



การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์
ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

แดนไทย ไยแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ปีการศึกษา 2562



การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์
ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์

แดนไทย ไยแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



Energy Reduction of Air-Conditioning Install
the Temperature Controlled System in Condenser

Danthai Yaisaeng

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Graduate Study, Faculty of Engineering

Southeast Asia University

Academic Year 2019

Copyright by Southeast Asia University

ชื่อวิทยานิพนธ์	การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิ ที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์
ชื่อนักศึกษา	นายแดนไทย ไยแสง
รหัสนักศึกษา	6144010003
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.บุญเลิศ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



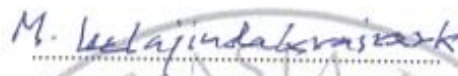
วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

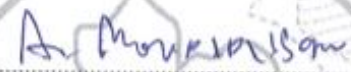
.....
(ดร.ภาณุวัฒน์ แตระกุล)

วันที่สอบ : 18 กรกฎาคม พ.ศ.2563

Thesis Title Energy Reduction of Air-Conditioning Install the Temperature
Controlled System in Condenser
Student Name Mr.Danthai Yaisaeng
Student ID 6144020003
Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Examining Committee


..... Chairman
(Assoc. Prof. Dr.Monthon Leelajindakraserk)


..... Member
(Assoc. Prof. Dr.Adisak Monpapassorn)


..... Member (Thesis Advisor)
(Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey)

This Thesis has been approved to be a Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering
Graduate Study, Faculty of Engineering


..... Dean
(Dr.Panuwat Taerakul)

Examination Date: July 18, 2020

ชื่อวิทยานิพนธ์	การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลด อุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์
ชื่อนักศึกษา	นายแคนไทย ไยแสง
รหัสนักศึกษา	6144010003
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.บุญเลิศ สือเฉย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ และประเมินผลเครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 Btu. มีกำลังวัตต์ที่ 1,850 W/hr. โดยต้องการหาวิธีที่สามารถทำให้กำลังวัตต์ของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าการใช้ไฟฟ้าลดลง การทดสอบทำโดยนำน้ำเข้าไปเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิความร้อนบริเวณแผงควบแน่น (Condenser) พบว่าสามารถลดอุณหภูมิลงได้ถึง 3-5 องศาเซลเซียส มีผลให้คอมเพรสเซอร์มีค่ากำลังวัตต์ลดลง เนื่องจากมีความร้อนลดลง การทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด จะถูกควบคุมโดยส่วนที่เป็นชุดควบคุม (Control) โดยมีหลักการทำงาน ดังนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทำให้ส่วนที่เป็นชุดพลังงานกลขับเคลื่อนให้คอมเพรสเซอร์ดูดและอัดแรงดัน ให้เกิดการควบแน่นที่แผงควบแน่น (Condenser) เมื่อมีการควบแน่น จะทำให้เกิดความร้อน และแรงดันที่สูง แต่เมื่อลดแรงดันและทำให้เกิดเป็นก๊าซที่แผ่ (Evaporator) หรือแผ่ระเหยจะทำให้เกิดความร้อน ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า กระแสไฟฟ้าและค่ากำลังวัตต์ในคอมเพรสเซอร์ มีค่าลดลงมากกว่า 20% เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบปกติ ใช้ปริมาณน้ำวนที่ 30 ลิตร โดยประมาณ เพื่อเข้าไปช่วยระบายความร้อนที่แผ่คอนเดนเซอร์ ระบบปรับอากาศทั้งหมด สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Thesis Title	Energy Reduction of Air-Conditioning Install the Temperature Controlled System in Condenser
Student Name	Danthai Yaisang
Student ID	6144010003
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Abstract

This research presents an analysis and evaluating the air conditioner size 20,397 Btu. 1,850 W/hr. The producer wanted to find a reduce the watts of the air conditioner. In order to increase the efficiency of cooling (EER) resulting in lower electricity bills according. From the experiment, could bring water to help reduce the temperature of the condenser heating panel (Condenser) found to be able to reduce the temperature up to 3-5 degrees celsius, resulting in compressors with reduced wattage due to the heat reducing. Operation of all air conditioners will be controlled by the control part, with the following working principles : Using electrical energy to make the mechanical energy drive the compressor to absorb and compress the pressure causing condensation on the condenser panel (Condenser) when condensing will cause heat and high pressure but when lowering the pressure and causing the gas to be an evaporator or evaporator. The result of the experiment shows that the current and the wattage in the compressor has a decrease of more than 20% compared to normal air conditioning systems use the amount of whirlpool at approximately 30 liters to help cool down the condenser panel all air conditioning systems able to work efficiently.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือ ทั้งในด้านวิชาการ และการดำเนินดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ สือเฉย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณามอบหมายงานวิจัยอันเป็นประโยชน์ ได้อุทิศความรู้ ความสามารถ ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

บริษัทประเสริฐศักดิ์แอร์ เซอร์วิส ที่สนับสนุนด้านอุปกรณ์ สถานที่ ให้คำปรึกษาแนะนำ จนสำเร็จลุล่วงไป ได้ด้วยดี

คณาจารย์ประจำหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ทุกท่านที่ให้ความรู้จากการเข้าเรียนในรายวิชบัณฑิตศึกษา ถ่ายทอดประสบการณ์อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

เพื่อน พี่ น้อง หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดเวลาที่ผู้วิจัยได้ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์แห่งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ขอขอบคุณครอบครัว พี่ชาย พี่สาว และน้องชาย ที่สนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

แดนไทย ไยแสง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
 บทที่ 1 บทนำ.....	 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
 บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 4
2.1 เครื่องปรับอากาศ.....	4
2.2 พลังงานไฟฟ้า.....	23
2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC).....	32
2.4 Timer	38
2.5 Relay.....	40
2.6 เทอร์โมคัปเปิ้ล	44
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
 บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	 52
3.1 ออกแบบระบบ.....	52
3.2 สร้างระบบ	59
3.3 ขั้นตอนการทดลอง.....	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การวางแผนการทดลองในงานวิจัย.....	63
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการอภิปราย.....	64
4.1 ผลการทดสอบ	64
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	73
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	75
5.1 สรุป.....	75
5.2 ข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	77
ภาคผนวก ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	78
ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์.....	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเลือกขนาดบีทียู.....	13
2.2 การประมาณการค่าไฟ/เดือน.....	13
2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งาน PLC และระบบรีเลย์ในการควบคุม.....	34
2.4 แสดงการจำแนกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....	36
2.5 แสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน Type ต่าง ๆ	45
2.6 แสดงสภาวะแวดล้อมในการใช้งานเทอร์โมคัปเปิล	45
2.7 แสดงคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิล	47
2.8 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแต่ละแบบ	48
2.9 ย่านการใช้งาน และคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละแบบ	49
3.1 ตารางเปรียบเทียบค่าต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติและแบบลดอุณหภูมิ	62
3.2 ตารางเปรียบเทียบค่ากระแสและค่ากำลังไฟฟ้า	62
4.1 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 1	64
4.2 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 2	66
4.3 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 3	68
4.4 การเปรียบเทียบค่ากระแสและค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบ	70
4.5 การเปรียบเทียบค่ากระแสและค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ เวลา 8 ชม.....	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 อุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) หรือ คอยล์ร้อน (Condensing Unit ; CDU).....	2
2.1 เครื่องทำความเย็นชนิดอัดไอ ชนิดความเร็วช้า	5
2.2 เครื่องทำความเย็นแบบดูดละลายหรือดูดซึม	5
2.3 อาคาร Stock Exchange New York	6
2.4 Willis Haviland Carrier	7
2.5 เครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง (Wall type)	8
2.6 เครื่องปรับอากาศแบบตั้ง-แขวน (Ceiling/floor type).....	9
2.7 เครื่องปรับอากาศแบบตู้ตั้ง (Package type).....	9
2.8 เครื่องปรับอากาศแบบฝังฝ้าเพดาน (Built-in type).....	10
2.9 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window type)	10
2.10 เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ (Movable type).....	11
2.11 โครงสร้างของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	15
2.12 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	16
2.13 วงจรเรกติไฟเออร์ หรือวงจรเรียงกระแส (Rectifier circuit).....	18
2.14 มอเตอร์พัดลมเครื่องภายนอก (Fan motor outdoor unit)	19
2.15 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอินเวอร์เตอร์กับระบบธรรมดา.....	19
2.16 การเช็คทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ	23
2.17 อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าช่วยอำนวยความสะดวก.....	24
2.18 ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสี.....	24
2.19 องค์ประกอบของโวลตาอิกเซลล์ (Voltaic Cell)	25
2.20 ไฟฟ้าที่นำเอามาใช้ได้จริง เช่น แบตเตอรี่ ถ่าน.....	25
2.21 ไฟฟ้าเกิดจากความร้อน.....	26
2.22 เทอร์โมคัปเปิล.....	26
2.23 รูปร่างของเซลล์แสงอาทิตย์	27
2.24 ไฟฟ้าเกิดจากแรงกดดัน	28
2.25 ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็ก	28
2.26 หลักการเกิดไฟฟ้าสถิต.....	29
2.27 รูปคลื่นของไฟฟ้ากระแสตรงประเภทสม่ำเสมอ (Steady D.C.).....	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.28 รูปคลื่นของไฟฟ้ากระแสตรงประเภทไม่สม่ำเสมอ (Pulsating D.C)	30
2.29 รูปคลื่นไซน์ของไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current หรือ A.C.).....	31
2.30 PLC Mitsubishi Fx1s	35
2.31 เครื่อง CNC ที่ควบคุมด้วย PLC.....	38
2.32 General Timer.....	39
2.33 Twin Timer	39
2.34 Timer เฉพาะแบบ	40
2.35 Timer แบบดิจิทัล.....	40
2.36 รีเลย์และสัญลักษณ์.....	41
2.37 ส่วนประกอบของรีเลย์.....	42
2.38 กราฟแสดงความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่าง ๆ ..	48
3.1 การออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด	52
3.2 แลตเตอร์ไคอะแกรม PLC ควบคุมการรดน้ำ	53
3.3 โพลาร์ชาร์ตแสดงการทำงานของ PLC ควบคุมการรดน้ำระบายความร้อน	54
3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม	55
3.5 คอยล์เย็น เครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 BTU.	55
3.6 คอยล์ร้อน เครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 BTU.	56
3.7 สปริงเกอร์ฉีดพ่นน้ำ.....	56
3.8 Capacitive Proximity Sensor.....	56
3.9 Pump 12 V.....	57
3.10 Solenoid ยี่ห้อ SAZN Model 2W-160-10 24VDC	57
3.11 Digital Multimeter	57
3.12 PLC Mitsubishi รุ่น Fx1s	58
3.13 OMRON TIMER รุ่น H5CX	58
3.14 Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น G6B-1114P –FD-US-P6B 24 VDC	58
3.15 MEAN WELL Switching Power Supply รุ่น T-100D 50/60Hz.....	59
3.16 FUJI Auto Breaker รุ่น SA32C	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.17 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้คอนโทรล	60
3.18 การติดตั้งอุปกรณ์บริเวณถังเก็บน้ำ	60
3.19 การต่อสปริงเกอร์เข้ากับปั้มน้ำแรงดันสูง	61
3.20 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ	61
3.21 การทดสอบระบบทั้งหมด	62
3.22 ติดตั้งเครื่องมือวัดบริเวณคอยล์เย็น	62
4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 1	65
4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 2	67
4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 3	69
4.4 การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)	71
4.5 การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 8 ซม. (W)	72
4.6 แสดงการลดภาระงานของคอมเพรสเซอร์	73

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้ชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการใช้ไฟฟ้าในสถานที่พักอาศัย มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแสงสว่าง ทำอาหาร ทีวี พัดลม เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ใช้ในการขนส่งโดยเฉพาะการสื่อสารต่าง ๆ แม้กระทั่งการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมทุกประเภทและการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ก็ล้วนใช้ไฟฟ้าเป็นตัวประกอบ ที่สำคัญยิ่งเช่นเดียวกัน โดยไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท เช่น ด้านคมนาคม ด้านการสื่อสาร ด้านการแพทย์ ด้านเกษตรกรรม และด้านคุณภาพชีวิต เป็นต้น

เครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามากถึง 60% ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศเองก็หาวิธี ในการผลิตเครื่องปรับอากาศ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานให้มากที่สุด เช่น เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เครื่องปรับอากาศที่ลดรอบการทำงาน (คอมเพรสเซอร์) หรือการพัฒนาเทคโนโลยี ควบคุมระบบคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ โดยเปลี่ยนจากสวิตช์เปิด-ปิด เป็นแบบดิจิตอลไร้สาย ล้วนแต่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น การที่ใช้น้ำมาช่วยในการระบายความร้อน ของแผงควบแน่น (Condenser) แทนมอเตอร์พัดลม ก็เพื่อลดกำลังวัตต์ เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยลดพลังงานลงได้

งานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลและออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ขึ้นมา พบว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด จะถูกควบคุมโดยส่วนที่เป็นชุดควบคุม (Control) โดยมีหลักการทำงาน ดังนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทำให้ส่วนที่เป็นชุดพลังงานกลขับเคลื่อนให้คอมเพรสเซอร์ ดูดและอัดแรงดันให้เกิดการควบแน่นที่แผงควบแน่น (Condenser) เมื่อมีการควบแน่น จะทำให้เกิดความร้อน และแรงดันที่สูง แต่เมื่อลดแรงดันและทำให้เกิดเป็นก๊าซที่แผ่ (Evaporator) หรือแผ่ระเหยจะทำให้เกิดความเย็น เมื่อทดสอบใช้งานจริงและนำผลจากการทดสอบมาเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องปรับอากาศในระบบปกติ เพื่อนำผลจากการวิจัยในครั้งนี้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบและใช้งานเครื่องปรับอากาศให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อน
- 1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับลดอุณหภูมิความร้อน
- 1.2.3 เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ลดความร้อน

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

คอยล์ร้อน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว โดยการใช้พัดลมดูดอากาศระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นในแผงคอยล์ร้อน ซึ่งอุปกรณ์นี้มีการใช้พลังงานประมาณ 10% ไปกับพัดลมระบายความร้อน



ภาพที่ 1.1 อุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) หรือ คอยล์ร้อน (Condensing Unit ; CDU)

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของ สิ่งที่ป้อนเข้าไป (Input) กับสิ่งที่จ่ายออกมา (Output) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1.1)$$

สำหรับคำว่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้น โดยทั่วไปเรามักกล่าวแทนด้วย ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER ; Energy Efficiency Ratio) ซึ่งสามารถแสดงในเชิงของสมการได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (EER)} = \frac{\text{Btu./hr}}{\text{W}} \quad (1.2)$$

หรือค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ อาจแสดงในอีกรูปแบบหนึ่งที่มีมักเป็นที่นิยมใช้ คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อตันความเย็น ที่ทำได้ โดยที่ 1 ตันความเย็น เท่ากับ 12,000 บีทียู/ชั่วโมง

$$\frac{kW}{T} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)}}{\text{ตันความเย็นที่ทำได้ (Tr)}} \quad (1.3)$$

จากหลักการทำงานของคอนเดนเซอร์ และสมการทั้ง 3 ข้อที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้จัดทำจึงตั้งสมมุติฐานว่า หากสามารถนำน้ำเข้าไปช่วยลดอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นขณะคอนเดนเซอร์ทำงาน จะสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้า และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้เพิ่มขึ้นได้

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.4.1 ลดอุณหภูมิระหว่างเปิดใช้งานของคอยล์ร้อนได้ในช่วงระหว่าง 3-5 องศาเซลเซียส
- 1.4.2 ลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเปิดเครื่องปรับอากาศลงได้

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

ใช้วิธีการทดลองโดยการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ หลังจากนั้นจะทำการทดสอบและเก็บผลการทดลองโดยการวัดกระแส แรงดัน ค่าพลังงานไฟฟ้า และอุณหภูมิ ด้วยเครื่องมือวัดดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) นอกจากนี้ยังมีการควบคุม อุณหภูมิ และเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิและเวลาที่เท่ากันขณะทำการทดลอง ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะทำการวิเคราะห์ ข้อมูลดังกล่าวเพื่อสรุปผลที่เกิดขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขณะเปิดเครื่องปรับอากาศลงได้
- 1.6.2 สามารถลดรายจ่ายในส่วน of ค่าไฟลงได้
- 1.6.3 สามารถนำวิธีการปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้าง
- 1.6.4 สามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการสร้างชุดลดอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์

บทที่ 2

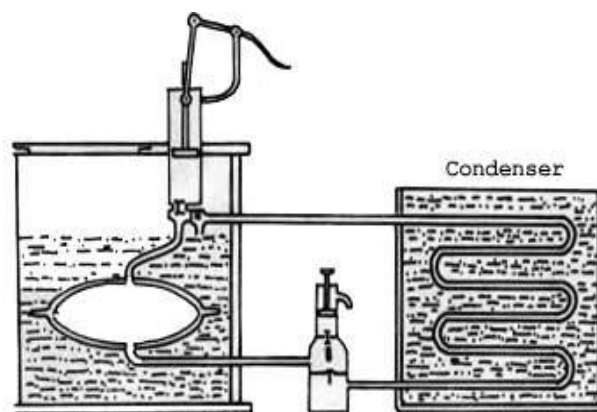
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้ผู้จัดทำได้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิความร้อนของเดนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ตลอดจนหลักการทำงาน การบำรุงรักษา และการนำความรู้พื้นฐานทางด้าน PLC มาใช้ควบคุมระบบน้ำ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องปรับอากาศ

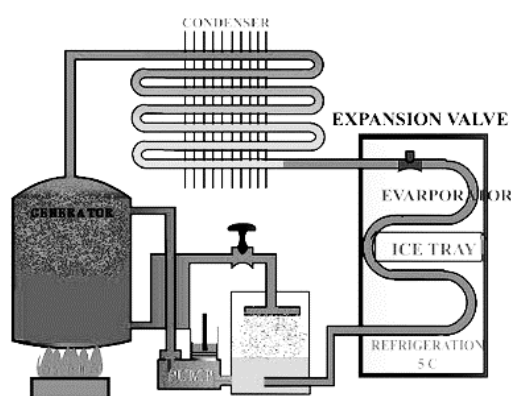
2.1.1 ประวัติและความเป็นมาของเครื่องปรับอากาศ มนุษย์เรียนรู้วิธี ที่จะถนอมอาหารให้เก็บไว้กินในมือต่อไปโดยการนำไปเก็บไว้ในที่ ที่มีอุณหภูมิต่ำมาเป็นเวลานานแล้ว เริ่มแรกในอดีตมนุษย์ไม่รู้จักการเก็บอาหารไว้กินในมือต่อไป อาหารที่นำมากินในแต่ละมือ จึงหามากินในแบบมือต่อมือ ทำให้เราได้รู้ว่มนุษย์ในอดีตต้องอยู่อยู่กับการหาอาหารมากินในแต่ละมือ ตามหลักฐานและข้อมูลทางวิชาการที่มีการบันทึกไว้ กล่าวถึงจุดเริ่มต้นที่มนุษย์ในสมัยโบราณ เริ่มรู้ถึงวิธีการเก็บอาหารให้คงสภาพได้ดีที่สุด คือวิธีการดึงความร้อน ออกจากอาหารหรือการนำเอาอาหารไปเก็บไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเกิดจากการที่มนุษย์ยุคก่อนๆล่าสัตว์มากินเป็นอาหารในช่วงฤดูหนาวแล้วกินไม่หมด จึงทิ้งไว้บนพื้นที่มีหิมะปกคลุม วันรุ่งขึ้นจึงพบว่าอาหารที่กินในเมื่อวาน ไม่เน่าเสีย ยังคงสภาพไว้เช่นดังเมื่อวาน นั่นจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่มนุษย์รู้จักการกักเก็บอาหารให้คงสภาพโดยการลดอุณหภูมิให้แก่อาหาร จึงอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นวิวัฒนาการขั้นพื้นฐาน ที่เป็นจุดก่อกำเนิดเครื่องทำความเย็นในปัจจุบัน

2.1.1.1 จุดกำเนิดของเครื่องทำความเย็น เมื่อน้ำแข็งจากธรรมชาติได้รับความต้องการเป็นจำนวนมาก ประกอบกับการขนส่งทำได้ไม่ครอบคลุมซึ่งยากแก่การที่จะขนส่งน้ำแข็งจากธรรมชาติเข้าถึงดินแดนที่ห่างไกลออกไปมาก รวมทั้งด้านความไม่สะดวกและราคาน้ำแข็งที่แพงมาก มนุษย์จึงเริ่มคิดค้นอุปกรณ์ที่จะมาใช้ในการทำความเย็น เพื่อที่จะสามารถรองรับความต้องการในการบริโภคน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนในปี ค.ศ. 1790 โทมัส ฮาร์ริส และ จอห์น ลอง ได้มีการจดทะเบียนเครื่องทำความเย็นเป็นเครื่องแรกของโลก ที่ประเทศอังกฤษ และอีก 3 ปีต่อมา จอคอมเปอร์กิน ชาวอเมริกันได้ประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นเป็นเครื่องแรก และเป็นเครื่องทำความเย็นชนิดอัดไอ ชนิด ความเร็วช้า โดยที่ตัวเครื่องอัด (COMPRESSOR) ใช้มือโยก แทนการใช้เครื่องยนต์ ใช้น้ำหล่อเย็นที่เครื่องควบแน่น และใช้ลิ้นแบบถ่วงน้ำหนักเป็นตัวควบคุมการไหลของสารทำความเย็น และใช้สารทำความเย็นชนิด อีเทอร์



ภาพที่ 2.1 เครื่องทำความเย็นชนิดอัดไอ ชนิดความเร็วช้า

ในปี ค.ศ. 1851 ดร. จอห์น กอร์รี่ ได้มีการจดทะเบียนเครื่องทำน้ำแข็งโดยมีการใช้อากาศเป็นสารทำความเย็น แต่ก็ได้ประสบกับปัญหาหลายอย่างมากมาย และที่อุณหภูมิสูงยังเกิดระเบิดอีกด้วย ศาสตราจารย์ เอซี ทวินนิง ชาวอเมริกัน ได้มีการปรับปรุงโดยใช้ ซัลฟูริกอีเทอร์ และมาประสบความสำเร็จเมื่อ ค.ศ. 1853 โดย ดร. เจม ฮาร์สัน ชาวออสเตรเลีย เมื่อปี 1860 ได้ติดตั้งเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเครื่องแรกของโลก ในปี ค.ศ. 1872 เฟอร์ดินันด์ แครรี่ ได้สร้างเครื่องทำความเย็นแบบดูดละลายหรือดูดซึม ขึ้นเป็นครั้งแรก ในระบบประกอบไปด้วย อีวาปอเรเตอร์ เครื่องควบแน่น เย็นเนอเรเตอร์ ปัมป์และตัวดูดน้ำยา ใช้แอมโมเนีย เป็นสารทำความเย็น และได้มีการคิดค้นการใช้เครื่องอัดเพื่อทดแทนเครื่องอัดแบบมือโยก แต่ก็ยังหมุนได้ช้าเพราะว่า ใช้เครื่องอัดที่เป็นไอน้ำ ซึ่งมีความเร็วประมาณ 50รอบ/นาที ซึ่งถือว่าเร็วมากที่สุดในสมัยนั้น



ภาพที่ 2.2 เครื่องทำความเย็นแบบดูดละลายหรือดูดซึม

ในช่วงประมาณราวปลายศตวรรษที่ 19 ไปจนถึงช่วงต้นศตวรรษที่ 20 วิวัฒนาการด้านระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ เข้าสู่ยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงและเจริญขึ้นมาอย่างรวดเร็ว วิทยาการด้านระบบการทำความเย็นและระบบปรับอากาศ ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างไม่หยุดนิ่ง และประสบความสำเร็จ ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆมากมาย วิวัฒนาการและเทคโนโลยีใหม่ๆในด้านระบบเครื่องทำความเย็น ที่เกิดขึ้นในยุคศตวรรษที่ 19 และ 20 ได้ก่อให้เกิดสิ่งอำนวยความสะดวกขึ้นมาหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น ปี 1890 มีการสร้างโรงจักรของเครื่องทำความเย็น แบบ De La Vergene ที่มีกำลังการทำความเย็นได้มากถึง 220 ตัน นับว่าเป็นการประสบความสำเร็จในวงการอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยเครื่องทำความเย็นของยุคนั้น

ปี 1904 อาคาร Stock Exchange New York ติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศ ขนาดใหญ่ถึง 450 ตัน ถือเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในยุคเริ่มแรก ของวงการเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.3 อาคาร Stock Exchange New York

ปี 1904 โรงภาพยนตร์ชื่อดังขนาดใหญ่ ในประเทศเยอรมัน ก็ยังมีการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศ ขนาดใหญ่ถึง 450 ตัน

ปี 1905 Gardner T. Vdorhees ได้ทำการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ คอมเพรสเซอร์ Multiple Effect

ปี 1911 คอมเพรสเซอร์ที่เคยมีความเร็วช้า ได้รับการพัฒนาให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น สูงถึง 900 รอบ/นาที

ปี 1910 เริ่มมีการคิดค้นผลิตภัณฑ์เย็นตู้แช่สำหรับครัวเรือนออกวางจำหน่าย ชนิดทำงานโดยอาศัยแรงคน ออกวางจำหน่ายครั้งแรก ปี 1913

ปี 1915 ได้มีการคิดค้นและทดสอบ สร้างระบบเครื่องทำความเย็นที่ใช้คอมเพรสเซอร์ 2 ชุด ในระบบเดียว จนสำเร็จ นำมาใช้งานและออกจำหน่ายได้ใน ปี 1940

ปี 1918 บริษัท Kelvinator เป็นรายแรกที่ผลิตตู้เย็นแบบอัตโนมัติ ออกสู่ตลาดจำนวน 67 เครื่อง

ปี 1920 บริษัท Kelvinator เพิ่มกำลังผลิตขึ้น ตามความต้องการของผู้ใช้ อีกหลายเครื่อง หลังจากคิดค้นและทดลองมาเป็นระยะเวลา 11 ปี General Electric ได้ทำการผลิตมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิทออกวางจำหน่าย ในปี 1926

ปี 1940 มีผู้เริ่มคิดค้นระบบการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบโรตารีที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเพียงตัวอย่างบางส่วน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาของวงจรระบบปรับอากาศ มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่ง เพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุด

ระบบเครื่องทำความเย็นในยุคเริ่มต้นของโรงงานน้ำแข็งแห่งแรกในประเทศไทย มิได้มีการนำมอเตอร์ไฟฟ้ามาเป็นส่วนต้นกำลังในการขับเคลื่อนให้เครื่องดูดอัดสารทำความเย็น (คอมเพรสเซอร์) เหมือนในปัจจุบัน แต่ใช้เครื่องยนต์เป็นส่วนต้นกำลังในการขับเคลื่อนเครื่องดูดอัดสารทำความเย็น ซึ่งใช้แอมโมเนียเป็นตัวกลางในการทำความเย็น

2.1.1.2 จุดเริ่มต้นจนมาเป็นเครื่องปรับอากาศ สำหรับภาคครัวเรือนสำหรับ
เครื่องปรับอากาศที่เราใช้งานกันในบ้านพักอาศัย หรือที่เรียกกันว่าแอร์บ้านนั้น นับว่าเป็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ที่ผลิตเพื่อใช้งานกันภายในภาคครัวเรือน เครื่องปรับอากาศภายในอาคารบ้านเรือน ที่เรามักใช้กันอยู่ในทุกวันนี้ เป็นนวัตกรรมที่มีการหยิบยืมแนวคิดมาจากระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ ที่ใช้กันในระดับอุตสาหกรรม ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณชายที่ชื่อว่า วิลลิส ฮาวิลันด์ แครร์เรียร์ (Willis Haviland Carrier) วิศวกร ชาวอเมริกัน ซึ่งเขาคือผู้ที่ประดิษฐ์เครื่องปรับอากาศเครื่องแรก ที่เป็นต้นแบบของเครื่องปรับอากาศที่เรามักใช้กันในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.4 Willis Haviland Carrier

ย้อนกลับไปเมื่อปี ค.ศ. 1902 ที่เมือง Buffalo, New York ประเทศสหรัฐอเมริกา โรงพิมพ์ภาพสีแห่งหนึ่งประสบปัญหาด้านความชื้นในอากาศ ซึ่งมีอยู่มากในบริเวณที่ทำงาน ความชื้นที่มี เป็นปัญหาใหญ่ต่อการพิมพ์ภาพสีในยุคนั้น เพราะด้วยข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยีการพิมพ์ภาพสีของยุคนั้น ทำให้เครื่องพิมพ์ไม่สามารถพิมพ์ภาพสีต่างๆออกมาได้ตามต้องการเนื่องจากความชื้นที่มีอยู่มาก ด้วยปัญหาความชื้นที่โรงพิมพ์ต้องพบเจอ ทำให้ Willis Haviland Carrier วิศวกรในขณะนั้น ได้รับมอบหมายภารกิจสำคัญในการจัดการกับความชื้นที่มี โดยแรงบันดาลใจของ Willis Haviland Carrier เกิดขึ้นเมื่อเขายืนอยู่ที่สถานีรถไฟ และในขณะนั้นมีหมอกลงจัด ทำให้เขาเกิดแนวคิดขึ้นมาจากหมอก ซึ่งคือละอองน้ำในอากาศ โดยที่น้ำจะควบแน่นแล้วมารวมตัวกันเป็นหยดน้ำเมื่อมีอากาศเย็นลง ด้วยแนวคิดที่ว่านี้เอง ทำให้เขาสร้างเครื่องจักรตัวหนึ่งขึ้นมา โดยเครื่องจักรนี้มีหน้าที่สร้างความเย็นในระดับที่เย็นจัด ที่แผงฮีววาปอเรเตอร์ เพื่อดึงเอาความชื้นที่มีอยู่ในอากาศมารวมกันที่แผงฮีววาปอเรเตอร์ แล้วทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยท้ายที่สุดหยดน้ำที่ได้จากการควบแน่นนี้จะถูกระบายออกไปทิ้ง ซึ่งอากาศภายในห้องที่ติดตั้งแผงฮีววาปอเรเตอร์ จะเป็นอากาศที่แห้ง และผลพลอยได้คือ เป็นอากาศที่เย็นด้วย อาจกล่าวได้ว่า ต้นแบบของเครื่องปรับอากาศที่เราใช้กันในทุกวันนี้ มีต้นแบบมาจากเครื่องลดความชื้นในอากาศและก็นับว่า

แบรนด์ Carrier คือแบรนด์ของเครื่องปรับอากาศรายแรกของโลก เป็นเจ้าแรกที่บุกเบิกตลาดเครื่องปรับอากาศสำหรับใช้ในครัวเรือน

2.1.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศทั่วไปที่ใช้ตามบ้านพักอาศัย และอาคารสำนักงานขนาดเล็ก ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดแบ่งได้เป็น 6 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1.2.1 แบบติดผนัง (Wall type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีรูปแบบเล็กกะทัดรัด เหมาะสำหรับห้องที่มีพื้นที่น้อย เช่น ห้องนอน ห้องรับแขกขนาดเล็ก ข้อดีคือ มีรูปแบบทันสมัย และมีให้เลือกหลากหลาย เจียบ และติดตั้งง่าย ข้อเสียคือไม่เหมาะกับงานหนัก เนื่องจากคอยล์เย็นมีขนาดเล็กส่งผลให้คอยล์สกปรก และอุดตันง่ายกว่าคอยล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า



ภาพที่ 2.5 เครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง (Wall type)

2.1.2.2 แบบตั้ง/แขวน (Ceiling/floor type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับห้องที่มีพื้นที่ตั้งแต่เล็ก เช่น ห้องนอน ไปจนถึงห้องที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น สำนักงาน ร้านอาหาร ห้องประชุม ข้อดีคือสามารถเลือกการติดตั้งได้ทั้งตั้งพื้น หรือแขวนเพดาน สามารถใช้งานได้หลากหลาย เข้าได้กับทุกสถานที่ การระบายลมดี ส่วนข้อเสียคือไม่มีรูปแบบให้เลือกมากนัก



ภาพที่ 2.6 เครื่องปรับอากาศแบบตั้ง-แขวน (Ceiling/floor type)

2.2.2.3 แบบตู้ตั้ง (Package type) เป็นเครื่องปรับอากาศ ที่มีลักษณะคล้ายตู้ มีขนาดใหญ่ และมีกำลังลมที่แรง เหมาะกับบริเวณที่มีคนเข้าออกอยู่ตลอดเวลา เช่น ร้านค้า ร้านอาหาร ข้อดีคือติดตั้งง่าย โดยสามารถตั้งกับพื้นได้เลย ไม่ต้องทำการยึดทำความเย็นได้เร็วเนื่องจากมีเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ใหญ่ ซึ่งให้กำลังลมที่แรงกว่า ข้อเสียคือเสียพื้นที่ใช้สอย



ภาพที่ 2.7 เครื่องปรับอากาศแบบตู้ตั้ง (Package type)

2.2.2.4 แบบฝังเพดาน (Built-in type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่เน้นความสวยงามโดยการซ่อน หรือฝังอยู่ใต้ฝ้าหรือเพดานห้อง เหมาะกับห้องที่ต้องการเน้นความสวยงาม โดยที่ต้องการให้เห็นเครื่องปรับอากาศน้อยที่สุด ข้อดีมีความสวยงาม โดยสามารถทำตู้ซ่อน หรือ ฝังเรียบไว้บนเพดานห้อง ส่วนข้อเสียคือติดตั้งยาก เนื่องจากต้องทำการฝังเข้าตู้ หรือเพดานห้อง การดูแลรักษาทำได้ไม่ค่อยสะดวก



ภาพที่ 2.8 เครื่องปรับอากาศแบบฝังฝ้าเพดาน (Built-in type)

2.2.2.5 แบบหน้าต่าง (Window type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่รวมทั้ง คอนเดนซิ่ง ยูนิท และ แฟนคอยล์ ยูนิท อยู่ในเครื่องเดียว ซึ่งสามารถติดตั้งโดยการฝังที่กำแพงห้องได้เลย โดยที่ไม่ต้องเดินท่อน้ำยา ดังนั้นการติดตั้งจึงต้องติดตั้งบริเวณช่องหน้าต่างหรือเจาะช่องที่ผนังแข็งแรง ข้อดีคือประหยัดพื้นที่เนื่องจากไม่ต้องใช้พื้นที่ติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิท ติดตั้งง่ายเพราะไม่ต้องเดินท่อน้ำยา ประสิทธิภาพในการทำความร้อนสูงกว่าแบบอื่นๆ เนื่องไม่มีการเดินท่อน้ำยา ทำให้ไม่มีความร้อนแทรกซึมตามท่อน้ำยา แต่ข้อเสียคือมีเสียงดังจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ และทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนของตัวเครื่องและผนัง ถ้าเครื่องมีขนาดขนาดใหญ่เกินไปจะมีปัญหาในการติดตั้ง เพราะบริเวณเพราะบริเวณช่องหน้าต่างไม่สามารถรับน้ำหนักมากได้



ภาพที่ 2.9 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window type)

2.2.2.6 แบบเคลื่อนที่ (Movable type) เป็นเครื่องปรับอากาศที่ไม่ต้องการติดตั้ง และสามารถเข็นไปใช้ได้ทุกพื้นที่ พุดง่าย ๆ ก็คือสามารถเสียบปลั๊กใช้ได้เลย ข้อดีมีขนาดกะทัดรัด ไม่ต้องติดตั้ง สามารถเข็นไปใช้ได้ทุกพื้นที่ ทั้งในห้อง และกลางแจ้ง ข้อเสียใช้กับห้องที่มีขนาดใหญ่ไม่มาก ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำกว่า เนื่องจากเป็นระบบเปิดเมื่อนำไปใช้กลางแจ้ง



ภาพที่ 2.10 เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ (Movable type)

2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

2.1.3.1 BTU (British Thermal Unit) คือ ขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยดังนี้ 1 ตันความเย็น เท่ากับ 12000 BTU/hr. เราควรเลือกขนาด BTU ให้เหมาะสมกับขนาด ของห้อง ที่จะทำการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศที่มีขนาด BTU (British Thermal Unit) เหมาะสมกับห้อง หรือเทียบได้กับอุณหภูมิความร้อนของน้ำ 1 ปอนด์ ความร้อนเพิ่ม 1 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อ 1 Btu. จะช่วยลดอัตราการสิ้นเปลืองการใช้งานเครื่องปรับอากาศควรมีฉลากเขียว ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงอุตสาหกรรม และเลือกรุ่นที่ระบุว่าเป็นรุ่นประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5 เพื่อช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานของผู้ใช้ และสามารถคำนวณค่า Btu.ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ขนาดห้อง พื้นที่ ได้ดังนี้

1. ห้องนอน ใช้อัตราส่วน 20 ตารางเมตร ต่อ 12,000 Btu. (20 : 1)

2. ออฟฟิศหรือห้องสำนักงาน ใช้อัตราส่วน 16 ตารางเมตร ต่อ 12,000 Btu. (16 :

1)หรือใช้สูตรคำนวณ โดยใช้สูตรพื้นที่ห้อง

BTU = ความกว้าง (เมตร) x ความยาว (เมตร) x ค่าตัวแปร ซึ่งค่าตัวแปรคิด ดังนี้

700-800 : สำหรับห้องนอน หรือห้องที่มีความร้อนน้อย (ห้องที่ไม่โดนแดดหรือโดนเล็กน้อย ฝ้าต่ำ หรือห้องที่ใช้แอร์ช่วงกลางคืน) 800-900 : สำหรับห้องรับแขก หรือห้องที่มีความร้อนปานกลาง - มาก (ห้องที่โดนแดด อยู่ทิศตะวันตก หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

900-1000 : สำหรับห้องออกกำลังกาย ห้องทำงาน หรือห้องที่มีความร้อนมาก หรือฝ้าสูง(ห้องที่โดนแดด อยู่ทิศตะวันตก อยู่ชั้นบนสุด หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

1000-1200 : สำหรับร้านค้า ร้านอาหารที่เปิดปิดประตูบ่อย ร้านทำผม หรือสำนักงานที่มีคนอยู่จำนวนมาก

2.1.3.2 COP (Coefficient of Performance) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำมาความเย็นของฮีทปั๊ม (Heat Pump) ซึ่งการคำนวณหาค่า COP ของฮีทปั๊ม (Heat Pump) สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ปล่อยออกมาจากเครื่องควบแน่น หรือ คอยล์ร้อน (Condenser) (ค่า Q) กับค่าพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (Compressor) (ค่า W) สูตรการคำนวณทางด้านขวาสามารถใช้ในการหาค่า COP

$$\text{COP} = \frac{|Q|}{W} \quad (2.1)$$

อีกนัยหนึ่ง ค่า COP คือ ค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน (kW) ที่ใช้ในการดูดความร้อนของฮีทปั๊ม (Heat Pump) กับพลังงาน (kW) ที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

การวัดค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (Energy Efficiency Ratio) หรือ EER คือ ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่มีหน่วยเป็น BTU/hr. โดยใช้สูตรนำขนาด Btu. หารด้วยกำลังวัตต์ ตัวอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 17,539 Btu./ชั่วโมง กำลังวัตต์ 1,545 /ชั่วโมงค่า EER อยู่ที่ 11.35 (ประสิทธิภาพ บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์) ความเย็นที่เครื่องปรับอากาศทำได้ (Output) = Btu/ชั่วโมงกำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องใช้ในการทำความเย็น (Input)

$$\text{การหาค่า EER} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2.2)$$

ตารางที่ 2.1 การเลือกขนาดบีทียู

Btu/h	ขนาดห้อง (Square meter : m.)	
	ห้องที่ไม่โดนแดด	ห้องโดนแดด
9,000	12-14	11-13
12,000	16-20	14-18
18,000	20-28	21-27
21,000	28-35	25-32
24,000	32-40	28-35
26,000	35-44	30-39
30,000	40-50	35-45
36,000	48-60	42-54
40,000	56-65	52-60
48,000	64-80	56-72
60,000	80-1,000	70-90

ตารางที่ 2.2 การประมาณการค่าไฟ/เดือน

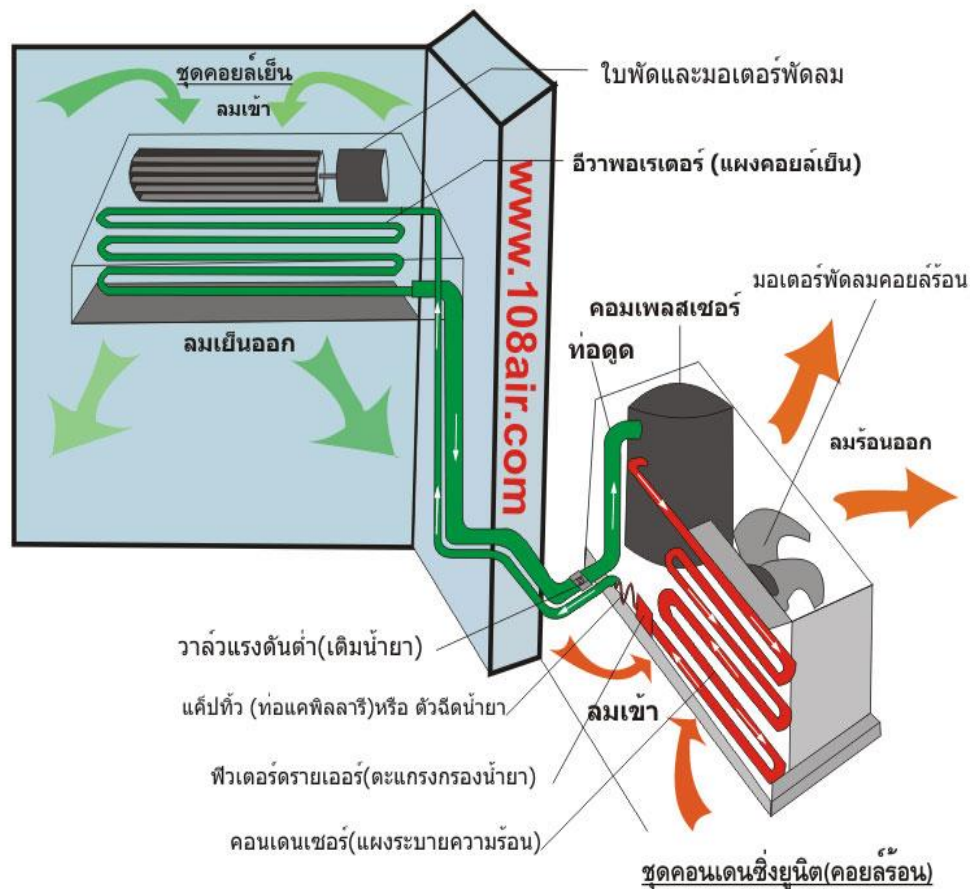
Btu/h	ประมาณการค่าไฟ/เดือน	
	EGAT 5	มอก.
9,000	450	530
12,000	600	700
18,000	850	1,000
21,000	1,100	-
24,000	1,200	1,390
26,000	1,250	1,450
30,000	1,550	1,800
36,000	1,880	2,125
40,000	2,050	2,450
48,000	-	3,000
60,000	-	3,600

2.1.3.3 ปัจจัยที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม ในการเลือกซื้อ เครื่องปรับอากาศภาระการทำความเย็น (cooling load) เป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศหรือทำความเย็น ที่ระบบทำความเย็นต้องกำจัดความร้อนนี้ออกไปจากพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. จำนวนประชากรในพื้นที่ดังกล่าว
2. แหล่งความร้อนจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบริเวณนั้น เช่น หม้อต้ม ขดลวดความร้อน หลอดไฟ เครื่องปัดฝุ่น มอเตอร์ ฯลฯ
3. ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาทางผนัง พื้นและเพดาน ด้วยการนำความร้อน (heat conduction) การแผ่รังสีความร้อน (heat radiation) และการพาความร้อน (heat convection)
4. ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญ
5. ความชื้นที่เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าว
6. การแทรกซึม/รั่วไหลของอากาศ ภาระในการทำความเย็น มีความสำคัญกับการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ทำความเย็นให้เหมาะสมกับความร้อนที่เกิดขึ้น โดยจะมีการเผื่อขนาดประมาณ 10% ของภาระการทำความเย็นเพื่อเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม อุณหภูมิภายนอกอาคารโดยทั่วไปจะอยู่ที่ 35°C อุณหภูมิภายในอาคารจะอยู่ที่ 27°C

2.1.3.4 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) มีดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ของแอร์ แอร์บ้าน ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสารทำความเย็นหรือน้ำยา (Refrigerant) ในระบบ โดยทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ และความดันสูงขึ้น
2. คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็น
3. คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำความเย็น
4. อุปกรณ์ลดความดัน (Throttling Device) ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น โดยทั่วไปจะใช้เป็น แคปิลลารีทิวบ์ (Capillary tube) หรือ เอ็กสเพนชันวาล์ว (Expansion Valve)



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระบบการทำความเย็นที่เรากำลังกล่าวถึงคือระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle) ซึ่งมีหลักการทำงานง่ายๆ คือ การทำให้สารทำความเย็น (น้ำยา) ไหลวนไปตามระบบ โดยผ่านส่วนประกอบหลักทั้ง 4 อย่างต่อเนื่องเป็น วัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) โดยมีกระบวนการดังนี้

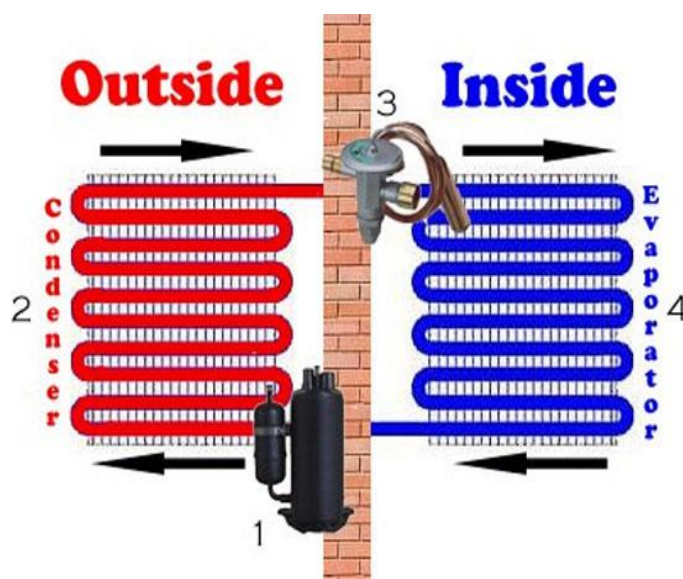
1. เริ่มต้นโดยคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นเพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิของน้ำยา แล้วส่งต่อเข้าคอยล์ร้อน
2. น้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์ร้อนโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยระบายความร้อน ทำให้น้ำยาจะที่ออกจากคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิลดลง (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ลดความดัน
3. น้ำยาที่ไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดันจะมีความดันและอุณหภูมิที่ต่ำมาก แล้วไหลเข้าสู่คอยล์เย็น (หรือที่นิยมเรียกกันว่า การฉีดน้ำยา)

4. จากนั้นน้ำยาจะไหลผ่านแผงคอยล์เย็นโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยดูดซับความร้อนจากภายในห้อง เพื่อให้อุณหภูมิห้อง ลดลง ซึ่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการหมุนเวียนน้ำยาต่อไป

หลังจากที่เรารู้การทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นแล้วก็พอจะสรุปง่ายๆได้ดังนี้

1. สารทำความเย็นหรือน้ำยา ทำหน้าที่เป็นตัวกลางดูดเอาความร้อนภายในห้อง (Inside) ออกมานอกห้อง (Outside) จากนั้น น้ำยาจะถูกทำให้เย็นอีกครั้งแล้วส่งกลับเข้าห้องเพื่อดูดซับความร้อนอีก โดยกระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดการ ทำงานของคอมเพรสเซอร์

2. คอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวในระบบที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนน้ำยาผ่านส่วนประกอบหลัก คือคอยล์ร้อน อุปกรณ์ ลดความดัน และคอยล์เย็น โดยจะเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงเกินอุณหภูมิที่เราตั้งไว้ และจะหยุดทำงาน เมื่ออุณหภูมิ ภายในห้องต่ำกว่าอุณหภูมิที่เราตั้งไว้ ดังนั้นคอมเพรสเซอร์จะเริ่ม และหยุดทำงานอยู่ตลอดเวลาเป็นระยะ ๆ เพื่อรักษาอุณหภูมิห้องให้สม่ำเสมอตามที่เรากำลังต้องการ



ภาพที่ 2.12 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

2.1.4 ระบบอินเวอร์เตอร์

เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 30-40 % จากเครื่องปรับอากาศธรรมดา (Fix speeds) ซึ่งหลักการทำงานจะแตกต่างที่ตัวคอมเพรสเซอร์เป็นหลักเนื่องจากเครื่องปรับอากาศธรรมดาจะตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์เพื่อรักษาอุณหภูมิห้องให้ได้ตามต้องการเนื่องจากความเร็วรอบคงที่แต่ถ้าเป็น

เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์ (Inverter) คอมเพรสเซอร์จะลดความเร็วรอบลงเพื่อรักษาอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการจึงทำให้เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์สามารถทำความเย็นได้เร็วมีความเย็นสบายรักษาอุณหภูมิแม่นยำและเงียบกว่า

2.1.4.1 ข้อเสียของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งหลักการทำงานและวิเคราะห์การข้อขัดข้องของระบบเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ ค่อนข้างยากและซับซ้อน ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นกรณีพิเศษ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมและเปลี่ยนอะไหล่ค่อนข้างแพง ดังนั้นทางเราซึ่งมีประสบการณ์การออกแบบระบบเครื่องปรับอากาศโรงงานโดยตรง 10 ปี ทำให้เข้าใจหลักการทำงานและวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างแน่นอน และที่สำคัญ ค่าใช้จ่ายไม่บานปลาย

2.1.4.2 ส่วนประกอบและหลักการทำงาน

1. รีโมทคอนโทรล (Remote control) จะเป็นตัวที่สั่งการทำงานเช่นอุณหภูมิและความเร็วรอบพัดลมที่ต้องการแล้วส่งสัญญาณให้กับหน่วยควบคุมเครื่องภายใน (Indoor control unit)

2. หน่วยควบคุมเครื่องภายใน (Indoor control unit) จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากรีโมทคอนโทรล เช่น อุณหภูมิที่ต้องการและความเร็วรอบพัดลมแล้วทำการประมวลผลโดยชุดประมวลผล (MCU: Micro control unit) แล้วส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุมเครื่องภายนอก (Outdoor control unit) มอเตอร์พัดลมเครื่องภายนอก (Fan motor outdoor unit) จะทำหน้าที่ในการระบายความร้อนให้แผงระบายความร้อนภายนอก (Condenser) ซึ่งปกติถ้าเครื่องปรับอากาศธรรมดาจะมีความเร็วรอบคงที่โดยจะใช้มอเตอร์กระแสสลับและจะทำงานพร้อมกับตัวคอมเพรสเซอร์แต่ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์โดยส่วนจะใช้มอเตอร์พัดลมกระแสตรงเนื่องจากสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้โดยจะควบคุมโดยชุดคอนโทรลภายนอก (Outdoor control unit)

3. คอมเพรสเซอร์กระแสตรง (DC Compressor) มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หรือ DC มอเตอร์ จะทำงานได้ต้องมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญและมีการทำงานดังนี้

วงจรเรกติไฟเออร์ หรือวงจรเรียงกระแส (Rectifier circuit) : ทำหน้าที่แปลงผันหรือเปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วงจรประกอบด้วย เพาเวอร์ไดโอด 4 ตัว กรณีที่อินพุตเป็นแบบเฟสเดียว หรือมีเพาเวอร์ไดโอด 6 ตัว กรณีที่อินพุตเป็นแบบ 3 เฟส ดังรูป (สำหรับอินเวอร์เตอร์บางประเภทจะใช้ SCR ทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ซึ่งทำให้สามารถควบคุมระดับแรงดันในวงจร ดีไซน์ก็ได้)



ภาพที่ 2.13 วงจรเรกติไฟเออร์ หรือวงจรเรียงกระแส (Rectifier circuit)

วงจรเชื่อมโยงทางดีซี (DC Link) คือวงจรเชื่อมโยงระหว่างวงจรเรียงกระแสและวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยแคปปาซิเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ พักักแรงดัน ไฟฟ้า 400 VDC หรือ 800 VDC โดยขึ้นอยู่กับแรงดันอินพุตว่าเป็นแบบเฟสเดียวหรือ 3 เฟส ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากวงจรเรียงเรกติไฟเออร์ให้เรียบยิ่งขึ้น และทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้า ขณะที่มอเตอร์ทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในช่วงสั้นเนื่องจากการเบรคหรือมีการลดความเร็วรอบลงอย่างรวดเร็ว (สำหรับกรณีที่ใช้งานกับโหลดที่มีแรงเฉื่อยมาก ๆ และต้องการหยุดอย่างรวดเร็ว จะเกิดแรงดันสูงย้อนกลับมากคร่อมแคปปาซิเตอร์และทำให้ แคปปาซิเตอร์เสียหาย ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติจะมีวงจรชอปเปอร์โดยต่อค่าความต้านอนุกรมกับทรานซิสเตอร์ และต่อขนานกับแคปปาซิเตอร์ไว้ โดยทรานซิสเตอร์จะทำให้ที่เป็นสวิตช์ตัดต่อควบคุมให้กระแสไหลผ่านค่าความต้านทานเพื่อลดพลังงานที่เกิดขึ้น

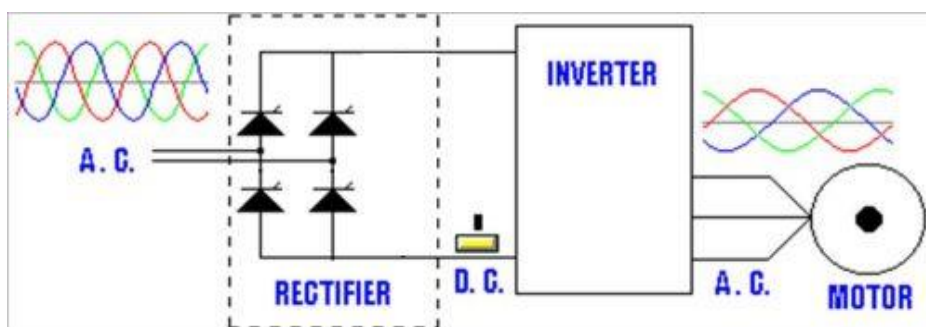
วงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) คือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงผันจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (ที่ผ่านการกรองจากวงจรดีซีลิงค์) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรจะประกอบด้วยเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์กำลัง 6 ชุด (ปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้ IGBT) ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยอาศัยเทคนิคที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ PWM (Pulse width modulation)

วงจรควบคุม (Control Circuit) จะอยู่ชุดเดียวกันกับวงจรอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่รับข้อมูลจากชุดคอลโทรลภายในควบคุมความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์ไปทำการประมวลผล และส่งนำ

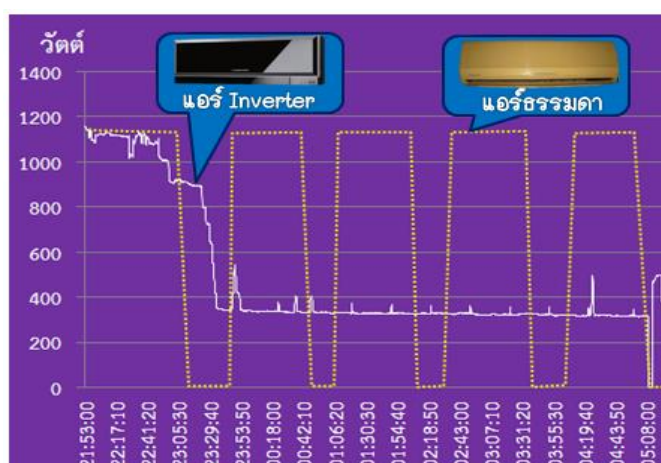
เอาท์พุทออกไปควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์เพื่อจ่ายแรงดันและความถี่ให้มีความเร็วรอบและแรงบิดตามที่ชุดคอนโทรลภายในส่งสัญญาณมา

วาล์วควบคุมความดัน (PMV: Pulse motor valve) จะทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นไปยังอีวาพอเรเตอร์เพื่อให้สอดคล้องกับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ชุดวาล์วควบคุมความดันจะถูกสั่งงานโดยชุดคอนโทรลภายนอก

มอเตอร์พัดลมเครื่องภายนอก (Fan motor outdoor unit) จะทำหน้าที่ในการระบายความร้อนให้แผงระบายความร้อนภายนอก(Condenser) ซึ่งปกติถ้าเครื่องปรับอากาศธรรมดาจะมีความเร็วรอบคงที่โดยจะใช้มอเตอร์กระแสสลับและจะทำงานพร้อมกับตัวคอมเพรสเซอร์ แต่ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์โดยส่วนจะใช้มอเตอร์พัดลมกระแสตรงเนื่องจากสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้โดยจะควบคุมโดยชุดคอนโทรลภายนอก (Outdoor control unit)



ภาพที่ 2.14 มอเตอร์พัดลมเครื่องภายนอก (Fan motor outdoor unit)



ภาพที่ 2.15 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอินเวอร์เตอร์กับระบบธรรมดา

2.1.5 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ คอยล์เย็น หรือแฟนคอยล์ยูนิต เป็นตัวที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องหรือภายในอาคาร มีส่วนประกอบย่อยที่จำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาและทำความสะอาด คือ

2.1.5.1 แผงกรองฝุ่น ในเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องจำเป็นต้องมีแผงกรองฝุ่นหรือฟिलเตอร์ เพราะฟिलเตอร์จะทำหน้าที่เป็นด่านแรกที่จะกรองอากาศโดยจะดักจับฝุ่นและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศไม่ให้ผ่านเข้าไปยังตัวแผงขดท่อคอยล์เย็น และเป่าเข้าสู่บรรยากาศภายในห้องได้อีก ฟिलเตอร์โดยทั่วไปมีใช้กันอยู่หลายชนิด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะขึ้นอยู่กับขนาด และรูปแบบของเครื่อง เช่น เป็นแบบใยสังเคราะห์สีขาวหรือดำลักษณะคล้ายเส้นด้ายในลอนมีขอบเป็นโครงพลาสติก หรือเป็นแบบใยสังเคราะห์สีดำโครงขอบเป็นเหล็กเส้นลวด หรือเป็นแบบเส้นใยอลูมิเนียมถัก (ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศบางรุ่น มีฟिलเตอร์กรองกลิ่นและควันอยู่ด้วย) เราต้องดูแลทำความสะอาดฟिलเตอร์อยู่เสมอ เพื่อไม่ให้ฟिलเตอร์อุดตันไปด้วยฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่าง ๆ เพราะถ้าฟिलเตอร์อุดตันจะทำให้ลมไม่สามารถหมุนเวียนผ่านคอยล์เย็นได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศไม่เย็น มีน้ำแข็งเกาะที่ตัวคอยล์เย็น และอาจมีน้ำหยดจากตัวเครื่องได้ เมื่อน้ำแข็งที่เกาะอยู่ละลาย โดยที่ฟिलเตอร์มีจุดประสงค์เพื่อการกรองดักจับฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ดังนั้นฟिलเตอร์จึงมีโอกาสอุดตันจากสิ่งเหล่านี้ได้มาก การล้างทำความสะอาดจึงควรทำให้อย่างน้อยครั้ง โดยดูความเหมาะสมจากสภาพแวดล้อมและการใช้งาน เช่น ถ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้อง หรือในอาคารที่มีลักษณะการทำงานที่มีฝุ่นละอองมาก เช่น ห้องเตรียมผ้าสำหรับการใช้ในการผ่าตัด ซึ่งห้องนี้จะมีฝุ่นใยผ้าเกิดขึ้นจำนวนมาก ดังนั้นการล้างฟिलเตอร์ควรต้องจะล้างทุกวัน หรืออย่างน้อยที่สุดทุกสัปดาห์ ส่วนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในสถานที่ไม่ค่อยมีฝุ่นละอองมากนัก เช่น ห้องนอน ห้องพักผ่อน หรือห้องทำงานทั่วไป ก็ควรทำความสะอาดฟिलเตอร์ทุก ๆ หนึ่งเดือน หรือสามเดือน

วิธีการล้างฟिलเตอร์ทำได้โดยใช้น้ำแรง ๆ ฉีดที่ด้านหลังของฟिलเตอร์ (ด้านที่ไม่ได้รับฝุ่น) ให้ฝุ่นและสิ่งสกปรกหลุดออก หรือถ้าฟिलเตอร์เป็นแบบเส้นใยอลูมิเนียมถัก แบบเส้นใยในลอน ก็อาจใช้แปรงที่มีขนนุ่ม เช่น แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสี ช่วยขัดฝุ่นด้วยก็ได้

2.1.5.2 แผงขดท่อคอยล์เย็น แผงขดท่อคอยล์เย็น คือตัวสร้างความเย็น มีรูปร่างเป็นเส้นท่อขดไปตามความยาวของเครื่อง และจะมีแผ่นครีบอลูมิเนียมบาง ๆ หุ้มขดท่อเหล่านั้นอยู่ แผงขดท่อจะมองเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อถอดหน้ากากส่งลม หรือหน้ากากรับลมกลับ ของเครื่องออก ที่แผงขดท่อนี้จะมีฝุ่นผงขนาดเล็กที่สามารถผ่านการกรองของฟिलเตอร์เข้ามาได้ เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ฝุ่นเหล่านี้จะจับตัวกันหนาขึ้น และอากาศจะไม่สามารถผ่านได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีผลเช่นเดียวกันกับฟिलเตอร์ตัน จึงควรมีการล้างทำความสะอาดขดท่อและแผ่นอลูมิเนียม โดยในระยะเวลาในการล้างในรอบหนึ่งปี ควรมีการล้าง 1 ครั้ง

วิธีล้างทำความสะอาดให้ใช้แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสี ปิดเอาฝุ่น ที่เกาะยึดติดอยู่ให้ออกก่อนด้วยการลากแปรงลงตามแนวร่องของแผ่นครีบอลูมิเนียม แล้วจึงค่อยเอาน้ำฉีดหรือราดเพื่อให้ฝุ่นที่เหลือหลุดตามน้ำออกมา แต่เนื่องจากฝุ่นละอองที่จับอยู่เป็นเวลานาน จะมีความเหนียวมาก บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้น้ำยาเคมีช่วยในการขจัดคราบสกปรกออก น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องเป็นแบบที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อคน และไม่ทำลายวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ เช่น แผ่นอลูมิเนียม ท่อทองแดง หรือพลาสติก ในการเอาน้ำฉีด น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องเป็นแบบที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ หรือเวลาราด ต้องระมัดระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเปียกอุปกรณ์ไฟฟ้าของเครื่อง และควรระวังไม่ให้น้ำล้นถาดรองรับน้ำของเครื่อง

2.1.5.3 ใบพัดลมคอยล์เย็น ใบพัดลมคอยล์เย็น หรือ โบลเวอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการเคลื่อนที่ของลม โดยได้กำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า ฝุ่นผงขนาดเล็กที่เล็ดลอดมาจากการดักจับของแผงกรองอากาศบางส่วน จะมาจับอยู่ที่ใบพัดลม ทำให้ร่องดักลมของใบพัดลมอุดตันไม่สามารถดักลมได้เต็มที่ การเกิดในลักษณะเช่นนี้จะทำให้ปริมาณลมเย็นที่ออกไปจากคอยล์เย็นลดลง จึงต้องเสียเวลาในการเดินเครื่องปรับอากาศนานขึ้น เพื่อที่จะให้ได้อุณหภูมิของห้องเท่าเดิม ซึ่งมีผลทำให้เสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น นอกจากฝุ่นที่เกาะตามใบพัดลมจะทำให้พัดลมส่งลมเย็นออกมาได้น้อยแล้ว อาจจะทำให้เกิดเสียงดังที่ตัวชุดคอยล์เย็นขึ้นได้ เนื่องจากฝุ่นที่จับอยู่จะไปเพิ่มน้ำหนักให้กับใบพัด ทำให้ใบพัดเสียการสมดุลในตัวเอง และเมื่อมอเตอร์หมุนจะเกิดการสั่นสะเทือนจากแรงเหวี่ยง และเกิดเสียงดังขึ้นได้ การล้างทำความสะอาดใบพัด ควรล้างไปพร้อมกับการล้างทำความสะอาดแผงคอยล์เย็น

2.1.5.4 ถาดรองรับน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้ง เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของไอน้ำในอากาศภายในห้อง น้ำที่เกิดขึ้นนี้จะไหลไปรวมกันที่ถาดรองรับน้ำ และถูกระบายทิ้งโดยผ่านทางท่อน้ำทิ้ง ที่ถาดรองรับน้ำทิ้งนี้ถ้าไม่ได้รับการดูแลหรือทำความสะอาดเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดเมือกขาวใสคล้ายวุ้น น้ำที่ขังอยู่ในถาดรองรับน้ำทิ้งเป็นเวลานานนี้ เมื่อรวมกับฝุ่นละอองต่าง ๆ ที่เกาะอยู่ตามถาดรับ ก็อาจเป็นแหล่งอาหาร หรือเป็นแหล่งสะสม ของเชื้อโรค เชื้อรา และทำให้เชื้อโรคเชื้อราเหล่านี้เจริญเติบโตและแพร่กระจายสู่ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้พักอาศัยภายในห้องและภายในอาคารได้ การทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งโดยใช้แปรงที่มีขนแข็งขัดถู หรือการถอดออกมาล้าง ส่วนท่อน้ำทิ้งทำได้โดยใช้เครื่องเป่าลม เป่าลมเข้าไปตามท่อน้ำ หรือใช้น้ำที่มีแรงดันเล็กน้อยฉีดเข้าไปภายในท่อ (ต้องแน่ใจว่าในระบบท่อไม่มีรอยรั่ว)

วิธีการล้างทำความสะอาดถาดรองรับน้ำและท่อน้ำทิ้ง ควรทำไปพร้อมกับการทำความสะอาดแผงชุดท่อคอยล์เย็นและใบพัดลม และควรตรวจดูแนวท่อน้ำทิ้งด้วยว่ามีลักษณะโค้งงอ (ตกท้องช้าง) หรือไม่ ถ้ามีต้องทำการแก้ไข เพราะท่อน้ำทิ้งช่วงที่โค้งงอตกท้องช้าง จะเป็นแหล่งที่

รวมของน้ำและสิ่งสกปรก ซึ่งจะทำให้ท่อน้ำทิ้งอุดตัน และจะทำให้มีน้ำหยดจากบริเวณที่ท่อตกต้องข้างใต้ เนื่องจากไอน้ำในอากาศกระทบท่อที่น้ำเย็นขังอยู่

2.1.5.5 ตัวเครื่อง หน้ากากรับลม และหน้ากากจ่ายลม ทำความสะอาดโดยการปัดฝุ่น หรือใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดถู หรือถ้าสามารถถอดออกได้จะนำไปล้างน้ำก็ได้ คอยล์ร้อน หรือคอนเดนซิงยูนิต เป็นตัวที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้อง หรือภายนอกอาคาร ภายในชุดคอยล์ร้อนจะมีส่วนประกอบหลักอยู่สามส่วน คือ คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์พัดลมพร้อมใบพัดลม และแผงขดท่อกับครีบอลูมิเนียม ชุดคอยล์ร้อนจะมีหน้าที่นำเอาความร้อนจากภายในห้องมาระบายออกทิ้งไป ดังนั้นลมที่เป่าออกมาจากคอยล์ร้อนจึงเป็นลมร้อน

การดูแลบำรุงรักษาคอยล์ร้อน จึงต้องทำให้เกิดการระบายความร้อนได้ดี โดยไม่มีวัสดุสิ่งของใด ๆ มาปิดบังทิศทางการระบายของลม และดูแลไม่ให้มีฝุ่นหรือสิ่งอื่น ๆ มาปิดบัง โดยเฉพาะที่แผงขดท่อและแผ่นอลูมิเนียมของคอยล์ร้อน เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้ลมเข้าไปรับความร้อนจากชุดคอยล์ร้อนได้ ระยะห่างระหว่างชุดคอยล์ร้อนกับสิ่งกีดขวางที่ยอมรับได้ จะถูกกำหนดโดยข้อกำหนดเฉพาะในการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศแต่ละรุ่น ซึ่งรวมถึงการเผื่อพื้นที่ว่างเพื่อการดูแลซ่อมบำรุงด้วย ถ้าคอยล์ร้อนสกปรก หรือมีสิ่งของมาปิดบังช่องทางการระบายลมทำให้ความร้อนไม่สามารถระบายออกมาได้แล้ว จะทำให้เครื่องปรับอากาศไม่มีความเย็นหรือเย็นน้อย กินกระแสไฟฟ้ามากกว่าปกติ และอาจทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้ การทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะอยู่ตามชุดคอยล์ร้อน สามารถใช้น้ำฉีดล้างได้ แต่ต้องระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเข้าไปเปียกอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ระยะเวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนควรล้างทุก 6 เดือน หรือทุก 12 เดือน

การดูแลสภาพทั่วไปของเครื่องอื่น ๆ เช่น นี้อต สกรู ยางรองแท่นเครื่องต่าง ๆ อย่าให้หลุดหรือหลวม เพราะอาจทำให้เกิดเสียงดังจากการสั่นสะเทือนได้ ดูแลฉนวนที่ใช้ป้องกันความร้อนต่าง ๆ ถ้าพบว่าชำรุดฉีกขาดควรแก้ไขหรือซ่อมบำรุง เพราะถ้าฉนวนที่ใช้ป้องกันความร้อนชำรุด จะทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในบริเวณนั้น และจะทำความเสียหายให้กับฉนวนส่วนอื่น ๆ อีกหรือน้ำที่เกิดขึ้นนั้นจะหยดลงบนฝ้าเพดาน หรือตามผนังห้อง (ในกรณีที่ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นหรือท่อส่งลมเย็น หรือท่อน้ำเย็น ชำรุด) ทำให้เกิดรอยคราบสกปรก และเกิดเชื้อราขึ้นได้

ไฟฟ้ากับความเจริญของโลก ความเจริญก้าวหน้าของโลกมนุษย์ ที่เต็มไปด้วยอุปกรณ์อำนวยความสะดวก และเทคโนโลยีที่ทันสมัยต่างๆ ส่วนที่ทำหน้าที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดอุปกรณ์อำนวยความสะดวก และเทคโนโลยีใหม่ๆ ขึ้นได้ก็คือไฟฟ้า เพราะไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สามารถผลิตขึ้นมาได้ นำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย จนกลายเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตอยู่ของมนุษย์โลก โดยที่ปัจจัย 4 เป็นสิ่งสำคัญต่อการเป็นอยู่ของมนุษย์ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตขึ้นมา อุปกรณ์อำนวยความสะดวก



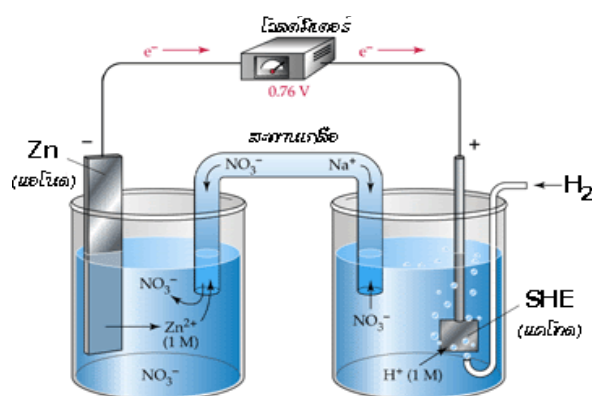
ภาพที่ 2.17 อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าช่วยอำนวยความสะดวก

2.2.1.1 ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสี เป็นไฟฟ้าที่ถูกค้นพบมานานกว่า 2,000 ปีแล้ว เกิดขึ้นได้จากการนำวัตถุต่างกัน 2 ชนิดมาขัดสีกัน เช่น จากแท่งยางกับผ้าขนสัตว์ แท่งแก้วกับผ้าแพร แผ่นพลาสติกกับผ้า และหวีกับผม เป็นต้น ผลของการขัดสีดังกล่าวทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้นของประจุไฟฟ้าในวัตถุทั้งสอง เนื่องจากเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าวัตถุทั้งสองจะแสดงศักย์ไฟฟ้าออกมาต่างกัน วัตถุชนิดหนึ่งแสดงศักย์ไฟฟ้าบวก (+) ออกมาวัตถุอีกชนิดหนึ่งแสดงศักย์ไฟฟ้าลบ (-) ออกมา ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสี



ภาพที่ 2.18 ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสี

2.2.1.2 ไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี เมื่อนำโลหะ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน เช่น สังกะสีกับทองแดงจุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โลหะทั้งสองจะทำปฏิกิริยาเคมี กับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยอิเล็กตรอน (ประจุลบ) จากทองแดงจะถูกดูดเข้าไปยังขั้วของสังกะสี เมื่อทองแดงขาดประจุลบจะเปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นบวกทันทีเรียกว่าขั้วบวก ส่วนสังกะสีจะเป็นขั้วลบตามความต่างศักย์ ส่วนประกอบของไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี แบบเบื้องต้นนี้ ถูกเรียกว่า โวลตาอิกเซลล์ (Voltaic Cell) ที่ปรากฏ



ภาพที่ 2.19 องค์ประกอบของโวลตาอิกเซลล์ (Voltaic Cell)

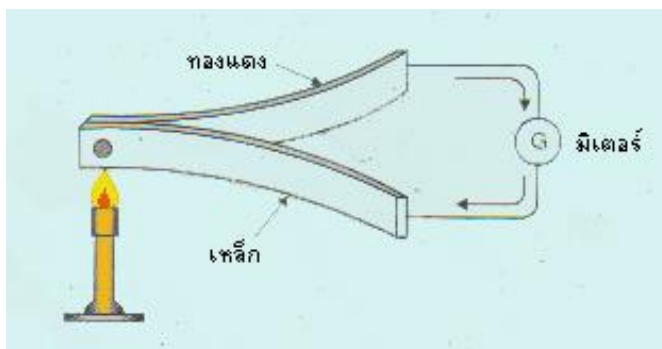
2.2.1.3 ไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานจริงนั้น ได้นำเอาหลักการของโวลตาอิกเซลล์ไปใช้งาน โดยการสร้างเซลล์ไฟฟ้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าสูงมากขึ้นคือให้แรงดันเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ และถ่านไฟฟ้าฉาย ดังภาพที่ 2.20 เป็นต้น



ภาพที่ 2.20 ไฟฟ้าที่นำเอามาใช้ได้จริง เช่น แบตเตอรี่ ถ่าน

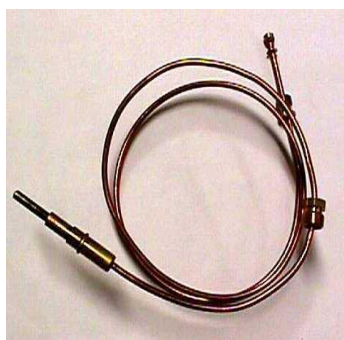
2.2.1.4 ไฟฟ้าเกิดจากความร้อน เกิดขึ้นได้โดยนำแท่งโลหะหรือแผ่นโลหะต่างชนิดกันมา 2 แท่ง หรือ 2 แผ่น เช่น ทองแดง และเหล็ก นำปลายข้างหนึ่งของโลหะทั้งสองต่อกัน

โดยการเชื่อมหรือยึดด้วยหมุด ปลายที่เหลืออีกด้านนำไปต่อกับเข้ามิเตอร์วัดแรงดัน เมื่อให้ความร้อนที่ปลายด้านต่อติดกันของโลหะทั้งสอง ส่งผลให้เกิดการแยกตัวของประจุไฟฟ้า เกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ปลายด้านเปิดของโลหะแสดงค่าออกมาที่มิเตอร์ ไฟฟ้าเกิดจากความร้อนแสดงดังรูป



ภาพที่ 2.21 ไฟฟ้าเกิดจากความร้อน

ไฟฟ้าเกิดจากความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานจริง เป็นอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ใช้เพื่อวัดเกี่ยวกับอุณหภูมิ จึงมักเรียกว่า ไพโรมิเตอร์ (Pyrometers) คือเป็นมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดยมีเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิส่งแรงดันไปแสดงผลที่มิเตอร์ ลักษณะเทอร์โมคัปเปิล ดังภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 เทอร์โมคัปเปิล

2.2.1.5 ไฟฟ้าเกิดจากแสงสว่าง สารบางชนิดเมื่ออยู่ในที่มีดจะแสดงปฏิกิริยาใดๆ ออกมา แต่เมื่อถูกแสงแดดแล้วสารนั้นสามารถที่จะปล่อยอิเล็กตรอน ได้ เป็นเวลาหลายสิบล้านปี นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าแต่นำแสงสว่างมาใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก เช่น อุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า โฟโตวอลเทอิก เซลล์ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุวางเป็นชั้นๆ เมื่อถูกกับ

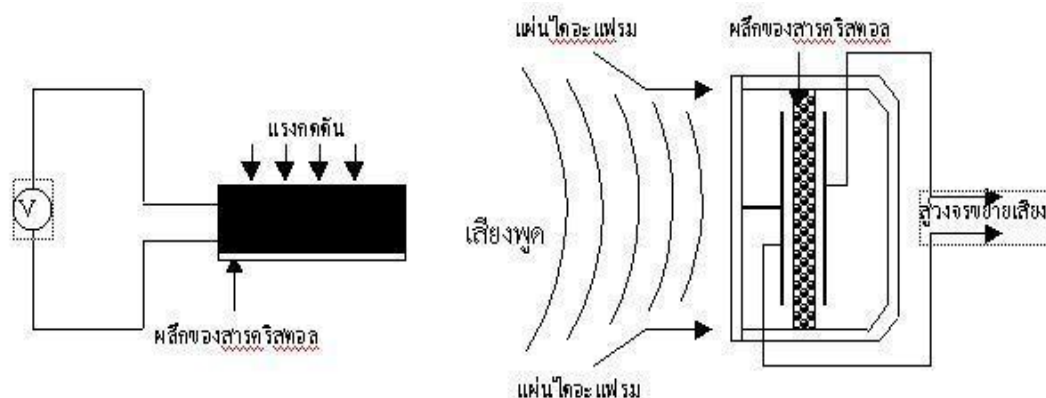
แสงสว่างอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้นจะวิ่งจากด้านบนไป สู่วอลต์มิเตอร์แล้วไหลกลับมาชั้นล่างเมื่อดูที่เข็มของโวลต์ โฟโต้เซลล์ มิเตอร์จะเห็นได้อย่าง ชัดเจนว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น ยังมีหลอดอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า โฟโต-วอลเทอิก เซลล์(อิเล็กทรอนิกส์อายุ หรือ พี.อี.เซลล์)ซึ่งใช้ มากในวงการอุตสาหกรรม เช่น ในกล้องถ่ายรูปที่มีเครื่องวัดแสงโดยอัตโนมัติ ระบบไฟฟ้าอัตโนมัติบนรถยนต์ เครื่อง ฉายภาพยนตร์ เสียงสวิทช์ปิดเปิด ประตูอัตโนมัติ โดยจะมีหลักการทำงานแบบง่ายๆ เมื่อลำแสงมากระทบโฟโต เซลล์ก็จะ เกิดอิเล็กทรอนิกส์ไหลในวงจรนั้น ๆ ได้



ภาพที่ 2.23 รูปร่างของเซลล์แสงอาทิตย์

2.2.1.6 ไฟฟ้าเกิดจากแรงกดดัน เมื่อเราพูดไปในไมโครโฟนหรือโทรศัพท์แบบต่าง ๆ คลื่นของความแรงกดดันของพลังงานเสียงจะทำให้แผ่นไดอะแฟรม เคลื่อนไหว ซึ่งแผ่นไดอะแฟรม จะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กจึงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าซึ่งถูกส่ง ไปตามสายจนถึง เครื่องรับ บางทีไมโครโฟนที่ใช้กับเครื่องขยายเสียงหรือเครื่อง วิทยุก็ใช้หลักการเช่นนี้เหมือนกัน อย่างไรก็ตามไมโครโฟนทุกชนิดมีหลักการทำงานที่เหมือนกัน คือใช้เปลี่ยนคลื่นแรงกดของเสียงให้เป็นไฟฟ้าโดยตรง นั่นเอง ผลึกของวัสดุบางอย่างถ้า ถูกกดจะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าขึ้นได้ เช่น หิน เขี้ยวหมี หินทูลิน และเกลือโรเลอร์ ซึ่งแสดงให้เห็น ได้อย่างดีว่าแรงกดเป็นต้นกำเนิดไฟฟ้าถ้า เอาผลึกที่ทำจากวัสดุเหล่านี้สอดเข้าไประหว่างโลหะ ทั้งสอง นั้นจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ แรงกดหรืออาจจะใช้ผลึกนี้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลัง งานก็ได้โดยจ่ายประจุ เข้าที่แผ่นโลหะทั้งสองเพราะจะทำให้ผลึกนั้นหดตัวและขยายตัวออกได้ตาม ปริมาณของประจุ ต้นกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แรง กดนี้นำไปใช้ได้แต่มีขอบเขตจำกัดคือ ใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ ที่ใช้กำลังต่ำมาก เช่น ไมโครโฟนชนิด แร่ หูฟังชนิดแร่ หัวเข็มรับเครื่องเล่นจานเสียง และเครื่องโซนาร์ซึ่งใช้ส่งคลื่นใต้น้ำ เหล่านี้ล้วนแต่ใช้ ผลึกทำให้เกิดไฟฟ้าด้วยแรงกด ทั้งสิ้น ดังนั้นเวลากรอกเสียงพูดลงในไมโครโฟนหรือเครื่องโทรศัพท์ แผ่นไดอะแฟรมซึ่งเชื่อมโยงติดกับคริสตอลจะเกิด แรงดันไฟฟ้ามากน้อยแล้วแต่จังหวะพูด ในขณะที่

เสียงพูดกระทบแผ่นไดอะแฟรมก็จะถูกเปลี่ยนเป็นอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า ไหลเข้าสู่เครื่องขยายเสียง เพื่อให้ออกมาเป็นเสียงดังทางลำโพงขยายเสียงต่อไป



ภาพที่ 2.24 ไฟฟ้าเกิดจากแรงกดดัน

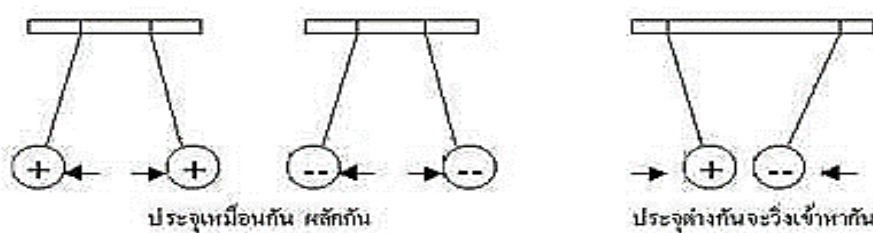
2.2.1.7 ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็ก จากการทดลองของไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษพบว่าเมื่อนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่าน ขดลวดหรือนำ ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดนั้นและยังสรุปต่อไปได้อีกว่า กระแสไฟฟ้า จะเกิดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ 1.จำนวนขดลวด ถ้าขดลวดมีจำนวนมากก็จะเกิดแรงดัน ไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากด้วย 2.จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากด้วย 3.ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก ถ้าเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กเร็วขึ้นก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งต่อมาได้ นำหลักการนี้มาคิดประดิษฐ์เป็นเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าหรือเอนเนอเรเตอร์



ภาพที่ 2.25 ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็ก

2.2.2 ประเภทของไฟฟ้า ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้จากแหล่งกำเนิดหลายๆ แบบ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ ใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.2.2.1 ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) คือ ไฟฟ้าที่เกิดจากการเสียดสีเมื่อเอาวัตถุบางอย่างมาถูกันจะทำให้เกิดพลังงานขึ้น ซึ่งพลังงานนี้สามารถ ดูดซับกระดาศหรือฟางข้าวเบาๆ ได้ เช่น เอาแท่งยางแข็งถูกับผ้าสักหลาด หรือครั่งถูกับผ้าขนสัตว์ พลังงานที่เกิดขึ้น เหล่านี้เรียกว่า ประจุไฟฟ้าสถิต เมื่อเกิดประจุไฟฟ้าแล้ว วัตถุที่เกิดประจุไฟฟ้านั้นจะเก็บประจุไว้ แต่ในที่สุดประจุไฟฟ้า จะถ่ายเทไปจนหมด วัตถุที่เก็บประจุไฟฟ้าไว้นั้นจะคายประจุอย่างรวดเร็วเมื่อต่อลงดิน ในวันที่มีอากาศแห้งจะทำให้เกิด ประจุไฟฟ้าได้มาก ซึ่งทำให้สามารถดูดวัตถุจากระยะทางไกลๆ ได้ดี ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีอยู่ 2 ชนิด คือ ประจุบวกและ ประจุลบ คุณสมบัติของประจุไฟฟ้า คือ ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะผลักกันประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะดูดกัน

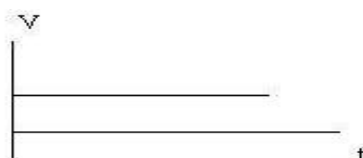


ภาพที่ 2.26 หลักการเกิดไฟฟ้าสถิต

2.2.2.2 ไฟฟ้ากระแส คือ การไหลของอิเล็กตรอนภายใน ตัวนำไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งเช่น ไหลจาก แหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปสู่แหล่ง ที่ต้องการใช้กระแส ไฟฟ้า ซึ่งก่อให้เกิด แสงสว่าง เมื่อกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านลวด ความต้านทานสูงจะก่อให้เกิดความร้อน เราใช้หลักการเกิดความร้อน เช่นนี้มาประดิษฐ์อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เตารีดไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า เป็นต้น ไฟฟ้ากระแสแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

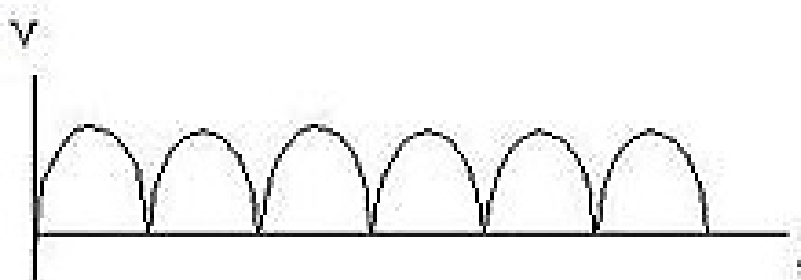
1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current หรือ D.C.) เป็นไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปทางเดียวตลอดเวลาที่ วงจรไฟฟ้าปิดกล่าวคือกระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกภายในแหล่งกำเนิด ผ่านจากขั้วบวกจะไหลผ่านตัวต้านหรือโหลดผ่านตัวนำไฟฟ้าแล้ว ย้อนกลับเข้าแหล่งกำเนิดที่ขั้วลบ วงเวียนเป็นทางเดียวเช่นนี้ตลอดเวลา การไหลของไฟฟ้ากระแสตรงเช่นนี้ แหล่งกำเนิดที่เรารู้จักกันดีคือ ถ่าน-ไฟฉาย ไดนาโม ดีซี เยนเนอเรเตอร์ เป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทสม่ำเสมอ (Steady D.C) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง อันแท้จริง คือ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ที่ไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดไปไฟฟ้ากระแสตรงประเภทนี้ได้มาจากแบตเตอรี่หรือ ถ่านไฟฉาย



ภาพที่ 2.27 รูปคลื่นของไฟฟ้ากระแสตรงประเภทสม่ำเสมอ (Steady D.C)

1.2 ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทไม่สม่ำเสมอ (Pulsating D.C) เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่เป็นช่วงคลื่นไม่สม่ำเสมอ ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดนี้ได้มาจากเครื่องไดนาโมหรือ วงจรเรียงกระแส (เรกติไฟเออร์)



ภาพที่ 2.28 รูปคลื่นของไฟฟ้ากระแสตรงประเภทไม่สม่ำเสมอ (Pulsating D.C)

คุณสมบัติของไฟฟ้ากระแสตรง

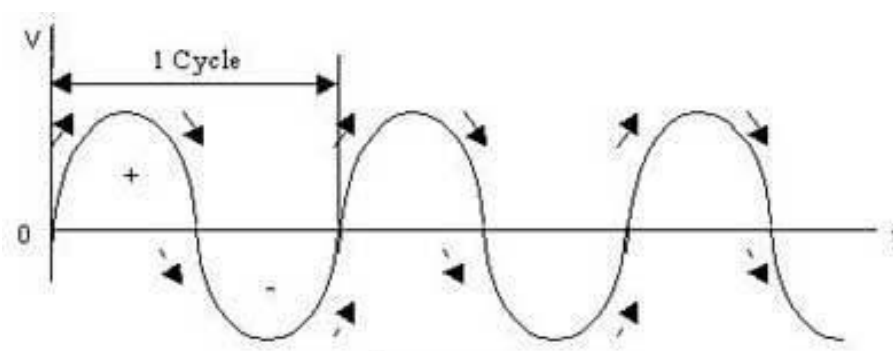
1. กระแสไฟฟ้าไหลไปทิศทางเดียวกันตลอด
2. มีค่าแรงดันหรือแรงเคลื่อนเป็นบวกอยู่เสมอ
3. สามารถเก็บประจุไว้ในเซลล์ หรือแบตเตอรี่ได้

ประโยชน์ของไฟฟ้ากระแสตรง

1. ใช้ในการชุบโลหะต่างๆ
2. ใช้ในการทดลองทางเคมี
3. ใช้เชื่อมโลหะและตัดแผ่นเหล็ก
4. ทำให้เหล็กมีอำนาจแม่เหล็ก

5. ใช้ในการประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่
6. ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์
7. ใช้เป็นไฟฟ้าเดินทาง เช่น ไฟฉาย

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current หรือ A.C.) เป็นไฟฟ้าที่มีการไหลกลับไป กลับมา ทั้งขนาดของกระแสและแรงดันไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ คือ กระแสจะไหลไปทางหนึ่งก่อน ต่อมาก็จะไหลสวนกลับแล้ว ก็เริ่มไหลเหมือนครั้งแรก



ภาพที่ 2.29 รูปคลื่นไซน์ของไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current หรือ A.C.)

ครั้งแรกกระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งกำเนิดไปตามลูกศรเส้นหนึ่ง เริ่มต้นจากศูนย์ แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดสุด แล้วมันจะค่อยๆ ลดลงมาเป็นศูนย์อีกต่อจากนั้นกระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งกำเนิดไปตามลูกศรเส้นปะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงขีดต่ำสุด แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงศูนย์ตามเดิมอีก เมื่อเป็นศูนย์แล้วกระแสไฟฟ้าจะไหลไปทางลูกศรเส้นหนึ่งอีกเป็นดังนี้เรื่อย ๆ ไปตามที่กระแสไฟฟ้าไหลไปตามลูกศร เส้นหนึ่งด้านบนครึ่งหนึ่งและไหลไปตามเส้นประด้านล่างอีกครึ่งหนึ่ง เรียกว่า 1 รอบ (Cycle)

ความถี่ หมายถึง จำนวนลูกคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วินาที กระแสไฟฟ้าสลับในเมืองไทยใช้ไฟฟ้าที่มี ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ซึ่งหมายถึง จำนวนลูกคลื่นไฟฟ้าสลับที่เปลี่ยนแปลง 50 รอบ ในเวลา 1 วินาที

คุณสมบัติของไฟฟ้ากระแสสลับ

1. สามารถส่งไปในที่ไกล ๆ ได้ดี กำลังไม่ตก
2. สามารถแปลงแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามต้องการโดยใช้หม้อแปลง (Transformer)

ประโยชน์ของไฟฟ้ากระแสสลับ

1. ใช้กับระบบแสงสว่างได้ดี
2. ประหยัดค่าใช้จ่าย และผลิตได้ง่าย
3. ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังมาก ๆ
4. ใช้กับเครื่องเชื่อม
- 5 ใช้กับเครื่องอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เกือบทุกชนิด

การเกิดกระแสไหลในวงจรไฟฟ้าคือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ดังนั้นในการกล่าวถึงการไหลของกระแสจึงหมายถึงอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ กระแสชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า กระแสอิเล็กตรอน (Electron Current) มีทิศทางการไหลจากศักย์ไฟฟ้าลบ (-) ไปยังศักย์ไฟฟ้าบวก (+) แต่ในบางครั้งการกล่าวถึงกระแสไหลอาจไม่ได้หมายถึงอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ แต่เป็นโฮล (Hole) หรือรูเคลื่อนที่ กระแสชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า กระแสนิยม (Conventional Current) มีทิศทางการไหลของกระแสจากศักย์ไฟฟ้าบวก (+) ไปยังศักย์ไฟฟ้าลบ (-) การที่โฮลหรือรูเคลื่อนที่ได้เพราะการเคลื่อนที่ไปของอิเล็กตรอน ทำให้เกิดเป็นรูหรือช่องว่างขึ้นมานั่นคือเกิดโฮล เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปข้างหน้ามีผลให้เกิดโฮลเคลื่อนที่มาข้างหลัง มีทิศทางสวนทางกัน การอธิบายทิศทางการไหลของกระแสจะพบได้ทั้งกระแสอิเล็กตรอนและกระแสนิยม ไม่ว่ากระแสจะไหลด้วยกระแสอะไรก็ตาม ผลที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือวงจรไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่าเป็นกระแสไหลเหมือนกัน ลักษณะการไหลของกระแสอิเล็กตรอนและกระแสนิยม

2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) หรือ ที่นิยมเรียกในปัจจุบันว่า โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PC) เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตทดแทนการสร้างฟังก์ชันควบคุมด้วยอุปกรณ์รีเลย์ดังรูปที่ 1 ซึ่งเราจะพบว่าในปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตทำการพัฒนา PLC ออกมาขายในตลาดอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากโดยมีหลายขนาดแตกต่างกันเพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการซึ่งโดยทั่วไปปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกขนาดของ PLC คือ จำนวนอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตสูงสุดที่สามารถทำการเชื่อมต่อกับ PLC ได้ และหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้นโดยที่ในปัจจุบันมีการพัฒนา PLC ขนาดเล็ก เช่น Nano PLC ,Micro PLC ที่สามารถเชื่อมต่ออินพุต / เอาต์พุต ได้ไม่เกิน 8 /6 ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถนำ PLC มาประยุกต์ใช้งานได้แม้จะเป็นการประยุกต์ใช้ในที่อยู่อาศัย

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หรือ PLC ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรก โดยกลุ่มวิศวกร Hydramatic division ของบริษัท General Motors Corporations ในปี ค.ศ 1968 เนื่องจากมีความต้องการที่จะสร้าง

อุปกรณ์ควบคุมมาทดแทนการใช้รีเลย์ในการควบคุม สำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ ซึ่งจะต้องสามารถรองรับการประกอบรถยนต์ รุ่นใหม่ๆ ได้ตลอดเวลา ลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมที่สร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

1. ใช้การเขียนโปรแกรม ในการสร้างฟังก์ชันการทำงานแทนการใช้สายไฟฟ้าในการสร้างฟังก์ชัน เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือ แก้ไขฟังก์ชันการควบคุมอยู่ตลอดเวลา
2. มีประสิทธิภาพในการควบคุม และมีขนาดเล็กกว่า เมื่อเทียบกับการใช้ รีเลย์ในการควบคุม
3. การดูแลรักษา และการซ่อมบำรุง ทำได้ง่าย และค่าใช้จ่ายต่ำ
4. ราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รีเลย์

ในระยะแรกได้มีการพัฒนานำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้ในการสร้างโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้น ในปี ค.ศ 1970 จึงได้มีการพัฒนานำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการประมวลผล ทำให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีความสามารถและขอบเขตการใช้งานมากขึ้น เช่น การประมวลผลฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สามารถที่จะทำการควบคุมอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณแอนะล็อก(Analog Signal) และสามารถทำการสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้และจากการพัฒนาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ปี ค.ศ 1975 ได้มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และ ซอร์ฟแวร์ มาใช้กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มสูงขึ้น เช่น มีหน่วยความจำเพิ่มขึ้น สามารถติดต่อกับอินพุตและเอาต์พุตแบบระยะไกล (Remote input/output) สามารถใช้หน่วยประมวลผลจำนวนหลายตัว (Multi-processor) ร่วมกันประมวลผลโปรแกรม สามารถทำการควบคุมโดยใช้โมดูลแบบพิเศษ (Intelligent module) และนอกจากนั้นในปัจจุบัน โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ยังสามารถทำการติดต่อสื่อสารข้อมูลเป็นโครงข่ายผ่าน Ethernet ProtoCal, Profibus และ ASI-bus เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่า เราสามารถที่จะนำข้อมูลจากกระบวนการผลิตมาใช้ในการตัดสินใจ และสามารถที่จะควบคุมการผลิตตามแผนการที่กำหนดโดยผู้บริหรได้อย่างรวดเร็วผ่านการสื่อสารแบบต่าง ๆ และนอกจากนั้นยังทำให้สามารถที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ผลิตมาจากบริษัทต่าง ๆ กันได้

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งาน PLC และระบบรีเลย์ในการควบคุม

คุณลักษณะ	PLC	รีเลย์
ราคาค่าใช้จ่าย (ต่อการทำงานที่มีการใช้รีเลย์มากกว่า 50 ตัวขึ้นไป)	ต่ำกว่า	สูงกว่า
ขนาดเมื่อทำการติดตั้ง	กะทัดรัด	มีขนาดใหญ่กว่า
ความเร็วในการปฏิบัติการ	มีความเร็วสูงกว่า	ช้ากว่า
ความทนทานต่อการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้า	ดี	ดีมาก
การติดตั้ง	ง่ายในการติดตั้งและโปรแกรม	ใช้เวลามากกว่าในการ ออกแบบและติดตั้ง
ความสามารถในการปฏิบัติการฟังก์ชันที่มีซับซ้อน	สามารถกระทำได้	ไม่สามารถกระทำได้
ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงลำดับการควบคุม	สามารถกระทำได้ง่าย	สามารถกระทำได้ แต่ค่อนข้างยุ่งยาก
การซ่อมบำรุง และตรวจสอบแก้ไข	ไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก และง่ายในการตรวจสอบแก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหาภายในระบบควบคุม	ต้องการการดูแลในส่วนของคุณ์คอยล์ และหน้าสัมผัส และยากในการตรวจสอบและ แก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหา

คำนิยามของ "โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์" ตามมาตรฐานของ IEC 1131, PART 1 "ระบบปฏิบัติการทางด้านดิจิทัล ออกแบบมาให้ใช้งานในอุตสาหกรรม ซึ่งใช้หน่วยความจำที่สามารถโปรแกรมได้ในการเก็บคำสั่งที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น (User Program) เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดฟังก์ชันหรือเงื่อนไขในการทำงานเช่น การทำงานแบบลอจิก, การทำงานแบบซีควেনซ์, การใช้งานไทม์เมอร์, การใช้งานเคาน์เตอร์ และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ดิจิทัล อินพุตและเอาต์พุต หรือแอนะล็อก อินพุต และเอาต์พุต ของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ นอกจากนั้น ทั้งระบบ PLC และอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้งาน จะต้องสามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม, เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้งานร่วมกันได้ง่าย"

ในอดีต โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC: Programmable Logic Controller) จะเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือ กระบวนการผลิตต่าง ๆ ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบลอจิก (Logic control system) หรือแบบซีควেনซ์ (Sequence control system) เท่านั้น ซึ่งเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์ทำงาน (Actuator) ที่ควบคุมการทำงานภายในเครื่องจักร หรือ กระบวนการผลิตต่างๆเหล่านั้น มีลักษณะของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต เป็นสัญญาณไบนารี (Binary Signal) เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ให้สามารถทำการวัดและควบคุมสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่เป็นมีลักษณะแอนะล็อก (Analog Signal) การควบคุมตำแหน่ง (Positioning control) การควบคุมแบบ PID และ รวมถึงการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่าความหมายของชื่อเดิม คือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ไม่ครอบคลุม ความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมา จึงได้มีการตั้งชื่อของอุปกรณ์ควบคุมนี้ว่า โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PC : Programmable Controller) เพื่อให้ความหมายกว้างขึ้น และ ครอบคลุม ความสามารถในการทำงาน มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในเอกสารเล่มนี้ ก็ยังคงใช้ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หรือ PLC แทนอุปกรณ์ควบคุมที่เราพัฒนาขึ้นมา เพราะเป็นที่คุ้นเคย และ หลีกเลี่ยงความสับสนระหว่าง คำว่า PC : Personnel computer



ภาพที่ 2.30 PLC Mitsubishi Fx1s

2.3.2 การจำแนกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ซึ่งในการนำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานในแต่ละชนิดนั้น จะพิจารณาจากขนาดของงานที่จะนำไปควบคุมเป็นหลัก ดังนั้นจึงเป็นผลให้ผู้ผลิตโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ทำการผลิต PLC ออกมาหลากหลายระดับ ซึ่งในแต่ละระดับก็มีสมรรถภาพแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท โดยทั่วไป การแบ่งขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะพิจารณาจากขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) และจำนวนของอินพุต และเอาต์พุต (Input / Output channels) สูงสุดที่ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถที่จะรองรับได้ ซึ่งจากตารางที่ 2 จะแสดงการจำแนก PLC ตามขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม และจำนวนของอินพุต และเอาต์พุต

ตารางที่ 2.4 แสดงการจำแนกขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ขนาดของ PLC	จำนวน I/O สูงสุด	หน่วยความจำโปรแกรม
ขนาดเล็ก (Small size)	ไม่เกิน 128 / 128	4 Kbyte (2,000 Statements)
ขนาดกลาง (Medium size)	ไม่เกิน 1024 / 1024	16 Kbyte (8,000 Statements)
ขนาดใหญ่ (Large size)	ไม่เกิน 2048 / 2048	64 Kbyte (32,000 Statements)
ขนาดใหญ่่มาก (Very large size)	ประมาณ 8192 / 8192	256 Kbyte (128,000 Statements)

แต่อย่างไรก็ตามในการพิจารณาคุณสมบัติของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปใช้งานจะต้องพิจารณาองค์ประกอบ หรือคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น Processor, Cycle time, Language facilities, Function operations, Expansion capability, Communication port เป็นต้น นอกจากนั้นเรายังสามารถ ที่จะแบ่ง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามโครงสร้างออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.3.2.1 แบบ Compact จะเป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็กกะทัดรัด มีหน่วยอินพุต / เอาต์พุต และหน่วยสำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูล ประกอบรวมกันอยู่ภายในโครงสร้างเดียวกัน ซึ่งโครงสร้างของ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะนี้ได้แก่ PLC

Simatic S7-200 / Siemens LOGO ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่มีการกำหนดจำนวนอินพุต / เอาต์พุต ที่แน่นอนและมีจำนวนไม่มาก เช่นใช้ในการควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น

2.3.2.2 แบบ Modular จะเป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่มีลักษณะเป็นโมดูล เชื่อมต่อกันอยู่บน Rack สามารถจะทำการถอด และเสียบโมดูลที่ต้องการใช้งาน Rack ได้ ภายใต้ข้อกำหนดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นั้นๆ โดยบน Rack จะมี บัสต่างๆ เช่น บัสข้อมูล, บัสแอดเดรส , บัสควบคุม และ บัสสำหรับจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับโมดูลต่างๆ ซึ่ง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ในปัจจุบันนิยมที่จะมีโครงสร้างในลักษณะนี้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในเรื่องของจำนวน อินพุต / เอาต์พุต และโมดูลฮาร์ดแวร์ที่ใช้ ซึ่งโครงสร้างของ โปรแกรมเมเบิลลอจิก-คอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะนี้ได้แก่ PLC Simatic S5 95U, S7 300, S7 400 เป็นต้น

2.3.4 การใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในงานอุตสาหกรรม ในระยะแรกโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีราคาสูง เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์ จึงมีเพียงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เท่านั้นที่นำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน จนกระทั่งได้มีการพัฒนาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์อย่างต่อเนื่อง และมีหลายขนาดให้เลือกนำไปใช้ ทำให้สามารถเลือกใช้ PLC ให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการในราคาที่ไม่สูงมาก ในปัจจุบันจึงมีการนำเอาโปรแกรมเมเบิล - คอนโทรลเลอร์ เข้ามาใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมทุกขนาดอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ควบคุมการผลิต

- อุตสาหกรรมการหลอมโลหะ
- อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรและรถยนต์
- อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า
- อุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์
- อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี
- อุตสาหกรรมยางและพลาสติก
- อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ
- อุตสาหกรรมการทอผ้า
- อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร
- อุตสาหกรรมขนส่ง

ซึ่งเราจะเห็นว่าในปัจจุบันโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เข้ามามีบทบาทที่สำคัญในระบบ ควบคุมการผลิตแบบอัตโนมัติในทุกภาคงานอุตสาหกรรม และนอกจากนั้นยังได้มีการนำเอา

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น เครื่องจักร CNC เป็นต้น



ภาพที่ 2.31 เครื่อง CNC ที่ควบคุมด้วย PLC

2.4 Timer

เมื่อพูดถึงเรื่องอุปกรณ์ในการตั้งเวลาหลายๆ ท่านคงนึกถึงอุปกรณ์ที่เรียกกันว่า “Timer” ไทมเมอร์ คืออุปกรณ์ทางไฟฟ้าเพื่อใช้ในการควบคุมเวลาการทำงานอุปกรณ์บางอย่าง ให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้งานต้องการ เช่นเราต้องการตั้งเวลาระบบไฟฟ้าในบ้านให้ทำงานตอน 18.00 น. เป็นต้น ซึ่งส่วนมาก timer จะถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมในโรงงาน เป็นส่วนประกอบในเครื่องจักร ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมาก ในเครื่องจักรจะไม่มีแค่ไทมเมอร์เพียงตัวเดียว บางเครื่องจักรอาจมีไทมเมอร์เป็นร้อยตัวเลยก็ได้ timer เป็นอุปกรณ์ตั้งเวลาและควบคุมการทำงานให้เอาทพุททำงานตามเงื่อนไขและเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่ง มีหลายแบบหลายยี่ห้อและในแต่ละยี่ห้อจะมีคุณสมบัติ และชื่อเรียกแตกต่างกันไปTimer มีมากมายหลายชนิด การเลือกใช้ Timer ให้เหมาะกับงานจึงมีข้อควรพิจารณา และศึกษาสักเล็กน้อยก่อนซื้อหามาใช้ การเลือกใช้ไม่ถูกต้องอาจทำให้ต้องใช้การดัดแปลงซึ่งยุ่งยาก และอาจเป็นไปได้

2.4.1 ชนิดของ Timer

2.4.1.1 General Timer หรือตัวตั้งเวลาทั่วไป ที่เรารู้จักกัน ทำงานตรงไปตรงมา ทำงานเมื่อจ่ายไฟเข้าไป Timer จะทำการจับเวลา จนเมื่อเวลาได้ผ่าน ไปจนถึงเวลาเป้าหมาย จะส่งสัญญาณทำงานออกไป (คอนแทค NO อยู่ในสถานะเชื่อมวงจร close circuit และคอนแทค NC อยู่ในสถานะตรงกันข้าม) จนกระทั่งแหล่งจ่ายไฟหายไป timer จะรีเซ็ตและตัด

สัญญาณทำงานออก timer แต่ละรุ่นขึ้นอยู่กับย่านเวลาและค่าพิกัดของคอนแทค รวมถึงลักษณะการใช้งาน



ภาพที่ 2.32 General Timer

2.4.1.2 Twin Timer หรือ ตัวตั้งเวลาแบบคู่ สามารถตั้งเวลาทั้งการทำงานและตั้งเวลาการพัก โดย timer จะสลับเวลาทำงานและเวลาพักโดยอัตโนมัติ ตลอดเวลาขณะที่แหล่งจ่ายยังคงเลี้ยงระบบอยู่ Twin timer ยังจำแนกเป็น Flicker-on และ Flicker-off โดยการใช้การเริ่มต้นทำงานเป็นหลัก หากเราต้องการ Timer ที่เริ่มทำงาน (เริ่มจ่ายไฟ) ที่สถานะ 'on' ต้องเลือกไทม์เมอร์แบบ flicker-on และหากต้องการแบบเริ่มจาก off ให้เลือก flicker-off



ภาพที่ 2.33 Twin Timer

2.4.1.3 Timer เฉพาะแบบ เช่น แบบ Star-Delta ใช้ในการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ลักษณะ star-delta โดยเฉพาะ เช่น Timer แบบวันในสัปดาห์หรือปี



ภาพที่ 2.34 Timer เฉพาะแบบ

2.4.1.4 Timer แบบดิจิตอล หรือแบบแสดงผลด้วยตัวเลขและหน้าปัดที่แบบ LCD จัดว่าเป็นแบบครบวงจร เพราะทำงานได้ในหลายโหมด หลายแบบ และยังสามารถต่อสายสัญญาณเกท หรือรีเซตเพื่อกำหนดการทำงานได้ ถือว่าเป็นไมโครที่ครอบคลุมการทำงานทั้งแบบ twin แบบ flip-flop แถมยังงานการทำงานกว้างมาก

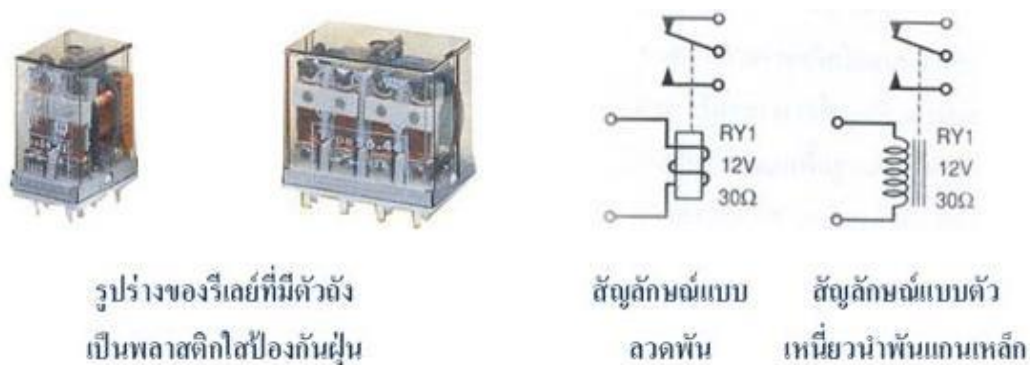


ภาพที่ 2.35 Timer แบบดิจิตอล

2.5 Relay

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการ

ปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

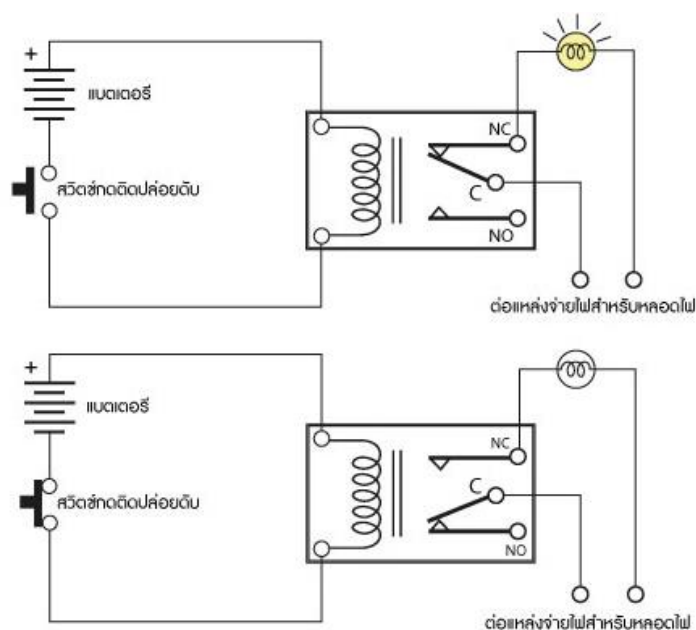


ภาพที่ 2.36 รีเลย์และสัญลักษณ์

2.5.1 ส่วนประกอบของรีเลย์

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนียวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา เช่น จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้านจุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดรวมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



ภาพที่ 2.37 ส่วนประกอบของรีเลย์

2.5.2 ข้อคำนึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถแทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสผ่านหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

3. จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

2.5.3 ประเภทของรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไป ที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.5.4 ชนิดของรีเลย์ ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน(Application) ได้แก่รีเลย์ดังต่อไปนี้

1.รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด(Under- current) และกระแสเกิน (Over current)

2.รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

3.รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้

4.รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5.รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

5.1 รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

5.2 รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้

5.3 รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์แล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น

5.4 รีเลย์แบบอินเวอร์สดีฟิไนต์ไทม์แล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดีฟิไนต์ไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6.รีเลย์กระแสด่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7.รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

8.รีเลย์ระยะทาง (Distance relay)

9.รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10.รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำ
กว่าหรือ

มากกว่าที่ตั้งไว้

11.บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อ
แปลงที่ แห่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้น
ภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

2.6 เทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) หรือ หัววัดอุณหภูมิ ซึ่งตัวเทอร์โมคัปเปิลนี้ก็จะมียู่
หลากหลายชนิด หลากหลายแบบ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความต้องการนำไปใช้ในลักษณะของการวัดที่
แตกต่างกันออกไป

2.6.1 เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน เทอร์โมคัปเปิลมีหลาย Type ให้เลือก แล้วแต่ย่าน
อุณหภูมิ และลักษณะการใช้งาน โดยความแตกต่างของแต่ละ Type นี้เกิดจากการเลือกใช้คู่ของวัสดุ
(Element) ของโลหะที่จะนำมาเชื่อมเข้าด้วยกันให้แตกต่างกัน เพราะโลหะแต่ละชนิดย่อมมี
คุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของมันอยู่แล้ว เมื่อโลหะชนิดต่าง ๆ กันมาจับคู่เชื่อมเข้าด้วยกัน จะทำให้
คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิล ที่ได้แตกต่างกันไป นอกจากนี้ ได้มีการทดลองผสมโลหะต่างชนิดเข้า
ด้วยกัน เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของโลหะเดิมให้ดีขึ้น หรือเพื่อใช้แทนโลหะบางชนิดที่ใช้ทำอยู่เดิม
เช่น แพลทินัม เนื่องจากราคาสูง ตัวอย่างโลหะผสมที่เกิดขึ้น เช่น โครเมิล (Cromel) คือโลหะผสม
ของ นิกเกิล 90% และ โครเมียม 10% ,อลูเมล (Alumel) คือ โลหะผสมของ นิกเกิล 95%
อลูมิเนียม 2% แมงกานีส 2% และ ซิลิคอน 1% ,คอนสแตนแตน (Constantan) คือ โลหะผสมของ
ทองแดง60% และ นิกเกิล40% เป็นต้น การใช้งานเทอร์โมคัปเปิล ควรเลือกใช้ให้ถูกต้องและ
เหมาะสมกับงานนั้น ๆ โดยสิ่งที่ควรพิจารณา มีหลายข้อ เช่น ค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งาน,ราคา,ความ
กัดกร่อนของสารที่เทอร์โมคัปเปิลสัมผัส,ต้องใช้ Thermowell หรือไม่,ลักษณะบรรยากาศที่เป็น
Oxidizing,Reducing,Inert หรือ Vacuum เป็นต้น

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน Type ต่าง ๆ

Type	ส่วนผสม	ย่านอุณหภูมิใช้งาน		แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ (mV)
		C	F	
B	แพลทินัม - 30% โรเดียม แพลทินัม - 6% โรเดียม	0 ถึง 1820	32 ถึง 3310	0 ถึง 13.814
R	แพลทินัม - 13% โรเดียม แพลทินัม	-50 ถึง 1768	-60 ถึง 3210	-0.26 ถึง 21.108
S	แพลทินัม - 10% โรเดียม แพลทินัม	-50 ถึง 1768	-60 ถึง 3210	-0.236 ถึง 18.698
J	เหล็ก/คอนสแตนแตน	-210 ถึง 760	-350 ถึง 1400	-8.096 ถึง 42.922
K	โครเมิล/อะลูเมิล	-270 ถึง 1372	-450 ถึง 2500	-6.458 ถึง 54.875
T	ทองแดง/คอนสแตนแตน	-270 ถึง 400	-450 ถึง 750	-6.258 ถึง 20.869
E	โครเมิล/คอนสแตนแตน	-270 ถึง 1000	-450 ถึง 1830	-9.835 ถึง 76.358

ตารางที่ 2.6 แสดงสภาวะแวดล้อมในการใช้งานเทอร์โมคัปเปิล แบบมาตรฐานโดยไม่ต้องใช้ Thermowell

ความเหมาะสมในการใช้งาน							
Type	บรรยากาศ Oxidizing	บรรยากาศ Reducing	บรรยากาศ Inert	Vacuum	บรรยากาศ Sulferous	อุณหภูมิ < 0 C	มีไอของ โลหะ
B	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้ในช่วง สั้น ๆ	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
R	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
S	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
J	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้ถ้า > 500 C	ไม่ได้	ได้
K	ได้*	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้
T#	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้
E	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้

* ใช้งานได้ดีกว่าแบบ E,J และ T เมื่ออุณหภูมิ $> 550\text{ }^{\circ}\text{C}$

โดยเฉพาะกับอุณหภูมิ $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Oxidizing : กระบวนการทางเคมีที่ดึงออกซิเจนจากภายนอกเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารนั้น

Reducing : กระบวนการทางเคมีที่ออกซิเจนถูกดึงออกจากสารนั้นเพื่อไปทำปฏิกิริยากับสารภายนอก

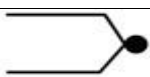
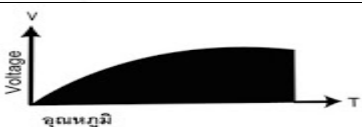
Vacuum : ค่าความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศจนถึงสภาวะสุญญากาศ

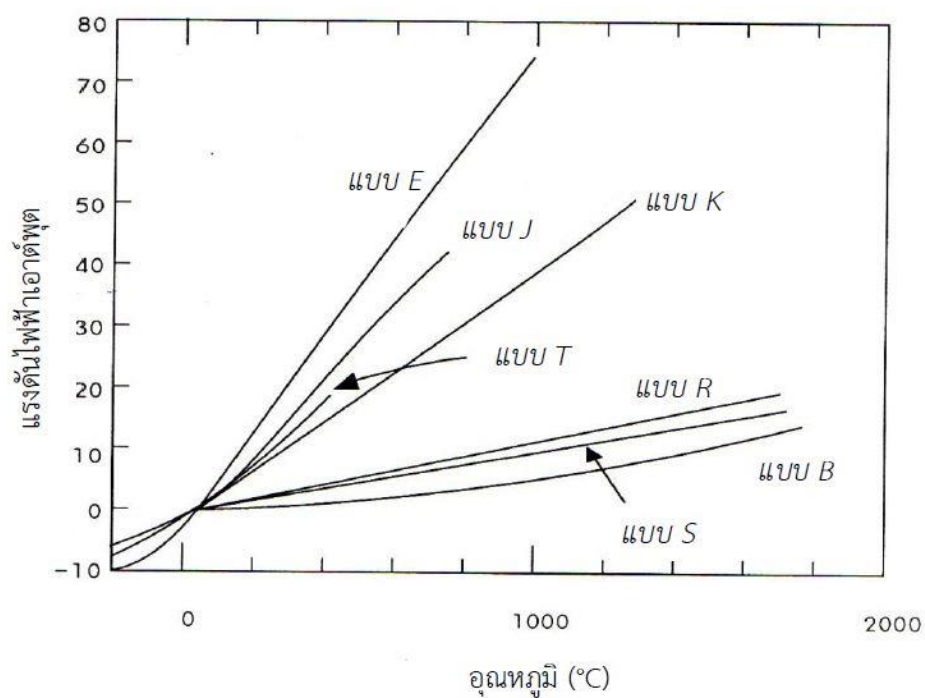
Inert : สภาวะเฉื่อยที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

2.6.2 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล คือ อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิในการสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น การที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งจะอ้างอิงเป็นอุณหภูมิค่าหนึ่งได้ แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องอ้างอิงกับอุณหภูมิค่าคงที่ค่าหนึ่งเสมอ โดยเรียกอุณหภูมิคงที่ที่ใช้อ้างอิงนี้ว่า Reference Junction และได้มีการกำหนด Reference Junction ให้เป็น $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล คือ อาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิในการสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น การที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าหนึ่งจะอ้างอิงเป็นอุณหภูมิค่าหนึ่งได้ แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องอ้างอิงกับอุณหภูมิค่าคงที่ค่าหนึ่งเสมอ โดยเรียกอุณหภูมิคงที่ที่ใช้อ้างอิงนี้ว่า Reference Junction และได้มีการกำหนด Reference Junction ให้เป็น $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพื่อให้การวัดอุณหภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และกำหนดเป็นตารางมาตรฐานแสดงค่าอุณหภูมิเทียบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ แต่โดยทั่วไป เทอร์โมคัปเปิลจะทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง (เช่น $25\text{ }^{\circ}\text{C}$) นั่นคือไม่ได้เทียบกับ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ แสดงว่าค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ยังไม่ถูกต้อง หากนำไปอ่านค่าอุณหภูมิจากตารางมาตรฐานจะผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการรักษา Reference Junction เพื่อให้การวัดอุณหภูมิเทียบกับ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ตลอดเวลา

2.6.2 ข้อดีและข้อเสียของ เทอร์โมคัปเปิล

ตารางที่ 2.7 แสดงคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิล

หัวข้อ	เทอร์โมคัปเปิล
สัญลักษณ์	
ลักษณะกราฟเอาต์พุต	
ข้อดี	- ไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง - แข็งแรง ทนทาน - ง่าย - ไม่แพง - ใช้งานได้หลากหลาย - ช่วงการวัดอุณหภูมิกว้าง
ข้อเสีย	- ไม่มีลักษณะเส้นตรง - แรงดันต่ำ - ไม่ค่อยเสถียร - ความไวต่ำสุด
ช่วงการวัดมากที่สุด	-270 °C ถึง 1820 °C
Repeatability	1.1 °C ถึง 8.25 °C
เสถียรภาพการใช้งาน ที่ อาจเปลี่ยนแปลงได้	0.55 °C ถึง 1.1 °C ต่อปี
ความไวในการวัด	10-50 $\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$
Interchangability	$\pm 0.75\%$



ภาพที่ 2.38 กราฟแสดงความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 2.8 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานแต่ละแบบ โดยชื่อแรกของโลหะตัวนำ หมายถึง ขั้วไฟฟ้าที่มีศักย์เป็นบวก (+) และชื่อหลังมีศักย์เป็นลบ (-)

มาตรฐาน	ชนิดของวัสดุตัวนำ
Type K	Nickel Chromium/Nickel Aluminium
Type J	Iron/Constantan
Type T	Copper/Constantan
Type E	Nickel Chromium/Constantan
Type N	Nicrosil/Nisil
Type R	Platinum 13%/Rhodium
Type S	Platinum 10%/Rhodium
Type B	Platinum 30%/Rhodium
	*** Constantan: copper 60% + Nickel 40%

ตารางที่ 2.9 ย่านการใช้งาน และคุณลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละแบบ

ชนิดเทอร์โมคัปเปิล	ย่านอุณหภูมิใช้งาน (°C)	ย่านอุณหภูมิ (°C)	ค่าความผิดพลาด (°C)	ค่าความไวสูงสุด (โดยประมาณ) ($\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$)
R	-50 ถึง 1768.1	-50.0 ถึง 250.0	-0.02 ถึง 0.02	6
		250.0 ถึง 1200.0	-0.005 ถึง 0.005	
		1064.0 ถึง 1664.5	-0.0005 ถึง 0.001	
		1664.5 ถึง 1768.1	-0.001 ถึง 0.002	
J	-210 ถึง 1200	-210.0 ถึง 0.0	-0.05 ถึง 0.03	50
		0.0 ถึง 760.0	-0.04 ถึง 0.04	
		760.0 ถึง 1200.0	-0.04 ถึง 0.03	
K	-270 ถึง 1372	-270.0 ถึง 0.0	-0.02 ถึง 0.04	50
		0.0 ถึง 500.0	-0.05 ถึง 0.04	
		500.0 ถึง 1372.0	-0.05 ถึง 0.06	
T	-270 ถึง 400	-200.0 ถึง 0.0	-0.02 ถึง 0.04	60
		0.0 ถึง 400.0	-0.03 ถึง 0.03	

1. เทอร์โมคัปเปิลแบบ S และ R มีคุณสมบัติที่คล้ายกัน แต่แบบ R ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่สูงกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้ว โดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400 °C ใช้งานได้ดีในสถานะที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ไม่เหมาะกับงานที่มีสถานะแบบกัดกร่อน ไม่เหมาะกับงานในสถานะสุญญากาศ และไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

2. เทอร์โมคัปเปิลแบบ B ให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ S และ R แต่มีความแข็งแรงทนทานกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับแบบ S และ R ไม่เหมาะกับงานในสถานะสุญญากาศ และไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะ และอโลหะ

3. เทอร์โมคัปเปิลแบบ J ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดี นิยมใช้กับงานทั่วไป ราคาไม่แพง เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 760 °C ไม่เหมาะกับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C นิยมใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก

4. เทอร์โมคัปเปิลแบบ K เป็นเทอร์โมคัปเปิลชนิดที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงกว่าแบบ J และมีราคาถูกกว่าทนอุณหภูมิได้ถึง 1300 °C และที่อุณหภูมิต่ำถึง -250 °C มีค่าความเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทอร์โมคัปเปิลชนิดอื่น ให้แรงดันไฟฟ้าทางด้าน

เอาต์พุตสูง (ให้อัตราการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่นหรือมีค่าความชันใกล้ 1) สามารถใช้กับงานที่มีการแผ่รังสีความร้อน (thermal radiation) ได้ ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศ (ยกเว้นการใช้งานในช่วงเวลาสั้น)

เทอร์โมคัปเปิลแบบ T เหมาะสำหรับการวัดอุณหภูมิในย่านต่ำ เช่น การวัดอุณหภูมิในห้องเย็น (cold storage) และตู้แช่แข็ง (freezer) มีเสถียรภาพในการวัดที่ดี สามารถทนต่อบรรยากาศที่มีการกัดกร่อนและมีความชื้นได้ดี ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับการแผ่รังสีความร้อนโดยตรง

เทอร์โมคัปเปิลแบบ E มีคุณสมบัติคล้ายเทอร์โมคัปเปิลแบบ K แต่ให้แรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตสูงกว่า มีย่านอุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -250°C ถึง 870°C

การเลือกใช้วัสดุทำเป็นฉนวนหุ้มสายเทอร์โมคัปเปิล ควรเลือกใช้ตามย่านการวัดและสภาวะแวดล้อมการใช้งาน

พีวีซี เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานเปียกชื้นและมีอุณหภูมิต่ำ (-20°C ถึง 100°C) เช่น ห้องเย็น

ซิลิโคนและเทฟลอน เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิประมาณ 200°C และมีสภาพเปียกชื้น อย่างไรก็ตาม ซิลิโคนไม่มีความทนทานต่อรอยขีดข่วน

ไฟเบอร์กลาส เหมาะสำหรับงานที่มีอุณหภูมิสูง (0°C ถึง 270°C) และ

สแตนเลสสตีล เหมาะสำหรับงานที่ต้องการการป้องกันสัญญาณรบกวน หรืองานที่ต้องเคลื่อนย้ายบ่อย ภายใต้สภาวะใช้งานที่อุณหภูมิสูง (0°C ถึง 270°C)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุธนา ศรีผา และคณะ (2555). งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุด แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ เงื่อนไขภาระความร้อน 60 เพอร์เซ็นต์ และ 65 เพอร์เซ็นต์ของพิกัดภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิทดสอบคงที่ 25 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิภายนอกห้องทดสอบที่ 30 องศาเซลเซียส โดยปรับอัตราการไหลของน้ำ ผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนที่ 10 ลิตรต่อนาที 15 ลิตรต่อนาทีและ 20 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW) ค่าความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy efficiency ratio, EER) ผลการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่น เชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด ที่ภาระความร้อน 65 เพอร์เซ็นต์และอัตรา การไหลของน้ำที่ 20 ลิตรต่อนาทีโดยค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพ (Energy efficiency ratio, EER) เฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศมี

ค่าเพิ่มขึ้น 43.57 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศที่ภาระความร้อนเท่ากัน

อนุชิต เพียรแก้ว (2550). การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดควบคุมการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีเพิ่ม การระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำ จากการสังเกตการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ นับว่ามีสูงมาก ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปต้องใช้เชื้อเพลิงที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากใน การผลิต ทำให้ประเทศเสียดุลการค้าด้านพลังงาน จึงมีแนวคิดที่จะให้เครื่องปรับอากาศที่มีอยู่มี ประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ให้เร็วขึ้นโดยใช้น้ำช่วยในการ ระบายความร้อน โดยการฉีดย่น้ำฝอย เล็ก ๆ ที่แผงคอนเดนเซอร์เพื่อให้เกิดการระเหย ในขณะที่น้ำ ระเหยก็จะพาความร้อนออกจากแผงคอนเดนเซอร์ด้วย ซึ่งในการฉีดย่น้ำมีการควบคุมเวลาที่เหมาะสม โดยใช้ตัวตั้งเวลาเปิดและปิดจำนวน 2 ตัว เพื่อใช้ควบคุมการเปิดและปิด ซึ่งจะต้องควบคุมให้น้ำ ไหลไปที่ฐานของเครื่องให้น้อยที่สุดเพื่อเป็นการประหยัดน้ำและป้องกันไม่ให้เกิดสนิม โดยน้ำ ที่ใช้ในการฉีดที่แผงคอนเดนเซอร์นั้น ได้มาจากกลั่นตัวที่อีวาโปเรเตอร์และใช้น้ำเสริมจากภายนอก จากการทดลองชุดควบคุมการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีเพิ่มการระบายความร้อน ให้กับคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำ ของเครื่องปรับอากาศแบบติดผนังขนาด 92000 บี.ที.ยู. พบว่าการใช้ พลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ย 12.45 เปอร์เซ็นต์

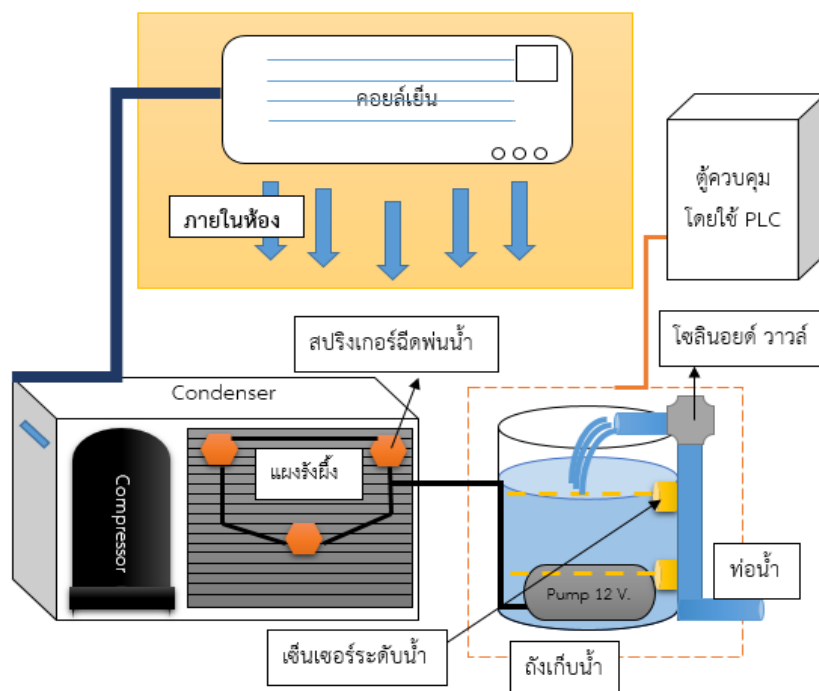
บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

บทนี้นำเสนอขั้นตอน และวิธีดำเนินงาน ในการออกแบบและสร้างระบบการลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ซึ่งได้นำข้อมูลจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนถึงวิธีการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เข้าใจเสียก่อน เพื่อที่จะทำการสร้างระบบให้ออกมามีประสิทธิภาพในการทำงานและใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และสามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 ออกแบบระบบ

ในการออกแบบได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ระบบที่ใช้ควบคุม และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งาน

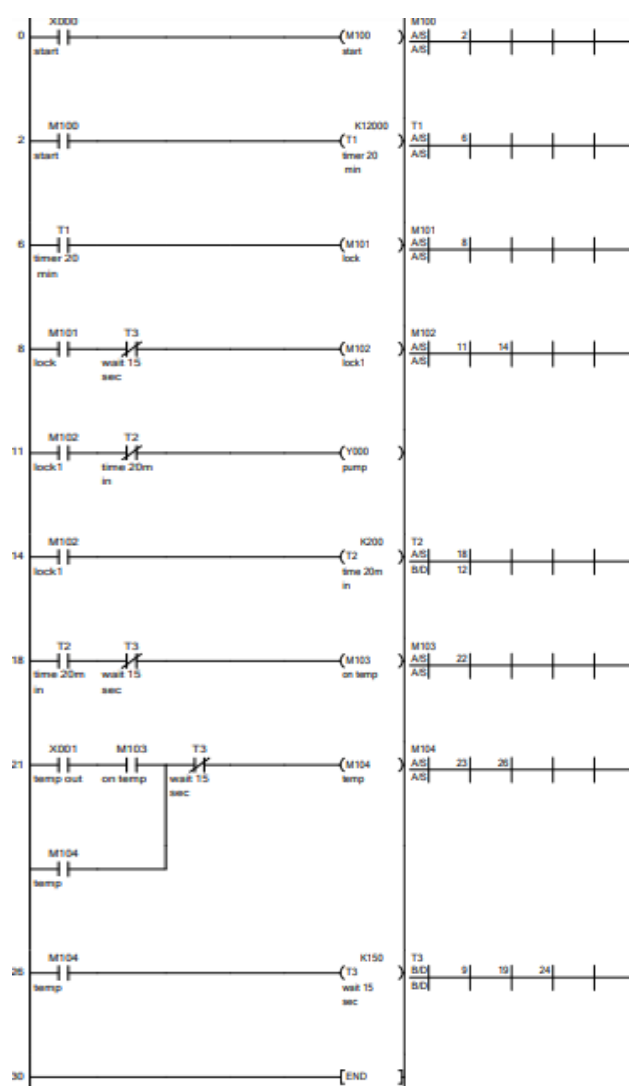


ภาพที่ 3.1 การออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด

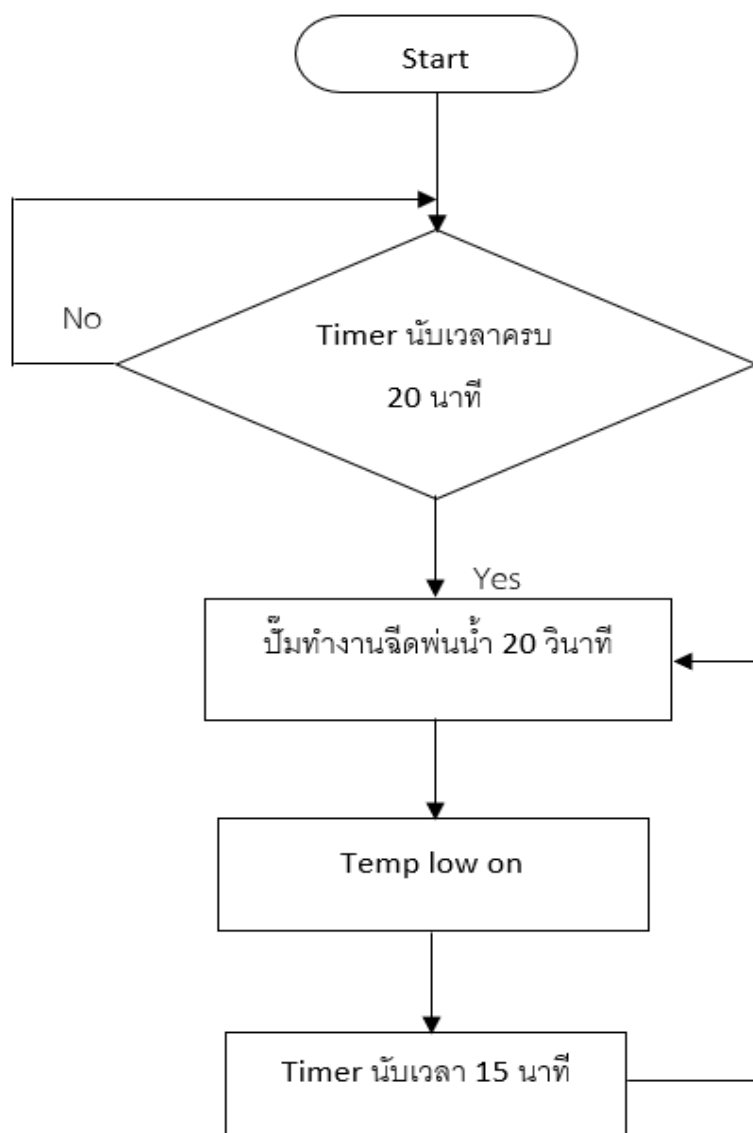
จากภาพที่ 3.1 เป็นลักษณะการออกแบบ และการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ซึ่งในส่วนของคอยล์เย็นจะถูกติดตั้งอยู่ภายในห้องทดลอง คอยล์ร้อนและถังเก็บน้ำ รวมทั้งตู้คอนโทรล ติดตั้งอยู่

ภายนอก อุปกรณ์ที่ติดอยู่บริเวณถังเก็บน้ำ ได้แก่ ปั๊มน้ำแรงดันสูง โซลีนอยด์วาล์ว เซ็นเซอร์ระดับน้ำ ทั้งหมดทำงานอย่างอัตโนมัติภายใต้การควบคุมของ PLC ที่ติดตั้งอยู่ภายในตู้คอนโทรล

3.1.1 ระบบควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้นเป็น วงจรไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด ตั้งแต่เวลาเริ่มทำงาน จนกระทั่งจบการทำงาน ในส่วนของระบบควบคุมการทำงานผู้จัดทำได้นำ PLC มาใช้ควบคุมคำสั่งต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาการฉีดน้ำเพื่อระบายความร้อน ตลอดจนจบระยะเวลาการทำงาน สาเหตุที่เลือกใช้ PLC มาใช้ควบคุม เพราะมีความน่าเชื่อถือ ความแม่นยำ ของอุปกรณ์และระบบสูงกว่า เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ควบคุมตัวอื่น ผู้วิจัยเขียนชุดคำสั่งควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ผ่านแลตเตอร์ไดอะแกรม และโฟลว์ชาร์ตแสดง ขั้นตอนการทำงานควบคุมการรดน้ำ ดังนี้



ภาพที่ 3.2 แลตเตอร์ไดอะแกรม PLC ควบคุมการรดน้ำ



ภาพที่ 3.3 แสดงการทำงานของ PLC ควบคุมการรดน้ำระบายความร้อน



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

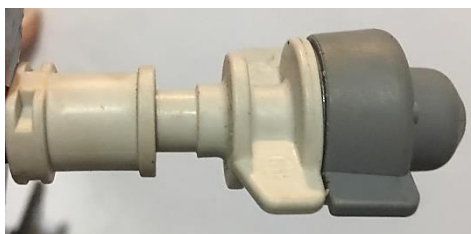
3.1.2 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน ประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศทั้งคอยล์ร้อนคอยล์เย็น ขนาด 20,397 Btu. ปั๊มน้ำแรงดันสูงขนาด 12 V ชุดสายยางสำหรับพร้อมหัวสปริงเกอร์ฉีดพ่นน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิ PLC ของ Mitsubishi รุ่น fx1s โซลินอยด์ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ไทม์เมอร์ เซ็นเซอร์อุณหภูมิ มิเตอร์วัดแรงดัน กระแส พลังงานไฟฟ้า และอื่น ๆ ดังนี้



ภาพที่ 3.5 คอยล์เย็น เครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 BTU.



ภาพที่ 3.6 คอยล์ร้อน เครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 BTU.



ภาพที่ 3.7 สปริงเกอร์ฉีดพ่นน้ำ



ภาพที่ 3.8 Capacitive Proximity Sensor



ภาพที่ 3.9 Pump 12 V.



ภาพที่ 3.10 Solenoid ยี่ห้อ SAZN Model 2W-160-10 24VDC



ภาพที่ 3.11 Digital Multimeter



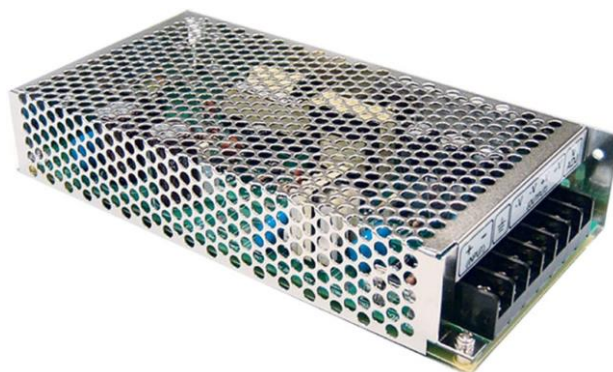
ภาพที่ 3.12 PLC Mitsubishi รุ่น Fx1s



ภาพที่ 3.13 OMRON TIMER รุ่น H5CX



ภาพที่ 3.14 Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น G6B-1114P -FD-US-P6B 24 VDC



ภาพที่ 3.15 MEAN WELL Switching Power Supply รุ่น T-100D 50/60Hz.



ภาพที่ 3.16 FUJI Auto Breaker รุ่น SA32C

3.2 สร้างระบบ

เมื่อผู้วิจัยได้ทำงานออกแบบระบบ และศึกษาทำความเข้าใจของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งานแล้วจึงทำการสร้างระบบที่จะนำไปติดตั้งกับแผงคอนเดนเซอร์ เพื่อทำการลดอุณหภูมิตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้คอนโทรล ประกอบด้วย PLC ไทม์เมอร์ รีเลย์ เพาเวอร์ซัพพลาย และเบรกเกอร์ เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ติดอยู่บริเวณถังเก็บน้ำ



ภาพที่ 3.17 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้คอนโทรล

3.2.2 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้คอนโทรลเรียบร้อยแล้ว ทำการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณถังเก็บน้ำ ได้แก่ ปั๊มน้ำแรงดันสูง เซ็นเซอร์ระดับน้ำ โซลินอยด์วาล์ว และทำการไวร์สายไปยังตู้ควบคุม



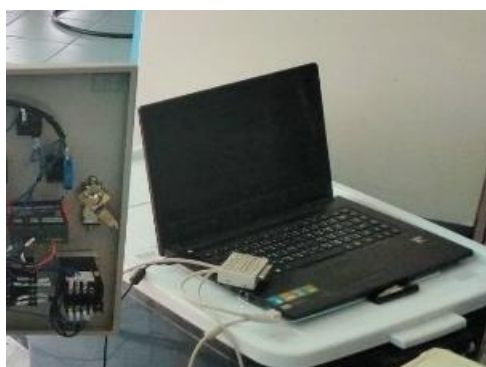
ภาพที่ 3.18 การติดตั้งอุปกรณ์บริเวณถังเก็บน้ำ

3.2.3 ต่อหัวสปริงเกอร์ด้วยสาย TE-8 (8mm. x 5mm.) เข้ากับปั๊มน้ำแรงดันสูงที่อยู่ภายในถังเก็บน้ำ และเดินท่อน้ำประปาเข้ากับโซลินอยด์วาล์วเพื่อปล่อยน้ำเข้าถังเก็บน้ำ



ภาพที่ 3.19 การต่อสปริงเกอร์เข้ากับปั้มน้ำแรงดันสูง

3.2.4 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ โดยแลตเตอร์ไดอะแกรมในคอมพิวเตอร์ และรันโปรแกรมที่เขียนเข้าสู่ PLC ที่ติดตั้งอยู่ภายในตู้ควบคุม



ภาพที่ 3.20 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ

3.2.5 ทดสอบการทำงานของระบบ เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ และรันโปรแกรมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด ก่อนนำสปริงเกอร์ไปติดตั้งที่แผงคอนเดนเซอร์ และทำการทดสอบจริง



ภาพที่ 3.21 การทดสอบระบบทั้งหมด

3.3. ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ผู้จัดทำมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.3.1 ติดตั้งเครื่องมือวัดค่ากระแส แรงดัน อุณหภูมิ (Digital Multimeter) ที่คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทดลอง ในการทำงานแบบปกติ



ภาพที่ 3.22 ติดตั้งเครื่องมือวัดบริเวณคอยล์เย็น

3.3.2 จดบันทึกค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการวัด

3.3.3 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำช่วยลดอุณหภูมิ จดบันทึกค่าต่าง ๆ ที่วัดได้

3.3.4 ทดลองซ้ำกัน 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องปรับอากาศตัวเดียวกัน ในห้องขนาดเท่ากัน และที่อุณหภูมิห้องเท่ากัน

3.4 การวางแผนการทดลองในงานวิจัย

เมื่อระบบการลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์และระบบต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้แล้ว จากนั้นจะเป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบปกติ กับระบบลดอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศในเวลาเท่ากัน และอุณหภูมิห้องเท่ากัน โดยการทดสอบมี โดยมีตารางในการเก็บผลดังนี้

จากตารางที่ 3.2 เป็นการนำผลจากตารางที่ 3.1 ที่ได้ทดลองและเก็บผลซ้ำกัน 3 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของค่ากระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิ ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

บทที่ 4

ผลการทดสอบ และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

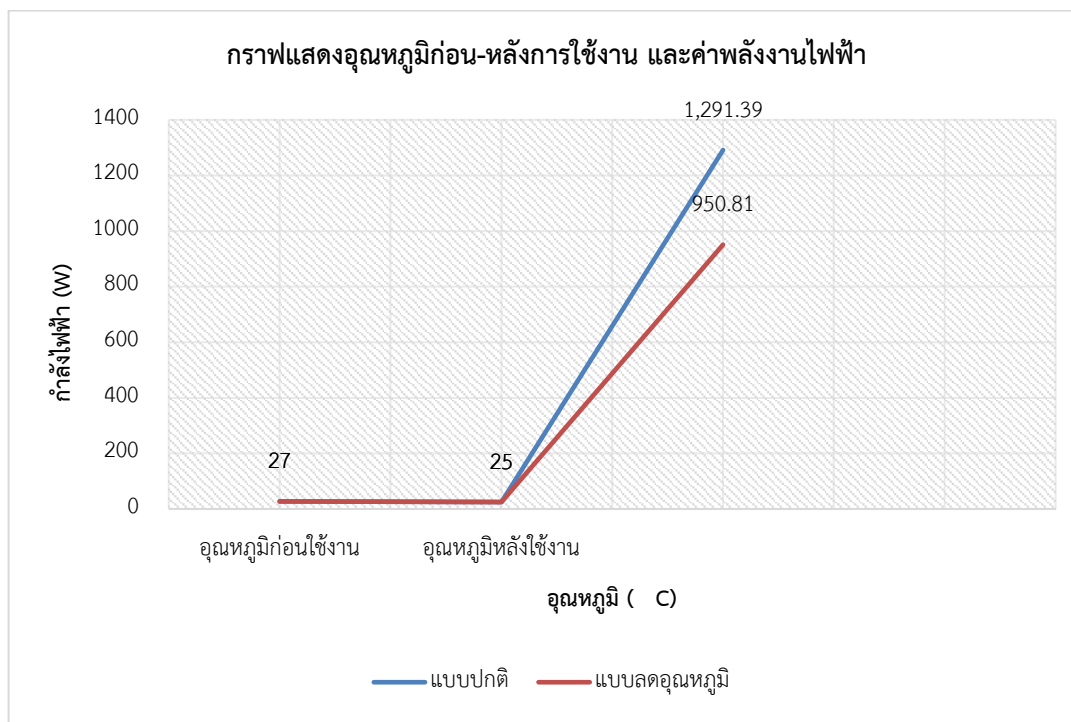
การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ โดยจะทำการทดลองซ้ำกัน 3 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่ากระแสและค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิใช้ในระยะเวลาการเปิดใช้งานที่เท่ากัน อุณหภูมิห้องเท่ากัน ซึ่งเครื่องปรับอากาศแบบปกติ หรือระบบปกติ หมายถึง การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศทั่วไป ในระยะเวลาที่ทำการทดลอง ส่วนเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิ หรือระบบลดอุณหภูมิ คือการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิความร้อนบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ มีผลดังนี้

4.1 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 1

การเปรียบเทียบ	ระบบปกติ	แบบลดอุณหภูมิ
1.ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	1	1
2.อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งาน (°C)	27	27
3.อุณหภูมิที่เปิดใช้งาน (°C)	25	25
4.ค่าแรงดัน (V)	229	229
5.ค่ากระแส (A)	9.10	6.70
6.ค่าพลังงานไฟฟ้า	1,291.39	950.81

จากตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเก็บผลการทดลองระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบปกติ กับแบบลดอุณหภูมิในครั้งที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลาการใช้งานเท่ากันทั้ง 2 แบบ ที่ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งานเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหลังเปิดใช้งานเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 229 ทั้งแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิ เห็นได้ว่า ค่ากระแสไฟฟ้าของการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติจะอยู่ที่ 9.10 A ซึ่งแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ มีค่ากระแสอยู่ที่ 6.70 A ต่ำกว่าแบบปกติถึง 2.40 A ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงตาม โดยค่าพลังงานไฟฟ้าของแบบปกติอยู่ที่ 1,291.39 W. และระบบลดอุณหภูมิอยู่ที่ 950.81 W. (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) ต่ำกว่าแบบปกติถึง 340.58 W./hr. ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 1

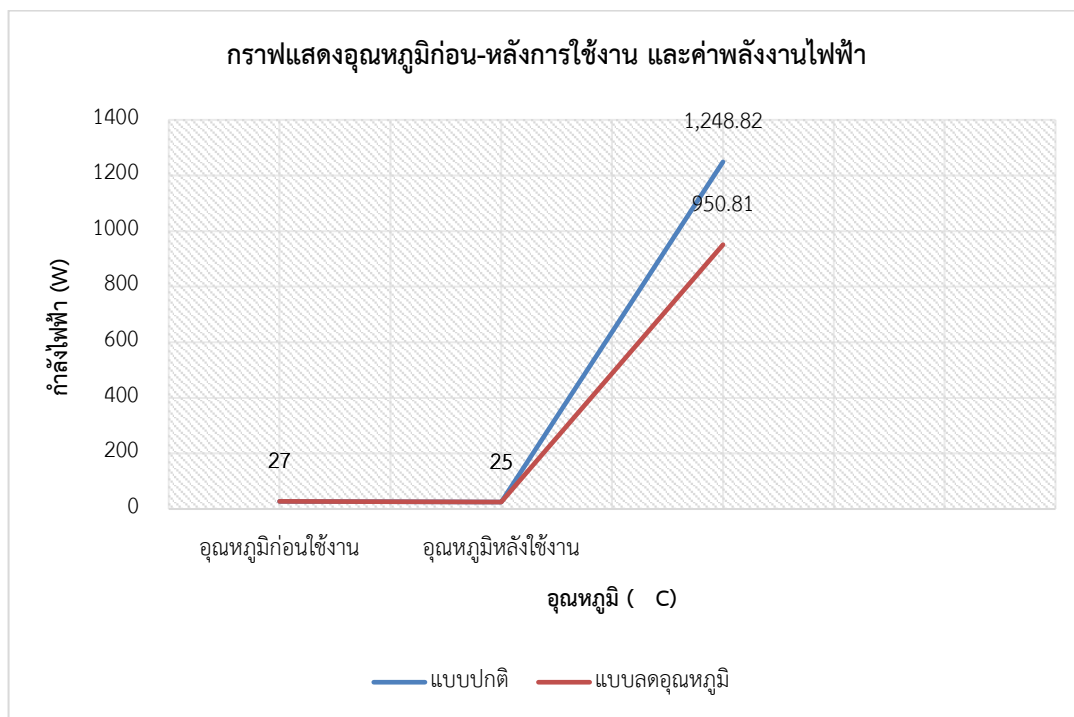
จากภาพที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิห้องก่อนการเปิดใช้งาน ทั้งแบบปกติและแบบลดอุณหภูมิซึ่งมีค่าเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส หลังเปิดใช้งานโดยตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ในห้องทดลองขนาด 35 ตารางเมตร ผ่านไป 15 นาที ภายในห้องทดลองมีอุณหภูมิเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส หลังจากเปิดใช้งานครบ 1 ชั่วโมงทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า นำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์เพื่อความแม่นยำของค่าที่ได้ แสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศแบบปกติใช้ ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 1,291.39 W และแบบลดอุณหภูมิใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 950.81 W ซึ่งต่ำกว่าการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบปกติถึง 340.58 W./hr. (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) หากการไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้าตามประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน) ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงแรก เครื่องปรับอากาศแบบปกติคิดเป็นเงิน $1.29139 \times 3.2484 = 4.195$ บาท แต่ในส่วนของการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิหลังเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน $0.95081 \times 3.2484 = 3.087$ บาท ทำให้สรุปได้ว่า การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ ประหยัดกว่าการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติชั่วโมงละ $4.195 - 3.087 = 1.108$ บาท โดยคิดจากอัตราค่าบริการไฟฟ้า

ของบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน)

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 2

การเปรียบเทียบ	ระบบปกติ	แบบลดอุณหภูมิ
1.ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	1	1
2.อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งาน (°C)	27	27
3.อุณหภูมิที่เปิดใช้งาน (°C)	25	25
4.ค่าแรงดัน (V)	229	229
5.ค่ากระแส (A)	8.80	6.70
6.ค่าพลังงานไฟฟ้า	1,248.82	950.81

จากตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเก็บผลการทดลองระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบปกติ กับแบบลดอุณหภูมิในครั้งที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลาการใช้งานเท่ากันทั้ง 2 แบบ ที่ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งานเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหลังเปิดใช้งานเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 229 ทั้งแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิ เห็นได้ว่า ค่ากระแสไฟฟ้าของการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติจะอยู่ที่ 8.80 A ซึ่งแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ มีค่ากระแสอยู่ที่ 6.70 A ต่ำกว่าแบบปกติถึง 2.10 A ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงตาม โดยค่าพลังงานไฟฟ้าของแบบปกติอยู่ที่ 1,248.82 W และระบบลดอุณหภูมิอยู่ที่ 950.81 W (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197 kVAR.) ต่ำกว่าแบบปกติถึง 298.01 W./hr. ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 2

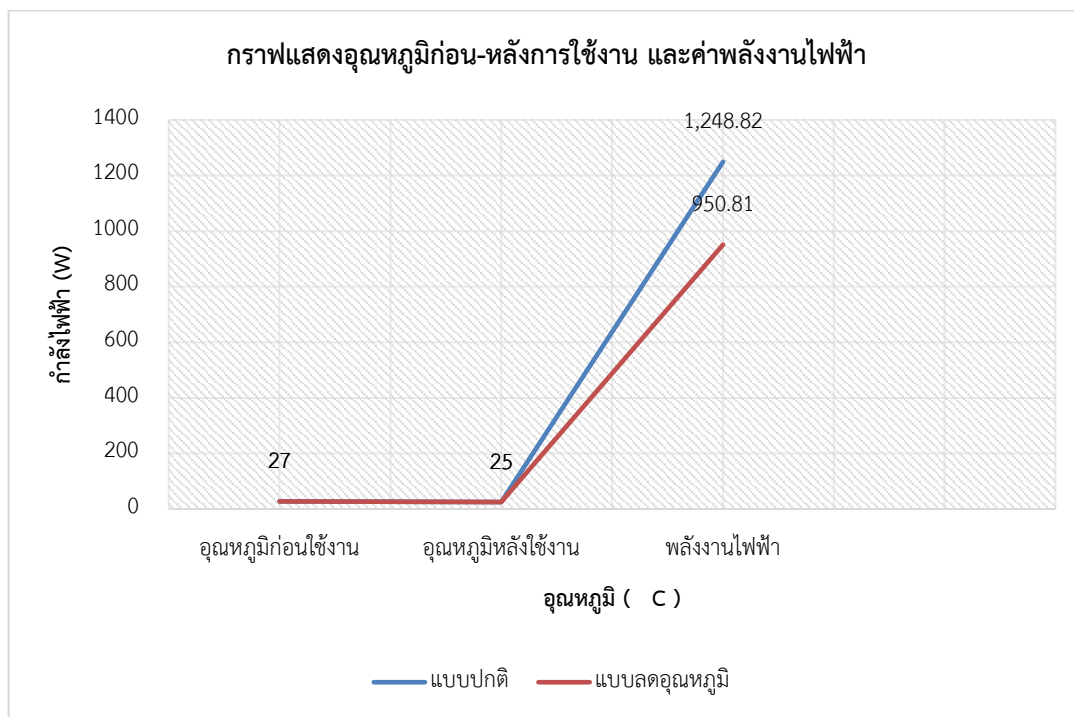
จากภาพที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิห้องก่อนการเปิดใช้งาน ทั้งแบบปกติและแบบลดอุณหภูมิซึ่งมีค่าเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส หลังเปิดใช้งานโดยตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ในห้องทดลองขนาด 35 ตารางเมตร ผ่านไป 15 นาที ภายในห้องทดลองมีอุณหภูมิเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส หลังจากเปิดใช้งานครบ 1 ชั่วโมงทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า นำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์เพื่อความแม่นยำของค่าที่ได้ แสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศแบบปกติใช้ ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 1,248.82 W และแบบลดอุณหภูมิใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 950.81 W ซึ่งต่ำกว่าการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบปกติถึง 340.58 W./hr. (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) หากการไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้าตามประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน) ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงแรก เครื่องปรับอากาศแบบปกติคิดเป็นเงิน $1.24882 \times 3.2484 = 4.057$ บาท แต่ในส่วนของการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิหลังเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน $0.95081 \times 3.2484 = 3.087$ บาท ทำให้สรุปได้ว่า การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ ประหยัดกว่าการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติชั่วโมงละ $4.057 - 3.087 = 0.97$ บาท โดยคิดจากอัตราค่าบริการไฟฟ้า

ของ บ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน)

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบปกติกับแบบลดอุณหภูมิ ครั้งที่ 3

การเปรียบเทียบ	ระบบปกติ	แบบลดอุณหภูมิ
1.ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	1	1
2.อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งาน (°C)	27	27
3.อุณหภูมิที่เปิดใช้งาน (°C)	25	25
4.ค่าแรงดัน (V)	229	229
5.ค่ากระแส (A)	8.80	6.70
6.ค่าพลังงานไฟฟ้า	1,248.82	950.81

จากตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเก็บผลการทดลองระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบปกติ กับแบบลดอุณหภูมิในครั้งที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลาการใช้งานเท่ากันทั้ง 2 แบบ ที่ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งานเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหลังเปิดใช้งานเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 229 ทั้งแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิ เห็นได้ว่า ค่ากระแสไฟฟ้าของการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติจะอยู่ที่ 8.80 A ซึ่งแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ มีค่ากระแสอยู่ที่ 6.70 A ต่ำกว่าแบบปกติถึง 2.10 A ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงตาม โดยค่าพลังงานไฟฟ้าของแบบปกติอยู่ที่ 1,248.82 W และระบบลดอุณหภูมิอยู่ที่ 950.81 W (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) ต่ำกว่าแบบปกติถึง 298.01 W/hr. ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้า ครั้งที่ 3

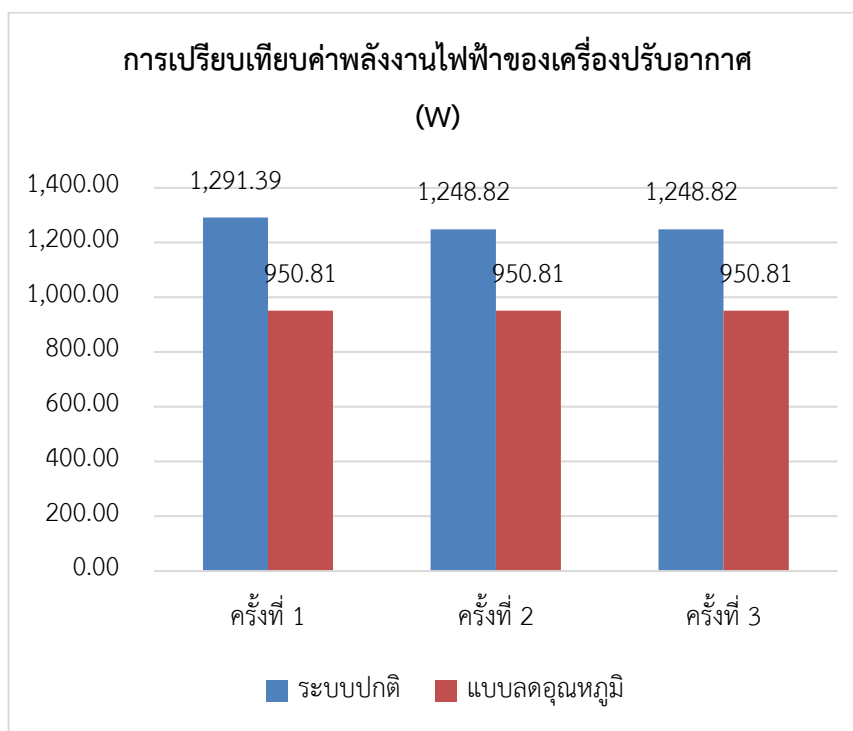
จากภาพที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิห้องก่อนการเปิดใช้งาน ทั้งแบบปกติและแบบลดอุณหภูมิซึ่งมีค่าเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส หลังเปิดใช้งานโดยตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ในห้องทดลองขนาด 35 ตารางเมตร ผ่านไป 15 นาที ภายในห้องทดลองมีอุณหภูมิเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส หลังจากเปิดใช้งานครบ 1 ชั่วโมงทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า นำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์เพื่อความแม่นยำของค่าที่ได้ แสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศแบบปกติใช้ ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงมีค่าอยู่ที่ 1,248.82 W. และแบบลดอุณหภูมิใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 950.81 W. ซึ่งต่ำกว่าการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบปกติถึง 340.58 W./hr. (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) หากการไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้าตามประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน) ในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงแรก เครื่องปรับอากาศแบบปกติคิดเป็นเงิน $1.24882 \times 3.2484 = 4.057$ บาท แต่ในส่วนของการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิหลังเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน $0.95081 \times 3.2484 = 3.087$ บาท ทำให้สรุปได้ว่า การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ ประหยัดกว่าการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติชั่วโมงละ $4.057 - 3.087 = 0.97$ บาท โดยคิดจากอัตราค่าบริการไฟฟ้า

ของ บ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน)

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่ากระแสและค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบ

การทดสอบ	แบบปกติ		แบบลดอุณหภูมิ	
	I	W	I	W
ครั้งที่ 1	100%	100%	73.63%	73.65%
ครั้งที่ 2	100%	100%	76.12%	76.71%
ครั้งที่ 3	100%	100%	76.12%	76.71%

จากตารางที่ 4.4 ผู้จัดทำได้นำค่ากระแสไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองเปิดใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ มาทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์เป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่า หากคิดค่าการกินกระแสและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบปกติเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิจะใช้กระแสไฟฟ้าที่ 73.63 เปอร์เซ็นต์ ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 73.65 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้าที่ 76.12 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไฟฟ้าที่ 76.71 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบครั้งที่ 2 และใช้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ 76.12 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไฟฟ้าที่ 76.71 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งในครั้งที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบลดแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ มีเปอร์เซ็นต์การใช้ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบปกติถึง 26.37 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า 26.35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำกว่า 23.88 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า 23.29 เปอร์เซ็นต์ อธิบายดังภาพที่ 4.4



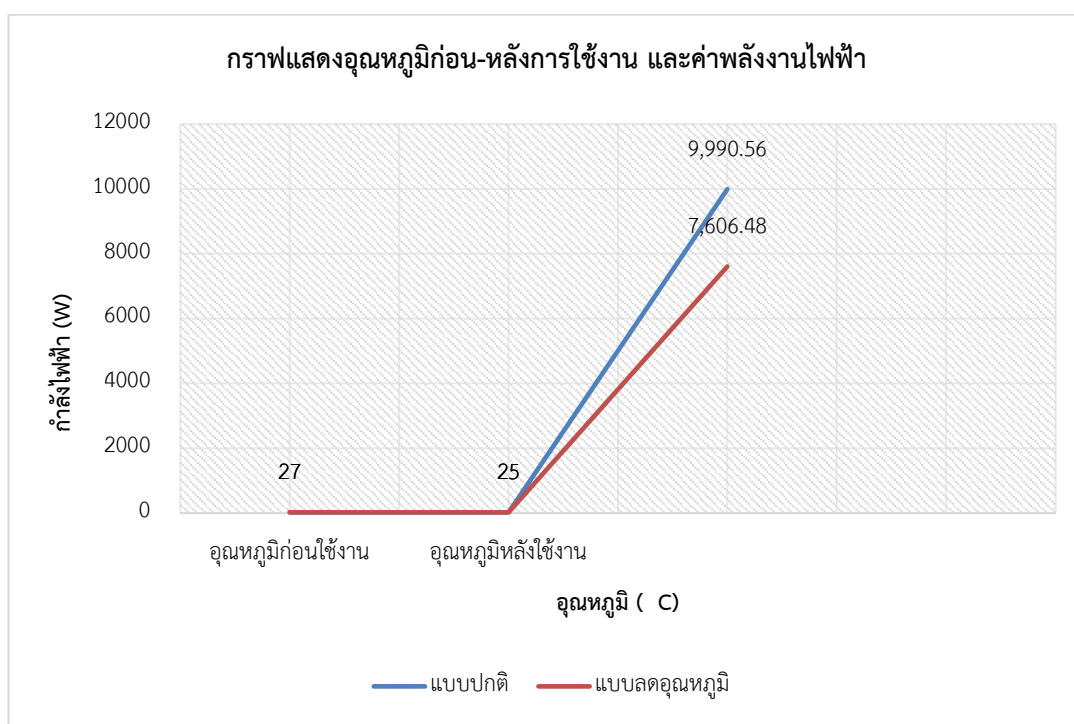
ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

จากภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ระหว่างเครื่องปรับอากาศระบบปกติ กับเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ เห็นได้ชัดว่าจากการทดลองซ้ำกัน 3 ครั้ง ของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบ เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิมิการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบปกติ มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ทั้ง 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่ากระแสและค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบ

การเปรียบเทียบ	ระบบปกติ	แบบลดอุณหภูมิ
1.ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	8	8
2.อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งาน (°C)	27	27
3.อุณหภูมิที่เปิดใช้งาน (°C)	25	25
4.ค่าแรงดัน (V)	229	229
5.ค่ากระแส (A)	8.80	6.70
6.ค่าพลังงานไฟฟ้า	9,990.56	7,606.48

จากตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเก็บผลการทดลองระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบปกติ กับแบบลดอุณหภูมิในครั้งที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลาการใช้งานเท่ากันทั้ง 2 แบบ ที่ 8 ชั่วโมง อุณหภูมิห้องก่อนเปิดใช้งานเท่ากันที่ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหลังเปิดใช้งานเท่ากันที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 229 ทั้งแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิ เห็นได้ว่า ค่ากระแสไฟฟ้าของการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติจะอยู่ที่ 8.80 A. ซึ่งแบบลดอุณหภูมิ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ มีค่ากระแสอยู่ที่ 6.70 A. ต่ำกว่าแบบปกติถึง 2.10 A ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงตาม โดยค่าพลังงานไฟฟ้าของแบบปกติ อยู่ที่ 9,990.56 W และระบบลดอุณหภูมิอยู่ที่ 7,606.48 W (คิดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ 0.6197) ต่ำกว่าแบบปกติถึง 2,384.08 W/hr. ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิก่อน-หลังการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้าหลังการใช้งาน 8 ชั่วโมง

จากภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ระหว่างเครื่องปรับอากาศระบบปกติ กับเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ การทดลองซ้ำกัน 3 ครั้ง ของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบ เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบปกติ มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เช่นทั้ง 3 ครั้ง

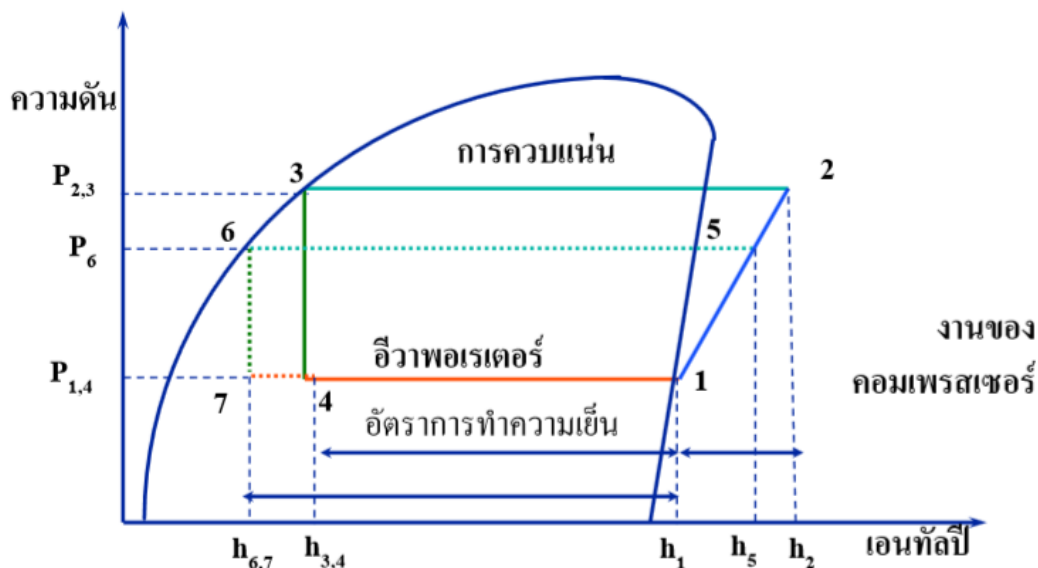
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์ พบว่า การนำน้ำเข้าไปลดอุณหภูมิความร้อน สามารถลดค่าสูญเสียที่เกิดจากความร้อนขณะใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำลงเมื่อกระแสไฟฟ้าต่ำลงพลังงานไฟฟ้าก็จะลดต่ำลงด้วย คำนวณได้จากกฎของโอห์ม

$$P = I \times V \quad (4.1)$$

โดย P = พลังงานไฟฟ้า (W)
 I = กระแสไฟฟ้า (A)
 V = แรงดันไฟฟ้า (V)

นอกจากนี้การลดอุณหภูมิความร้อนที่แผงคอนเดนเซอร์ ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ และทำให้ความดันของการควบแน่นลดลงได้ ผลลัพธ์ คือ ลดงานของคอมเพรสเซอร์ลง ดังนี้



ภาพที่ 4.6 แสดงการลดภาระงานของคอมเพรสเซอร์

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอมเพรสเซอร์ยิ่งต่ำ ส่งผลให้ค่า COP ของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น และยิ่งค่า COP สูง แสดงว่าค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศยิ่งสูงนั่นเอง

นอกจากข้อดีของการลดอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ที่กล่าวไปข้างต้นนั้น อีก 1 ข้อที่สำคัญ คือ สามารถลดค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้งาน ซึ่งการไฟฟ้าได้แบ่งประเภทการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนจะจัดอยู่ในประเภทที่ 1 ในกลุ่มนี้ยังแบ่งประเภทของการใช้ไฟฟ้าเป็น 3 แบบ ได้แก่

- อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 1 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 2.3488 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 8.19 บาทต่อเดือน)
- อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 คือ บ้านอยู่อาศัยที่ใช้ไฟเกิน 150 หน่วยต่อเดือน เริ่มต้นที่หน่วยละ 3.2484 บาท ถึง หน่วยละ 4.4217 บาท (ค่าบริการ 38.22 บาทต่อเดือน)
- อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 3 หรือ TOU คือ บ้านอยู่อาศัยที่ขอติดตั้งมิเตอร์แบบ คิดค่าไฟตามช่วงเวลาของการใช้งาน ในช่วง Peak หรือ Off Peak เริ่มต้นที่หน่วยละ 2.6037 บาท ถึง หน่วยละ 5.7982 บาท (ค่าบริการ 38.22 หรือ 312.24 บาทต่อเดือน)

อัตราค่าไฟฟ้าปัจจุบันใช้ตามประกาศค่าไฟใหม่ตั้งแต่ปี 2561 ตามอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ แต่กระทรวงพลังงานจะลดราคาให้ในเดือนมีนาคม - พฤษภาคม 2563 นี้ เพื่อเป็นการบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนผู้ได้รับผลกระทบจากโควิด-19 ที่ต้องใช้เวลาอยู่บ้านนานขึ้น เปิดแอร์ พัดลม ไฟฟ้ามากกว่าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ก็จะได้รับส่วนลดค่าไฟ ดังนี้

- ส่วนลดใช้ไฟฟรี 150 หน่วยแรก สำหรับอัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 1 จ่ายค่าไฟเท่ากับเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับ อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 ที่ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 800 หน่วย
- ส่วนลด 50% จากส่วนที่เกินยอดเรียกเก็บเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับ อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 ที่ใช้ไฟฟ้าเกิน 800 หน่วย
- ส่วนลด 30% จากส่วนที่เกินยอดเรียกเก็บเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับ อัตราค่าไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยประเภทที่ 2 ที่ใช้ไฟฟ้าเกิน 3,000 หน่วย

บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ได้รับการทดสอบค่าประสิทธิภาพในการลดกระแสไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลการทดสอบแสดงในบทที่ 4 และสามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1 สรุป

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศ ที่สามารถใช้กับพื้นที่ห้องขนาด 35 ตารางเมตร (ห้องปกติทั่วไปที่ไม่โดนแดด) ขนาดทำความเย็นที่ 20,397 Btu / ชั่วโมง ทำการทดสอบ วัดค่าพลังงานที่สูญเสียใน 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะใช้น้ำลดอุณหภูมิ และทำการทดสอบเมื่อใช้น้ำลดอุณหภูมิ เก็บข้อมูลเปรียบเทียบข้อแตกต่าง 1 ชั่วโมงจะใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 950.81 วัตต์

สำหรับค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ และแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิ มีค่าการใช้งานกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบปกติที่ 26.37 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบครั้งที่ 2 และ 3 เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิ มีค่าการใช้งานกระแสไฟฟ้าต่ำกว่า เครื่องปรับอากาศแบบปกติที่ 23.88 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน จึงสามารถสรุปได้ว่า ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ทั้ง 3 ครั้ง สามารถลดค่าการใช้งานกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติ

สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบ และนำมาวิเคราะห์ผล พบว่าในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบปกติ ผลการทดสอบในครั้งที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิสามารถลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเครื่องปรับอากาศแบบปกติที่ 26.35 เปอร์เซ็นต์ ในครั้งที่ 2 และ 3 อยู่ที่ 23.29 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน จึงสามารถสรุปได้ว่า เครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิบริเวณแผงคอนเดนเซอร์ทั้ง 3 ครั้ง สามารถลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบปกติ

การวิจัยนี้เพื่อหวังประโยชน์ให้มีแนวทางในการพัฒนาเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสามารถลดพลังงานที่เสียไปจำนวนมากกับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และช่วยลดภาระการการเสียค่าพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้บริโภค เนื้อหาบทความวิจัยบางส่วนได้มาจากประสบการณ์การทำงานด้านเครื่องปรับอากาศของผู้จัดทำวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศขนาดอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน

5.2.2 ควรปรับเปลี่ยนเวลาในการในการทดสอบให้มากขึ้น

5.2.3 ควรเปลี่ยนจากเครื่องปรับอากาศรุ่นธรรมดา เป็นเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเครื่องปรับอากาศรุ่นธรรมดามาใช้ในกระบวนการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น, บริษัทกรุนด์ฟอส (ประเทศไทย) จำกัด, URL : <https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/cop-coefficient-ofperformance.html>. Access on 08/01/2019
- [2] ยุทธนา ศรีผา และคณะ. (2555). “การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ”. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- [3] อาคม วลีชาติ. (2560). “การประหยัดค่าไฟฟ้าโดยการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต”. มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- [4] สถานการณ์พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย, สภาวิศวกร. ประเทศไทย (2015). URL : <http://www.thaiengineering.com/2015/index.php/technology/item/715-thailand-s-energysituation>. Access on 08/01/2019
- [5] อนุชิต เพียรแก้ว. (2560). “การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีเพิ่มการระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำ”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [6] D. Yaisaeng , B. Suechoey , A. Monprapassorn. (2020). “Energy Reduction of Air Conditioning Install the Temperature Controlled System in Condenser”. Proceedings of The 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020 (SAUNIC 2020) SAU Interdisciplinary Conference 2020 (SAUNIC 2020) Innovation Researches Based on Era of 5.0. May 29th - 30th, 2020. pp. 240 - 247.

ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์



ประกาศนียบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

แดนไทย โยแสง , บุญเลิศ ลือเฉย และ อติศักดิ์ มนต์ประภัสสร

ได้นำเสนอผลงานวิจัยและผลงานวิชาการในหัวข้อ

การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์
Energy Reduction of Air-Conditioning Install the Temperature Controlled System in Condenser

ในงานประชุมวิชาการระดับชาติสหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563 ครั้งที่ 7
“นวัตกรรมงานวิจัยในยุค 5.0” (Innovation Researches Based on Era of 5.0)
วันศุกร์ที่ 29 – วันเสาร์ที่ 30 พฤษภาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

นิพนธ์ ฝันดี.

(ดร.ฉัททวุฒิ พิษณล)





รายงานสืบเนื่อง ประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563

The 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020



“นวัตกรรมงานวิจัยในยุค 5.0”
(Innovation Researches Based on Era of 5.0)
วันที่ 29-30 พฤษภาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



บริษัท โคเบ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (ผู้สนับสนุน)
KOBENGINEERING CO., LTD



<http://saunic2020.sau.ac.th>

**SAUNIC
2020**



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563 ครั้งที่ 7

The Proceeding of the 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020

พิมพ์เมื่อ พฤษภาคม 2563

จำนวนที่พิมพ์ 300 เล่ม

จัดพิมพ์เผยแพร่ สำนักวิจัย มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถนนเพชรเกษม หนองแขม กรุงเทพฯ 10160

โทรศัพท์ 02-807-4500 ถึง 27

อีเมล saunic@sau.ac.th

เว็บไซต์ <http://saunic2019.sau.ac.th>

พิมพ์ที่ สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถนนเพชรเกษม หนองแขม กรุงเทพฯ 10160

โทรศัพท์ 02-807-4500 ถึง 27

Office of Research

Southeast Asia University

19/1 Pechkasem Rd., Nongk-haem, Bangkok 10160 THA

Tel: (66) 02-807-4500 ถึง 27

ผู้พิมพ์ ผู้โฆษณา รศ.ดร. วีระพันธ์ ดั่งทองสุข

Contact Address Assoc. Prof. Dr. Weerapun Duangthongsuk

Email: saunic@sau.ac.th

URL: <http://saunic2020.sau.ac.th>

จัดโดย



ผู้ให้การสนับสนุนหลัก



บริษัท โกเบ เอ็นจิเนียริง จำกัด




การประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563 ครั้งที่ 7

“นวัตกรรมงานวิจัยในยุค 5.0”

The 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020

Innovation Researches Based on Era of 5.0

วันศุกร์ที่ 29 – วันเสาร์ที่ 30 พฤษภาคม 2563

ณ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

หลักการและเหตุผล

การส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพงานวิจัย ถือเป็นหนึ่งในพันธกิจหลักที่สำคัญของมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นการบูรณาการศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ซึ่งถือเป็นการขับเคลื่อนและพัฒนาอย่างบูรณาการหลายๆ ด้านเข้าด้วยกันบนพื้นฐานประชาธิปไตย สำหรับยกระดับจุดเด่นและแก้ไขจุดด้อยของประเทศอย่างเป็นระบบ เพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของกระแสโลกาภิวัตน์ และการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีสมัยใหม่ต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของผู้คน เทคโนโลยีด้านการเงิน อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) หุ่นยนต์ และฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยภาคส่วนต่าง ๆ ภายในประเทศ จำเป็นต้องปรับตัวขนานใหญ่ เพื่อก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ไม่เว้นแม้แต่สถาบันการศึกษา ซึ่งต้องส่งเสริมและสนับสนุน การพัฒนางานวิจัยของคณาจารย์และนักวิจัย เพื่อให้เป็นที่ยอมรับทั้งในระดับชาติและระดับสากล รวมถึงพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อภาคสังคมและภาคอุตสาหกรรม ให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

ด้วยเหตุนี้มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์และพันธมิตรความร่วมมือทางด้านวิชาการ ได้แก่ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยทักษิณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยรังสิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ (ศาลายา) มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร และ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาด้วย ได้ร่วมมือกันจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ครั้งที่ 7 (SAU interdisciplinary conference 2020, SAUNIC2020) ภายใต้กรอบแนวคิด “นวัตกรรมงานวิจัยในยุค 5.0” (Innovation Researches Based on Era of 5.0) ขึ้นระหว่างวันที่ 29 – 30 พฤษภาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

**SAUNIC
2020**


สารบัญบทความ

เลขที่	ชื่อเรื่อง (ไทย/อังกฤษ)	หน้าที่
109	การแก้ปัญหากระบวนการประกอบอุปกรณ์รถยนต์เสียหาย Problem Solving of Damaged Car Assembly Process บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์, พิพัฒน์เลิศโกวิทย์ และพิชานน พุ่มมาก	210
111	การพัฒนาเครื่องจักรอัตโนมัติขนาดเล็กเพื่อพับและตัดกั้นกระดาษ Hem Paper Folding and Cutting Automatic Machine Development บุญเลิศ สื่อเจีย, ณัฐพงศ์ บุรณะกิจ และ อติศักดิ์ มนต์ประภัสสร	219
114	การวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับบริษัทบางกอกพลาสติก 99 จำกัด Analysis of Energy Conservation for Bangkok Plastpack99 Co.,Ltd. วัฒนา กลีกุล	226
115	เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความดัน Temperature and Pressure Recorder ปัญญา มาลีวัตร	234
116	การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิ ที่แผ่กระจายความร้อนของคอนเดนเซอร์ Energy Reduction of Air-Conditioning Install the Temperature Controlled System in Condenser แดนไทย โยแสง, บุญเลิศ สื่อเจีย และ อติศักดิ์ มนต์ประภัสสร	240
117	การวิเคราะห์ค่าความสูญเสียของหม้อแปลงจำหน่าย เพื่อการใช้งานอย่างเหมาะสม Loss Analysis of Distribution Transformer for Optimum Used บุญเลิศ สื่อเจีย, พัฒนา สิทธิพรหม และอติศักดิ์ มนต์ประภัสสร	248
120	การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตรวจสอบข้อเหวี่ยงน้ำมันโดยการออกแบบ เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ The Efficiency Improvement of Crank Shaft Inspection Process Using Design Semi-automation Machine จุฑาทิพย์ สีสานนาพิพัฒน์, ปิยพล ไพจิตร, ศศิพร กองอินทร์ และ ชุลีพร ผาตสูงเนิน	253

SAUNIC
2020



การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อน
ของคอนเดนเซอร์

Energy Reduction of Air-Conditioning Install the Temperature Controlled
System in Condenser

แดนไทย ไยแสง บุญเลิศ สือเฉย และ อติศักดิ์ มนต์ประภัสสร

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพูก เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160

*Datdan1122@gmail.com, 081-510-2991

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ และประเมินผลเครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,397 Btu. มีกำลังวัตต์ที่ 1,850 W/hr. โดยต้องการหาวิธีที่สามารถทำให้กำลังวัตต์ของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าการใช้ไฟฟ้าลดลง การทดสอบทำโดยนำน้ำเข้าไปเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิความร้อนบริเวณแผงควบแน่น (Condenser) พบว่าสามารถลดอุณหภูมิลงได้ถึง 3-5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์มีค่ากำลังวัตต์ลดลง เนื่องจากมีความร้อนลดลง การทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด จะถูกควบคุมโดยส่วนที่เป็นชุดควบคุม (Control) โดยมีหลักการการทำงาน ดังนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทำให้ส่วนที่เป็นชุดพลังงานกลขับเคลื่อนให้คอมเพรสเซอร์ดูดและอัดแรงดัน ให้เกิดการควบแน่นที่แผงควบแน่น (Condenser) เมื่อมีการควบแน่น จะทำให้เกิดความร้อน และแรงดันที่สูง แต่เมื่อลดแรงดันและทำให้เกิดเป็นก๊าซที่แผง (Evaporator) หรือเมื่อระเหยจะทำให้เกิดความเย็น ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า กระแสไฟฟ้า และค่ากำลังวัตต์ในคอมเพรสเซอร์ มีค่าลดลงมากกว่า 20% เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบปกติ ใช้ปริมาณน้ำวันที่ 30 ลิตร โดยประมาณ เพื่อเข้าไปช่วยระเหยความร้อนที่แผงคอนเดนเซอร์ ระบบปรับอากาศทั้งหมด สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: การลดค่าพลังงานไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ, การลดค่าพลังงานไฟฟ้า, เครื่องปรับอากาศ

Abstract

This research presents an analysis and evaluating the air conditioner size 20,397 Btu. 1,850 W/hr. The producer wanted to find a reduce the watts of the air conditioner. In order to increase the efficiency of cooling (EER) resulting. In lower electricity bills according. From the experiment, could bring water To help reduce the temperature of the condenser heating panel (Condenser) found to be able to reduce the temperature up to 3-5 degrees celsius, resulting in compressors with reduced wattage due to the heat reducing. Operation of all air conditioners will be controlled by the control part, with the following working principles: using electrical energy to make the mechanical energy drive the compressor to absorb and compress the pressure causing condensation on the condenser panel (Condenser) when condensing will

การประชุมวิชาการระดับชาติสหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563 ครั้งที่ 7 (The 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุม (Proceeding)

หน้าที่ -240-



cause heat and high pressure but when lowering the pressure and causing the gas to be an evaporator or evaporator. The result of the experiment shows that the current and the wattage in the compressor. Has a decrease of more than 20% compared to normal air conditioning systems use the amount of whirlpool at approximately 30 liters to help cool down the condenser panel all air conditioning systems able to work efficiently.

Keywords: Energy Reduction of Air-Conditioning, Energy Reduction, Air-Conditioning

1. บทนำ

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้ชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการใช้ไฟฟ้าในสถานที่พักอาศัย มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแสงสว่าง ทำอาหาร ทีวี พัดลม เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ใช้ในการขนส่งโดยเฉพาะการสื่อสารต่าง ๆ แม้กระทั่งการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมทุกประเภทและการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ก็ล้วนใช้ไฟฟ้าเป็นตัวประกอบ ที่สำคัญยิ่งเช่นเดียวกัน โดยไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท เช่น ด้านคมนาคม ด้านการสื่อสาร ด้านการแพทย์ ด้านเกษตรกรรม และด้านคุณภาพชีวิต เป็นต้น

เครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามากถึง 60% ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศเองก็หาวิธี ในการผลิตเครื่องปรับอากาศ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานให้มากที่สุด เช่น เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เครื่องปรับอากาศที่ลดรอบการทำงาน (คอมเพรสเซอร์หรือตัวพัฒนาเทคโนโลยี ควบคุมระบบคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ โดยเปลี่ยนจากสวิตช์เปิด-ปิด เป็นแบบดิจิทัลไร้สาย ส่วนตัวมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น การที่ใช้น้ำมาช่วยในการระบายความร้อน ของแผงควบแน่น (Condenser) แทนมอเตอร์พัดลม ก็เพื่อลดกำลังวัตต์ เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยลดพลังงานลงได้

ผู้จัดทำงานวิจัย จึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลและออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อนโดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ขึ้นมา พบว่าการทำงานของ

เครื่องปรับอากาศทั้งหมด จะถูกควบคุมโดยส่วนที่เป็นชุดควบคุม (Control) โดยมีหลักการทำงาน ดังนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทำให้ส่วนที่เป็นชุดหลังจมน้ำเย็นเคลื่อนให้คอมเพรสเซอร์ดูดและอัดแรงดัน ให้เกิดการควบแน่นที่แผงควบแน่น (Condenser) เมื่อมีการควบแน่น จะทำให้เกิดความร้อน และแรงดันที่สูง แต่เมื่อลดแรงดันและทำให้เกิดเป็นก๊าซที่แผ่ (Evaporator) หรือแผงระเหยจะทำให้เกิดความร้อน เมื่อทดสอบใช้งานจริงและนำผลจากการทดสอบมาเปรียบเทียบกับ การใช้เครื่องปรับอากาศในระบบปกติ เพื่อนำผลจากการวิจัยในครั้งนี้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบและใช้งานเครื่องปรับอากาศ ให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิความร้อน

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

1.2.1 ลดอุณหภูมิระหว่างเปิดใช้งานของคอยล์ร้อนได้ในช่วงระหว่าง 3-5 องศาเซลเซียส

1.1.2. ลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเปิดเครื่องปรับอากาศลงได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปรับอากาศที่มีขนาด BTU (British Thermal Unit) เหมาะสมกับห้อง หรือเทียบได้กับอุณหภูมิความร้อนของน้ำ 1 ปอนด์ ความร้อนเพิ่ม 1 องศาฟาเรนไฮต์ คือ 1 Btu. จะช่วยลดอัตราการสิ้นเปลืองการใช้งานเครื่องปรับอากาศความมีฉลากเขียว ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงอุตสาหกรรม และเลือก



ที่ระบุว่าเป็นรุ่นประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5 เพื่อช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานของผู้ใช้ และสามารถคำนวณค่า Btu ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานขนาดห้อง พื้นที่ ได้ดังนี้

2.1 ห้องนอน

ใช้อัตราส่วน 20 ตารางเมตร ต่อ 12,000 Btu.
(20 : 1)

2.2 ออฟฟิศหรือห้องสำนักงาน

ใช้อัตราส่วน 16 ตารางเมตร ต่อ 12,000 Btu.
(16 : 1)

หรือใช้สูตรคำนวณ โดยใช้สูตรพื้นที่ห้อง

$BTU = \text{ความกว้าง (เมตร)} \times \text{ความยาว (เมตร)} \times \text{ค่าตัวแปร}$

700-800 : สำหรับห้องนอน หรือห้องที่มีความร้อนน้อย (ห้องที่ไม่โดนแดดหรือโดนเล็กน้อย ผ้าม่าน หรือห้องที่ใช้แอร์ช่วงกลางคืน)

800-900 : สำหรับห้องรับแขก หรือห้องที่มีความร้อนปานกลาง - มาก (ห้องที่โดนแดด อยู่ทิศตะวันตก หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

900-1000 : สำหรับห้องออกกำลังกาย ห้องทำงาน หรือห้องที่มีความร้อนมาก หรือฝ้าสูง (ห้องที่โดนแดด อยู่ทิศตะวันตก อยู่ชั้นบนสุด หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

1000-1200 : สำหรับร้านค้า ร้านอาหารที่เปิดปิดประตูบ่อย ร้านทำผม หรือสำนักงานที่มีคนอยู่จำนวนมาก

COP (Coefficient of Performance) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำความเย็นของฮีทปั๊ม (Heat Pump) ซึ่งการคำนวณค่า COP ของฮีทปั๊ม (Heat Pump) สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ปล่อยออกมาจากเครื่องควบแน่น หรือ คอยล์ร้อน (Condenser) (ค่า Q) กับค่าพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (Compressor) (ค่า W)

สูตรการคำนวณทางด้านขวาสามารถใช้ในการหาค่า COP

$$COP = \frac{|Q|}{W} \quad (1)$$

อีกนัยหนึ่ง ค่า COP คือ ค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน (kW) ที่ใช้ในการดูดความร้อนของฮีทปั๊ม (Heat Pump) กับพลังงาน (kW) ที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

การวัดค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (Energy Efficiency Ratio) หรือ EER คือ ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่มีหน่วยเป็น BTU/hr. โดยใช้สูตรนำขนาด Btu. หารด้วยกำลังวัตต์ ตัวอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 17,539 Btu./ชั่วโมง กำลังวัตต์ 1,545 /ชั่วโมง ค่า EER อยู่ที่ 11.35 (ประสิทธิภาพ บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์) ความเย็นที่เครื่องปรับอากาศให้ได้ (Output) = Btu./ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องใช้ในการทำความเย็น (Input)

$$\text{การหาค่า EER} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2)$$

$$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{17,539}{1,545} \quad (3)$$

$$EER = 11.35$$

$$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{20,397}{1,850} \quad (4)$$

$$EER = 11.03$$

ภาระการทำความเย็น (cooling load) เป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศหรือทำความเย็น ที่ระบบทำความเย็นต้องกำจัดความร้อนนี้ออกไปจากพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. จำนวนประชากรในพื้นที่ดังกล่าว
2. แหล่งความร้อนจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบริเวณนั้น เช่น หม้อต้ม ขดลวดความร้อน หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ มอเตอร์ ฯลฯ
3. ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาทางผนัง พื้นและเพดาน ด้วยการนำความร้อน (heat conduction) การแผ่รังสีความร้อน (heat radiation) และการพาความร้อน (heat convection)

4. ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญ
5. ความชื้นที่เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าว
6. การแทรกซึม/รั่วไหลของอากาศ

ภาระในการทำความเย็น มีความสำคัญกับการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ทำความเย็นให้เหมาะสมกับความชื้นที่เกิดขึ้น โดยจะมีการเผื่อขนาดประมาณ 10% ของภาระการทำความเย็นเพื่อเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม

อุณหภูมิภายนอกอาคารโดยทั่วไปจะอยู่ที่ 35 °C
อุณหภูมิภายในอาคารจะอยู่ที่ 27 °C

ชุดทวนเมอร์รี่เลย์ จะสังัดดวงจรมอเตอร์ระบายความร้อนเมื่อระบบปั๊มน้ำทำงาน

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ออกแบบระบบ

การออกแบบ ในการออกแบบผู้จัดทำได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ระบบที่ใช้ควบคุม และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งาน

3.1.1 ระบบควบคุม

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้นเป็น วงจรไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด ตั้งแต่เวลาเริ่มทำงานจนกระทั่งจบการทำงาน ในส่วนของระบบควบคุมการทำงานผู้จัดทำนำ PLC มาใช้ควบคุมคำสั่งต่างๆ เช่น ระยะเวลาการฉีดน้ำเพื่อระบายความร้อน ตลอดจนจบระยะเวลาการทำงาน สาเหตุที่เลือกใช้ PLC มาใช้ควบคุม เพราะมีความน่าเชื่อถือ ความแม่นยำ ของอุปกรณ์และระบบสูงกว่า เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ควบคุมตัวอื่น



รูปที่ 1 การออกแบบและสร้างตู้ควบคุม

3.1.2 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

ประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศทั้งคอยล์ร้อนคอยล์เย็น ขนาด 20,397 Btu. ปั๊มน้ำแรงดันสูงขนาด 12 V. ชุดสายยางสำหรับพร้อมหัวสปริงเกอร์ฉีดพ่นน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ PLC ของ Mitsubishi รุ่น fx1s โซลินอยด์ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ไทเมอร์ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ มิเตอร์วัดแรงดัน กระแส พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 2 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน



รูปที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด

3.1.3 จัดทำระบบและสร้างชุดคำสั่ง PLC

ผู้วิจัยได้เขียนชุดคำสั่งควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ผ่านแลตเตอร์ไดอะแกรม และโปรแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานควบคุมการรดน้ำ ดังรูปที่ 5

**SAUNIC
2020**



ที่เสียไปจำนวนมากกับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และช่วยลดภาระการการเสียค่าพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้บริโภค เนื้อหาบทความวิจัยบางส่วนได้มาจากประสบการณ์การทำงานด้านเครื่องปรับอากาศของผู้จัดทำวิจัย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บริษัท ประเสริฐศักดิ์แอร์เซอร์วิส ที่ได้สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และสถานที่งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น, บริษัทกรุนด์ฟอส (ประเทศไทย) จำกัด, URL : <https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/cop-coefficient-of-performance.html>, access on 08/01/2019
- [2] ยุทธนา ศรีมา และคณะ. การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ชนิดแผ่นเพลทแบบเชื่อมติดระบายความร้อนด้วยน้ำ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2555
- [3] อาคม วลีชาติ. การประหยัดค่าไฟฟ้าโดยการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์. 2560

- [4] สถานการณ์พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย, สภาวิศวกร, ประเทศไทย (2015). URL : <http://www.thaiengineering.com/2015/index.php/technology/item/715-thailand-s-energy-situation>, access on 08/01/2019

- [5] อนุชิต เพียรแก้ว. การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีเพิ่มการระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2550

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายแดนไทย โยแสง
วัน-เดือน-ปี เกิด	10 เมษายน 2511
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 20/314 หมู่บ้านไอลีฟทาวน์ ถนนพระราม 2ตำบลพันท้ายนรสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รหัสไปรษณีย์ 74000 0815102991
ประวัติการศึกษา	- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 - เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ ธนบุรี จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2560

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2537 – ปัจจุบัน ร้านแดนไทยคูลิ่งค์ 1990

ความชำนาญเฉพาะด้าน

- ติดตั้ง ซ่อมบำรุง วางระบบ งานด้านเครื่องปรับอากาศ ทุกรูปแบบ

งานทางด้านวิชาการขณะศึกษา

1. D. Yaisaeng , B. Suechoey , A. Monprapassorn. (2020). “Energy Reduction of Air Conditioning Install the Temperature Controlled System in Condenser” , Proceedings of The 7th SAU National Interdisciplinary Conference 2020 (SAUNIC 2020) SAU Interdisciplinary Conference 2020 (SAUNIC 2020) Innovation Researches Based on Era of 5.0. May 29th - 30th , 2020. Pp. 240 - 247.