณ์**	26
	4.1 การสร้างกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	26
	4.2 อุปกรณ์และการทดสอบ	27
	4.3 วิธีการทดสอบ	29
	4.4 ผลการทดสอบ	30
5	**สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ**	39
	5.1 สรุปผลการศึกษา	39
	5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน	39
	5.3 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม		41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
ภาคผนวก		**43**
ก	แบบแสดงรายละเอียดกังหันน้ำเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า	44
ข	ตารางความแข็งแรงของวัสดุ	50
ค	ตัวอย่างการคำนวณ	52
ง	ขั้นตอนการทำเจนเนอร์เตอร์	54

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ความสูงของหัวน้ำและประสิทธิภาพการทำงาน	15
4.1	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว	30
4.2	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว	30
4.3	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 1 นิ้ว	30
4.4	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว	31
4.5	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว	31
4.6	ผลการทดสอบที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1 นิ้ว	31
4.7	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว	31
4.8	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว	32
4.9	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 5 ที่หัวฉีด 1 นิ้ว	32
4.10	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว	32
4.11	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว	32
4.12	ผลการคำนวณที่อัตราทด 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1 นิ้ว	33
4.13	ผลการทดสอบความเร็วรอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อัตราการไหลต่าง ๆ ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว	33
4.14	ผลการทดสอบความเร็วรอบเครื่องกำเนิดที่อัตราการไหลต่างๆที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว	34
4.15	ผลการทดสอบความเร็วรอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อัตราการไหลต่างๆที่หัวฉีด 1 นิ้ว	35
4.16	ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าที่อัตราทดและหัวฉีดต่าง ๆ ที่อัตราการไหล 60 ลิตรต่อนาที	36
4.17	ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าที่อัตราทดและหัวฉีดต่าง ๆที่อัตราการไหล 90 ลิตรต่อนาที	37
4.18	ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าที่อัตราทดและหัวฉีดต่าง ๆที่อัตราการไหล 120 ลิตรต่อนาที	38
ข	คุณสมบัติของเหล็กกล้าตามมาตรฐานเยอรมัน(DIN)	51

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ 7
2.2 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำ 8
2.3 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ 9
2.4 ภาพตัดขวางของระบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ 10
2.5 กังหันน้ำเพลตัน 12
2.6 กังหันน้ำเทอร์โก 12
2.7 กังหันน้ำฟรานซิส 13
2.8 กังหันน้ำเคปแลน 13
2.9 กังหันน้ำเดเรียซ 14
2.10 ช่วงความเหมาะสมของกันหันน้ำแต่ละชนิด 14
2.11 ลักษณะของไฟฟ้ากระแสสลับไดนาโมเฟสเดียว 17
2.12 รูปคลื่นของไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว 18
2.13 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ 19
3.1 ส่วนประกอบของเครื่องกังหันน้ำ 21
4.1 เครื่องกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดจิ๋ว 27
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 28
4.3 เงื่อนไข อุปกรณ์การทดสอบ 29
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบของเจนเนอเรเตอร์ ที่อัตราทด 1 ต่อ 5 และ 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1/2 นิ้ว 33
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบของเจนเนอเรเตอร์ ที่อัตราทด 1 ต่อ 5 และ 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 3/4 นิ้ว 34
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วรอบของเจนเนอเรเตอร์ ที่อัตราทด 1 ต่อ 5 และ 1 ต่อ 3 ที่หัวฉีด 1 นิ้ว 35
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราทดกับกำลังไฟฟ้าที่ขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 3/4 นิ้ว และ 1 นิ้ว เมื่ออัตราการไหล 60 ลิตรต่อนาที 36
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราทดกับกำลังไฟฟ้าที่ขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 3/4 นิ้ว และ 1 นิ้ว เมื่ออัตราการไหล 90 ลิตรต่อนาที 37
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราทดกับกำลังไฟฟ้าที่ขนาดท่อ 1/2 นิ้ว 3/4 นิ้ว และ 1 นิ้ว เมื่ออัตราการไหล 120 ลิตรต่อนาที 38

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
ก. 1 แบบแสดงภาพฉายกังหันน้ำผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ	45
ก. 2 แบบแสดงภาพฉายล้อกังหันน้ำ	46
ก. 3 แบบแสดงภาพฉายใบพัดกังหันน้ำ	47
ก. 4 แบบแสดงภาพฉายของจานที่ใช้วางขดลวด	48
ก. 5 แบบแสดงภาพฉายของจานที่ใช้วางแม่เหล็กไฟฟ้า	49
ง. 1 ทำเครื่องหมายสำหรับติดแม่เหล็กจำนวน 12 ก้อน	55
ง. 2 แสดงลักษณะการวางแม่เหล็กโดยการวางสลับขั้วกันจำนวน 12 ก้อน	55
ง. 3 แสดงการวางแบบเพื่อหล่อเรซิ่นทับแม่เหล็กทั้ง 12 ก้อนทำเหมือนกัน 2 ด้าน	56
ง. 4 ทำการทาแวกซ์หรือวาสลีนลงบนแบบเพื่อไม่ให้ชิ้นงานติดแบบ	56
ง. 5 ทำการวางขดลวดลงในแบบและตั้งองศาเพื่อให้เรซิ่นที่เทลงเท่ากัน	57
ง. 6 ทำการเทเรซิ่งลงในแบบและปล่อยให้แห้งประมาณ 8-12 ชั่วโมงเพื่อให้เรซิ่งจับตัวกัน	57
ง. 7 เมื่อแกะชุดขดลวดออกจากแบบก็นำมาเจาะรูเพื่อประกอบและต้องเจาะทั้งสองแผ่นให้ตรงตำแหน่งเดียวกัน	58
ง. 8 ทำการประกอบเจนเนอเรเตอร์โดยการให้แม่เหล็กอยู่ตรงกลางและชุดขดลวดอยู่ด้านนอกทั้งสองข้าง	58
ง. 9 ทำการหมุนเจนเนอเรเตอร์เพื่อวัดโวลต์ออกมาได้ 12.62 โวลต์ เจนเนอเรเตอร์ตัวที่ทำขึ้นนี้เป็นแบบ 18ขดลวด 24 ก้อนแม่เหล็ก	59

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
d	เส้นผ่านศูนย์กลาง	m
g	แรงโน้มถ่วงของโลก	m/s^2
r	รัศมี	m
u	ความเร็วของใบพัด	m/s
A	พื้นที่	m^2
D	ขนาดของเพลา	m
F	แรงที่กระทำ	N
F_{action}	แรงที่ลำน้ำพุ่งกระทบใบพัด	N
N	ความเร็วรอบ	rpm
P_w	กำลังของน้ำ	W
Q	อัตราการไหล	m^3/s
T	แรงบิด	$N \cdot m$
V	ความเร็ว	m/s
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	kg/m^3
γ	น้ำหนักจำเพาะ	N/m^3
η	ประสิทธิภาพ	-
ω	ความเร็วเชิงมุม	rad/s
τ	ความเค้นเฉือน	N/m^2