



การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบาย
ความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

The Quality Function Development for Electric Generator
Product Developing from Air Conditioner Condensing Unit

ธนกร กาญจนถาวร

TANAKORN KANJANATHAWORN

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564



การเปลี่ยนหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบาย
ความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

The Quality Function Development for Electric Generator
Product Developing from Air Conditioner Condensing Unit

ธนกร กาญจนถาวร

TANAKORN KANJANATHAWORN

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

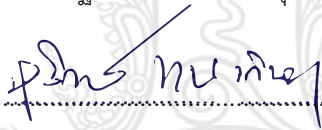
2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบาย
ความร้อนของเครื่องปรับอากาศ
ชื่อ นามสกุล ธนกร กาญจนถาวร
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน)
สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปริญญา บุญกนิษฐ

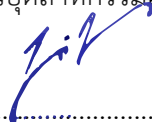
คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)


..... กรรมการ
(ดร.สุวิทย์ แพงกันยา)


..... กรรมการและที่ปรึกษา
(ดร.ปริญญา บุญกนิษฐ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้รับการค้นคว้า
อิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน


..... รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุ์นะ)

วันที่ 19 เดือน เมษายน พ.ศ. 2565

ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ
ชื่อ นามสกุล	ธนกร กาญจนถาวร
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน)
สาขาวิชา และคณะ	วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากสิ่งเหลือใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อทำประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้งาน โดยใช้หลักการของเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยผู้วิจัยพบว่าประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 4 อย่างได้แก่ ความเร็วรอบ ระยะห่างในการติดตั้ง ขนาด และพื้นที่หน้าตัดของใบพัด และทำการทดลองตามเวลา 8.00-17.00 น. โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการทดลองคือการติดตั้งผลิตภัณฑ์ที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยใช้ใบพัดขนาด 18” จึงจะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ดีที่สุด และทำการเก็บข้อมูลที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ออกแบบ, พัฒนา, พลังงานไฟฟ้า, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ใบพัด

Independent Study Title	The Quality Function Development for Electric Generator Product Developing from Air Conditioner Condensing Unit
Author	Tanakorn Kanjanathaworn
Degree	Master of Engineering (Sustainable Industrial Management Engineering)
Major Program	Sustainable Industrial Management Engineering Faculty of Engineering
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research had the objective to design and develop power production from daily life leftovers for their highest benefit of utilization by using the principle of quality function development and power generator that changed mechanical energy into electric energy. In developing electric generator product from air conditioner condensing unit, the researcher found that there were 4 important factors including speed, installation distance, size and cross-sectional area of the fan and the test was conducted between 8.00-17.00 hours. The researcher collected the data and analyzed the test result and found that the best result in the test was to install the product at the distance of 10 cm by using an 18" fan in order to acquire the best voltage and the data were collected so that they could be implemented in developing such product in the future.

Keywords: Design, Develop, Electric Energy, Power Generator, Fan

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะและปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำการศึกษาดังกล่าว เอาใจใส่อย่างใกล้ชิดจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์รวมทั้งได้รับความอนุเคราะห์ และคำแนะนำในขั้นตอนสุดท้ายทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์จาก คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและเป็นแนวทางในการค้นคว้าจัดทำ งานวิจัยจนประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร ที่ให้ความช่วยเหลือประสานงานและอำนวยความสะดวกในการจัดทำ การค้นคว้า อิสระฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธนกร กาญจนถาวร



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 สมมติฐานการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวความคิด	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ	5
2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	7
2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	12
2.4 ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดรายละเอียดเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์	27
3.2 สํารวจเสีงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์	27
3.3 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์	34
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	37
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	39
บทที่ 4 ผลวิจัย	
4.1 ตารางผลวิเคราะห์ข้อมูล	40
4.2 ตารางแสดงผลการออกแบบผลิตภัณฑ์	48
บทที่ 5 อภิปรายผล	
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	53
บทที่ 6 สรุปผล	
6.1 สรุปผลวิจัย	54
6.2 ข้อเสนอแนะ	55
บทที่ 7 การนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	
7.1 แนวคิดการดำเนินธุรกิจ	56
7.2 แนวคิดการปฏิบัติงาน	56
7.3 การใช้ประโยชน์ด้านต้นทุนในการปฏิบัติงาน	56
7.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก เอกสารตีพิมพ์ เกียรติบัตร	60
ภาคผนวก ข ตารางวิเคราะห์ผลข้อมูล	72
ภาคผนวก ค แบบสอบถามเพื่อการวิจัย	85
ภาคผนวก ง อักษรวิสุทธิ	86
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	88

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 แสดงถึงประเภทของกลุ่มผู้สำรวจในการใช้งานผลิตภัณฑ์	28
3.2 ความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	29
3.3 ตารางแสดงถึงสัญลักษณ์และความหมายในค่าเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	32
3.4 ตารางแสดงการคำนวณหาน้ำหนักของค่าสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์	33
3.5 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 10 ซม.	36
3.6 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 15 ซม.	36
4.1 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบบุคคลธรรมดา	40
4.2 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบบุคคลธรรมดา	41
4.3 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาครัฐ	42
4.4 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาครัฐ	43
4.5 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาคเอกชน	44
4.6 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาคเอกชน	45
4.7 ตารางแสดงผลค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญ (IMP)	46
4.8 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 10 ซม.	48
4.9 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม.	49

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
2.1 แสดงถึงแผนผัง QFD 4 เฟส	6
2.2 แสดงถึงHouse of Quality	7
2.3 แสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	8
2.4 แสดงถึงรูปร่างโรเตอร์	9
2.5 แสดงถึงโครงสร้างและองค์ประกอบหลักของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	10
2.6 แสดงถึง Block Diagram of Brushless A.C. Generators	11
2.7 แสดงถึงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	12
2.8 แสดงถึงขดลวดตัวนำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก	13
2.9 แสดงถึงการเกิดองศาไฟฟ้าเทียบกับองศาทางกล	14
2.10 แสดงถึงโครงเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	15
2.11 แสดงถึงสล็อตสำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์	15
2.12 แสดงถึงโรเตอร์ชนิดแม่เหล็กยื่น	16
2.13 แสดงถึงขั้วสำหรับใส่ขดลวดแฉมเปอร์	17
2.14 แสดงถึงเอ็กไซเตอร์	17
2.15 แสดงถึงขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเคลื่อนที่	18
2.16 แสดงถึงขดลวดอาร์เมเจอร์แบบอยู่กับที่	18
2.17 แสดงถึงหลักการเกิด Geostrophic Wind	20
2.18 แสดงถึงการเกิด Cyclonic motion ที่ซีกโลกทางเหนือ	21
2.19 แสดงถึงการเกิด Cyclonic motion ที่ซีกโลกทางใต้	22
2.20 แสดงถึงผลของแรงต้านและแรง Coriolis	23
2.21 แสดงถึงลักษณะของความเร็วมวลภายใต้ Atmosphere Boundary Layer	23
2.22 แสดงถึงลักษณะของลมบกและลมทะเล	26
3.1 แสดงถึงแบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์	30
3.2 แสดงถึงโครงสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality)	31
3.3 แสดงถึงมอเตอร์อินเวอร์เตอร์และตำแหน่งการบัดกรีและจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้า	34
3.4 แสดงถึงส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) และ สเตเตอร์ (Stator)	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.5 แสดงถึงการเก็บข้อมูลโดยใช้ Anemometer และ Clamp Meter	38
3.6 แสดงถึงโครงสร้างและการตัดประกอบชิ้นงาน	38
3.7 แสดงถึงการประกอบโครงเหล็กและอุปกรณ์เข้ากับเครื่องระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ	38
4.1 แสดงถึงเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์	41
4.2 แสดงแผนภูมิของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 10 ซม.	50
4.3 แสดงแผนภูมิของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 10 ซม.	51
4.4 แสดงแผนภูมิของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 15 ซม.	51
4.5 แสดงแผนภูมิของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 15 ซม.	52



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการใช้ไฟฟ้าในชีวิตเพิ่มทุกวัน เพราะไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์แต่เนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิของประเทศไทยมีการปรับตัวสูงขึ้น ทำให้ประชากรมีความต้องการที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศมากขึ้นโดยแยกเป็นกลุ่มผู้ใช้งานต่างๆ เช่น บ้านพักอาศัย โรงงาน สถานประกอบการ และหน่วยงานของภาครัฐต่างๆ มีการระคายจ่ายค่าไฟฟ้าต่อเดือนมากขึ้น ทำให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าภายในประเทศมากขึ้นในช่วงฤดูร้อน ทำให้ผู้ทดลองเห็นโอกาสจากพลังงานที่เครื่องปรับอากาศที่ปล่อยลมระบายความร้อนออกจากคอยล์ร้อน ที่สูญเสียไปจากเครื่องปรับอากาศ มาทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะนำพลังงานที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์นำกลับมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ โดยมีปัจจัยต่างๆเป็นส่วนประกอบในการทดลองได้แก่ ความเร็วลมระบายความร้อน พื้นที่หน้าตัดของใบพัด ระยะห่างของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ และ ระยะเวลาในการทำการทดลองด้วยการใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็ก และเหมาะสมสำหรับความเร็วลมที่ต่ำ ภายในมีส่วนประกอบของแม่เหล็กและขดลวดทองแดง เป็นส่วนผลิตกระแสไฟฟ้าจากการสัมผัสของลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ และ พื้นที่หน้าตัดของใบพัด โดยทำการแบ่ง ใบพัดพลาสติกชนิด 3 ใบพัด เป็นอุปกรณ์ในการทำการทดลอง และ ทำการทดลองโดยการแบ่ง ใบพัดเป็น 2 ชุด โดยที่ชุดแรกจะมีขนาดใบพัดอยู่ที่ 16 “ และ ชุดที่สองมีขนาดใบพัด 18 “ ตามลำดับ เพื่อหาข้อสรุปและผลการทดลองตามสมมุติฐานที่ผู้ทำการทดลองตั้งขึ้น เพื่อเก็บเป็นข้อมูลและนำผลการทดลองไปปรับใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการนำไปใช้งานเป็นพลังงานทางเลือกในอนาคต

กังหันลมขนาดใหญ่ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ายังคงมีต้นทุนในการผลิตสูง และมีประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตร ลมที่เกี่ยวข้องกับภูมิภาคภายในประเทศไทยคือ 1) ลมประจำปี เป็นลมที่พัดอยู่เป็นประจำตลอดทั้งปีในภูมิภาคส่วนต่างๆ ของโลกมีความแตกต่างกันไปในแต่ละเขตละติจูดของโลก 2) ลมประจำฤดู เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เรียกว่า ลมมรสุม ได้แก่ ลมมรสุมฤดูร้อน พัดในแนวทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม ลมมรสุมฤดูหนาว พัดในแนวทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือน

ชั้นวาคม-กุ่มภาพันท์ ลมประจำเวลา เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ ระหว่าง 2 บริเวณในระยะเวลาสั้นๆ ได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา และลมหุบเขาบริเวณที่อยู่ตาม ชายฝั่งจะได้รับอิทธิพลของลมบก ลมทะเลสูงมาก จากภูมิประเทศของประเทศไทย ทำให้ประเทศไทย มีความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศอยู่ในระดับปานกลาง – ต่ำ มีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที แต่ เทคโนโลยีกักั้นลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในยุโรปส่วนใหญ่ออกแบบให้ทำงานเหมาะสมกับความเร็วลม เฉลี่ยเกินกว่า 8 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ของภูมิภาคแถบยุโรปเหนือ หรือ ประเทศอื่นๆในเขตหนาวที่มีศักยภาพลมเพียงพอในการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาของผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของ เครื่องปรับอากาศ

1.2.2 เพื่อศึกษาและจัดสร้างผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่สะดวกต่อการใช้งาน ติดตั้ง และการบำรุงรักษาง่าย และ ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ โดยวัสดุทั่วไปหาได้ตามท้องตลาด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 ตัวอย่าง

1.3.1 ใบพัดพลาสติกขนาด 16 “ และ 18 “

1.3.2 ระยะห่างในการติดตั้งในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระยะห่างที่ 10 ซม. และ 15 ซม.

1.3.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ ความเร็วลม และ แรงดันไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

1.3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ 1) จำนวนBTU ของเครื่องปรับอากาศ 2) ระยะเวลาในการเก็บ ผลการทดลอง 3) สถานที่และตำแหน่งในการทดลอง 4) อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

1.3.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ชนิดของใบพัด 2) ขนาดของใบพัด 3) ระยะห่างในการ ติดตั้ง

1.3.5 ใช้มอเตอร์มาทำการดัดแปลงเพื่อเปลี่ยนให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.3.6 นำเทคนิคของ House Of Quality : HOQ มาใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้านการพัฒนา ผลิตภัณฑ์

1.4 สมมติฐานการวิจัย

- 1.4.1 ผลิตภัณฑ์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 15-50 โวลต์
- 1.4.2 ใช้ใบพัดชนิด 3 ใบ ในการทดสอบเพื่อเพิ่มพื้นที่หน้าตัดในการรับลมระบายความร้อน
- 1.4.3 ใบพัดสามารถรับลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศได้

1.5 กรอบแนวความคิด

1.5.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment)

QFD: เป็นเทคนิคหนึ่งที่มีการนำข้อมูลของลูกค้าหรือผู้บริโภคมานำใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมให้หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสื่อสารกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำ QFD สามารถทำให้เข้าใจความต้องการของลูกค้าได้ง่ายขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากลูกค้ามาทำการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างตรงจุด โดยหลักการวางแผนในการทำ QFD มีดังนี้ การวางแผนผลิตภัณฑ์ (product planning) การออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product design & development) การวางแผนกระบวนการ (process planning) การวางแผน และส่งมอบผลิตภัณฑ์ (product planning & delivery)

โดยหลักการในการวางแผนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์และแก้ไขหรือป้องกันปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาได้ ตรงตามความต้องการของลูกค้ามากที่สุด อีกทั้งประหยัดเวลาและต้นทุน ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สามารถประยุกต์ใช้เทคนิค House Of Quality (HOQ) มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่ได้จากลูกค้าจากนั้นจึงนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิด ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ดังภาพ 1.1



ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 สามารถนำพลังงานที่เสียไปนำกลับมาใช้งานให้เกิดประโยชน์
- 1.6.2 สามารถนำวัสดุที่เป็นขยะทางอิเล็กทรอนิกส์กลับมาปรับปรุงและใช้งาน
- 1.6.4 เพื่อลดขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยการนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ในการใช้งาน
- 1.6.5 เพื่อช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด
- 1.6.6 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และเสริมสร้างความรู้ในการนำพลังงานลมจากเครื่องปรับอากาศในการปรับปรุงและพัฒนา ให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าในการใช้งานในชีวิตประจำวันได้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลม หมายถึง ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่น่าสนใจประเทศมุ่งพัฒนาให้เกิดประโยชน์ มากขึ้น เนื่องจากลมมีศักยภาพในการผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี การนำลมมาใช้ประโยชน์จะต้องอาศัยเครื่องจักรกลสำคัญ คือ “กังหันลม” ในการเปลี่ยน พลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลม เป็นพลังงานกลก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ที่สำคัญพลังงานลม ใช้ไม่มีวันหมด และกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากลมยังไม่ปล่อยของเสียที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม แต่การใช้พลังงานลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าความเร็วลมจะต้องสม่ำเสมอ หรือกำลังลมเฉลี่ยทั้งปีควรไม่น้อยกว่าระดับ 6.4 – 7.0 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง 50 เมตร ถึงจะสามารถ ผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมได้ดี ภูมิภาคที่มีความเร็วลมเหมาะสมได้แก่บริเวณฝั่งทะเลแถบยุโรป เหนือหรือช่องเขาในอเมริกา โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การออกแบบโครงสร้าง หมายถึง ความสมบูรณ์ของโครงสร้างที่ทำการรองรับโครงสร้างของกังหันลมทั้งหมด
- 2) การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ หมายถึง ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ ของกังหันลม
- 3) การออกแบบระบบผลิตกระแสไฟฟ้า หมายถึง ความสมบูรณ์ของการออกแบบระบบต่างๆ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้หลักการของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กล่าวถึงองค์ความรู้ ทฤษฎี เทคนิคต่างๆ ที่ผู้นำมาวิจัยนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ โดยแบ่งได้ดังนี้คือ

- 2.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment)
- 2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.4 ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม

2.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment)

เทคนิคการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ หรือ Quality Function Deployment (QFD) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดโครงสร้างเพื่อจัดการออกแบบ วางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริการและกระบวนการ ซึ่งเน้นที่การตอบสนองความต้องการของลูกค้า ผู้รับบริการและผู้ใช้แทนที่จะเน้นการพัฒนาทางนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว โดยเทคนิคนี้จะช่วยระบุความต้องการของลูกค้าได้อย่างชัดเจนและช่วยประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้มากน้อยเพียงใด การแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ ถูกพัฒนาขึ้นโดย Dr. Yoji Akao ชาวญี่ปุ่น ซึ่งได้ประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกที่อุตสาหกรรมของบริษัท มิตซูบิชิ ประเทศญี่ปุ่น (Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industrials Ltd.) เมื่อปี 1972 และในปี 1980 บริษัทโตโยต้า ได้นำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้จนกระทั่งแพร่หลายไปถึงผู้ผลิตชิ้นส่วน โดยโตโยต้าได้บังคับให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดใช้ QFD เพื่อช่วยควบคุมคุณภาพในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าของผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันนี้ได้นำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งญี่ปุ่น เช่น ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ประจำบ้าน เสื้อผ้า แผงวงจรรวม และ ยางเทียม

แม้แต่ในธุรกิจประเภทการบริการก็พบว่า QFD สามารถช่วยให้บริษัทเห็นความสำคัญด้านคุณภาพมากขึ้นและต่อมาในปี 1983 Kogure และ Akao ก็ได้พัฒนามาใช้กับ Ford Motor Company นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการประยุกต์ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยได้จัดตั้ง Ford Supplier Institute ขึ้นเพื่อพัฒนาคุณภาพของชิ้นส่วนที่ผลิต โดยผู้ผลิตให้แก่ Ford ต่อมาสถาบันดังกล่าวได้กลายเป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงกำไร ชื่อ American Supplier Institute (ASI) ซึ่งเป็น

หน่วยงานที่ให้การฝึกอบรมและให้คำปรึกษาด้าน QFD และเป็นสถาบันที่มีบทบาทสูงในการทำให้ QFD เป็นที่นิยมในประเทศสหรัฐอเมริกา

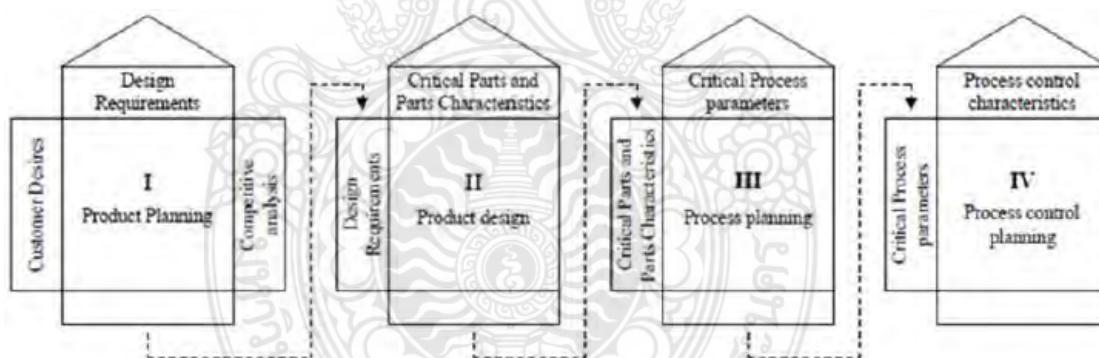
2.1.1 QFD มีทั้งหมด 4 เฟส ดังนี้

เฟสที่ 1 เรียกว่า เฟสการวางแผนการผลิต (product planning) เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้า (customer requirements) ให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (technical requirements)

เฟสที่ 2 เรียกว่า เฟสการออกแบบผลิตภัณฑ์ (part development) เป็นการถ่ายทอดข้อกำหนดทางเทคนิค ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดทางด้านส่วนประกอบ (part characteristics)

เฟสที่ 3 เรียกว่า เฟสการวางแผนกระบวนการ (process planning) เป็นการแปลงข้อกำหนดทางด้านส่วนประกอบให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการผลิต (process characteristics)

เฟสที่ 4 เรียกว่า เฟสการวางแผนการผลิต (production planning) เป็นการแปลงข้อกำหนดทางด้านกระบวนการผลิตมาออกแบบและกำหนดวิธีในการควบคุม



ภาพที่ 2.1 แสดงถึงแผนผัง QFD 4 เฟส

2.1.2 House of Quality ประกอบด้วย

1. กำแพงด้านซ้าย (Customer Requirement) เป็นสิ่งที่ผู้ใช้คาดหวังว่าจะได้จากผลิตภัณฑ์
2. กำแพงด้านขวา (Prioritize Customer Requirement) เป็นการจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการ (Planning Matrix) แยกออกเป็น หมวดหมู่
3. เพดานห้อง (Technical Descriptors) หรือชั้นสอง เป็นรายละเอียดเชิงเทคนิค

(Technical Descriptor หรือ Voice of the Organization) ที่สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณสมบัติเฉพาะ ข้อกำหนด การออกแบบ ตัวแปรต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรม

4. ภายในห้อง หรือ ตัวบ้าน เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและรายละเอียดเชิงเทคนิค หรือกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็นการแปลความต้องการของลูกค้า ให้เป็นคุณสมบัติเฉพาะทางวิศวกรรม

5. หลังคาบ้าน (Interrelationship between Technical Descriptors) ใช้แสดงความสัมพันธ์ภายในระหว่างรายละเอียดทางเทคนิค ต่าง ๆ เป็นการ นำเสนอความเหมือนกับความแตกต่างในเชิงเทคนิคของรายละเอียดที่กำหนดขึ้น

6. พื้นห้อง (Prioritized Technical Descriptors) หรือพื้นบ้านเป็นรายละเอียดเชิงเทคนิคที่ถูกจัดลำดับความสำคัญ ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบกับคู่แข่ง อัตราความยากง่าย คุณค่าของจุดมุ่งหมาย



ภาพที่ 2.2 แสดงถึง House of Quality

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า จากกฎของ ฟาราเดย์ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้น ดังสมการ

$$e = N(d\Phi / dt)$$

โดยที่ e = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (v)

N = จำนวนรอบของขดลวด (รอบ)

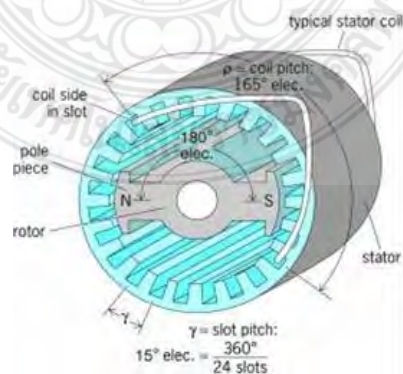
Φ = เส้นแรงแม่เหล็ก (Wb)

t = เวลา (s)

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอน (Silicon Steel Sheet) ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในแกนเหล็กของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์ (Excitor) เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่ เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ภายในร่องแกนสเตเตอร์ มีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัดแน่นเช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่ อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านลวดตัวนำ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไป

หลักการโดยง่ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อสนามแม่เหล็กหมุนผ่านขดลวดบนสเตเตอร์ จะเหนี่ยวนำให้เกิด กระแสและแรงดันขึ้นที่ขดลวด สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นได้จากการป้อนไฟ DC เข้าขดลวดของโรเตอร์ กระแสไฟ DC จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่ โรเตอร์และเมื่อโรเตอร์หมุน จะเหนี่ยวนำแรงดัน AC และกระแส ขึ้นที่ขดลวดสเตเตอร์



ภาพที่ 2.3 แสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แสดง เมื่อสนามแม่เหล็กหมุนผ่านทุกๆ ขดลวด ในการหมุนครบ 1 รอบ ของโรเตอร์ เราเรียกว่า 1 cycle ถ้าโรเตอร์ หมุน 50 รอบใน 1 วินาที สนามแม่เหล็กจะหมุนผ่านทุกๆ ขดลวด 50 ครั้งใน 1 วินาที เราอาจจะพูดได้ว่า electrical power มีความถี่(Frequency) เท่ากับ 50cycle/sec(Hz) แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$F = N$$

คือความถี่(Frequency) เท่ากับจำนวนรอบของการหมุนต่อวินาที ดังนั้น $F = N/60 =$ รอบวินาที จากสมการที่ได้ใช้เฉพาะ Machine ที่เป็นแบบ 2 pole(ขั้ว) N กับ S (North and South) หรือ 1 คู่ของ pole

ถ้าโรเตอร์มี 4 pole ทุกๆการหมุน ! รอบ ของโรเตอร์ จะได้ความถี่ออกมา 2 cycle ดังนั้นจำนวน pole ต้องนำมาพิจารณาด้วย เมื่อจะคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความเร็วรอบ ดังนั้นเราจะได้สมการใหม่ดังนี้

$$F = N \times P / 2 \quad (P - \text{จำนวนคู่ของ pole})$$

P คือ จำนวนคู่ของ pole (pair of pole) ไม่ใช่จำนวน pole เช่น 2-pole ของโรเตอร์ จะมี 1 คู่ของ pole, โรเตอร์ 4 pole จะมี 2 คู่ของ pole เช่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอันหนึ่งมีความถี่ 50 cycle/sec. 2 pole จะหมุนด้วยความเร็ว 3,000 RPM แต่ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวเดียวกัน แต่โรเตอร์เป็นแบบ 4 pole จะหมุนด้วยความเร็ว 1,500 RPM แต่ในทางกลับกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวหนึ่งหมุนที่ความเร็วรอบ 300 RPM จำนวน pole ที่ต้องใช้ในการทำให้ได้ความถี่ 50 cycle/sec จะต้องทำให้โรเตอร์ มีขนาด 10 คู่ pole หรือ 20 pole ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชนิดนี้ส่วนมากใช้กับ Hydro turbine เป็นตัวหมุนโรเตอร์(โรงไฟฟ้าพลังน้ำ)เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งใช้กับ Steam turbine หรือ Gas turbine เป็นตัวหมุนโรเตอร์ส่วนมากเป็นพวก High speed และรูปร่างโรเตอร์เป็นทรงกระบอกดังรูปด้านล่าง



ภาพที่ 2.4 แสดงถึงรูปร่างโรเตอร์

2.2.2 หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1 แบบหมุนขดลวด (Revolving Armature Type) แบบนี้ใช้วิธีหมุนขดลวดทองแดงที่พันอยู่บนแกนเพลลาหมุนตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่บนเปลือกทำให้เกิดไฟ ไฟเหนี่ยวนำขึ้นที่ปลายขดลวดทองแดง นำเอาแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้งานโดยผ่าน Slip Ring (วงแหวนทองเหลือง) และแปรงถ่านขั้วแม่เหล็กที่จะทำให้เกิดไฟเหนี่ยวนำนี้ ไม่ได้เป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กธรรมชาติที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กคงที่ แต่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงป้อนผ่านขดลวดทองแดงที่พันรอบแกนเหล็กอ่อน เพื่อทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นปริมาณของไฟฟ้ากระแสตรงนี้จึงสามารถควบคุมปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณของไฟฟ้ากระแสตรง

2 แบบขั้วแม่เหล็กหมุน (Revolving Field Type) แบบนี้ใช้วิธีหมุนขั้วแม่เหล็กที่อยู่บนเพลลา ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดทองแดงที่พันติดอยู่บนเปลือก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าบนปลายขดลวดทองแดง แบบนี้ไม่ต้องมี Slip Ring และแปรงถ่าน เพื่อนำแรงดันไฟฟ้าไปใช้งาน แต่มีแปรงถ่านและ Slip Ring ต่อกับขดลวดทองแดง ที่พันอยู่บนแกนแม่เหล็ก เพื่อใช้สำหรับป้อนไฟฟ้ากระแสตรงไปเลี้ยงขดลวดทองแดง เพื่อสร้างความเข้มของสนามแม่เหล็ก



ภาพที่ 2.5 แสดงถึงโครงสร้างและองค์ประกอบหลักของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3 แบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless Type) แบบนี้แบ่งตามขั้นตอนการทำงานออกเป็น ส่วน ๆ ได้ 4 ส่วน คือ

ก. Exciter ประกอบด้วย Exciter Field Coil เป็นขดลวดที่ทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้า เหนี่ยวนำจะติดอยู่กับส่วนที่อยู่กับที่ Exciter Armature เป็นชุดที่ประกอบด้วยขดลวดที่จะถูกทำให้

เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยเป็นส่วนที่ติดอยู่กับเพลลาและหมุนไปพร้อมกับเพลลา กระแสที่เกิดขึ้นใน Exciter Armature จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ข. Rotating Rectifier จะติดอยู่บนเพลลาจึงหมุนตามเพลลาไปด้วย มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดจาก Exciter Armature ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

ค. Main Generator เป็นส่วนที่ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อออกไปใช้งานจริง ประกอบด้วย Rotating Field Coil เป็นขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กที่ติดกับเพลลาเพื่อทำให้เหล็กกลายเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยได้รับไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนมาจาก Rotating Rectifier Stator Coil (Alternator Armature) เป็นขดลวดที่จะถูกทำให้เกิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับออกไปใช้งาน

ช. Automatic Voltage Regulator (A.V.R.) เป็นชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่นำไปใช้งานให้คงที่ ซึ่งเป็นการทำงานควบคุมอย่างอัตโนมัติ หลักการทำงานของ A.V.R. เป็นการนำกระแสสลับที่เกิดจาก Stator Coil มาแปลงเป็นกระแสตรงจ่ายเข้า Exciter Field Coil โดยปริมาณกระแสตรงจะมีการควบคุมให้มากหรือน้อยตามสภาพการณ์ของแรงดันไฟฟ้าจาก Stator Coil โดยเป็นไปอย่างอัตโนมัติ Automatic Voltage Regulator



▶ ภาพที่ 2.6 แสดงถึง Block Diagram of Brushless A.C. Generators

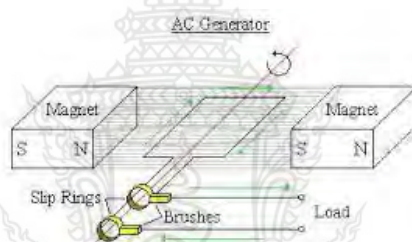
2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกได้ 2 ส่วน คือ ตัวโรเตอร์ (Rotor) และตัวสเตเตอร์ (Stator) การออกแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าสลับทำได้สองลักษณะ ดังนี้

แบบที่1 อาเมเจอร์หมุน (Revolving Armature) ขั้วแม่เหล็กสนาม (Field pole) จะเป็นตัวที่อยู่กับที่หรือเรียกว่า สเตเตอร์ และ อาเมเจอร์จะเป็นตัวหมุนตัดสนามแม่เหล็ก

แบบที่2 สนามแม่เหล็กเป็นตัวหมุน (Revolving Field) อาเมเจอร์จะเป็นตัวอยู่กับที่และ สเตเตอร์ขั้วแม่เหล็กเป็นตัวหมุนเพื่อให้สนามแม่เหล็กตัดกับตัวนำที่พันอยู่บนอาเมเจอร์ หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

พิจารณาขดลวดตัวนำหนึ่งรอบอยู่ในสนามแม่เหล็กของขั้วเหนือและขั้วใต้ หมุนตัดสนามแม่เหล็กในแนวเส้นรอบวงและต่อออกสู่วงจรภายนอกโดยผ่านวงแหวนทองแดงสองอัน



ภาพที่ 2.7 แสดงถึงหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากการตัดสนามแม่เหล็กในแนวเส้นรอบวงของขดลวดตัวนำ 1 เส้น จะมีค่าสมการดังต่อไปนี้

$$E = Blv$$

โดยที่ e = เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดตัวนำ 1 เส้น มีหน่วยเป็น โวลต์
 B = เป็นความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเวบบอร์ต่อตารางเมตร
 l = เป็นความยาวของขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเมตร
 v = เป็นความเร็วของการเคลื่อนที่ตัดในแนวตั้งฉากมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส จะมีขดลวดตัวนำสามชุดวางห่างกันเป็นมุม 120 องศาทางไฟฟ้า ต้นและปลายของขดลวดพันห่างกันเป็นมุม 180 องศาทางไฟฟ้า เนื่องจากช่วง

ระยะห่างระหว่างขั้วแม่เหล็ก เท่ากับ 180 องศา ดังนั้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาทางกลกับองศาทางไฟฟ้าเป็นดังนี้

$$\theta_c = P \times \theta_m$$

เมื่อ θ_c = องศาทางไฟฟ้า

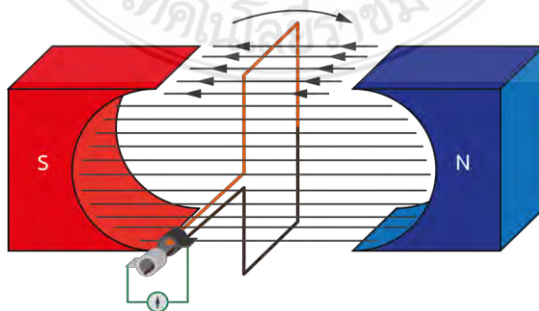
θ_m = องศาทางกล

P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

โดยลักษณะทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ จะถูกออกแบบให้ขั้วแม่เหล็ก เป็นโรเตอร์ (Rotor) โดยโรเตอร์นี้จะถูกขับเคลื่อนด้วยต้นกำลัง อย่าง เครื่องยนต์ดีเซล กังหันน้ำ กังหันลม หรือกังหันแก๊ส สำหรับส่วนที่อยู่กับ ที่ คือ ขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สร้างแรงดันไฟฟ้าจะติดอยู่บนโครงซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) และส่วนที่ต้องเคลื่อนที่ เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

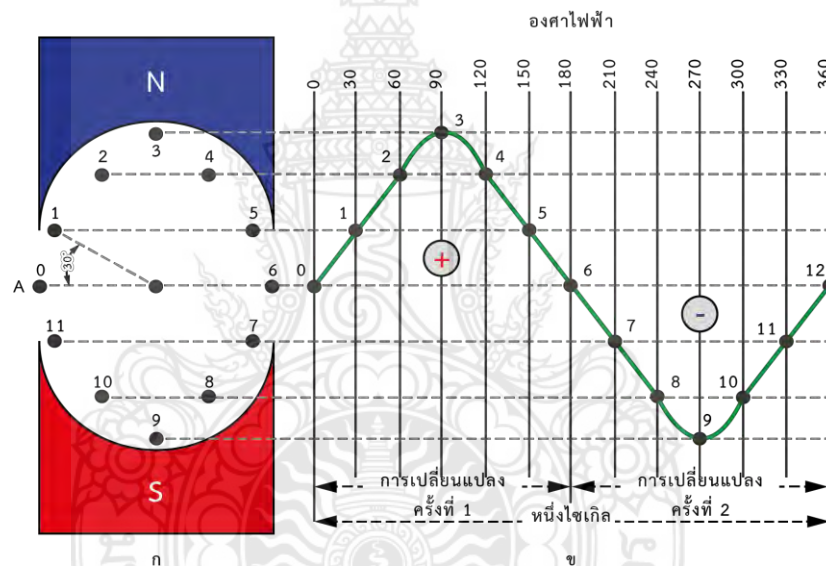
2.3.1 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Type Of Alternator)

การแบ่งชนิดตามโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะแบ่งตามหลักการทำงาน ออกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1 สนามแม่เหล็กหมุนตัดกับขดลวดอาร์เมเจอร์ คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่ที่นำมาใช้งาน จะเป็นแบบขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่กับที่ และสนามแม่เหล็กหมุนด้วยเหตุผลคือ (1) กระแสไฟฟ้าสลับออกมาใช้ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสลิปริง (Slip ring) และแปรงถ่านตัดปัญหาการอาร์กที่หน้าสัมผัสระหว่างสลิปริงกับแปรงถ่านทำให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงและไม่มีประกายไฟ (2) ขดลวดอาร์เมเจอร์สามารถใช้ลวดตัวนำเส้นโตและพันมากรอบทำให้ผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูง (3) แปรงถ่านและสลิปริงที่เป็นทางผ่านของแรงดันไฟฟ้าและกระแสตรงเพื่อจ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กใช้กับแรงดันต่ำ (4) ขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่กับที่สามารถที่จะยึดให้แข็งแรงได้ง่ายไม่ต้องคำนึงถึงแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal) เนื่องจากการหมุนและระบายความร้อนได้ง่าย 2. ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนตัดกับขดสนามแม่เหล็กส่วนมากจะเป็นเครื่องกำเนิดขนาดเล็กและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 2.8 แสดงถึงขดลวดตัวนำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก

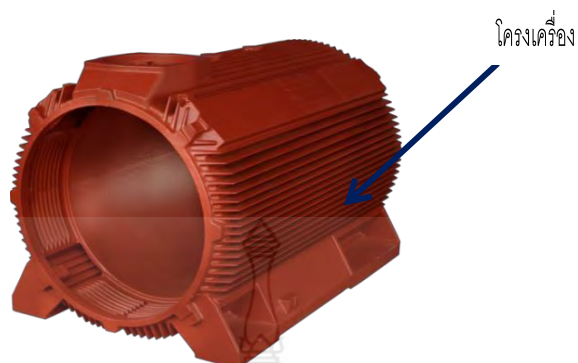
จากรูปที่ 2.8 เมื่อตัวนำเคลื่อนที่(หมุนตามเข็มนาฬิกา)ตัดกับสนามแม่เหล็กโดยการเริ่มต้นที่ศูนย์องศาขณะนี้จะยังไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น แต่เมื่อตัวนำหมุนไปได้ 30 องศา 60 องศา ก็จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นและมีค่าสูงสุดที่มุม 90 องศา ณ ตำแหน่งนี้สนามแม่เหล็กจะมีความเข้มมากที่สุด ซึ่งตัวนำจะอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วเหนือกับขั้วใต้พอดี และตัวนำจะหมุนต่อไปเรื่อยๆจนครบ 360 องศา จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำรูปคลื่นไซน์ 1 รูปคลื่น โดยรูปคลื่นไซน์ที่เกิดขึ้นจากจำนวนขั้วแม่เหล็กสองขั้ว จำนวนองศาทางไฟฟ้าจะเท่ากับองศาทางกล แต่ถ้ามีจำนวนขั้วแม่เหล็กสี่ขั้ว หกขั้วหรือแปดขั้ว จำนวนองศาทางไฟฟ้าก็จะมีค่าเป็นสองเท่า สี่เท่าและแปดเท่าตามลำดับ ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ทีละครั้ง โดยเคลื่อนที่ทีละครั้งละ 30 องศา แล้วหมุนครบ 360 องศา จะได้รูปคลื่นทั้งด้านบวกและด้านลบดังรูปที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงถึงการเกิดองศาไฟฟ้าเทียบกับองศาทางกล

2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2.2.1 โครงเครื่อง (Stator Frame) เป็นส่วนที่รองรับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องกำเนิดทั้งหมด และเป็นทางเดินเส้นแรงแม่เหล็ก ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่เหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความเร็วรอบต่ำ โดยออกแบบให้มีช่องว่างสำหรับช่วยระบายความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.10



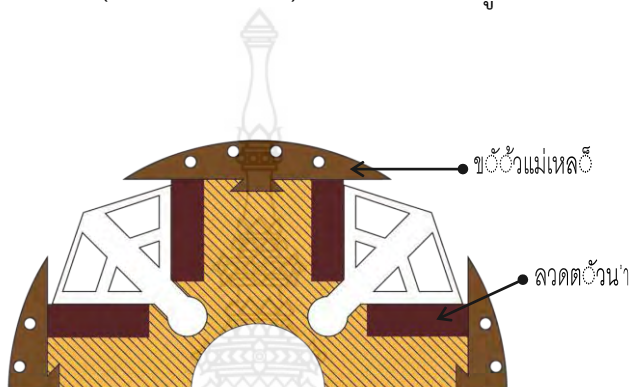
ภาพที่ 2.10 แสดงถึงโครงเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator core) เป็นส่วนที่ใช้พันขดลวดตัวนำ ทำด้วยเหล็กแผ่นบาง ๆ ผสมซิลิกอนเพื่อลดการสูญเสียจากฮิสเตอรีซิส โดยบีบเป็นร่อง (Slot) แล้วนำมาอัดติดกัน (Laminated Sheet Steel) เคลือบด้วยฉนวนเพื่อลดการสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวน (Eddy Current Loss) และจะถูกยึดเข้าด้วยกันด้วยวงแหวน สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก หรือถูกยึดเข้าด้วยกันเป็นท่อน ๆ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่ และออกแบบให้มีอากาศผ่านได้เพื่อช่วยในการระบายความร้อน ลักษณะสล็อตสำหรับบรรจขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังรูปที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดงถึงสล็อตสำหรับบรรจขดลวดอาร์เมเจอร์

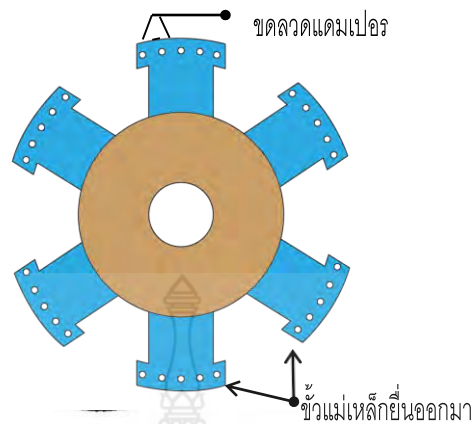
2.2.2.2 โรเตอร์หรือส่วนที่หมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (1) โรเตอร์แบบเซลิเยน โพล (Salient-Pole Type) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ แบบมี ขั้วแม่เหล็กที่ยื่นออกมาจะมีขนาดใหญ่ จำนวนขั้วตั้งแต่ 4 ขั้วขึ้นไป นิยมใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับที่มีความเร็วรอบต่ำและความเร็วปานกลาง ที่ใช้ขับได้แก่เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) และกังหันน้ำ (Water Turbine) มีลักษณะดังในรูปที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 แสดงถึงโรเตอร์ชนิดแม่เหล็กยื่น

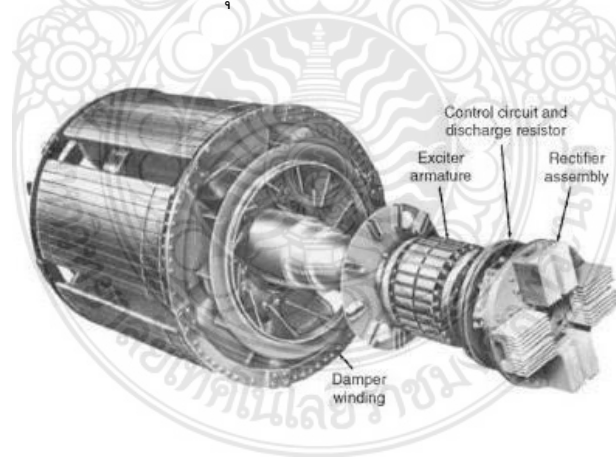
(2) โรเตอร์แบบนูนเซลิเยน โพล (Non-Salient Pole Rotor) นิยมใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับที่มีความเร็วรอบสูง ได้แก่กังหันไอน้ำ (Steam turbine) มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้วหรือ 4 ขั้ว ดังนั้นโครงสร้างจึงออกแบบให้เรียบเพื่อเสียงรบกวนหรือเสียงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง และลดการสูญเสียเนื่องจาก แรงต้านของลม (Windage Loss) บริเวณขั้วแม่เหล็กจะไม่มีร่องสล็อตโรเตอร์ ประกอบด้วยแท่งเหล็ก ทรงกระบอกและทำเป็นร่องสล็อตเพื่อบรรจุขดลวดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าจะอยู่บริเวณกึ่งกลางและมีความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กจะมากที่สุดโดยมีขดลวดสนามแม่เหล็กพันล้อมรอบ โรเตอร์ชนิดนี้จะไม่ มีขั้วยื่นออกมา (Non Salient Pole) ส่วนมากจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตร ซึ่งถือว่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก แต่จะมีแกนยาวเป็นรูปทรงกระบอก โครงสร้างแบบนี้จะทำให้เกิด การสมดุลดีกว่าชนิดมีขั้วแม่เหล็กยื่นออกมาจึงสามารถหมุนด้วยความเร็วสูงได้ การสูญเสียเนื่องจาก แรงเสียดทานน้อย

(3) ขดลวดแดมเปอร์ (Damper Winding) จะมีลักษณะเป็นแท่งทองแดงถูกต่อลัดวงจรเข้า ด้วยกันด้วยวงแหวนทองแดงทั้ง 2 ด้านของโรเตอร์และฝังอยู่ในโรเตอร์เหมือนกรงกระรอก (Squirrel Cage) ขดลวดแดมเปอร์มีประโยชน์ในการป้องกันการสั่นหรือการแกว่งของโรเตอร์ เมื่อความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แสดงถึงขั้วสำหรับใส่ชดลวดแดมเปอร์

(4) เอ็กไซเตอร์ (Exciter) คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบสนามแม่เหล็กกระตุ้นด้วยตัวเอง ซึ่งติดตั้งอยู่ที่เพลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เอ็กไซเตอร์นี้จะต้องเป็นเครื่องกำเนิดไฟตรงแบบ Flat Compound-wound เพราะว่าแบบนี้เมื่อกระแสเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันค่อนข้างคงที่ ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟตรงให้กับชดลวดสนามแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่มักจะเลือกใช้วิธีการ Excitation ด้วยชุดเรียงกระแสสลับไร้แปรงถ่านเพราะการบำรุงรักษาน้อยกว่าที่ใช้แบบสปริงและแปรงถ่าน



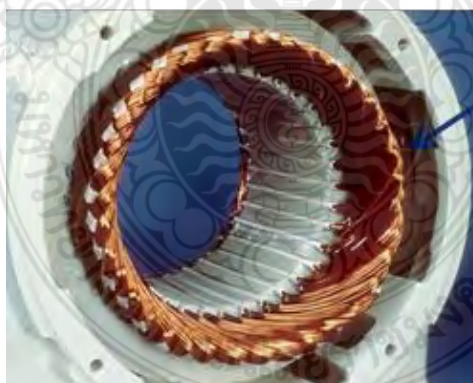
ภาพที่ 2.14 แสดงถึงเอ็กไซเตอร์

2.3.3 ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding)

การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีวิธีการพันอยู่ 2 แบบ คือ การพันแบบรวม (Concentrated Winding) เป็นการพันที่ด้านของคอยล์ อยู่ตรงกับขั้วแม่เหล็กพอดี การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเกิดพร้อมกัน เป็นผลรวมทางเลขคณิต อีกแบบคือการพันแบบกระจาย (Distribution Winding) เป็นการพันที่ด้านของคอยล์ ไม่ลงอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจึงเกิดขึ้นไม่พร้อมกันเป็นผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงดันลักษณะของขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเคลื่อนที่และแบบอยู่กับที่ดังรูปที่ 2.15 และ รูปที่ 2.16



ภาพที่ 2.15 แสดงถึงขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเคลื่อนที่



ภาพที่ 2.16 แสดงถึงขดลวดอาร์เมเจอร์แบบอยู่กับที่

2.4 ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม

การเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลมเป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยทฤษฎีทางฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการทรงตัวของสภาพอากาศ ความแตกต่างของอุณหภูมิ สิ่งกีดขวาง และสภาพความขรุขระของพื้นผิว โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.4.1 กลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของลม

ความแตกต่างของความดันทำให้เกิดแรงที่ผลักดันให้อากาศเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ ลมสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนแต่มักจะเคลื่อนที่ในแนวนอนมากกว่า หากให้ P คือความดันในแนวนอนที่อัดอากาศอยู่ด้านหนึ่ง (หน่วย N/m^2) และ $P+\Delta P$ คือความดันที่อัดอากาศอยู่อีกด้านหนึ่ง แรงที่ผลักดันให้อากาศเคลื่อนไหวคือ ΔP โดยสามารถเขียนสมการกลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของลมในแนวนอนได้ดังนี้คือ

$$F_x = \frac{1}{P} \times \frac{\Delta P x}{\Delta x}$$

โดยที่ F_x คือแรงต่อหน่วยที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ (N/kg)

Δx คือระยะทางเคลื่อนที่ในแนวนอน (m)

P คือความหนาแน่นอากาศ (kg/m^3)

สำหรับสมการกลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของลมในแนวตั้ง สามารถเขียนได้ดังนี้คือ

$$\Delta P = P g \Delta z$$

โดยที่ P คือความดันที่เกิดจากมวลอากาศ

Δz คือระยะทางเคลื่อนที่ในแนวตั้ง

g คือค่าคงที่แรงโน้มถ่วงโลก

การเคลื่อนที่ของลมในแนวตั้งจะถูกต้านและทำให้สมดุลโดยแรงโน้มถ่วงเสมอ ยกเว้นลมที่ผิวพื้นจะมีความสัมพันธ์กับระดับความสูงของภูมิประเทศ ซึ่งลมจะไม่มีสภาพสมดุลและเคลื่อนที่ในแนวตั้งตามอิทธิพลความคงตัวของความร้อน

2.4.2 GEOSTROPHIC WIND

ลมจะถูกต้านทานจากแรงอื่นๆเพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลเสมอ แรงแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการหมุนของโลกคือ แรงคอริโอลิส ซึ่งสามารถเขียนสมการแรงของคอริโอลิส ได้ดังนี้

$$C = 2\Omega V \sin \phi$$

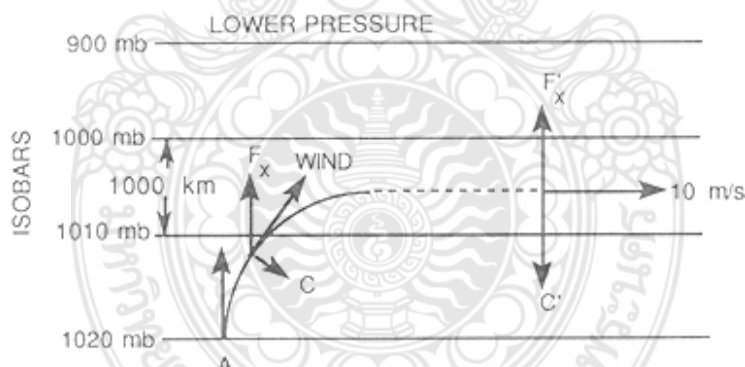
โดยที่ C คือแรงคอริโอลิส

Ω คือ Angular angle (เท่ากับ 7.29×10^{-5} rad/s)

V คือความเร็วลม (m/s)

ϕ คือ Latitude degree

แรงดังกล่าวจะเกิดขึ้นที่ซีกโลกทางเหนือและซีกโลกทางใต้แต่ที่เส้นศูนย์สูตรแรงคอริโอลิสจะเป็นศูนย์ ลมจะเกิดจากความแตกต่างของแรงกดอากาศโดยมีแรงต้านจากแรงฝืดเท่านั้น ลมจะเกิดจากความกดอากาศสูงและต่ำจะไม่เกิดใกล้เส้นศูนย์สูตร



ภาพที่ 2.17 แสดงถึงหลักการเกิด Geostrophic Wind

ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรถ้าเกิดความแตกต่างของความกดอากาศลมจะไหลเป็นเส้นโค้ง ดังรูปที่ 2.17 ซึ่งอธิบายได้คืออากาศที่ถูกผลักโดยแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความดันจะพยายามเคลื่อนที่ตั้งฉากกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) ซึ่งถือว่าเป็นเส้นระดับแนวนอนที่มีความกดอากาศคงที่เมื่ออากาศเคลื่อนที่แรงคอริโอลิส (Coriolis) จะพยายามตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลมทำให้ลม เบี่ยงเบนไปทางขวาของเส้นทางเดิม เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางจะมีเฉพาะแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศเท่านั้นที่กระทำเสริมในทิศทางเดิมทำให้ลมมีการเคลื่อนที่เร็ว

ขึ้นขณะที่ทิศทางที่เปลี่ยนไปแรงลมก็จะมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งความเร็วลมจะคงที่และวิ่งขนานไปกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) ปรากฏการณ์ดังกล่าวสามารถอธิบายตามกฎของ Buys-Ballot ได้กล่าวคือถ้ายืนที่ซีกโลกเหนือโดยหันหลังให้กับลม ความกดอากาศสูงจะอยู่ทางขวามือและความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางซ้ายมือ แต่ถ้ายืนอยู่ที่ซีกโลกใต้ทิศทางจะสลับกัน ลมที่ทำให้เกิดจุดสมดุลเรียกว่าลม Geostrophic Wind โดยมีสมการดังนี้

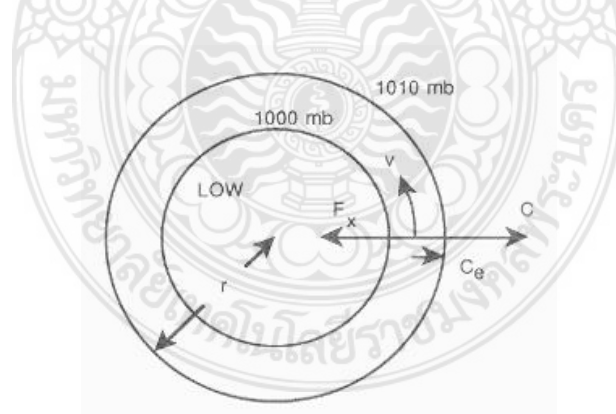
$$2\Omega V \sin \phi = \frac{1}{P} \times \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

โดยที่ V คือความเร็วลม Geostrophic Wind

ถ้าความแรงของอากาศเท่ากับ 0.933×10^4 m/s เกิดขึ้นที่ Latitude 40° เมื่อแทนค่าในสมการดังกล่าวจะได้ความเร็วลม Geostrophic Wind (V) เท่ากับ 9.95 m/s

2.4.3 GRADIENT WIND

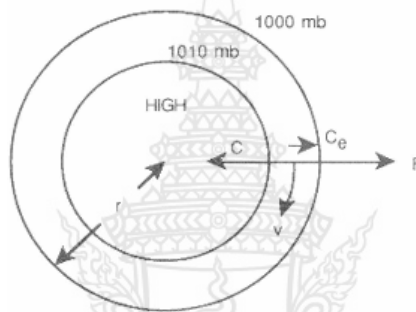
ในบางกรณีลมจะไหลขนานกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าลมจะไหลไปตามเส้นโค้งที่แสดงในรูปที่ 2.18 ด้วยความเร็ว V เมตร วินาที และกำหนดให้เส้นโค้งดังกล่าวมีรัศมีความโค้งเท่ากับ r จะเกิดแรงหนีศูนย์กลาง(C) เท่ากับ $\frac{V^2}{r}$



ภาพที่ 2.18 แสดงถึงการเกิด Cyclonic motion ที่ซีกโลกทางเหนือ

ในกรณีที่แรงเกิดขึ้นจากความแตกต่างของแรงกดอากาศไหลเข้าหาความกดอากาศต่ำซึ่งอยู่ภายใน โดยหลักของความสมดุลแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความดัน (F) จะเท่ากับแรงคอริโอลิส (Coriolis) รวมกับแรงหนีศูนย์กลางโดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F_x = \frac{1}{P} \times \frac{\Delta P_x}{\Delta x} = 2\Omega V \sin \phi + \frac{V^2}{r}$$



ภาพที่ 2.19 แสดงถึงการเกิด Cyclonic motion ที่ซีกโลกทางใต้

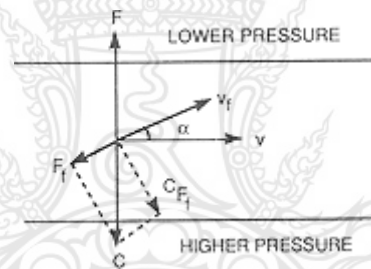
เมื่อลมพัดอยู่ในบริเวณศูนย์กลางของความกดอากาศสูงความสมดุลของแรงจะเปลี่ยนไป กล่าวคือแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ (F) จะพยายามไหลออกจากวงกลมพร้อมแรงหนีศูนย์กลาง ขณะเดียวกันแรงคอริโอลิส (Coriolis) จะไหลเข้าศูนย์กลางตามในรูปที่ 2.19 เพื่อให้เกิดความสมดุลโดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้คือ

$$2\Omega V \sin \phi = \frac{1}{P} \times \frac{\Delta P_x}{\Delta x} + \frac{V^2}{r}$$

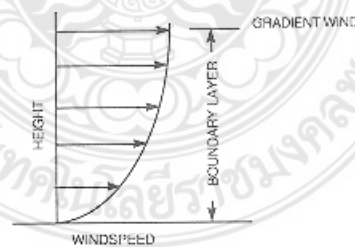
ปรากฏการณ์ของการไหลของอากาศทั้งสองกรณีคือการไหลแบบไซโคลนและแอนตี้ไซโคลนซึ่งถ้าเกิดขึ้นที่บริเวณละติจูดต่ำๆ ซึ่งในบริเวณนั้น แรงคอริโอลิส (Coriolis) จะมีน้อย จึงเกิดเป็นลมพายุประเภท เฮอริเคน หรือ ทอร์นาโด ขึ้น อนึ่ง ลมดังกล่าวไม่เกิดขึ้นในประเทศไทย

2.4.4 ลมผิวพื้น

ลมผิวพื้นคือ ลมที่พัดในบริเวณผิวพื้นโลกภายใต้ความสูงประมาณ 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการคลุกเคล้าของอากาศและมีแรงฝัดอันเกิดจากการปะทะกับสิ่งกีดขวางร่วมกระทำด้วย ในระดับต่ำแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศในแนวนอนจะไม่สมดุลกับแรงคอริโอลิส (Coriolis) ลมผิวพื้นจะไม่พัดขนานกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) แต่พัดข้ามเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำและทำมุมกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) การทำมุมนั้นขึ้นอยู่กับความขรุขระของผิวพื้น ถ้าเป็นทะเลที่ราบเรียบจะทำมุม 10 องศา ถึง 20 องศา แต่ที่พื้นดิน (ระดับความสูง 10 เมตร) จะทำมุม 20 - 40 องศา ส่วนบริเวณที่เป็นป่าไม้หนาที่อาจทำมุมถึง 90 องศา แต่ที่ ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไปแรงต้านจะลดลงและความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2.20) และมุมที่ทำกับเส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) จะเล็กลงส่วนที่ระดับความสูงใกล้ ! กิโลเมตร เกือบไม่มีแรงฝัด



ภาพที่ 2.20 แสดงถึงผลของแรงต้านและแรง Coriolis



ภาพที่ 2.21 แสดงถึงลักษณะของความเร็วมภายใน Atmosphere Boundary Layer

2.4.5 ลมมรสุม

ในฤดูร้อนของทวีปเอเชีย แผ่นดินจะได้รับความร้อนเต็มที่ ขณะที่ในฤดูหนาวแผ่นดินจะได้รับความเย็นเต็มที่ โดยเฉพาะในบริเวณทางเหนือของเทือกเขาหิมาลัย ในฤดูหนาวอากาศจะหนักทำให้เกิดความกดอากาศสูงแผ่ปกคลุมทั่วทวีปเอเชีย ในฤดูร้อนแผ่นดินจะร้อนระอุทำให้เกิดความกดอากาศต่ำลมมรสุมจึงเกิดขึ้นจากวงจร ของความแตกต่างของความกดอากาศดังกล่าว กล่าวคือในมหาสมุทรอินเดียลมจะพัดจากทะเลสู่แผ่นดินจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ในฤดูร้อน เมื่อถึงเดือนพฤศจิกายนทวีปเอเชียจะเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวซึ่งถูกปกคลุมด้วยลมหนาวที่เป็นอากาศแห้งพัดจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงใต้

ลมมรสุม (Monsoon) มาจากคำในภาษาอาหรับว่า Mausim แปลว่าฤดู ดังนั้นลมมรสุมจึงหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางการเปลี่ยนฤดู คือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่ง และจะพัดเปลี่ยนทิศทางในทางตรงกันข้ามในฤดูหนาว ลมประเภทนี้ใช้เรียกครั้งแรกในบริเวณทะเลอาหรับ ซึ่งพัดอยู่ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือเป็นระยะเวลา 6 เดือน และพัดอยู่ในทิศทางตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะเวลาอีก 6 เดือน แต่อยู่ในส่วนอื่น ๆ ของโลก ลมมรสุมที่เห็นเด่นชัดที่สุดคือ ลมมรสุมที่เกิดขึ้นในเอเชียตะวันออกเฉียงและ เอเชียใต้

ลักษณะการเกิดลมมรสุมเหมือนกับการเกิดลมบกและลมทะเล โดยในฤดูหนาวอากาศภายในแผ่นดินเย็นกว่าอากาศในมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียงทำให้ภาคพื้นทวีปบริเวณไซบีเรียเป็นเขตความกดอากาศสูง ส่วนบริเวณมหาสมุทรอินเดียเป็นเขตความกดอากาศต่ำ อากาศเหนือมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณไซบีเรียจะลอยตัวสูงขึ้นและอากาศบริเวณไซบีเรียจะไหลเข้าไปแทนที่ในทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา อากาศที่ไหลออกจากบริเวณความกดอากาศสูงไซบีเรียเป็นอากาศที่ไหลลงและทิศทางการลมจะเบนไปทางขวา กลายเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือผ่านเข้าไปยังเอเชียตะวันออกเฉียง และเอเชียใต้ ในฤดูนี้ทั่วไปมีลักษณะอากาศดีและอากาศแห้งดังนั้นลมมรสุมฤดูหนาวลักษณะท้องฟ้าแจ่มใส

ในฤดูร้อนลมจะพัดเปลี่ยนในทิศทางตรงกันข้าม เพราะอากาศภาคพื้นทวีปอุ่นกว่าอากาศพื้นน้ำซึ่งทำให้ภาคพื้นทวีปเป็นเขตความกดอากาศต่ำ พื้นน้ำเป็นเขตความกดอากาศสูง เกิดลมพัดจากพื้นน้ำที่เป็นเขตความกดอากาศสูงเข้าสู่พื้นดินซึ่งเป็นเขตความกดอากาศต่ำในทิศทางการหมุนทวนเข็มนาฬิกา กลายเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากพื้นน้ำเข้ามาและนำเอาความชื้นมาด้วยลมมรสุมที่มีกำลังแรงจัดที่สุด เกิดขึ้นในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงและเอเชียใต้ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แก่ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนเกาหลี ลมมรสุมที่เกิดในเอเชียตะวันออกเฉียงแตกต่างจากเอเชียใต้คือในเอเชียตะวันออกเฉียงลมมรสุมฤดูหนาวมีกำลังแรงกว่าและมีทิศทางที่คงที่กว่าลมมรสุมฤดูร้อนความเร็วลมตามชายฝั่งในเดือนมกราคม จะมีมากกว่าเดือนกรกฎาคมหลายเท่า ในเอเชียใต้รวมทั้งประเทศ อินเดีย ปากีสถานและประเทศในเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้ ลมมรสุมฤดูหนาวไม่สามารถแผ่เข้าไปถึงดินแดนเหล่านั้นได้ เพราะมีเทือกเขาหิมาลัยขวางกั้นอยู่ ดังนั้นเอเชียใต้จึงได้รับลมมรสุมโดยตรงเฉพาะในช่วงฤดูร้อนเท่านั้นและลมจะมีกำลังแรงในฤดูร้อนและแผ่แต่ในมหาสมุทร คือฤดูร้อนลมมีความเร็วเฉลี่ย 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนฤดูหนาวลมมีกำลังอ่อนมีความเร็วน้อยกว่า 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บริเวณที่มีฝนตกหนักเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมฤดูร้อน คือเมืองเซอร์ราบันจิ ทางภาคตะวันออกของประเทศอินเดีย มีปริมาณฝนตกในแต่ละปีประมาณ 10,800 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่จะมีฝนตกในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคมฝนที่ตกมีประโยชน์ทางการเกษตรทำให้พืชผลเจริญเติบโตเนื่องจากบริเวณที่มีฝนอากาศแห้งแล้งแต่ฝนที่ตกลงมามีข้อเสียที่ช่วงเวลาที่ฝนตกจะมีความไม่แน่นอนรวมทั้งความแรงของฝน สำหรับในประเทศไทย ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทั้ง 2 ฤดู คือ ในช่วงฤดูฝน ประมาณต้นเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม ได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และต่อมาในช่วงฤดูหนาวประมาณปลายเดือน ตุลาคมถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ลมจะเปลี่ยนทิศเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

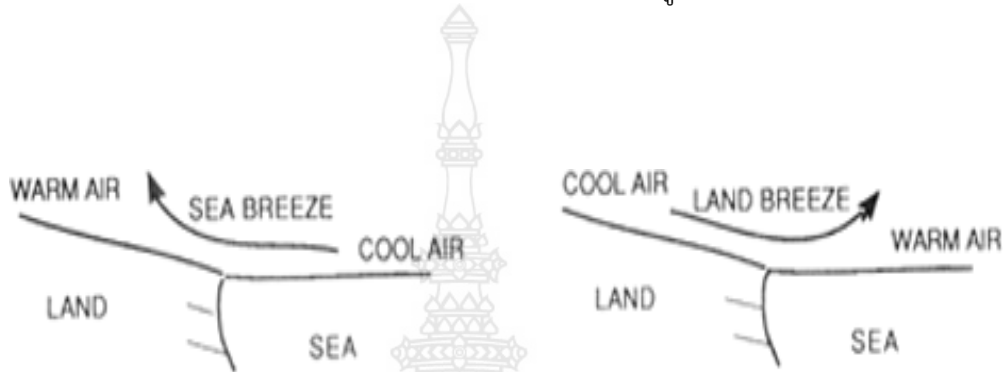
นอกจากลมมรสุมที่เกิดขึ้นในทวีปเอเชียแล้ว ยังมีมรสุมเกิดขึ้นบริเวณส่วนอื่น ๆ ของโลก เช่นทางภาคเหนือของประเทศออสเตรเลียเมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรจะเปลี่ยนทิศทางเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่ทางภาคเหนือของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีแนวเขตลมสินค้าเบียดตัวเข้าหากันพาดผ่านอยู่เป็นแนวแบ่งเขตระหว่างลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือของซีกโลกเหนือกับลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ของซีกโลกใต้รวมทั้งมีลมมรสุมเกิดขึ้นในอ่าวกินีของแอฟริกาตะวันตก บางส่วนของทวีปอเมริกาเหนือ และบางส่วนของทวีปอเมริกาใต้

2.4.6 ลมประจำถิ่น

ลมประจำถิ่นเป็นลมที่เกิดขึ้นภายในท้องถิ่นเนื่องจากอิทธิพลของภูมิประเทศและความเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ ลมประจำถิ่นแบ่งแยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ คือลมบกและลมทะเล ลมบกและลมทะเลคือลมประจำถิ่นซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างทะเลกับแผ่นดิน

ลมทะเล (Sea Breeze) เกิดขึ้นในฤดูร้อนตามชายฝั่งทะเล ในเวลากลางวันเมื่อพื้นดินได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำและอากาศเหนือพื้นดินเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวลอยขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งเย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่เกิดลมจากทะเลพัดเข้าหาฝั่งเรียกว่าลมทะเล ซึ่งจะเริ่มพัดในเวลาประมาณ 10.00 น. ลมทะเลสามารถพัดเข้าหาฝั่งมีระยะไกลถึง 16 - 48 กิโลเมตร และความแรงของลมจะลดลงเมื่อเข้าถึงฝั่ง ลมทะเล มีความสำคัญต่ออุณหภูมิของอากาศในบริเวณชายฝั่ง ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง เช่น ก่อนที่ลมทะเลจะพัดเข้าไปพื้นดินมีอุณหภูมิ 30C แต่เมื่อลมทะเลพัดผ่านเข้าไปทำให้อุณหภูมิลดลงเป็น 22 • C ในช่วงบ่าย

ลมบก (Land Breeze) เกิดขึ้นในเวลากลางคืน เมื่อพื้นดินคายความร้อน โดยการแผ่รังสี ออกจะคายความร้อนออกได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งร้อน กว่าพื้นดินจะลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเหนือพื้นดินซึ่งเย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่เกิดเป็นลมพัด จากฝั่งไปสู่ทะเลเรียกว่า ลมบก ซึ่งลมบกจะมีความแรงของลมอ่อนกว่าลมทะเล จึงไม่สามารถพัดเข้าสู่ ทะเลได้ระยะทางไกลเหมือนลมทะเล โดยลมบกสามารถพัดเข้าสู่ทะเลมีระยะทางเพียง 8 - 10 กม.



ภาพที่ 2.22 แสดงถึงลักษณะของลมบกและลมทะเล



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

- 3.1 การกำหนดรายละเอียดเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 3.2 สำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การทำการทดลองและผลการทดลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดรายละเอียดเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์

รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับโดยนำมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศที่ได้มีการตัดแปลงโรเตอร์และสเตเตอร์ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิคของการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ(Quality Function Deployment) ในการออกแบบอุปกรณ์นั้น ได้ทำการออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดแบบสอบถามโดยแยกประเภทของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

3.2 สำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

3.2.1 การสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (Voice of Customer) โดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลแบบสอบถาม โดยคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการสำรวจหาความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยได้เลือกใช้ระดับความเชื่อมั่น 90% และเลือกใช้สมการกรณีที่ไม่ทราบค่าจำนวนประชากรของ W.G.Cochran ดังสมการ

$$N = P(1-P)Z^2/d^2$$

เมื่อ N คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (กำหนดให้ P = 0.30)

Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนดหรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ (กำหนดค่า Z เท่ากับ 1.65 เพราะกำหนดความเชื่อมั่น 90%)

d คือ สัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น (กำหนดให้ $d = 0.10$ เพราะได้กำหนดความเชื่อมั่น 95%)

แทนค่าตามสมการ

$$N = 0.30(1-0.30)1.65^2/0.10^2$$

$$N = 58$$

ดังนั้นในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ มีค่าตามสมการคำนวณอยู่ที่ 58 ตัวอย่าง ในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างแบบสอบถามผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็น 60 ตัวอย่าง เพื่อเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงถึงประเภทของกลุ่มผู้สำรวจในการใช้งานผลิตภัณฑ์

ประเภทของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์		จำนวน	หน่วย
1	บุคคลธรรมดา	30	คน
2	หน่วยงานภาครัฐ	15	คน
3	หน่วยงานภาคเอกชน	15	คน

หลังจากนั้นทำการออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและแบบสอบถามโดยสรุปความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงถึงความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

ความต้องการระดับที่ 1	ความต้องการระดับที่ 2
รูปร่าง	<ol style="list-style-type: none"> 1) มีความสวยงาม 2) มีขนาดเล็ก 3) รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย
การใช้งาน	<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V 2) มีอายุการใช้งานได้ยาวนาน 3) ไม่มีสิ่งผลกระทบกับค่าไฟฟ้าประจำเดือน
วัสดุ	<ol style="list-style-type: none"> 1) มีความแข็งแรงทนทาน 2) ไม่สกปรกง่าย 3) มีน้ำหนักเบา 4) วัสดุไม่เป็นอันตราย
ความสะดวก	<ol style="list-style-type: none"> 1) ทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ได้ง่าย 2) เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ 3) ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว 4) ถอดเซอร์วิสและเปลี่ยนอุปกรณ์ได้

หลังจากนั้นนำความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ไปทำการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญของแต่ละความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบสอบถาม 60 ชุด

ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
คำชี้แจง เติมเครื่องหมาย ✓ ลงใน ที่ตรงกับความเป็นจริง

1.อายุ

- 1) ต่ำกว่า 25 ปี 2) 26-35 ปี
 3) 36-45 ปี 4) 50 ปีขึ้นไป

2.ระดับการศึกษา

- 1) มัธยมศึกษา/ปลาย/ปวช. 2) อนุปริญญา/ปวส.
 3)ปริญญาตรี 4) สูงกว่าปริญญาตรี

3.อาชีพ

- 1) รับราชการ 2) พนักงานรัฐวิสาหกิจ
 3) พนักงานเอกชน 4) ธุรกิจส่วนตัว
 5) อื่นๆ (ระบุ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
รูปร่าง										
1) มีความสวยงาม										
2) มีขนาดเล็ก										
3) รูปร่างไม่ทำให้เกิดอันตราย										
การใช้งาน										
1) สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V										
2) มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน										
3) ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าประจำเดือน										
วัสดุ										
1) มีความแข็งแรงทนทาน										
2) ไม่สกรปร่งง่าย										
3) มีน้ำหนักเบา										
4) วัสดุไม่เป็นอันตราย										
ความสะดวก										
1) ทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ได้ง่าย										
2) เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้										
3) ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว										
4) ดอดเซอร์วิสและเปลี่ยนอุปกรณ์ได้										

ภาพที่ 3.1 แสดงถึงแบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์

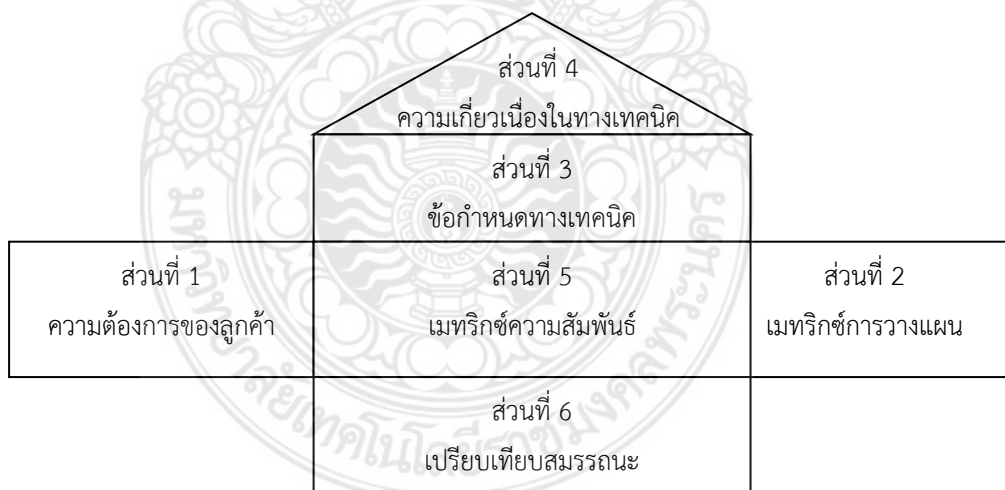
โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (Voice of Customer) วิจัยได้แก่

- บุคคลธรรมดา จำนวน 30 คน
- หน่วยงานภาครัฐ จำนวน 15 คน
- หน่วยงานภาคเอกชน จำนวน 15 คน

โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามหลักสถิติซึ่งสถิติที่ใช้ในการทำการวิเคราะห์ ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.2 วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว นำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อหาผลลัพธ์ไปเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาปรับปรุงให้ตอบสนองความต้องการต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) โดยแบ่งได้ทั้งหมด 6 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ความต้องการของลูกค้า ส่วนที่ 2 เมทริกซ์การวางแผน ส่วนที่ 3 ข้อกำหนดทางเทคนิค ส่วนที่ 4 ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค ส่วนที่ 5 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ และ ส่วนที่ 6 เปรียบเทียบสมรรถนะ



ภาพที่ 3.2 แสดงถึงโครงสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality)

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินการโดยใช้เทคนิคกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

- 1) การสร้างความต้องการของลูกค้า เป็นการนำความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการทำแบบสอบถามของบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality)
- 2) การสร้างเมทริกซ์การวางแผน เป็นการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แบบเก่าและแบบใหม่เพื่อหาอัตราการปรับปรุงของผลิตภัณฑ์
- 3) กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคที่ต้องการ ซึ่งเทคนิคที่ต้องการจะเป็นคำอธิบายทั่วไปของผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาใส่ในเมทริกซ์ที่ 3 ของบ้านแห่งคุณภาพ และกำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิค โดยจะกำหนดให้เป็นค่าที่สามารถวัดได้ และนำข้อมูลมาใส่ในเมทริกซ์ที่ 6 ของบ้านแห่งคุณภาพ หลังจากนั้นกำหนดค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางการปรับปรุง โดยจะกำหนดให้เป็นสัญลักษณ์ ดังตารางที่ 3.3

ตาราง 3.3 ตารางแสดงถึงสัญลักษณ์และความหมายในค่าเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย

ลักษณะ	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

- 4) การสร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ จะเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของสิ่งที่ผู้ใช้งานต้องการและตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ หรือในส่วนของ 1 และส่วนของ 3 ของบ้านแห่งคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่าตัววัดทางเทคนิคนั้นจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ได้อย่างไร ในการให้ค่าคะแนนความสัมพันธ์ของความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์และเทคนิคความต้องการ ในประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้สัญลักษณ์หรือตัวเลข 0,1,3 และ 9 แทนความสัมพันธ์ โดยที่เลข 0 เท่ากับไม่มีความสัมพันธ์ เลข 1 เท่ากับมีความสัมพันธ์น้อย เลข 3 เท่ากับมีความสัมพันธ์ปานกลาง และเลข 9 เท่ากับมีความสัมพันธ์มาก ตามลำดับมาใช้เป็นเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนนความสัมพันธ์
- 5) ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค ส่วนนี้จะเป็นส่วนของหลังคาบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะแสดงถึงความเกี่ยวเนื่องของเทคนิคที่นำมาใช้ในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์แทนด้วย “○” หมายถึง มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก “X” หมายถึง มีความสำคัญต่อกันน้อย และ “ช่อง” ว่างหมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

6) คำนวณน้ำหนักของความสำคัญของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำแบบสอบถาม ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดทิศทางในการให้ความสำคัญกับความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งได้ดังนี้

A = บุคคลธรรมดา

B = หน่วยงานภาครัฐ

C = หน่วยงานภาคเอกชน

โดยแสดงการคำนวณได้ดังตารางที่ 3.4

ตาราง 3.4 ตารางแสดงการคำนวณหาน้ำหนักของความสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์

ประเภท	การคำนวณหาน้ำหนักของความสำคัญ		
บุคคลธรรมดา	$(30/60+30/60+30/60)/3$	1/2	0.50
หน่วยงานภาครัฐ	$(15/60+15/60+15/60)/3$	1/4	0.25
หน่วยงานภาคเอกชน	$(15/60+15/60+15/60)/3$	1/4	0.25

จากนั้นนำน้ำหนักของความสำคัญของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำแบบสอบถามไปหาค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญ (Important: IMP) สามารถหาได้จาก 2 ส่วนได้แก่ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของระดับความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง และน้ำหนักความสำคัญที่ได้รับจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญของกลุ่มตัวอย่างสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$IMP = (\text{ค่าเรขาคณิตของระดับความสำคัญ} \times \text{น้ำหนักของความสำคัญ})$$

เช่น ความต้องการด้านความสวยงาม

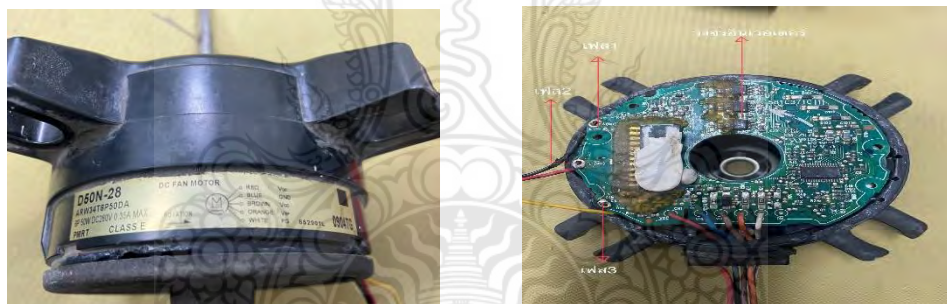
$$IMP = (3.96 \times 0.50) + (3.53 \times 0.25) + (4.00 \times 0.25) = 3.86$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญด้านความสวยงามมีค่าเท่ากับ 3.86

3.3 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์

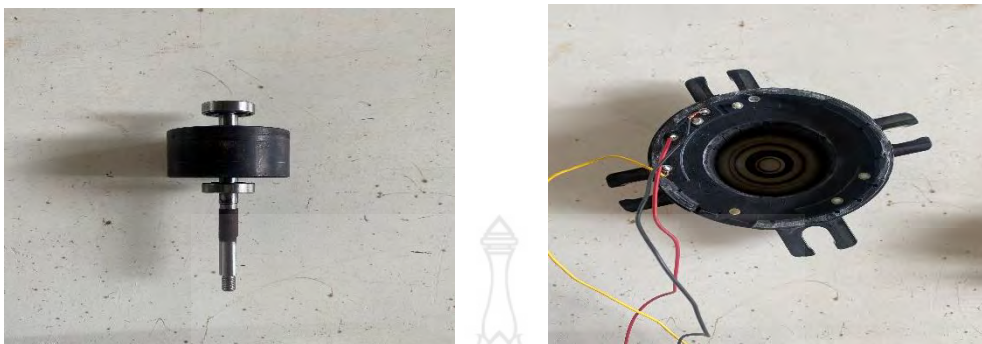
กระบวนการวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีการดำเนินการและขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับโดยนำมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศที่ได้มีการตัดแปลงโรเตอร์และสเตเตอร์ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น และนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาติดตั้งกับใบพัดพลาสติกชนิด 3 ใบพัด โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มตัวอย่างโดยใช้ใบพัดขนาดขนาด 16” และ 18” และแบ่งเป็นการเก็บข้อมูลและเก็บผลการทดลองด้วยวิธีการที่เหมือนกันด้วยการประกอบใบพัดเข้ากับผลิตภัณฑ์และเว้นระยะห่างระหว่างตัวผลิตภัณฑ์และคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ 10 ซม. และ 15 ซม. เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลองตามลำดับต่อไป

นำมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศที่วางจระเสียชีวิตแล้วมาทำการบัดกรีแผงวงจรอินเวอร์เตอร์ออกจากจุดกำเนิดไฟฟ้าจากนั้นนำสายไฟฟ้าบัดกรีเข้ากับจุดกำเนิดไฟฟ้าโดยจะแบ่งเป็น 3 จุดดังภาพที่ 4 ทำให้เกิดเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ชนิด 3 เฟส ตามหลักการที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 3.3 แสดงถึงมอเตอร์อินเวอร์เตอร์และตำแหน่งการบัดกรีและจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้า

และมีส่วนประกอบของส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) และ ส่วนที่อยู่กับที่จากนั้นประกอบส่วนที่เป็นโรเตอร์เข้ากับส่วนที่เป็นสเตเตอร์และทำการปิดฝาพร้อมซีลระหว่างรอยต่อให้สนิทด้วย Silicone เพื่อป้องกันน้ำและสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นทำการทดสอบผลิตภัณฑ์โดยใช้ Clamp Meter ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า โดยตั้งค่า Clamp Meter ไปที่ การวัดค่ากระแสไฟฟ้าแบบสลับและทำการทดลองหมุนส่วน โรเตอร์ด้วยมือเพื่อตรวจสอบค่าแรงดันกระแสไฟฟ้าว่าผลิตภัณฑ์มีความสมบูรณ์และสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้หรือไม่



ภาพที่ 3.4 แสดงถึงส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) และ สเตเตอร์ (Stator)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บข้อมูลของความเร็วลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศตามขอบเขตเวลาของงานวิจัยโดยใช้ Anemometer ในการเก็บข้อมูลของความเร็วลมโดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะห่าง 10 ซม. และ 15 ซม. ตามลำดับและทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าด้วย Clamp Meter เพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ส่งผลให้การใช้งานปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือไม่



ภาพที่ 3.5 แสดงถึงการเก็บข้อมูลโดยใช้ Anemometer และ Clamp Meter

จากการใช้ Anemometer และ Clamp Meter ในการเก็บข้อมูลโดยทำการวัดในระยะห่างที่ 10 ซม. โดยควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากันในทุกช่วงเวลาที่ทำการวัดผลทดลอง (25°C) และทำการเก็บผลการทดลอง ตามระยะเวลาที่กำหนด

ตาราง 3.5 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 10 ซม.

เวลา	ระยะ ห่าง 10 ซม.	
	ความเร็วลม(m/s)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	4.9	6.28
9.00	5.0	6.78
10.00	5.2	6.92
11.00	5.1	7.04
12.00	5.4	7.06
13.00	5.4	6.98
14.00	5.2	6.98
15.00	5.0	6.99
16.00	5.1	7.02
17.00	5.0	6.98
เฉลี่ย	5.13	6.903

จากนั้นทำการวัดซ้ำอีกครั้ง โดยที่ใช้ Anemometer วัดระยะห่างจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่ 15 ซม. โดยควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากันในทุกช่วงเวลาที่ทำการวัดผลทดลอง (25°C) และทำการเก็บผลการทดลอง

ตาราง 3.6 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 15 ซม.

เวลา	ระยะ ห่าง 15 ซม.	
	ความเร็วลม(m/s)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	3.4	6.32
9.00	3.6	6.74
10.00	3.8	6.98
11.00	3.8	7.01
12.00	3.9	6.98
13.00	4.0	6.94

ตาราง 3.6 (ต่อ)

14.00	3.8	6.96
15.00	3.6	6.98
16.00	3.8	7.00
17.00	3.4	6.97
เฉลี่ย	3.71	6.888

จากตารางที่ 3.5 และ 3.6 จะเห็นได้ว่าผลการเก็บข้อมูลก่อนทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ความเร็วของลมระบายความร้อนของระยะห่างที่ 10 ซม. มีค่าเฉลี่ย 5.13 m/s และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่เฉลี่ยอยู่ที่ 6.903 A และระยะห่าง 15 ซม. มีค่าเฉลี่ย 3.71 m/s และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่เฉลี่ยอยู่ที่ 6.888 A เมื่อเทียบกับตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าความเร็วลมเฉลี่ยมีค่าน้อยลงเนื่องจากระยะห่างของการเก็บข้อมูล และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยใกล้เคียงกับตารางที่ 3.4

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำข้อมูลความเร็วลมระบายความร้อนและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์มาใส่ในตารางเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลหลังจากการติดตั้งผลิตภัณฑ์ที่มีผลลัพธ์ที่แตกต่างจากเดิมหรือไม่ โดยนำใบพัดขนาด 16” และ 18” มาติดตั้งกับผลิตภัณฑ์และเก็บผลการทดลองโดยติดตั้งตามระยะห่างที่กำหนด คือ 10 ซม. และ 15 ซม. หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการหาความเหมาะสมของระยะห่างและขนาดของใบพัดที่สามารถผลิตค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ในขั้นตอนแรกคือ การออกแบบโครงสร้างเหล็กด้วยโปรแกรม Auto cad เพื่อใช้เป็นโครงสร้างหลักของผลิตภัณฑ์และตัดชิ้นงานตามแบบและทำการเชื่อมประกอบจากนั้นดำเนินการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้หลักการที่กล่าวถึงข้างต้นเพื่อเก็บข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่ได้และนำไปสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3.6 แสดงถึงโครงสร้างและการตัดประกอบชิ้นงาน

จากนั้นนำอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าประกอบเข้ากับโครงสร้างที่ประกอบแล้วเสร็จ แล้วจึงนำ **Clamp Meter** มาต่อเข้ากับสายไฟฟ้าเพื่อเก็บค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองโดยใช้ใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยทำการทดลองตามระยะที่กำหนดและเก็บผลการทดลองเพื่อนำวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3.7 แสดงถึงการประกอบโครงเหล็กและอุปกรณ์เข้ากับเครื่องระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

- 3.3.1 เตรียมพื้นที่และอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในการเก็บข้อมูลทั่วไปในการทดลอง
- 3.3.2 ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่างๆและเก็บค่าตามวิธีการทดลอง
- 3.3.3 จัดบันทึกข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูล

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลและนำผลการทดลองไปใส่ในตารางตามขอบเขตและระยะเวลาที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลในการทดลอง โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นสองตาราง คือระยะห่าง 10 ซม. และ 15 ซม. โดยปัจจัยหลักในการเก็บข้อมูลคือ แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ชุด โดยทำการติดตั้งใบพัด ขนาด 16” และ 18” ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดใบพัดว่าเป็นตัวแปรสำหรับการผลิตแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ จากนั้นเก็บข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพื่อเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศระหว่างการติดตั้งผลิตภัณฑ์และไม่ได้ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์มีผลต่างกันอย่างไร โดยนำค่าปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.3 และ 3.4 ซึ่งเก็บข้อมูลของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อน ของเครื่องปรับอากาศ เพื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้ง จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ทั้งสองตารางมาสรุปผลการวิจัยเพื่อหาข้อแตกต่างของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment) และ เทคนิคบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) โดยแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ชุด โดยทำการติดตั้งใบพัด ขนาด 16” และ 18” เพื่อทดลองหาค่าของกระแสไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4.1 ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 4.1 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบบุคคลธรรมดา

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.43	0.95	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.23	0.34	ปานกลาง
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.46	0.59	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.76	0.43	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.26	0.68	ปานกลาง
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.90	0.27	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	3.90	0.27	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.30	0.55	ปานกลาง
9. มีน้ำหนักเบา	3.40	0.43	ปานกลาง
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.13	0.59	มากที่สุด
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.86	0.35	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.70	0.41	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.60	0.46	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.36	0.63	ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

ตาราง 4.2 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบบุคคลธรรมดา

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.96	0.70	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.76	0.39	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.80	0.49	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.90	0.26	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.72	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	0.30	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	0.17	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.80	0.49	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	0.49	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.10	0.61	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.66	0.38	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.96	0.42	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.90	0.61	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.83	0.48	มาก

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.1 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.90

จากตารางที่ 4.2 พบว่าระดับความสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V เป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.90

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจากหน่วยงานภาครัฐและบันทึกข้อมูลของผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบ และผลระดับความสำคัญของแบบสอบถาม

ตาราง 4.3 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาครัฐ

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.33	0.61	ปานกลาง
2. มีขนาดเล็ก	3.13	0.35	ปานกลาง
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.73	0.28	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.86	0.16	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.66	0.52	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.93	0.12	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	3.93	0.12	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.33	0.23	ปานกลาง
9. มีน้ำหนักเบา	3.40	0.24	ปานกลาง
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.80	0.37	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.60	0.35	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	4.06	0.12	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.20	0.20	มากที่สุด
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.46	0.34	มาก

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์มีความต้องการไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.93

ตาราง 4.4 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาครัฐ

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.53	0.50	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.40	0.40	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	4.26	0.28	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.73	0.23	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.53	0.51	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	0.16	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.06	0.12	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.73	0.21	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.33	0.23	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.06	0.38	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	4.00	0.24	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.93	0.12	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.26	0.33	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.73	0.21	มาก

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่าระดับความสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.86

ตาราง 4.5 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาคเอกชน

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.60	0.50	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.46	0.24	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.33	0.39	ปานกลาง
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.80	0.20	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.61	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.53	0.30	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	0.17	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.60	0.34	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.73	0.28	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.53	0.35	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.80	0.31	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.66	0.28	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.33	0.22	มากที่สุด
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.86	0.14	มาก

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์มีความต้องการผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V เป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.80

ตาราง 4.6 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาคเอกชน

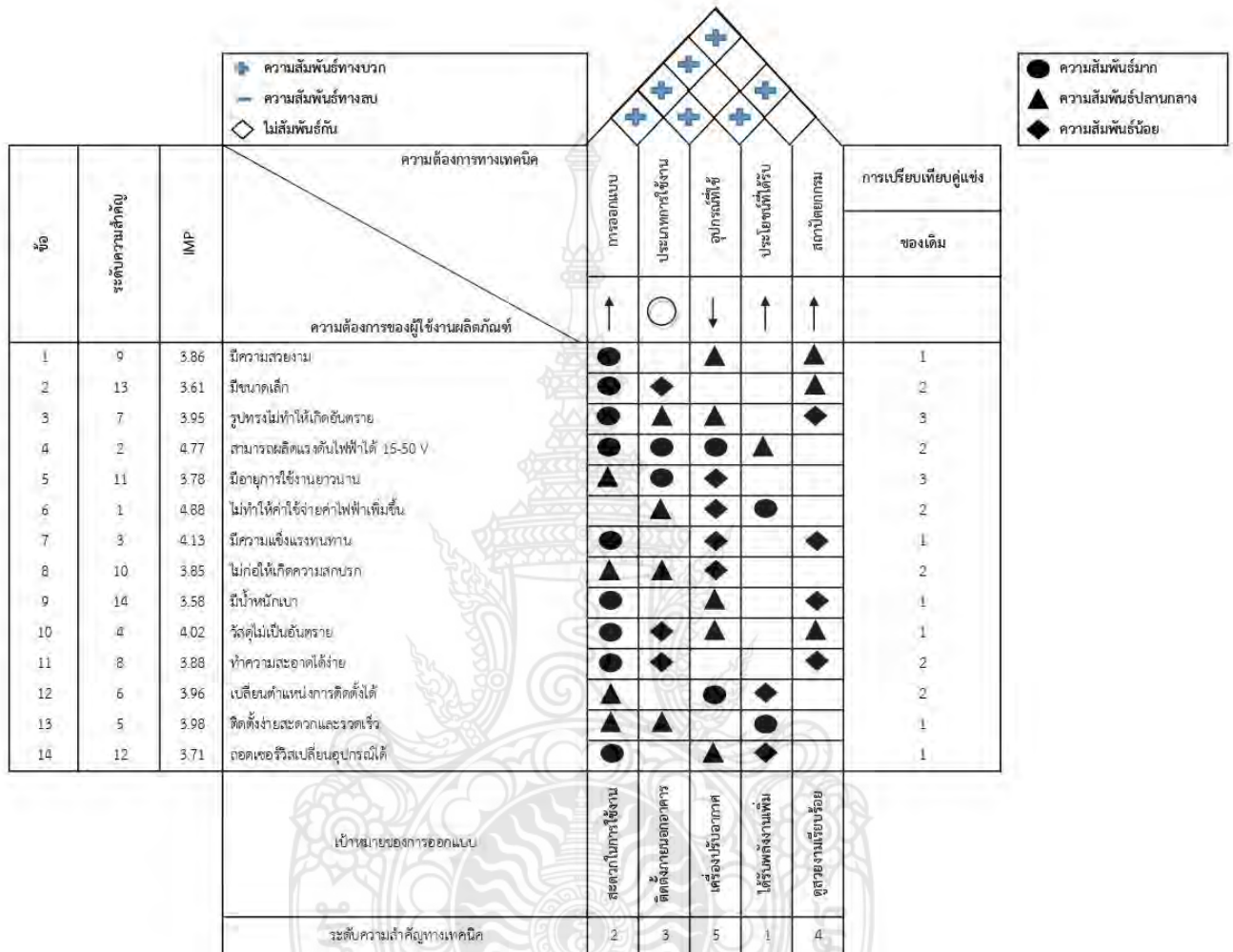
ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	4.00	0.57	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.53	0.65	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.93	0.38	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.53	0.24	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.52	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.93	0.12	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.46	0.24	มากที่สุด
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	4.06	0.10	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	0.28	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.80	0.44	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	4.20	0.31	มากที่สุด
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	4.00	0.17	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.86	0.44	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.46	0.28	มาก

ค่าเฉลี่ย : 4.11-5.00 เท่ากับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41-4.10 เท่ากับมาก ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 เท่ากับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 เท่ากับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่าระดับความสำคัญของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามเป็นรายข้อพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์มีความต้องการไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เป็นลำดับที่ 1 โดยมีค่าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.93

ตาราง 4.7 ตารางแสดงผลค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญ (IMP)

ความต้องการ ของผู้ใช้งาน	ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของระดับ ความสำคัญ			ค่าน้ำหนักความสำคัญ			ค่า IMP
	กลุ่ม บุคคล ธรรมดา	กลุ่ม หน่วยงาน ภาครัฐ	กลุ่ม หน่วยงาน ภาคเอกชน	กลุ่ม บุคคล ธรรมดา	กลุ่ม หน่วยงาน ภาครัฐ	กลุ่ม หน่วยงาน ภาคเอกชน	
	1. มีความสวยงาม	3.96	3.53	4.00	0.50	0.25	
2. มีขนาดเล็ก	3.76	3.40	3.53	0.50	0.25	0.25	3.61
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.80	4.26	3.93	0.50	0.25	0.25	3.95
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.90	4.73	4.53	0.50	0.25	0.25	4.77
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	3.53	3.86	0.50	0.02	0.02	3.78
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	4.86	4.93	0.50	0.25	0.25	4.88
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	4.06	4.46	0.50	0.25	0.25	4.13
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.80	3.73	4.06	0.50	0.25	0.25	3.85
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	3.33	3.66	0.50	0.25	0.25	3.58
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.10	4.06	3.80	0.50	0.25	0.25	4.02
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.66	4.00	4.20	0.50	0.25	0.25	3.88
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.96	3.93	4.00	0.50	0.25	0.25	3.96
13. ติดตั้งง่าย สะดวกและรวดเร็ว	3.90	4.26	3.86	0.50	0.25	0.25	3.98
14. ถอดเซอร์วิส เปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.83	3.73	3.46	0.50	0.25	0.25	3.71



ภาพที่ 4.1 แสดงถึงเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากผลวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ ซึ่งมีทั้งหมด 9 ขั้นตอนได้แก่ 1) การระบุความต้องการของผู้ใช้งาน 2) การประเมินระดับความสำคัญของความต้องการ 3) การเปรียบเทียบกับคู่แข่ง 4) การประเมินความสามารถในการแข่งขัน 5) การระบุข้อกำหนดทางเทคนิค 6) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อ 7) การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานและข้อกำหนดทางเทคนิค 8) การกำหนดระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิค และ 9) การระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบ

ผลิตภัณฑ์

จากภาพที่ 4.1 สรุปผลการใช้เทคนิคเชิงคุณภาพพบว่า ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ประเมินลำดับความต้องการลำดับที่ 1 ได้แก่ ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนของการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

4.2 ตารางแสดงผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

ตาราง 4.8 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 10 ซม.

ระยะที่ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ 10 ซม.				
เวลา	ใบพัดขนาด 16”		ใบพัดขนาด 18”	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)
8.00	51.8	6.28	58.4	6.32
9.00	51.4	6.78	57.8	6.74
10.00	51.9	6.92	59.4	6.98
11.00	50.9	7.04	60.5	7.01
12.00	52.1	7.02	61.2	6.98
13.00	51.8	6.28	58.4	6.32
14.00	51.4	6.78	57.8	6.74
15.00	51.9	6.92	59.4	6.98

ตาราง 4.8 (ต่อ)

16.00	50.9	7.04	60.5	7.01
17.00	52.1	7.02	61.2	6.98
เฉลี่ย	51.3	6.885	59.1	6.888

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยใบพัดขนาด 16” สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เฉลี่ย 51.3 V และใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.885 A และใบพัดขนาด 18” สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 59.1 V ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.888 A

จากนั้นทำการทดลองอีกครั้งโดยการติดตั้งผลิตภัณฑ์ที่ระยะห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม. และเก็บผลการทดลองโดยแบ่งเป็นใบพัดขนาด 16” และ 18” ตามลำดับ

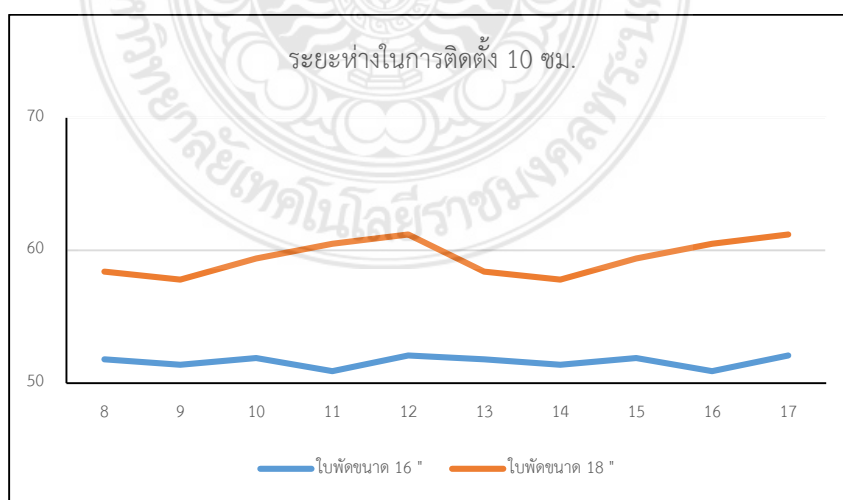
ตาราง 4.9 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม.

ระยะที่ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ 15 ซม.				
เวลา	ใบพัดขนาด 16”		ใบพัดขนาด 18”	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)
8.00	34.8	6.34	41.8	6.42
9.00	35.4	6.74	41.4	6.77
10.00	35.8	6.88	41.8	6.84

ตาราง 4.9 (ต่อ)

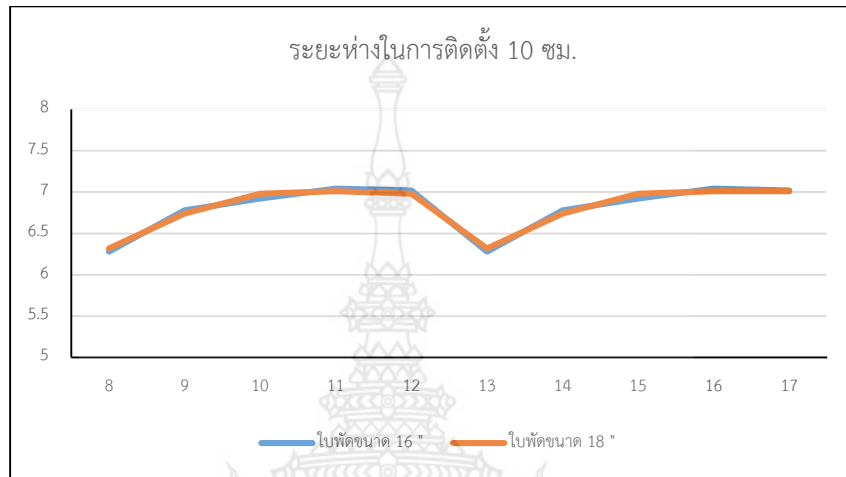
11.00	36.2	7.04	42.0	7.03
12.00	35.8	7.04	41.9	7.01
13.00	36.0	6.98	41.4	6.98
14.00	35.4	6.96	41.4	6.94
15.00	35.7	6.94	41.2	6.96
16.00	35.8	7.02	42.0	7.02
17.00	36.1	6.98	41.6	7.01
เฉลี่ย	35.7	6.892	41.65	6.898

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 15 ซม. โดยใบพัดขนาด 16" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เฉลี่ย 35.7 V และใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.892 A และใบพัดขนาด 18" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 41.65 V ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.898 A



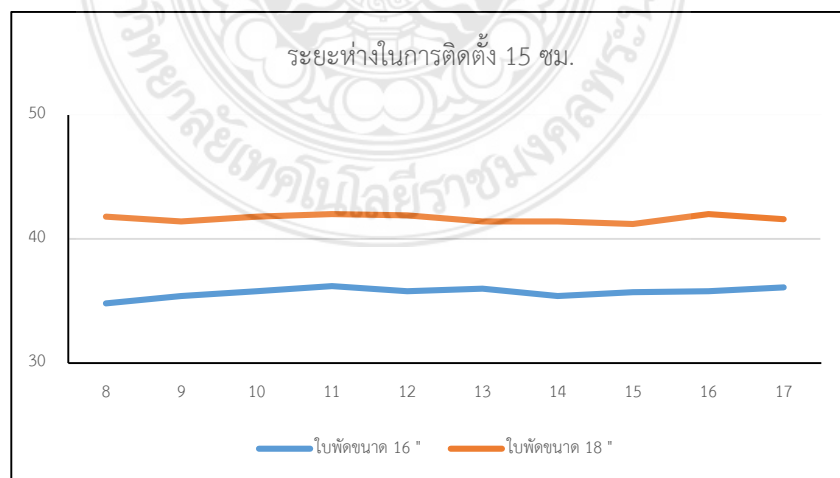
ภาพที่ 4.2 แสดงแผนภูมิของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 10 ซม.

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากใบพัดขนาด 16” และ 18”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 51.3 และ 59.1 V



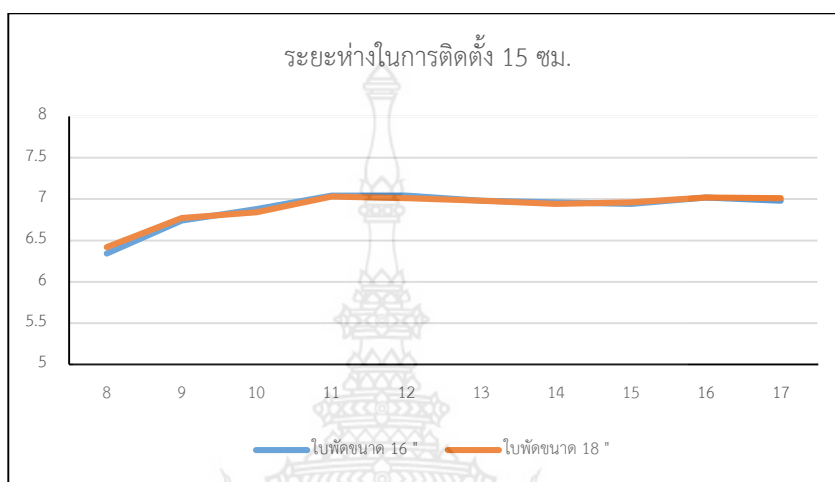
ภาพที่ 4.3 แสดงแผนภูมิของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 10 ซม.

จากภาพที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยเปรียบเทียบปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าจากใบพัดขนาด 16” และ 18”มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.885 และ 6.888 A



ภาพที่ 4.4 แสดงแผนภูมิของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 15 ซม.

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 15 ซม. โดยเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากใบพัดขนาด 16” และ 18” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35.70 และ 41.65 V



ภาพที่ 4.5 แสดงแผนภูมิของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ระยะห่าง 15 ซม.

จากภาพที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยเปรียบเทียบปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าจากใบพัดขนาด 16” และ 18” มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.892 และ 6.898 A

บทที่ 5

อภิปรายผล

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากตารางผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากผลิตรกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยติดตั้งใบพัดขนาด 18” และมีระยะห่างอยู่ที่ 10 ซม. สามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าจากผลิตรกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 59.1 V และรองลงมาคือใบพัดขนาด 16” และติดตั้งที่ระยะห่าง 10 ซม. สามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 51.3 V และเมื่อทำการเพิ่มระยะห่างจาก 10 ซม. เป็น 15 ซม. โดยใช้ใบพัดขนาด 16” สามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 35.7 V และใบพัดขนาด 18” สามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 41.65 V โดยทำการเก็บผลทดลองในระยะเวลาที่เท่ากันและมีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยโดยการทำกรวัดระยะห่าง 10 ซม. ก่อนติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.903 และ หลังจากติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้าและทำการวัดผลโดยติดตั้งใบพัดขนาด 16” และ 18” มีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า 6.885 A และ 6.888 A ตามลำดับ และทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดระยะห่างที่ 15 ซม. เท่ากับ 6.888 A และหลังจากการติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้าในระยะห่างที่ 15 ซม. โดยติดตั้งใบพัดขนาด 16” และ 18” ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.892 A และ 6.898 A ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้า จากผลการทดลองแสดงผลได้ว่า ผลิตรกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศไม่ส่งผลให้เกิดการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยจากการทดลองและทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตรกระแสไฟฟ้าอยู่ 3 ปัจจัยคือ ความเร็วลม ระยะห่างของการติดตั้งผลิตรกระแสไฟฟ้า และ พื้นที่หน้าตัดของใบพัด จากการเก็บข้อมูลและการทดลองสรุปผลได้ว่าระยะและขนาดของใบพัดที่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้คือ ใบพัดขนาด 18” โดยติดตั้งที่ระยะห่าง 10 ซม. จะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าจากผลิตรกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดอยู่ 61.2 V ในเวลา 12.00 น.

บทที่ 6

สรุปผล

ผลการศึกษา และข้อเสนอแนะเรื่อง การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้า และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตแรงดันไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ตัวอย่าง ได้แก่ ใบพัดชนิด 3 ใบ ขนาด 16” และขนาด 18” โดยเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีลักษณะเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและมีมาตรฐาน ได้แก่ Anemometer และ Clamp Meter โดยใช้หลักการของเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment) และ ทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Electric Generator) ในการดำเนินการวิจัยพร้อมสรุปผลการวิจัยดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยการกำหนดระยะเวลาในการทำการทดลองโดยกำหนดเวลาเริ่มทำการทดลองตั้งแต่เวลา 8.00 - 17.00 น. โดยทำตารางเวลาและแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ใบพัดชนิด 3 ใบ ขนาด 16” และ ขนาด 18” โดยทำการวัดความเร็วของลมในระยะห่าง 10 ซม. ก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์โดยควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากันในทุกช่วงเวลาทำการวัดผลทดลอง (25°C) โดยความเร็วลมเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 – 17.00 น. มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.13 m/s และ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์มีค่าอยู่ที่ 6.903 A จากนั้นนำใบพัดขนาด 16” ประกอบเข้ากับผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าและทำการติดตั้งที่ระยะห่าง 10 ซม. และทำการเก็บผลการทดลองค่าแรงดันไฟฟ้าและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนดของการทดลอง โดยได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 51.3 V และ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.885 A จากนั้นนำใบพัดขนาด 18” มาทำการติดตั้งกับผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าและ ทำการเก็บข้อมูลการทดลองในขั้นตอนเดียวกับการติดตั้งใบพัดขนาด 16” จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 59.1 V และ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.888 A

6.1.2 การติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 15 ซม.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 15 ซม. โดยการกำหนดระยะเวลาในการทำการทดลองโดยกำหนดเวลาเริ่มทำการทดลองตั้งแต่เวลา 8.00 - 17.00 น. โดยทำตารางเวลาและแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ใบพัดชนิด 3 ใบ ขนาด 16” และ ขนาด 18” โดยทำการวัดความเร็วของลมในระยะห่าง 15 ซม. ก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์โดยควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากันในทุกช่วงเวลาที่ทำการวัดผลทดลอง (25°C) โดยความเร็วลมเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 - 17.00 น. มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.57 m/s และ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 6.898 A และทำการนำใบพัดชนิด 3 ใบขนาด 16” ประกอบเข้ากับผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยทำการติดตั้งที่ระยะห่าง 15 ซม. และทำการทดลองและจดบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนด โดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 35.7 V และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.892 A จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยใช้ใบพัดขนาด 18” มาทำการติดตั้งกับผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าและ ทำการเก็บข้อมูลการทดลองในขั้นตอนเดียวกับการติดตั้งใบพัดขนาด 16” โดยเก็บค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าตามระยะเวลาที่กำหนดและทำการบันทึกผลการทดลองมีค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 41.65 V และ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.898 A

6.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อค้นพบเพื่อข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ดังนี้

6.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดลองดังกล่าว สามารถจำแนกปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการทดลองได้ 2 ชนิดเป็นหลัก ได้แก่ ต้นทุนของอุปกรณ์ และปัจจัยของสภาพแวดล้อมในการทดลอง

6.2.1.1 ต้นทุนของอุปกรณ์ มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลการทดลอง โดยผู้จัดทำได้นำวัสดุที่เป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ มาใช้ในการทดลองจึงต้องมีการตรวจสอบวัสดุและสภาพการใช้งานที่ผ่านมาของอุปกรณ์ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการนำมาทำการทดลอง

6.2.1.2 ปัจจัยของสภาพแวดล้อมในการทดลอง เพื่อความแม่นยำของผลการทดลอง ให้ทำการกำหนดสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกัน เช่น เวลา ตำแหน่งที่ใช้ทำการวัด เครื่องมือ และ อุณหภูมิ เป็นต้น หากทำการทดลองโดยไม่กำหนดปัจจัยของสภาพแวดล้อม ผลการทดลองที่ได้ อาจจะไม่แม่นยำและมีการเบี่ยงเบนผลการทดลอง ทำให้ไม่สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบของการทดลองได้ ทำให้ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานของการทดลอง

6.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.2.2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น โดยจะทำให้ปัจจัยต่างๆในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ความเร็วของลมระบายความร้อน ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง และ ขนาดของใบพัดชนิดต่างๆ เพื่อหาข้อแตกต่างในการทำการทดลองในอนาคต

6.2.2.2 ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยด้านวัสดุของใบพัด เช่นใบพัดพลาสติก ใบพัดชนิดเหล็ก โดยทำการทดสอบทางกายภาพด้วยวิธีต่างๆ และหาข้อสรุปของวัสดุที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการเก็บผลการทดลองที่ดีขึ้นต่อไป



บทที่ 7

การนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

7.1 แนวคิดการดำเนินธุรกิจ

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ด้วยวิธีการใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment) และ บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการต้นทุนและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของตัวผลิตภัณฑ์จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น

7.2 แนวคิดการปฏิบัติงาน

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ด้วยวิธีการใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment) และ บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) สามารถนำแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ นำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนในชีวิตประจำวันได้

7.3 การใช้ประโยชน์ด้านต้นทุนในการปฏิบัติงาน

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ มีประโยชน์ในด้านต้นทุนเศรษฐศาสตร์ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายของค่าใช้ไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดดังนี้

8.3.1 ต้นทุนค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ทั้งหมด 1500 บาท

8.3.2 ทดสอบการใช้งานด้วยหลอดไฟฟ้า LED ขนาด 0.090 แอมป์ จำนวน 20 หลอด โดยทำการคิดระยะเวลาในการใช้งานเท่ากับ 10 ชั่วโมง ทำการหาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าโดย สมการยูนิต = (กำลังไฟฟ้า x เวลา)/1000 โดยที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้มีการคิดค่าไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกินเดือนละ 150 หน่วย ราคาไฟฟ้าต่อหน่วยจะอยู่ที่ 3.2484 บาท จะได้ค่าใช้จ่ายต่อเดือนอยู่ที่ 385.90 บาท

8.3.3 ระยะเวลาคืนทุนหลังจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เท่ากับ

$$1500/385.9 = 3.9 \text{ เดือน}$$

7.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้แรงดันไฟฟ้ามีเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ความเร็วของลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ในการทดลองได้มีการเก็บผลการทดลองจากเครื่องปรับอากาศสำหรับบ้านพักอาศัย หากต้องการให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเพิ่มมากขึ้นทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้ 1) ทำการทดลองกับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ เช่น เครื่องปรับอากาศภายในโรงงาน หรือ เครื่องปรับอากาศชนิดฝังฝ้าเพดาน ซึ่งมีขนาด BTU ที่มากกว่าทำให้ค่าความเร็วลมระบายความร้อนมากกว่าเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก



เอกสารอ้างอิง

- บรรจง จันทมาศ. 2556. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ส.ส.ท.
- นพ มหิษานนท์. 2559. **หลักการงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คอร์ฟังก์ชั่น.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2554. **การผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้า และพลังงานทดแทน**. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊ก.
- ณรงค์ ขอนตะวัน. 2531. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ: เอราวัณการพิมพ์
- ธนพนธ์ พรหมราช . 2562. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ชุมพล อันตรเสน. 2558. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารุณวรรณ ตั้งสุวรรณ. 2556. **ลม พ้า อากาศ**. กรุงเทพฯ: แอปเปิ้ลคิดส์.
- อัญชลี ศรีจันทร์. 2560. **การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจคล้ายางพารา**. วิทยานิพนธ์. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พิมพ์อักษร เทียงกระโทก. 2560. **การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่กรณีศึกษา : ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบกล้วย**. วิทยานิพนธ์. อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต เทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ธนพนธ์ พรหมราช. 2557. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- มูฮำมัดกาแม มะแซ. 2555. **การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่าย**. วิทยานิพนธ์. เทคโนโลยีบัณฑิต เทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ. 2540. **ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.
- สุรภิช จันท์บาง. 2554. **ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์**. วิทยานิพนธ์. เทคโนโลยีบัณฑิต เทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จอมภพ แววศักดิ์. 2558. **เทคโนโลยีพลังงานลม**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิรักษ์ สุขเกษม. 2551. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ไชยชาญ หินเกิด. 2560. **มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- ชัต อินทะสี. 2563. **เครื่องกลไฟฟ้า 1**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สิทธิชัย ยกถาวร. 2554. **การออกแบบรูปแบบบริการสำหรับผู้ป่วยนอกของแผนก หูคอจมูกในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ**. วิทยานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต การจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- สมภพ สุขเฉลิม. 2560. **การศึกษาและพัฒนาชุดปฏิบัติการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า**. วารสารวิทยาศาสตร์. วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Famous Energy. (2013).**หลักการดำเนินงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**. [image]. Retrieved from Website : Famous Energy: หลักการดำเนินงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

ชูโฟทิก. (2014).**ความรู้เกี่ยวกับ Generator เครื่องกำเนิดไฟฟ้า**. [image]. Retrieved from Website : <http://chuphoticups.blogspot.com/2014/03/generator.html?m=1>

Siam Generator. (2020). **Knowledge Generator**. [image]. Retrieved from Website : <https://siamgenerator.com/th/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2-knowledge-generator>

Tooltalking. (2021).**เครื่องกำเนิดไฟฟ้า**. [image]. Retrieved from website: <https://tooltalking.com/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%9F>

สุชาติ แต่ตระกูล. (2015).**การพันขดลวดอาเมเจอร์**. [image]. Retrieved from Website : <http://www.kroo-suchat.com/files/ArmatureWinding.pdf>

กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน. (2015).**ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม**. [image]. Retrieved from Website : <http://www2.dede.go.th/dede/report/E2.pdf>

Value Generation Partners Vblog, **Generating Value by Using House of Quality (Quality Function Deployment)**, retrieved October 30,2021,from Website :

<https://vgpbiog.wordpress.com/2015/08/06/generating-value-by-using-house-of-quality-function-deployment/>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารตีพิมพ์ เกียรติบัตร

ภาคผนวก ข

ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ภาคผนวก ง

อักษรวิสุทธิ์

ภาคผนวก ก

เอกสารตีพิมพ์ เกียรติบัตร





ภาคผนวก ก-1 หน้าปกเอกสารตีพิมพ์ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของ
เครื่องปรับอากาศ

DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRIC GENERATOR PRODUCT
FORM HOT WIND OF AIR-CONDITIONER

ธนกร กาญจนถาวร

สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ

กรุงเทพมหานคร 10800

E-mail: tanakorn2569@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำพลังงานที่เสียไปโดยเปล่าประโยชน์นำกลับมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อทำประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้งาน โดยนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสียหายนำกลับมารีไซเคิลและทำการออกแบบและพัฒนาเป็นอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของคอมพิวเตอร์เครื่องปรับอากาศโดยใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองมีปัจจัยหลักได้แก่ ความเร็วลม พื้นที่หน้าตัดของใบพัด และ ระยะห่างของการติดตั้ง โดยเริ่มทำการทดลองตามเวลา 8.00-17.00 น. ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อนำข้อมูลที่ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและต่อยอดผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: กระแสไฟฟ้า, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, รีไซเคิล

ABSTRACT

This research was to reuse waste of energy to be electrical energy by recycling of broken electronic parts and design and develop to be electric generator by hot wind of air condition by the principle of a generator that changes mechanical energy change to electrical energy the factors affecting to experiment are speed cross section of area and span of installing the experiment started form 8.00 a.m. – 5.00 p.m. The researcher has collected data. and analyze the results of the experiment for development this product in the future

Keywords: Electricity, Generator, Recycle

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการใช้ไฟฟ้าในชีวิตเพิ่มทุกวัน เพราะไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเป็นอยู่แต่เนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิของประเทศไทยสูงขึ้น ทำให้ประชากรต้องเปิดเครื่องทำความเย็น

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

มากขึ้น บ้านที่พักอาศัยหรือโรงงาน สถานประกอบการต่างๆ ภาระค่าใช้จ่ายไฟฟ้ามักเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ทดลองเห็นถึงการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่สูญเสียไปจากเครื่องระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศมาทำการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า เพื่อนำพลังงานที่สูญเสียไปนำกลับมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ โดยใช้มอเตอร์อินเวอร์เตอร์แอร์ที่มีขนาดเล็กและเหมาะสำหรับความเร็วลมที่ต่ำและภายในมีส่วนประกอบของแม่เหล็กและขดลวดทองแดง โดยใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยประกอบด้วยปัจจัยหลักได้แก่ ความเร็วลม พื้นที่หน้าตัดของใบพัด และ น้ำหนักของใบพัด จากปัจจัยและปัญหาที่กล่าวถึงสามารถพัฒนาและแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ให้ดีขึ้นและใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำพลังงานที่เสียไปโดยเปล่าประโยชน์นำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์
2. เพื่อลดขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยการนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ในการใช้งาน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทฤษฎีเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ ดังนี้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า จากกฎของ ฟาราเดย์ ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้น ดังสมการ

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

โดยที่ e = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (v)

N = จำนวนรอบของขดลวด (รอบ)

Φ = เส้นแรงแม่เหล็ก (Wb)

t = เวลา (s)

3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

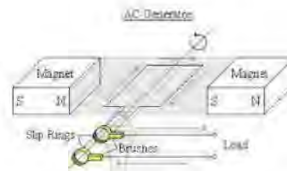
โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกได้ 2 ส่วน คือ ตัวโรเตอร์ (Rotor) และ ตัวสเตเตอร์ (Stator) การออกแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าสลับทำได้สองลักษณะ ดังนี้

แบบที่ 1 อามเจอร์หมุน (Revolving Armature) ขั้วแม่เหล็กสนาม (Field pole) จะเป็นตัวที่อยู่กับที่หรือเรียกว่า สเตเตอร์ และ อามเจอร์จะเป็นตัวหมุนตัดสนามแม่เหล็ก

แบบที่ 2 สนามแม่เหล็กเป็นตัวหมุน (Revolving Field) อามเจอร์จะเป็นตัวอยู่กับที่และสเตเตอร์ ขั้วแม่เหล็กเป็นตัวหมุนเพื่อให้สนามแม่เหล็กตัดกับตัวนำที่พันอยู่บนอามเจอร์

หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

พิจารณาขดลวดตัวนำหนึ่งรอบอยู่ในสนามแม่เหล็กของขั้วเหนือและขั้วใต้ หมุนตัดสนามแม่เหล็กในแนวเส้นรอบวงและต่อออกสู่วงจรภายนอก โดยผ่านวงแหวนทองแดงสองอัน



ภาพที่ 1 แสดงถึงหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากการตัดสนามแม่เหล็กในแนวเส้นรอบวงของขดลวดตัวนำ 1 เส้น จะมีค่าสมการดังต่อไปนี้

$$e = B\ell v \quad (2)$$

โดยที่ e = เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดตัวนำ 1 เส้น มีหน่วยเป็น โวลต์
 B = เป็นความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเวบบอร์ต่อตารางเมตร
 ℓ = เป็นความยาวของขดลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเมตร
 v = เป็นความเร็วของการเคลื่อนที่ตัดในแนวตั้งฉากมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส จะมีขดลวดตัวนำสามชุดวางห่างกันเป็นมุม 120 องศาทางไฟฟ้า ส่วนปลายของขดลวดพันห่างกันเป็นมุม 180 องศาทางไฟฟ้า เนื่องจากช่วงระยะห่างระหว่างขั้วแม่เหล็กเท่ากับ 180 องศา ดังนั้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาทางกลกับองศาทางไฟฟ้าเป็นดังนี้

$$O_c = P \times O_m \quad (3)$$

2

เมื่อ O_c = องศาทางไฟฟ้า
 O_m = องศาทางกล
 P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

โดยลักษณะทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ จะถูกออกแบบให้ขั้วแม่เหล็ก เป็นโรเตอร์ (Rotor) โดยโรเตอร์นี้จะถูกขับเคลื่อน (ส่วนที่เคลื่อนที่) ด้วยคันกำลัง อย่าง เครื่องยนต์ดีเซล กังหันน้ำ กังหันลม หรือกังหันแก๊ส สำหรับส่วนที่อยู่กับที่ คือ ขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สร้างแรงดันไฟฟ้า (กำเนิดไฟฟ้า) จะติดอยู่บนโครงซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่ (ไม่เคลื่อนที่) หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) และส่วนที่ต่อเคลื่อนที่ เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

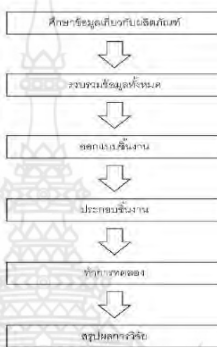
4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

กระบวนการวิจัยนี้ ได้กำหนดวิธีการดำเนินการและขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยใช้หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับโดยนำเอาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

เครื่องปรับอากาศที่ได้มีการคิดแปลง โรเตอร์และสเตเตอร์ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น และนำผลึกกึ่งตัวนำมาติดตั้งกับไบพัสพลาสติกชนิด 3 ไบพัส โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ไบพัสขนาด 16" และ 18" และแบ่งเป็นการเก็บข้อมูลและเก็บผลการทดลองด้วยวิธีการที่เหมือนกันด้วยการประกอบไบพัสเข้ากับผลึกกึ่งตัวนำและเว้นระยะห่างระหว่างตัวผลึกกึ่งตัวนำและคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ 10 ซม. และ 15 ซม. เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลองตามลำดับต่อไป โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4.2 ศึกษาทฤษฎีและพัฒนาผลึกกึ่งตัวนำ

นำมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศที่วางจำหน่ายแล้วมาทำการบัดกรีแผงวงจรอินเวอร์เตอร์ออกจากจุดกำเนิดไฟฟ้าจากนั้นนำสายไฟฟ้าบัดกรีเข้ากับจุดกำเนิดไฟฟ้า โดยจะแบ่งเป็น 3 จุดดังภาพที่ 4 ทำให้เกิดเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ชนิด 3 เฟส ตามหลักการที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและมีส่วนประกอบของส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) และ ส่วนที่อยู่กับที่หรือ สเตเตอร์ (Stator) ดังภาพที่ 4

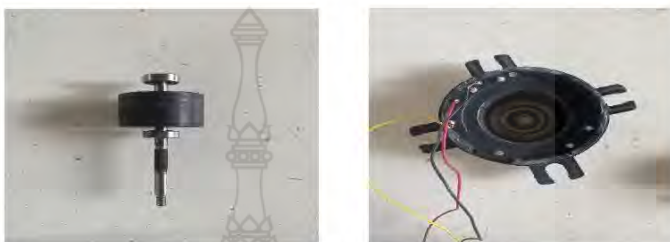


ภาพที่ 3 แสดงถึงมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ของเครื่องปรับอากาศและตำแหน่งการบัดกรีและจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้า

จากนั้นประกอบส่วนที่เป็น โรเตอร์เข้ากับส่วนที่เป็น สเตเตอร์และทำการปิดฝาพร้อมซิลิโคนระหว่างรอยต่อให้สนิทด้วย Silicone เพื่อป้องกันน้ำและสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในผลึกกึ่งตัวนำ หลังจากนั้นทำการทดสอบผลึกกึ่งตัวนำ

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

โดยการใช้ Clamp Meter ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า โดยตั้งค่า Clamp Meter ไปที่ การวัดค่ากระแสไฟฟ้าแบบ สลับและทำการทดลองหมุนส่วน โรเตอร์ด้วยมือเพื่อตรวจสอบค่าแรงดันกระแสไฟฟ้าว่าผลิตภัณฑ์มีความสมบูรณ์และสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้หรือไม่



ภาพที่ 4 แสดงถึงส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) และ สเตเตอร์ (Stator)

4.3 เครื่องมือวิจัย

การเก็บข้อมูลของความเร็วลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศตามขอบเขตเวลาของงานวิจัย โดยใช้ Anemometer ในการเก็บข้อมูลของความเร็วลม โดยทำการเก็บข้อมูลที่ระยะห่าง 10 ซม. และ 15 ซม. ตามลำดับ และทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าด้วย Clamp Meter เพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังการติดตั้งผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ส่งผลให้การใช้งานปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือไม่



ภาพที่ 5 แสดงถึงการเก็บข้อมูลความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า โดยใช้ Anemometer และ Clamp Meter

จากการใช้ Anemometer และ Clamp Meter ในการเก็บข้อมูล โดยทำการวัดในระยะห่างที่ 10 ซม. และ 15 ซม. โดยควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากันในทุกช่วงเวลาทำการวัดผลทดลอง (25°C)

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564



ภาพที่ 7 แสดงการเก็บประกอบโครงเหล็กและอุปกรณ์เข้ากับเครื่องระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

ทำการบันทึกข้อมูลและนำผลการทดลองไปใส่ในตารางตามขอบเขตและระยะเวลาที่กำหนดเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลในการทดลอง โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นสองตาราง คือระยะห่าง 10 ซม. และ 15 ซม. โดยปัจจัยหลักในการเก็บข้อมูลคือ แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากหม้อแปลงระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ชุด โดยทำการติดตั้งใบพัด ขนาด 16" และ 18" ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดใบพัดว่าเป็นตัวแปรสำหรับการผลิตแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ จากนั้นเก็บข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพื่อเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศระหว่างการติดตั้งหม้อแปลงและไม่ได้ทำการติดตั้งหม้อแปลงที่มีผลต่างกันอย่างไร โดยนำค่าปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 1 ซึ่งเก็บข้อมูลของปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนการติดตั้งหม้อแปลงหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงระบายความร้อน ของเครื่องปรับอากาศ เพื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้ง จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ทั้งสองตารางมาสรุปผลการวิจัยเพื่อหาข้อแตกต่างของการติดตั้งหม้อแปลงต่อไป

5. ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากหม้อแปลงและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16" และ 18" โดยติดตั้งหม้อแปลงห่างจากหม้อแปลงระบายความร้อน 10 ซม.

เวลา	ระยะที่ทำการติดตั้งหม้อแปลง 10 ซม.			
	ใบพัดขนาด 16"		ใบพัดขนาด 18"	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากหม้อแปลง (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากหม้อแปลง (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	51.8	6.28	58.4	6.32
9.00	51.4	6.78	57.8	6.74
10.00	51.9	6.92	59.4	6.98
11.00	50.9	7.04	60.5	7.01
12.00	52.1	7.02	61.2	6.98
13.00	50.7	6.92	59.8	6.94
14.00	50.8	6.98	57.9	6.96
15.00	51.2	6.96	58.5	6.98
16.00	51.3	7.01	59.3	7.00
17.00	50.9	6.94	58.2	6.97
เฉลี่ย	51.3	6.885	59.1	6.888

2252

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 10 ซม. โดยใบพัดขนาด 16" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เฉลี่ย 51.3 V และใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.885 A และใบพัดขนาด 18" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 59.1 V ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.888 A

จากนั้นทำการทดลองอีกครั้งโดยการติดตั้งผลิตภัณฑ์ที่ระยะห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม. และเก็บผลการทดลองโดยแบ่งเป็นใบพัดขนาด 16" และ 18" ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16" และ 18" โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม.

ระยะที่ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ 15 ซม.				
เวลา	ใบพัดขนาด 16"		ใบพัดขนาด 18"	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	34.8	6.34	41.8	6.42
9.00	35.4	6.74	41.4	6.77
10.00	35.8	6.88	4.18	6.84
11.00	36.2	7.04	42.0	7.03
12.00	35.8	7.04	41.9	7.01
13.00	36.0	6.98	41.4	6.98
14.00	35.4	6.96	41.4	6.94
15.00	35.7	6.94	41.2	6.96
16.00	35.8	7.02	42.0	7.02
17.00	36.1	6.98	41.6	7.01
เฉลี่ย	35.7	6.892	41.65	6.898

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระยะห่าง 15 ซม. โดยใบพัดขนาด 16" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เฉลี่ย 35.7 V และใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.892 A และใบพัดขนาด 18" สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 41.65 V ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.898 A

6. อภิปรายผล

จากตารางผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด โดยติดตั้งใบพัดขนาด 18" และมีระยะห่างอยู่ที่ 10 ซม. สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากผลิตภัณฑ์ได้เฉลี่ย 59.1 V และรองลงมาคือใบพัดขนาด 16" และติดตั้งที่ระยะห่าง 10 ซม. สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 51.3 V และเมื่อทำการเพิ่มระยะห่างจาก 10 ซม. เป็น 15 ซม. โดยใช้ใบพัดขนาด 16" สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 35.7 V และใบพัดขนาด 18" สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 41.65 V โดยทำการเก็บผลทดลองในระยะเวลาที่เท่ากันและมีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยโดยการทำการวัดระยะห่าง 10 ซม. ก่อนติดตั้งผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 6.903 และหลังจากติดตั้งผลิตภัณฑ์และทำการวัดผลโดยติดตั้งใบพัดขนาด 16" และ 18" มีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า 6.885 A และ 6.888 A ตามลำดับ และทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564 วันที่ 28 ตุลาคม 2564

กระแสไฟฟ้าก่อนติดตั้งผลิตภัณฑ์ทำการวัดระยะห่างที่ 15 ซม. เท่ากับ 6.888 A และหลังจากการติดตั้งผลิตภัณฑ์ในระยะห่างที่ 15 ซม. โดยติดตั้งใบพัดขนาด 16" และ 18" ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6.892 A และ 6.898 A ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองแสดงผลได้ว่า ผลิตภัณฑ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศไม่ส่งผลให้เกิดการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยจากการทดลองและทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ 3 ปัจจัยคือ ความเร็วลม ระยะห่างของการติดตั้งผลิตภัณฑ์ และพื้นที่หน้าตัดของใบพัด จากการเก็บข้อมูลและการทดลองสรุปผลได้ว่าระยะและขนาดของใบพัดที่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้คือ ใบพัดขนาด 18" โดยติดตั้งที่ระยะห่าง 10 ซม. จะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าจากผลิตภัณฑ์ได้สูงสุดอยู่ที่ 61.2 V ในเวลา 12.00 น.

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- (1) งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาและต่อยอดได้โดยการนำอุปกรณ์ติดตั้งเข้ากับเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่และมีความเร็วลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่มากกว่าผลการวิจัยนี้
- (2) ทำการออกแบบวงจรเพื่อนำไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้จากผลิตภัณฑ์แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อความสะดวกในการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ดับบลิวเอสส์ จำกัด บริษัท MTK จำกัด และ คุณรังสรรค์ กัลลแก้ว ที่สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านพื้นที่และอุปกรณ์ในการทดลองรวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ จึงทำให้ผลการทดสอบสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] บรรจง จันทมาศ. (2556). *ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ*. สำนักพิมพ์ หส.ส.ท.
- [2] ชุมพล อัครเสน. (2558). *ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] ชนพันธ์ พรหมราช. (2557). *เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ*. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [4] มูฮัมมัดกาแม มะแซ. (2555). *การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่าย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาเทคโนโลยีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- [5] ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ. (2540). *ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น*. สกายบุ๊กส์.



มหาวิทยาลัยศรีปทุม

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ธนกร กาญจนถาวร

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความ

ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ออนไลน์ ครั้งที่ ๑๖
ประจำปี ๒๕๖๔



เรื่อง วิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

ขอให้มีความสุข และความสำเร็จตลอดไป

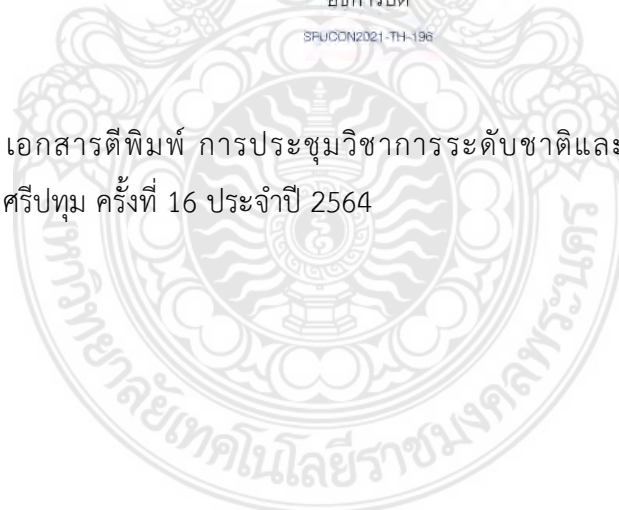
วันพฤหัสบดีที่ ๒๔ ตุลาคม ๒๕๖๔

(ดร.รัชนิพร พุคยาภรณ์ พุกกะมาน)

อธิการบดี

SPUCON2021-TH-196

ภาคผนวก ก-10 เอกสารตีพิมพ์ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัย
ศรีปทุม ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564



ภาคผนวก ข

ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตไฟฟ้าจากลมระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Method) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการวิจัยและแสดงตารางได้ดังต่อไปนี้

ประเภทของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์		จำนวน	หน่วย
1	บุคคลธรรมดา	30	คน
2	หน่วยงานภาครัฐ	15	คน
3	หน่วยงานภาคเอกชน	15	คน

ภาคผนวก ข-1 ตาราง 3.1 แสดงถึงประเภทของกลุ่มผู้สำรวจในการใช้งานผลิตภัณฑ์

ความต้องการระดับที่ 1	ความต้องการระดับที่ 2
รูปร่าง	1) มีความสวยงาม 2) มีขนาดเล็ก 3) รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย
การใช้งาน	1) สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V 2) มีอายุการใช้งานได้ยาวนาน 3) ไม่มีส่งผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าประจำเดือน
วัสดุ	1) มีความแข็งแรงทนทาน 2) ไม่สกปรกง่าย 3) มีน้ำหนักเบา 4) วัสดุไม่เป็นอันตราย
ความสะดวก	1) ทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ได้ง่าย 2) เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ 3) ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว 4) ถอดเซอร์วิสและเปลี่ยนอุปกรณ์ได้

ภาคผนวก ข-2 ตาราง 3.2 แสดงถึงความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

ลักษณะ	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

ภาคผนวก ข-3 ตาราง 3.3 ตารางแสดงถึงสัญลักษณ์และความหมายในค่าเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย

ประเภท	การคำนวณหาค่าน้ำหนักของความสำเร็จ		
บุคคลธรรมดา	$(30/60+30/60+30/60)/3$	1/2	0.50
หน่วยงานภาครัฐ	$(15/60+15/60+15/60)/3$	1/4	0.25
หน่วยงานภาคเอกชน	$(15/60+15/60+15/60)/3$	1/4	0.25

ภาคผนวก ข-4 ตาราง 3.4 ตารางแสดงการคำนวณหาน้ำหนักของความสำเร็จของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์

เวลา	ระยะ ห่าง 10 ซม.	
	ความเร็วลม(m/s)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	4.9	6.28
9.00	5.0	6.78
10.00	5.2	6.92
11.00	5.1	7.04
12.00	5.4	7.06
13.00	5.4	6.98
14.00	5.2	6.98
15.00	5.0	6.99
16.00	5.1	7.02
17.00	5.0	6.98
เฉลี่ย	5.13	6.903

ภาคผนวก ข-5 ตาราง 3.5 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 10 ซม.

เวลา	ระยะ ห่าง 15 ซม.	
	ความเร็วลม(m/s)	การใช้กระแสไฟฟ้า (A)
8.00	3.4	6.32
9.00	3.6	6.74
10.00	3.8	6.98
11.00	3.8	7.01
12.00	3.9	6.98
13.00	4.0	6.94
14.00	3.8	6.96
15.00	3.6	6.98
16.00	3.8	7.00
17.00	3.4	6.97
เฉลี่ย	3.71	6.888

ภาคผนวก ข-6 ตาราง 3.6 ตารางแสดงผลของความเร็วลมและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน โดยทำการวัดจากระยะห่างที่ 15 ซม.

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.43	0.95	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.23	0.34	ปานกลาง
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.46	0.59	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.76	0.43	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.26	0.68	ปานกลาง
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.90	0.27	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	3.90	0.27	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.30	0.55	ปานกลาง
9. มีน้ำหนักเบา	3.40	0.43	ปานกลาง
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.13	0.59	มากที่สุด
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.86	0.35	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.70	0.41	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.60	0.46	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.36	0.63	ปานกลาง

ภาคผนวก ข-7 ตาราง 4.1 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบบุคคล
ธรรมดา

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.96	0.70	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.76	0.39	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.80	0.49	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.90	0.26	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.72	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	0.30	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	0.17	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.80	0.49	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	0.49	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.10	0.61	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.66	0.38	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.96	0.42	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.90	0.61	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.83	0.48	มาก

ภาคผนวก ข-8 ตาราง 4.2 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบบุคคลธรรมดา

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.33	0.61	ปานกลาง
2. มีขนาดเล็ก	3.13	0.35	ปานกลาง
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.73	0.28	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.86	0.16	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.66	0.52	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.93	0.12	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	3.93	0.12	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.33	0.23	ปานกลาง
9. มีน้ำหนักเบา	3.40	0.24	ปานกลาง
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.80	0.37	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.60	0.35	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	4.06	0.12	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.20	0.20	มากที่สุด
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.46	0.34	มาก

ภาคผนวก ข-9 ตาราง 4.3 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบ
หน่วยงานภาครัฐ

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.53	0.50	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.40	0.40	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	4.26	0.28	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.73	0.23	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.53	0.51	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	0.16	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.06	0.12	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.73	0.21	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.33	0.23	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.06	0.38	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	4.00	0.24	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.93	0.12	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.26	0.33	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.73	0.21	มาก

ภาคผนวก ข-10 ตาราง 4.4 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาครัฐ

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	3.60	0.50	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.46	0.24	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.33	0.39	ปานกลาง
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.80	0.20	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.61	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.53	0.30	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	0.17	มาก
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	3.60	0.34	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.73	0.28	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.53	0.35	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.80	0.31	มาก
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	3.66	0.28	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	4.33	0.22	มากที่สุด
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.86	0.14	มาก

ภาคผนวก ข-11 ตาราง 4.5 ตารางผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ทำแบบทดสอบ
หน่วยงานภาคเอกชน

ความต้องการของผู้ใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. มีความสวยงาม	4.00	0.57	มาก
2. มีขนาดเล็ก	3.53	0.65	มาก
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย	3.93	0.38	มาก
4. สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.53	0.24	มากที่สุด
5. มีอายุการใช้งานยาวนาน	3.86	0.52	มาก
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.93	0.12	มากที่สุด
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.46	0.24	มากที่สุด
8. ไม่ก่อให้เกิดความสกปรก	4.06	0.10	มาก
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	0.28	มาก
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	3.80	0.44	มาก
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	4.20	0.31	มากที่สุด
12. เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้	4.00	0.17	มาก
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและรวดเร็ว	3.86	0.44	มาก
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยนอุปกรณ์ได้	3.46	0.28	มาก

ภาคผนวก ข-12 ตาราง 4.6 ตารางผลระดับความสำคัญของผู้ทำแบบทดสอบหน่วยงานภาคเอกชน

ความต้องการของ ผู้ใช้งาน	ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของระดับ ความสำคัญ			ค่าน้ำหนักความสำคัญ			ค่า IMP
	กลุ่ม บุคคล ธรรมดา า	กลุ่ม หน่วยงาน ภาครัฐ	กลุ่ม หน่วยงาน ภาคเอกชน	กลุ่ม บุคคล ธรรมดา	กลุ่ม หน่วยงาน ภาครัฐ	กลุ่ม หน่วยงาน ภาคเอกชน	
1. มีความสวยงาม	3.96	3.53	4.00	0.50	0.25	0.25	3.86
2. มีขนาดเล็ก	3.76	3.40	3.53	0.50	0.25	0.25	3.61
3. รูปทรงไม่ทำให้เกิด อันตราย	3.80	4.26	3.93	0.50	0.25	0.25	3.95
4. สามารถผลิต แรงดันไฟฟ้าได้ 15-50 V	4.90	4.73	4.53	0.50	0.25	0.25	4.77
5. มีอายุการใช้งาน ยาวนาน	3.86	3.53	3.86	0.50	0.02	0.02	3.78
6. ไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายค่า ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	4.86	4.86	4.93	0.50	0.25	0.25	4.88
7. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	4.06	4.46	0.50	0.25	0.25	4.13
8. ไม่ก่อให้เกิดความ สกปรก	3.80	3.73	4.06	0.50	0.25	0.25	3.85
9. มีน้ำหนักเบา	3.66	3.33	3.66	0.50	0.25	0.25	3.58
10. วัสดุไม่เป็นอันตราย	4.10	4.06	3.80	0.50	0.25	0.25	4.02
11. ทำความสะอาดได้ง่าย	3.66	4.00	4.20	0.50	0.25	0.25	3.88
12. เปลี่ยนตำแหน่งการ ติดตั้งได้	3.96	3.93	4.00	0.50	0.25	0.25	3.96
13. ติดตั้งง่ายสะดวกและ รวดเร็ว	3.90	4.26	3.86	0.50	0.25	0.25	3.98
14. ถอดเซอร์วิสเปลี่ยน อุปกรณ์ได้	3.83	3.73	3.46	0.50	0.25	0.25	3.71

ภาคผนวก ข-13 ตาราง 4.7 ตารางแสดงผลค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญ (IMP)

ระยะที่ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ 10 ซม.				
เวลา	ใบพัดขนาด 16”		ใบพัดขนาด 18”	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)
8.00	51.8	6.28	58.4	6.32
9.00	51.4	6.78	57.8	6.74
10.00	51.9	6.92	59.4	6.98
11.00	50.9	7.04	60.5	7.01
12.00	52.1	7.02	61.2	6.98
13.00	51.8	6.28	58.4	6.32
14.00	51.4	6.78	57.8	6.74
15.00	51.9	6.92	59.4	6.98
16.00	50.9	7.04	60.5	7.01
17.00	52.1	7.02	61.2	6.98
เฉลี่ย	51.3	6.885	59.1	6.888

ภาคผนวก ข-14 ตาราง 4.8 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 10 ซม.

ระยะที่ทำการติดตั้งผลิตภัณฑ์ 15 ซม.				
เวลา	ใบพัดขนาด 16”		ใบพัดขนาด 18”	
	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์ (V)	การใช้กระแสไฟฟ้า(A)
8.00	34.8	6.34	41.8	6.42
9.00	35.4	6.74	41.4	6.77
10.00	35.8	6.88	41.8	6.84
11.00	36.2	7.04	42.0	7.03
12.00	35.8	7.04	41.9	7.01
13.00	36.0	6.98	41.4	6.98
14.00	35.4	6.96	41.4	6.94
15.00	35.7	6.94	41.2	6.96
16.00	35.8	7.02	42.0	7.02
17.00	36.1	6.98	41.6	7.01
เฉลี่ย	35.7	6.892	41.65	6.898

ภาคผนวก ข-15 ตาราง 4.9 ตารางแสดงผลของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์และปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีใบพัดขนาด 16” และ 18” โดยติดตั้งผลิตภัณฑ์ห่างจากลมระบายความร้อน 15 ซม.

ภาคผนวก ง



อักษรวิสุทธิ



Plagiarism Checking Report

Creation #61 17, 2022 at 18:05 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
2508208	Apr 17, 2022 at 18:05 PM	tanakorn.k@nbt.go.th	สำนักงาน กสทช	ฉนกร กาญจนถาวร.pdf		

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	Application of Quality Function Deployment in Development of Products Pottery: A Case Study of Pottery Community Enterprise in Nakhon Si Thammarat Province: 1 Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 2 Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University	Rawangwong, Surasit	วารสารมหาวิทยาลัย นราธิวาสราชชนนครินทร์	1.04 %
2	แนวทางการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้าน กระทบของอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง	สิริลักษณ์ วรรณธีระเดช	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	1.02 %
3	การพัฒนากระบวนการฝึกอบรมความสามารถ สำหรับพนักงานฝ่ายผลิต ในอุตสาหกรรมผลิต ชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทปั๊มขึ้นรูป	เอกนิพัทธ์ศรี, วิษุทธิ์	วารสารวิชาการ พระจอมเกล้า พระนครเหนือ	0.87 %
4	Design and Development of Furniture Products Made from Oil Palm Trunk Using Quality Function Deployment Technique: A Case Study of Oil Palm Wooden Furniture Manufacturer, Satun Province	Rawangwong, Surasit	วารสารมหาวิทยาลัย นราธิวาสราชชนนครินทร์	0.85 %
5	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิง คุณภาพ (Quality Functional Deployment : QFD) สำหรับการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อการ ลด ต้นทุน กรณีศึกษา บริษัททางกอกแปซิฟิค สตีล	Monsicha Lertumpornpisal	สถาบันเทคโนโลยีไทย- ญี่ปุ่น	0.47 %
6	Requirements' Analysis and Design of Tsunami Preparedness Game to Support Learning with a Quality Function Deployment Technique	หลงประดิษฐ์, ปานจิตร	วารสารวิชาการ การ จัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม	0.43 %
7	การคัดเลือกยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดงาน ก่อสร้างด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิง คุณภาพ, The Selection of fast-track construction strategies by quality function deployment technique	บาริน ชมญาดิ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0.41 %
8	Product Development Using Quality Conversion Technique in the Health Industry Srinagarind Hospital With the Design of 3D Automatic Transportation Vehicles	Kanoksirirujisaya, Nunthaphan	วารสารมหาวิทยาลัย นราธิวาสราชชนนครินทร์	0.32 %
9	A FEASIBILITY STUDY OF INVESTMENT ON ELECTRICITY POWER FROM WIND TURBINE OF HOUSEHOLD	ทับเจริญ, ชุมพูนท	RMUTT Global Business and Economics Review	0.31 %

ภาคผนวก ง-1 อักษรวิสุทธิ์ ระบบตรวจสอบการลักลอบผลงานทางวิชาการ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายธนกร กาญจนถาวร
 วัน เดือน ปีเกิด 9 มกราคม 2538
 ที่อยู่ปัจจุบัน 170/59 ซอย ลาดพร้าว 58 ถนนลาดพร้าว แขวงวังทองหลาง
 เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
 โทรศัพท์มือถือ 083-595-xxxx
 E-mail tanakorn2659@gmail.com

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมศึกษาที่ 1-3	โรงเรียนสตรีวิทยา 2	2550-2552
มัธยมศึกษาที่ 4-6	โรงเรียนสตรีวิทยา 2	2552-2555
ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2556-2561
ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	กำลังศึกษา

ประวัติการทำงาน

ปีพุทธศักราช	ตำแหน่ง	บริษัท/ลักษณะงาน
2561 – 2564	วิศวกรโครงการ	บริษัท ดับบลิวเฮ้าส์ จำกัด
2565 – ปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่พัสดุ	สำนักงาน กสทช.

หน่วยงานและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่พัสดุ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) 87 พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม) แขวง สามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400