ศึกษาอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุม

STUDY THE TEMPERATURE AND THE HUMIDITY

IN CONTROLLED CABINET

นาย ธนพล อินพิทักษ์ รหัส 47361597

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 7 มิ.ย. 2553
เลขทะเบียน 1 49415 49
เลขเรียกหนังสือ ม/ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ส 152 ก
2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน ศึกษาอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุม

ผู้ดำเนินโครงงาน นาย ธนพล อินพิทักษ์ รหัส 47361597

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(อาจารย์แสงชัย มังกรทอง)

.....กรรมการ

(ดร.มุทิตา สงฆ์จันทร์)

หัวข้อโครงงาน	ศึกษาอุณหภูมิและความชื้นในตู้ควบคุม
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย ธนพล อินพิทักษ์ รหัส 47361597
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2551

.....

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้เพื่อศึกษาอุณหภูมิและความชื้นในตู้ควบคุมทั้งภายในและภายนอกอาคาร เพื่อชี้ให้เห็นถึงข้อแตกต่างของค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยศึกษาจากการเก็บข้อมูลและค้นคว้าหาข้อมูลทางด้านค่ามาตรฐานสำหรับตู้ควบคุม สภาพอากาศในประเทศ เพื่อนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ประเภทของตู้ควบคุมให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

Project Title	Study the temperature and the humidity in controlled cabinet
Name	Mr.Thanapon Inpithak ID 47361597
Project Advisor	Somporn Ruangsinchaiwanich, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2008

ABSTRACT

The purpose of this project is to study about the temperature and the humidity in controlled cabinet both outside and inside the buildings.

This study shows the differences between the change of range of temperature and humidity which cause by different environment.

We studied by collecting the data and studying about the standard rang for the doministic weather controlled container. So that, we can analize this project and use this study to choose the type of the controlled container which is suited to the environment.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ทางทฤษฎี แนวคิด ชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานชิ้นนี้ ตลอดจนเสียสละเวลาทำงานและเวลาว่างในการตรวจโครงงานวิทยานิพนธ์และชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อแก้ไขจนถูกต้องและเสร็จสมบูรณ์

พร้อมกันนี้ใคร่ขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้มาให้ตั้งแต่ระดับอนุบาล จนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งที่นำมาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่มีคุณค่า แก่คณะผู้จัดทำโครงงานชิ้นนี้เสมอมา

ผู้จัดทำโครงงาน
นายธนพล อินพิทักษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 1

1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 งบประมาณของโครงงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้า 3

2.1.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร 3

2.1.2 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร 3

2.2 โครงตู้ 4

2.2.1 คุณสมบัติทางกล 4

2.2.2 คุณสมบัติทางความร้อน 4

2.2.3 คุณสมบัติต่อการกัดกร่อน 4

2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 5

2.3.1 โมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ 5

2.3.2 Miniature Circuit Breaker 7

2.3.3 Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) 8

2.3.4 ข้อควรระวัง

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 รีเลย์ 8
2.4.1. รีเลย์ใช้งานทั่วไป 8
2.4.2.เพาว์เวอร์รีเลย์ 9
2.4.3. แลทชิ่งรีเลย์ 10
2.4.4. แรทชิ่งรีเลย์ 10
2.4.5. สเตปปิ้งรีเลย์ 11
2.4.6 ข้อควรระวัง 11
2.4.7 วัสดุครอบและการปิดผนึกของรีเลย์ 11
2.5 บัสบาร์ 12
2.5.1 บัสบาร์ 12
2.5.2 ข้อควรระวัง 12
2.5.3 ข้อแนะนำ 12
2.5 มาตรฐาน IP และมาตรฐาน NEMA 13
2.6 ผลกระทบจากความร้อนและกระแสลมภายในโครงสร้าง 16
2.6.1.เพื่อที่จะป้องกันปัญหาการออกแบบระบบควบคุม 16
2.6.2. ปัญหาที่ทำให้เกิดความร้อนภายในจากการออกแบบ 17
2.6.3. การแก้ไขปัญหาความร้อนภายในโครงสร้าง 17
2.7 ผลกระทบจากความชื้นต่ออุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ 19
2.8 ตารางสถิติอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ย 20
บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง
3.1 การออกแบบการทดลอง 23
3.1.1 การออกแบบการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกตู้ควบคุม 23
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 23
3.3 วิธีการใช้และตั้งค่าบอร์ด AP-104 24
3.3.1 วิธีการใช้งานบอร์ด 24
3.3.2 วิธีการตั้งค่าบอร์ด 25
3.4 วิธีการใช้และตั้งค่าโปรแกรม AP-104 27
3.4.1 วิธีตั้งค่าโปรแกรม AP-104 27

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.2 วิธีการใช้งานโปรแกรม AP-104 28

บทที่ 4 ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการเก็บข้อมูล 31

4.1.1 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายนอกอาคาร 32

4.1.2 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร 33

4.1.3 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร 34

4.1.4 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร 35

4.1.5 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายในอาคาร 36

4.1.6 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายในอาคาร 37

4.1.7 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร 38

4.1.8 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร 39

4.2 วิเคราะห์ผล 40

บทที่5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 41

5.1.1 จากการค้นคว้าข้อมูล 41

5.1.2 จากผลการเก็บข้อมูล 41

5.2 แนวทางป้องกันและบำรุงรักษา 42

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข 42

อ้างอิง 43

ภาคผนวก 44

ภาคผนวก ก 45

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข 48
ภาคผนวก ค 55
ประวัติผู้เขียนโครงงาน 57

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 กิจกรรมการดำเนินงาน 2

2.1 รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตรายอันอาจจะเกิดแก่อุปกรณ์ที่บรรจุ อยู่ภายใน 12

2.2 รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในอันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ 13

2.3 รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในอันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล 14

2.4 ระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA 15

2.5 ตารางเปรียบเทียบระหว่างระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA และดัชนีป้องกัน IP 16

2.6 แสดงค่า Mean Time Between Failures (MTBF) ทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น 26

2.7 ตารางอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2539 – 2548 20

2.8 ตารางความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2539 – 2548 21

5.1 แสดงผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นต่อตู้ควบคุมภายใน 42

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร	3
2.2 ตู้ MDB.ภายในอาคาร	3
2.3 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร	4
2.4 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคารแบบติดตั้งพัดลม	4
2.5 โมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์	5
2.6 ลักษณะการทำงาน Thermal Unit	6
2.7 ลักษณะการทำงาน Magnetic Unit	6
2.8 แสดงการทำงาน Solid State Trip	7
2.9 Miniature Circuit Breaker	7
2.7 รีเลย์ชนิด MY	8
2.8 รีเลย์ชนิด G2A	8
2.9 รีเลย์ชนิด MK-I/-S	9
2.10 รีเลย์ชนิด LY	9
2.11 รีเลย์ชนิด G4B	9
2.12 รีเลย์ชนิด G7L	9
2.13 รีเลย์ชนิด G7J	9
2.14 ตัวอย่างรีเลย์ชนิด MYK	9
2.15 ตัวอย่างรีเลย์ชนิด G2AK	9
2.16 ตัวอย่างG4Q	10
2.17 ตัวอย่างรีเลย์ G9B-06	10
2.18บัสบาร์ทองแดง	12
3.1 ติดตั้งตัววัดภายในตู้ควบคุม	23
3.2 ติดตั้งตัววัดภายนอกตู้ควบคุม	22
3.3 ต่อหัววัดอุณหภูมิและความชื้นกับบอร์ด AP-104	22
3.4 การต่อสาย RS-232 จากบอร์ดไปคอมพิวเตอร์	46

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 ตัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้น	24
3.6 บอร์ด AP-104	24
3.7 ตู้ควบคุม	24
3.8 คอมพิวเตอร์	24
3.9 ความหมายของหน้าจอนี้คือแสดงผลช่อง 1 รีเลย์ OFF ค่าความชื้น 43% อุณหภูมิ 26.7°C	25
3.10 ไดอะแกรมบอร์ด	25
3.11 ภาพแสดงการปรับ DIP-SWITCH	25
3.12 การกำหนดค่า Address	26
3.13 การกำหนดค่า Baud Rate	26
3.14 แสดงการตั้งค่าเสร็จสิ้น	26
4.1 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายนอกอาคารเป็นเวลา 14 วัน	32
4.2 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมนอกอาคารเป็นเวลา 14 วัน	33
4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุม	34
4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุม	35
4.5 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมในอาคารเป็นเวลา 10 วัน	36
4.6 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมในอาคารเป็นเวลา 10 วัน	37
4.7 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร	38
4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร	39

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากตู้ควบคุมไฟฟ้ามีหน้าที่ป้องกันและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ สายไฟ เป็นต้น จากสภาพภายนอกทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละออง ที่ส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเกิดความเสียหายได้ ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาเรื่องอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้ตู้ควบคุมได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายในและภายนอกอาคาร

1.2.2 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างตู้ที่อยู่ภายในและภายนอกอาคารได้

1.2.3 เพื่อศึกษามาตรฐานของตู้ควบคุมกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการเก็บข้อมูล

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมกับสภาพอากาศภายนอก

1.3.2 ศึกษาผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นต่ออุปกรณ์

1.3.3 สามารถบอกถึงความเหมาะสมของการใช้ตู้ควบคุมทั้งภายในและภายนอกอาคารได้

1.4) กิจกรรมการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2551						ปี 2552	
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอก	■	■	■					
2. ศึกษาวิธีการใช้งานบอร์ด AP-104 และโปรแกรมเก็บข้อมูล			■	■	■			
3. เก็บข้อมูลและเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกตู้					■	■		
4. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน							■	■

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจถึงผลความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างตู้ที่อยู่ภายในและภายนอกอาคาร

1.5.2 สามารถบอกถึงผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นต่ออุปกรณ์ได้

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจถึงมาตรฐานของตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร

1.6 งบประมาณ

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ 15,000 บาท

1.6.2 ค่าจัดทำรูปเล่ม 1,000 บาท

รวมเป็นเงิน 16,000 บาท (หนึ่งหมื่นหกพันบาทถ้วน)

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตู้ควบคุมไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปกป้องและยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ให้ปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกทั้งอุณหภูมิ ความชื้น และสัตว์ต่างๆ

ตู้ควบคุมไฟฟ้าแบ่งออกตามสถานที่การใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคารและตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร

2.1.1.ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร

ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร หมายถึง ตู้ที่ใช้ใส่อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้งานในระบบควบคุมต่างๆ เช่น ตู้เมนของระบบจ่ายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าตู้ MDB (Main Distribution Board) ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าในอาคาร หรือในโรงงาน ทำหน้าที่ควบคุมแรงดัน ถ้าหากว่าแรงดันตกหรือมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ก็จะตัดวงจรทันที เป็นการป้องกันความเสียหายในทุกรูปแบบโดยเฉพาะโหลดประเภทมอเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าได้อีกด้วย ดังรูป

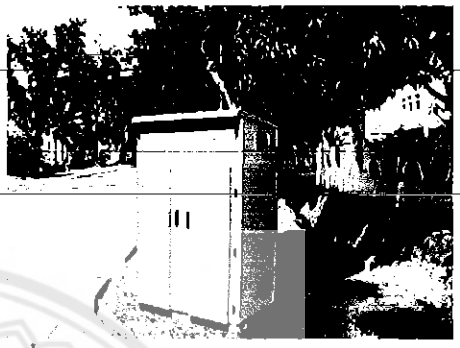
รูปที่2.1ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร [1]

รูปที่ 2.2 ตู้ MDB.ภายในอาคาร [2]

2.1.2 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร

ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร อาจมีหน้าที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานของผู้ใช้ เช่นตู้ควบคุมไฟส่องสว่าง ตู้จำหน่ายกระแสไฟฟ้า ตู้ควบคุมปั๊มน้ำ เป็นต้น โดยในส่วนที่สำคัญของตู้ภายนอกอาคารจะมีโครงสร้างที่ไม่เป็นสนิม และมีความทนทานมากกว่าตู้ภายในอาคาร ดังรูป

รูปที่2.3 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคาร [3]



รูปที่2.4 ตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอกอาคารแบบติดตั้งพัดลม [4]

ส่วนประกอบหลักของตู้ควบคุม

1. โครงตู้ (Enclosure)
2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)
3. รีเลย์ (Relay)
4. บัสบาร์ (Bus-bar)

2.2 โครงตู้ (Enclosure)

โครงตู้ คือ อุปกรณ์ที่เป็นโครงสร้างภายนอกที่ช่วยปกป้องอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในทั้งหมดให้ปลอดภัยจากอุณหภูมิภาย ความชื้น และสัตว์ต่างๆ จากภายนอกภายนอก

ทำมาจากแผ่นโลหะประกอบเป็นโครงตู้ ซึ่งอาจเปิดได้เฉพาะด้านหน้า หรือเปิดได้ทุกด้าน ขึ้นอยู่กับการออกแบบ โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ

2.2.1 คุณสมบัติทางกล คือ รับแรงทางกลจากภายนอกได้เพียงพอต่อการใช้งานทั้งภาวะปกติและไม่ปกติ

2.2.2 คุณสมบัติทางความร้อน คือ ทนความร้อนจากสภาพแวดล้อม และความผิดปกติในระบบและอาร์กจากการลัดวงจรได้

2.2.3 คุณสมบัติต่อการกัดกร่อน คือ สามารถทนการกัดกร่อนจากความชื้นและสารเคมีได้ นอกจากนี้โครงตู้ยังทำหน้าที่ป้องกันอันตรายต่างที่อาจเกิดขึ้นได้ คือ

a). ป้องกันไม่ให้ผู้ที่อยู่ใกล้สวิตช์บอร์ดสัมผัสถูกส่วนที่มีไฟฟ้า

b). ป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งต่างๆ ภายนอก เช่น น้ำ วัตถุแข็ง สัตว์เลื้อยคลาน เป็นต้น

c). ป้องกันอันตรายจากการอาร์กที่รุนแรงจนชิ้นส่วนอุปกรณ์อาจหลุดกระเด็นออกมา

2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำงานเพื่อตัดวงจรไฟฟ้า โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นสามารถทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติในในกรณีที่เกิดไฟฟ้าขัดข้องในเขตของตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้น เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่นเสียหายหรือเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ และในกรณีที่ตัววงจรโดยผู้ใช้งานเป็นคนตัดวงจรเอง (Manual) ใช้ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อที่จะไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

ในที่นี่จะกล่าวถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ หมายถึง เบรกเกอร์ที่ใช้กับแรงดันน้อยกว่า 1000 โวลต์ แบ่งออกได้หลายชนิด ได้แก่

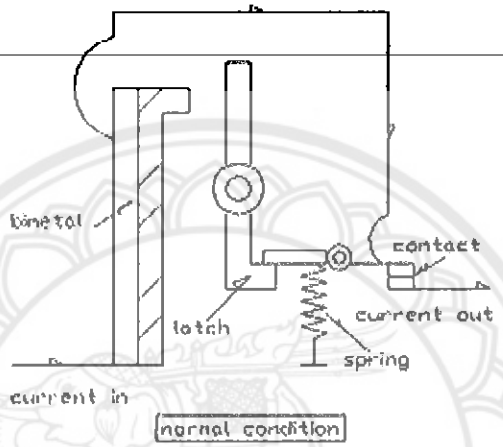
2.3.1 โมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ หมายถึง เบรกเกอร์ที่ถูกห่อหุ้มมิดชิดโดยฝาครอบ 2 ส่วน มักทำด้วยโพเนติดซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถทนแรงดันใช้งานได้ เบรกเกอร์แบบนี้มีหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์เปิด-ปิดด้วยมือ และเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลเกินหรือเกิดลัดวงจร โดยเบรกเกอร์จะอยู่ในภาวะทริป ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่ง ON และ OFF เราสามารถรีเซตใหม่ได้โดย กดคันโยกให้อยู่ ในตำแหน่ง OFF เสียก่อน แล้วค่อยโยกไปตำแหน่ง ON ลักษณะของเบรกเกอร์แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไปคือ

รูปที่2.5 โมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ [5]

โมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่พบบ่อยในท้องตลาดมี 2 ประเภท คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปด้วยความร้อนและสนามแม่เหล็ก (Thermal Magnetic CB.) และเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปด้วยวงจรอิเล็กทรอนิคส์ (Solid State Trip CB.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปด้วยความร้อนและสนามแม่เหล็ก (Thermal Magnetic CB.) นี้มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ

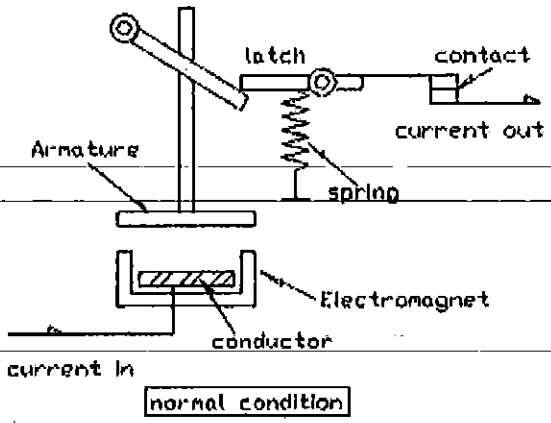
Thermal Unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกินอันเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป



รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงาน Thermal Unit [5]

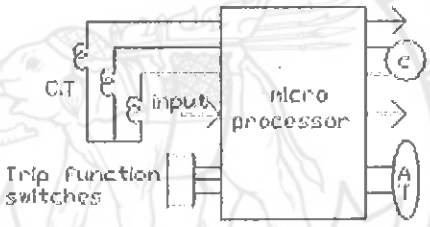
เมื่อมีกระแสเกินไหลผ่านโลหะไบเมทัล(เป็นโลหะ 2 ชนิด ที่มีสัมประสิทธิ์ ทางความร้อนไม่เท่ากัน) จะทำให้ไบเมทัลโก่งตัวไปปลดอุปกรณ์ทางกลและทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจร เรียกว่า เกิดการทริป การปลดวงจรแบบนี้ต้องอาศัยเวลาพอสมควรขึ้นอยู่กับกระแสขณะนั้นและความร้อนที่เกิดขึ้นจนทำให้ไบเมทัลโก่งตัว

Magnetic Unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรหรือมีกระแสค่าสูงๆ ประมาณ 8-10 เท่าขึ้นไปไหลผ่าน กระแสจำนวนมากจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงดึงให้อุปกรณ์การปลดวงจรทำงานได้ การตัดวงจรแบบนี้เร็วกว่าแบบแรกมาก โอกาสที่เบรกเกอร์จะชำรุดจากการตัดวงจรจึงมีน้อยกว่า



รูปที่ 2.7 ลักษณะการทำงาน Magnetic Unit [5]

เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปด้วยวงจรอิเล็กทรอนิคส์ (Solid State Trip CB.) หรือ Electronic Trip Molded Case Circuit Breaker เป็นเบรกเกอร์ชนิดหนึ่งที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่วิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร

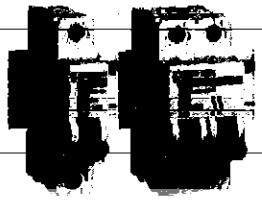


รูปที่2.8 แสดงการทำงาน Solid State Trip [5]

จากไดอะแกรมจะเห็นว่ามีหม้อแปลงกระแส (CT) อยู่ภายในตัวเบรกเกอร์ทำหน้าที่แปลงกระแสให้ต่ำลงตามอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแสและมีไมโครโปรเซสเซอร์คอยวิเคราะห์กระแส หากมีค่าเกินกว่าที่กำหนดจะสั่งให้ ทริปปิงคอยล์ (Tripping Coil) ดึงอุปกรณ์ทางกลให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดวงจรที่ด้านหน้าของเบรกเกอร์ ชนิดนี้จะมีปุ่มปรับค่ากระแสปลดวงจร เวลาปลดวงจร และอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้ง อุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า แอมป์มิเตอร์และฟอล์ตอินดิเคเตอร์ (Amp meter & Fault indicator) ซึ่งสามารถแสดงสาเหตุการฟอล์ตของวงจรและค่ากระแสได้ ทำให้ทราบสาเหตุของการปลดวงจรได้

กลไกตัดวงจร สำหรับเบรคเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป แบ่งเป็นอาศัยความร้อนและอาศัยอำนาจแม่เหล็ก แบบอาศัยความร้อน ใช้หลักการโก่งตัวของโลหะไบเมทัลเพื่อปลดกลไก ส่วนแบบอาศัยอำนาจแม่เหล็ก ใช้แรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวด ที่กระทำต่อแผ่นโลหะ เพื่อปลดกลไก

2.3.2 Miniature Circuit Breaker เป็นเบรคเกอร์ขนาดเล็กใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load Center) หรือ แผงจ่ายไฟฟ้าประจำห้องพักอาศัย (Consumer Unit) เบรคเกอร์ ชนิดนี้ไม่สามารถปรับตั้งค่ากระแสตัดวงจรได้ มีทั้งแบบ 1 pole , 2 pole และ 3 pole อาศัยกลไกการปลดวงจรทั้งแบบเทอมอลและแมคเนติคมีรูปร่างทั่วไปดังรูป



รูปที่2.9 Miniature Circuit Breaker [5]

พิกัดแรงดันของเบรคเกอร์ชนิดนี้จะอยู่ที่ 240/415 Vac. มีการทริปกระแสสูงสุด 100 A. และเนื่องจากเป็นเบรคเกอร์ขนาดเล็กจึงมักใช้ป้องกันวงจรย่อยเช่น วงจรแสงสว่าง วงจรเต้ารับ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กทั่วไป นอกจากนี้ยังมีรุ่นที่สามารถป้องกันไฟฟ้าดูดได้ด้วย เรียกว่า Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)

2.3.3 Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) เป็น Miniature CB. ชนิดหนึ่งซึ่งมีอุปกรณ์เสริม สำหรับตรวจจับกระแสว่า รั่วออกจากวงจรเกินกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าเกินค่าที่ตั้งไว้ ก็จะสั่งปลดวงจร โดยกระแสรั่วไหลจะกำหนดตายตัว ไม่สามารถปรับตั้งได้เช่น 10 mA. , 15 mA. , 30 mA. เป็นต้น ตัวอย่างของ ELCB คือ พิกัดกระแสและผลกระทบจากอุณหภูมิพิจารณาได้เป็น 2 กรณี คือ

2.3.4 ข้อควรระวัง

กรณีเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปด้วยความร้อนและสนามแม่เหล็ก (Thermal-Magnetic Trip Molded Case Circuit Breaker) อุณหภูมิระหว่าง -10 - 24 องศาเซลเซียส เบรคเกอร์จะรับกระแสได้มากกว่าค่าที่ระบุบน Name Plate ทำให้การทริปผิดพลาด นั่นคือเมื่อมีโหลดเกินพิกัดเบรคเกอร์จะไม่ปลดวงจร การนำเบรคเกอร์ไปใช้งานในที่ ที่มีอุณหภูมิต่ำต้องพิจารณาให้รอบคอบ อุณหภูมิระหว่าง 25 - 40 องศาเซลเซียส กระแสพิกัดจะเป็นไปตามค่าที่ระบุบน Name Plate ของเบรกเกอร์ อุณหภูมิระหว่าง 41 - 60 องศาเซลเซียส เบรคเกอร์ที่ทำงานอยู่ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้กระแสพิกัดลดลงจากค่าที่ระบุบน Name Plate ซึ่งทำให้เบรก- เกอร์ปลดวงจรก่อนกำหนด

กรณีของ Magnetic Trip Molded Case Circuit Breaker โดยทั่วไปแล้วเบรคเกอร์แบบนี้สามารถทำงานได้ระหว่าง -10 - 60 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่างไปจากนี้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก็อาจเสียหาย และทำให้เบรกเกอร์ตัดวงจรผิดพลาดได้

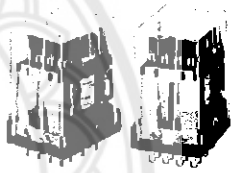
2.4 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก เป็นตัวช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรควบคุม และยังใช้ในการตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์การตัดต่อวงจรไฟฟ้าชนิดอื่น

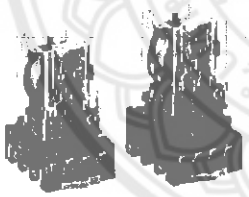
รีเลย์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน ก็คือ ส่วนของขดลวดเหนี่ยวนำ (Coil) และส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ในที่นี้เราจะกล่าวถึงรีเลย์ที่ใช้ทำงานในตู้ควบคุมโดยเราสามารถจำแนกรีเลย์ตามลักษณะการทำงานได้ 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

2.4.1. รีเลย์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Relay) หน้าสัมผัสของรีเลย์ชนิดนี้จะทำงาน (Turn On) ทันทีเมื่อขดลวดเหนี่ยวนำถูกป้อนกระแสไฟให้ และจะหยุดทำงาน (Turn Off) เมื่อหยุดป้อนกระแสไฟให้ ซึ่งก็คือถ้าต้องการให้หน้าสัมผัสทำงานตลอดเวลา เราจะต้องป้อนไฟให้แก่ขดลวดตลอดเวลา ตัวอย่างของรีเลย์รุ่นนี้คือ MY, LY, G2A และ MK-I/-S

รูปที่2.7 รีเลย์ชนิด MY [6]



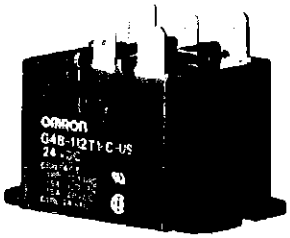
รูปที่2.8 รีเลย์ชนิด G2A [6]



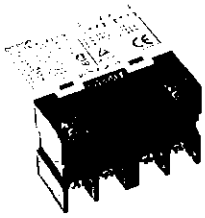
รูปที่2.9 รีเลย์ชนิด MK-I/-S [6]

รูปที่2.10 รีเลย์ชนิด LY [6]

2.4.2.เพาว์เวอร์รีเลย์ (Power Relay) รีเลย์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้กับโหลด (Load) ที่กินกระแสไฟมาก ๆ (Heavy loads) ตัวอย่างของรีเลย์รุ่นนี้คือ G4B, G7L, และ G7J



รูปที่2.11 รีเลย์ชนิด G4B [7]

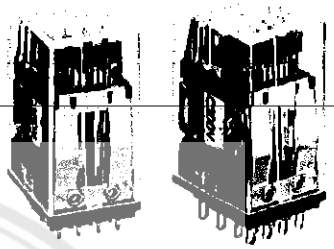


รูปที่2.12 รีเลย์ชนิด G7L [7]

รูปที่2.13 รีเลย์ชนิด G7J [7]

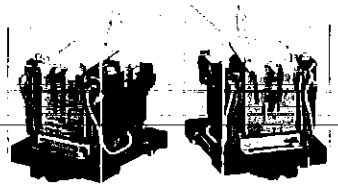
2.4.3. แลทชิ่งรีเลย์ (Latching Relay) หน้าสัมผัสของรีเลย์ชนิดนี้จะทำงานทันทีที่ขดลวดเหนี่ยวนำขา Set ถูกจ่ายกระแสไฟให้ และจะทำงานค้างอยู่อย่างนั้นแม้ว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำแล้วก็ตาม และหน้าสัมผัสจะหยุดทำงานอีกครั้งเมื่อจ่ายกระแสไฟให้แก่ขา Reset ของรีเลย์ ตัวอย่างของรีเลย์รุ่นนี้ คือ MYK และ G2AK

รูปที่2.14 ตัวอย่างรีเลย์ชนิด MYK [8]



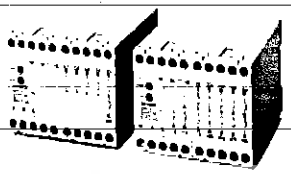
รูปที่2.15 ตัวอย่างรีเลย์ชนิด G2AK [8]

2.4.4. แรทเชทรีเลย์ (Ratchet Relay) รีเลย์ชนิดนี้มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับแลทชิ่งรีเลย์ แต่จะรวมขา set และขา reset มาไว้ในขาเดียว หากเราป้อนไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นครั้งแรก จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงานทันที และจะทำงานอยู่อย่างนั้นแม้ว่าเราจะหยุดจ่ายไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำแล้วก็ตาม หลังจากนั้นถ้าเราป้อนไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำอีกครั้ง จะทำให้หน้าสัมผัสหยุดทำงานและจะไม่ทำงานอยู่อย่างนั้นแม้ว่าเราจะหยุดจ่ายไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำแล้วก็ตาม จากนั้นเราจะป้อนไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำอีกครั้ง หน้าสัมผัสก็จะทำงานอีกครั้ง สรุปก็คือหน้าสัมผัสจะสลับการทำงาน และหยุดการทำงานทุกครั้งที่มีการป้อยไฟให้แก่ขดลวดเหนี่ยวนำในแต่ละครั้ง ตัวอย่างของรีเลย์รุ่นนี้คือ G4Q



รูปที่2.16 ตัวอย่างG4Q [8]

2.4.5. สเตปปิ้งรีเลย์ (Stepping Relay) หน้าสัมผัสของรีเลย์ชนิดนี้จะมากกว่า 2 หน้าสัมผัส (NO, NC) โดยที่หน้าสัมผัสเหล่านี้จะสลับกันทำงานเรียงตามลำดับกันไป ซึ่งเราสามารถควบคุมการทำงานของลำดับการทำงานของหน้าสัมผัสได้โดยการป้อนพัลซ์ให้กับขดลวดเหนี่ยวนำตัวอย่างของรีเลย์รุ่นนี้ คือ G9B-06 และ G9B-12



รูปที่2.17 ตัวอย่างรีเลย์ G9B-06 [9]

2.4.6. ข้อควรระวัง

1. หลีกเลี่ยงที่จะใช้รีเลย์ชนิดนี้ในสภาวะแวดล้อมที่มีสนามแม่เหล็ก ฝุ่น หรือในระบบจ่ายไฟที่มีการกระชากมาก ๆ

2. หลีกเลี่ยงการป้อนกระแสไฟให้แก่ขา Set และขา Reset พร้อมกัน

3. เมื่อมีการติดตั้งรีเลย์ชนิดนี้เรียงติดกันเป็นจำนวนมาก ควรเว้นช่องว่างระหว่างรีเลย์แต่ละตัวอย่างน้อยประมาณ 15 - 20 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาดจากอำนาจแม่เหล็ก

2.4.7 วัสดุครอบและการปิดผนึกของรีเลย์ (Relay's Case and Sealing)

ลักษณะโครงสร้างของวัสดุครอบและการปิดฝาผนึกของรีเลย์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. Open Relays โครงสร้างของรีเลย์จะไม่ถูกปกปิดด้วยวัสดุครอบใด ๆ ตัวรีเลย์จะไม่ถูกป้องกันจากสิ่งแปลกปลอมภายนอก

2. Cased Relays โครงสร้างของรีเลย์ชนิดนี้จะถูกปกปิดด้วยวัสดุครอบพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรก

3. Fully Sealed Relays วัสดุครอบรีเลย์จะทำด้วยพลาสติก และที่ขั้วต่อ(Terminal) จะถูกเคลือบด้วยอีพ็อกซีเรซิ่นซึ่งทำให้รีเลย์ชนิดนี้สามารถป้องกันผลกระทบจากฝุ่นได้เป็นอย่างดี รวมทั้งยังสามารถป้องกันก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น H2H และ NH3 ได้อีกด้วย

4. Hermetically Sealed Relays วัสดุครอบจะทำด้วยโลหะซึ่งทำให้สามารถป้องกันส่วนประกอบและกลไกภายในของรีเลย์จากอากาศภายนอก หรือก๊าซที่มีความกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี เหมาะที่จะใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นกรดสูง

2.5 บัสบาร์ (Bus-Bar)

2.5.1บัสบาร์ ทำมาจากทองแดง มีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ในตู้ควบคุมไฟฟ้าจะนิยมใช้บัสบาร์แทนการใช้สายไฟ เนื่องจากติดตั้งง่ายและรับกระแสได้มากกว่า ขนาดหรือพื้นที่หน้าตัดขึ้นอยู่กับการออกแบบ บนเส้นตัวนำบัสบาร์จะถูกเจาะให้เป็นรูเพื่อให้สามารถจับยึดสายไฟฟ้าได้อย่างมั่นคงแข็งแรง ขนาดกระแสของบัสบาร์จะพิจารณาความสามารถในการนำกระแสตามขนาดพื้นที่หน้าตัดเช่นเดียวกับสายไฟฟ้า แต่จะมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม

มีทั้งชนิดที่ตัวนำทำด้วยทองแดงและอลูมิเนียม รูปร่างของบัสบาร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นแบบ Flat คือ มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากติดตั้งง่าย และระบายความร้อนดี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ บัสบาร์แบบเปลือย บัสบาร์แบบทาสี

2.5.2 ข้อควรระวัง

ในกรณีที่บัสบาร์อยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงอาจเกิดความร้อนสะสมที่ตัวบัสบาร์นั้น เนื่องจากตัวบัสบาร์เองต้องรับค่าอุณหภูมิจากกระแสไฟที่ไหลผ่านอยู่แล้วอาจจะทำให้ความร้อนไปขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ หรืออาจทำถ้าเกิดฟอลต์ในเขตของบัส (Bus Zone) มักจะมีกระแสไหลสูงมาก หากไม่สามารถเคลียร์ได้ทันที ความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดขึ้นทั้งในบัสและนอกเขตบัสด้วย

2.5.3ข้อแนะนำในการใช้บัสบาร์

1.บัสบาร์ควรวางในแนวดิ่งจึงจะระบายความร้อนได้ดี

2.บัสบาร์แบบ Flat ควรขนานกันไม่เกิน 4 แท่ง ถ้ามากกว่านี้จะมีปัญหาเรื่อง Skin Effect

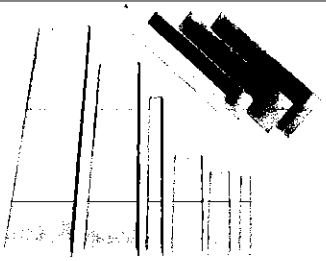
3.บัสบาร์แบบทาสี สีที่ใช้ทาเคลือบบัสบาร์ควรมีสัมประสิทธิ์การระบายความร้อนสูง

4.บัสบาร์แบบทาสี นำกระแสได้สูงกว่าบัสบาร์แบบเปลือย

5.กำหนดให้ใช้สี แดง เหลือง น้ำเงิน สำหรับเฟส R, Y , B ตามลำดับ

6.การเรียงเฟสในตู้ควบคุมหรือสวิตซ์บอร์ด (R,Y,B) ให้เรียงจากด้านหน้าไปยังด้านหลังตู้ จากบนลงล่าง หรือจากซ้ายไปขวา

7. การเรียงเฟสลักษณะอื่น อนุญาตเฉพะการเชื่อมต่อกับระบบที่มีอยู่แล้วแต่ต้องทำเครื่องหมายชัดเจน



รูปที่2.18 บัสบาร์ทองแดง

2.5 มาตรฐาน IP และมาตรฐาน NEMA

การปกป้องการเข้าถึง (Ingress Protection) หรือ IP นั้นได้ถูกพัฒนาโดย คณะกรรมการยุโรปสำหรับมาตรฐานของเทคนิคทางไฟฟ้า (European Committee for Electro Technical Standardization)

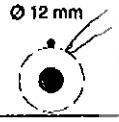
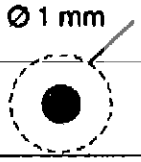
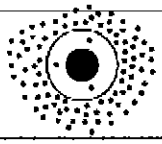
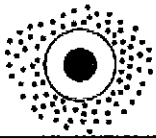
IP คือ ค่าป้องกันมาตรฐานที่มีตัวเลขกำกับบอก 2-3 หลัก โดยที่

1.ปกป้องจากวัตถุของแข็ง

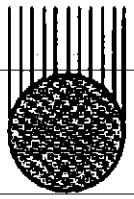
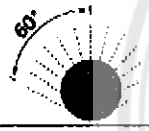
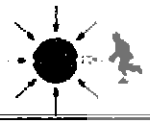
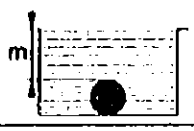
2.ปกป้องจากของเหลว

3.ปกป้องจากผลกระทบเชิงกล (โดยปกติจะยกเว้นไม่เขียนเลขหลักที่ 3)

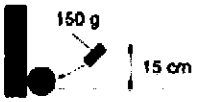
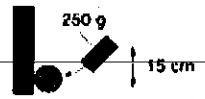
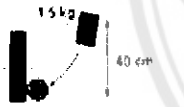
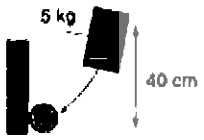
ตารางที่2.1 รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตรายอันอาจจะเกิดแก่อุปกรณ์ที่บรรจุ อยู่ภายใน [10]

0	ไม่ได้มีการป้องกัน
1 	สามารถป้องกันของแข็งที่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือเท่ากับ 50 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอด เข้าไปข้างในได้
2 	สามารถป้องกันของแข็งที่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือเท่ากับ 12 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไป ข้างในได้
3 	สามารถป้องกันของแข็งที่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือเท่ากับ 2.5 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไป ข้างในได้
4 	สามารถป้องกันของแข็งที่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 มม.ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้
5 	สามารถป้องกันฝุ่นได้
6 	สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่2.2 รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในอันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ [10]

0	ไม่มีการป้องกัน
1 	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาใน แนวดิ่งได้
2	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาใน แนวดิ่ง และในแนวที่ทำมุม 15 องศา กับแนวดิ่ง
3 	สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมา ได้โดยน้ำฝนนี้อาจตกลงมาใน แนวทำมุม 60 องศา กับแนวดิ่ง
4	สามารถป้องกันหยดน้ำ หรือน้ำสาด ที่มาจากทุกที่ได้
5 	สามารถป้องกันน้ำที่ถูกฉีดมาตก กระทบได้ในทุกทิศทาง
6	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจาก คลื่นน้ำทะเล และการฉีดน้ำอย่าง แรง
7	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจาก น้ำท่วมชั่วคราว
8 	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจาก น้ำท่วมอย่างถาวรได้

ตารางที่2.3 รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในอันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล [10]

0	ไม่มีการป้องกัน
1 	สามารถป้องกันแรงตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 150 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 15 เซนติเมตร (การกระแทกของพลังงาน 0.25 จูล)
2 	สามารถป้องกันแรงกตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 250 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 15 เซนติเมตร(การกระแทกของพลังงาน 0.375 จูล)
3	สามารถป้องกันแรงตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 250 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 20 เซนติเมตร (การกระแทกของพลังงาน 0.5 จูล)
4	สามารถป้องกันแรงตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 500 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 เซนติเมตร (การกระแทกของพลังงาน 2 จูล)
5 	สามารถป้องกันแรงตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 1.5 กก. ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 เซนติเมตร (การกระแทกของพลังงาน 6 จูล)
6 	สามารถป้องกันแรงตกกระทบ ของวัตถุที่มีน้ำหนัก 5 กก. ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 เซนติเมตร (การกระแทกของพลังงาน 20 จูล)

ระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA

การป้องกันทางกลของเครื่องห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน NEMA นั้น จะใช้รหัสตัวเลข หรือรหัสตัวเลขและตัวอักษร เป็นตัวบอกความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน โดยแบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ตามตารางดังนี้

ตารางที่2.4 ระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA [10]

NEMA Enclosure Type Number	คำอธิบายการใช้งาน
NEMA Type 1	ใช้ภายในอาคารทั่วไป
NEMA Type 2	ใช้ภายในอาคาร สามารถป้องกันน้ำหยดได้
NEMA Type 3R	ใช้ภายนอกอาคารทั่วไป ทนอากาศและทนฝนได้
NEMA Type 3	เหมือน 3R และสามารถป้องกันฝุ่นที่ฟุ้งกระจายได้
NEMA Type 3S	เหมือน 3R และสามารถป้องกันฝุ่นที่ฟุ้งกระจายและน้ำแข็งเกาะได้
NEMA Type 4	ใช้ภายนอกอาคาร และสามารถกันน้ำสาดได้
NEMA Type 4X	เหมือน 4 ละมีความสามารถต้านทานสนิมได้
NEMA Type 5	ใช้ภายในอาคาร สามารถกันฝุ่นได้
NEMA Type 6	เหมือน 3R และสามารถใช้ในสภาวะที่มีน้ำขังเป็นครั้งคราว เช่น ภายในเหมืองแร่หรือบ่อพัก เป็นต้น
NEMA Type 6P	เหมือน 3R และสามารถใช้ในสภาวะที่มีน้ำขัง สามารถต้านทานสนิมได้
NEMA Type 7	ใช้กับสถานที่อันตรายประเภท 1 ซึ่งมีก๊าซอันตรายติดไฟได้
NEMA Type 8	ใช้กับสถานที่อันตรายประเภท 1 ซึ่งมีไอน้ำมันติดไฟได้
NEMA Type 9	ใช้กับสถานที่อันตรายประเภท 2 ซึ่งมีฝุ่นที่เป็นอันตรายติดไฟได้
NEMA Type 10	กันการระเบิดได้ เหมาะกับการใช้งานในเหมืองถ่านหิน
NEMA Type 11	สามารถป้องกันไอกรดและไอน้ำมันซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนได้ เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมเคมี
NEMA Type 12 และ 12K	เหมาะสำหรับใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถป้องกันฝุ่นและหยดน้ำได้
NEMA Type 13	เหมาะสำหรับใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถป้องกันฝุ่นและน้ำฉีดได้

ตารางที่2.5 ตารางเปรียบเทียบระหว่างระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA และดัชนีป้องกัน IP [10]

NEMA Enclosure Type Number	IEC Enclosure Classification Designation
1	IP10
2	IP11
3	IP54
3R	IP14
3S	IP54
4 และ 4X	IP56
5	IP52
6 และ 6P	IP67
12 และ 12K	IP52
13	IP54

2.6 ผลกระทบจากความร้อนและกระแสลมภายในโครงสร้าง [11]

2.6.1.เพื่อที่จะป้องกันปัญหาการออกแบบระบบควบคุม จึงควรติดตั้งตามมาตรฐานมาตรวัดความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดแวร์และส่วนประกอบ (MTBF) หากเราไม่คำนึงถึงการปล่อยความร้อน โครงสร้างก็จะไม่ได้คุณภาพตามค่ามาตรฐานตาม MTBF

อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐาน MTBF ในอุปกรณ์จะอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส **แต่ในที่นี้จะประเมินทุกๆ** 10 องศาเซลเซียส ที่เพิ่มขึ้น โดยที่ยิ่งอุณหภูมิมากขึ้น อายุการใช้งานของอุปกรณ์ก็จะลดลง ถ้าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียสก็ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงค่า MTBF

ในแผนภูมิด้านล่างจะแสดงค่า Mean Time Between Failures (MTBF) ทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น โดยสมมุติเวลา 3.125-50 ปี

ตารางที่2.6 แสดงค่า Mean Time Between Failures (MTBF) ทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Mean Time Between Failures (ปี)
25	50
35	25
45	12.5
55	6.25
65	3.125

ในแนวทางเดียวกันสามารถนำมาประยุกต์กับ วงจรไฟฟ้า หรือส่วนประกอบไฟฟ้า อื่นๆที่อยู่บนแผ่นปริ้นต์ อุณหภูมิโดยรอบของอุปกรณ์และกระแสลมที่พัดผ่านต้องรักษาให้อยู่ในระดับความเย็นอย่างเหมาะสม

2.6.2. ปัญหาที่ทำให้เกิดความร้อนภายในจากการออกแบบ

1. การออกแบบโครงสร้างโดยไม่คำนึงถึงการกระจายตัวของความร้อนและอากาศไหลเวียนที่เหมาะสม จึงนำไปสู่อุณหภูมิที่สูงภายในโครงสร้าง

2. การออกแบบโครงสร้างโดยขาดแคลนการหมุนเวียนอากาศภายในจุดเฉพาะภายในโครงสร้างจนนำไปสู่จุดที่เกิดความร้อนสูง

3. โครงสร้างถูกตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความร้อนสูงล้อมรอบ เช่น อยู่ใกล้เครื่องมือที่ทำให้เกิดความร้อนหรือได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง

4. ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ภายใน การต่อสายไฟหรือเคเบิล ภายในของโครงสร้างมีความหนาแน่นจนขัดขวางการไหลเวียนของลมธรรมชาติ

5. สายไฟถูกติดตั้งใกล้ชิ้นส่วนมากเกินไป จนตัดการไหลเวียนของอากาศจนไม่เพียงพอ

6. อุปกรณ์ที่อยู่ตรงข้ามช่องทำความเย็น ถูกติดตั้งติดกันมากเกินไปจนไม่พอเพียงสำหรับการทำความเย็น

7. อุปกรณ์ที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวนอนเพื่อการไหลของอากาศ แต่ถูกติดตั้งกลับกัน จะทำให้ขวางทางเดินของอากาศได้

8. อุปกรณ์ที่กำเนิดความร้อนสูงมากๆถูกติดตั้งภายในโครงสร้าง เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.6.3. การแก้ไขปัญหาความร้อนภายในโครงสร้าง

การออกแบบระบบการระบายความร้อนภายในโครงสร้าง

วิธีการปรับปรุงและแก้ไขการกระจายตัวของความร้อน

1. ตำแหน่งของชิ้นส่วนของอุปกรณ์มีความสัมพันธ์กับส่วนอื่น

a) แหล่งถ่ายพลังงาน

b) ติดตั้งสายไฟเข้า-ออกของโครงสร้าง

c) ตำแหน่งของอุปกรณ์เพื่อการไหลเวียนอากาศสูงสุด

2. การออกแบบองค์ประกอบสำหรับการทำความเย็นและการไหลเวียนอากาศ

a) ใช้ช่องระบายอากาศด้านข้างส่วนบนเพื่อนำอากาศเย็นเข้ามาและนำอากาศร้อนออกไป

b) ใช้เครื่องมือวัดอากาศและการหมุนเวียนความเย็น ระบบที่ต้องการตัวกรองที่ทำให้อากาศสะอาดและไม่ต้องการความชื้น

- ให้เกิดความดันที่แน่นอนภายในโครงสร้าง

- อนุญาตให้อากาศไหลนำความร้อนที่เกินความต้องการออกเท่านั้น
- อนุญาตให้เกิดความเย็นปกติ (บ่อยครั้งที่เกิดน้ำค้าง) ภายในโครงสร้างเท่านั้น

c) ใช้ heat sink หรือ cooling fins

d) ทำให้แน่ใจว่าโครงสร้างไม่ได้รับความร้อนเมื่อความชื้นเข้ามาทางท่อร้อยสายไฟ

3. การออกแบบวงจรไฟฟ้า

การออกแบบวงจรไฟฟ้า จะมีผลต่อพลังงานความร้อนภายในตัวโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น As-Interface สามารถพันขดลวดได้ทั้งแบบขนานและอนุกรม การพันแบบอนุกรมนั้นจะให้พลังงานความร้อนต่อโครงสร้างในทางตรงกันข้าม ส่วนการพันแบบขนานนั้นจะให้พลังงานกับอุปกรณ์มากกว่าความร้อนที่ส่งออกมา

4. โครงสร้างที่ติดพัดลมระบายอากาศ

a) การติดตั้งพัดลมจะสามารถระบายอากาศภายในโครงสร้างทำให้โลหะของโครงสร้างระบายความร้อนได้

b) การติดตั้งพัดลมจะทำให้เกิดช่องในการไหลเวียนอากาศด้านบนและภายในอุปกรณ์ บางครั้งพัดลมระบายอากาศจะถูกติดตั้งในกรณีที่โครงสร้างไร้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นหรือเกิดวิกฤตของการไหลเวียนอากาศ

c) ถ้าติดพัดลมด้านล่างของโครงสร้างจะทำให้เกิดความดันที่แน่นอน และติดตั้งช่องระบายอากาศไว้ด้านบนของด้านหลังโครงสร้างเพื่อให้อากาศร้อนไหลออก วิธีนี้ทำเกิดความเย็นและการไหลเวียนอากาศจำนวนมากตั้งแต่เริ่มทำงานเพราะเป็นหลักการไหลของอากาศร้อนโดยธรรมชาติ

d) พัดลมระบายอากาศเสียที่ติดตั้งด้านบนจะดึงอากาศจากข้างใต้ของโครงสร้างขึ้นมาโดยโดยจะก่อให้เกิดความดันต่ำภายในโครงสร้าง ปัญหาของวิธีนี้ คือ อากาศจากภายในท่อสายไฟจะออกมาด้วย (อาจมีความชื้นออกมา)

5. ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง

a) การติดตั้งอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงไว้ด้านบนของโครงสร้าง ความร้อนจะไม่ผ่านไปรอบๆหรือผ่านอุปกรณ์ตัวอื่น

b) ติดตั้งอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงไว้ด้านข้างใกล้โครงสร้าง เพื่อที่จะกระจายความร้อนได้ดีที่สุด แทนที่จะระบายความร้อนผ่านอุปกรณ์ตัวอื่น

c) ติดตั้งอุปกรณ์ทำความร้อนสูงไว้ในทางผ่านของอากาศเย็นตามธรรมชาติ จะทำให้อุณหภูมิสูงเพียงด้านเดียว โดยที่ด้านอื่นๆจะไม่ร้อน

วิธีการทั้งหมดนี้จะช่วยได้มากในระบบการควบคุมความร้อนภายในโครงสร้าง และเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบโครงสร้างตู้ที่ดี

2.7 ผลกระทบจากความชื้นต่ออุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ [12]

อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์จำนวนมากมีข้อจำกัดทางด้านความชื้น ยกตัวอย่างตั้งแต่ 5 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ที่จุดสูงสุดของการทนต่อความชื้นได้นั้น ความชื้นอาจเพิ่มขึ้นจนทำให้ฉนวนเกิดการนำไฟฟ้าได้ เป็นสาเหตุจนทำให้อุปกรณ์นั้นๆ เกิดการทำงานที่ผิดปกติได้ และเช่นเดียวกันที่ความชื้นจำนวนน้อยเกินไปอาจทำให้อุปกรณ์เกิดการแตกหักได้ง่าย ค่าเฉลี่ยที่ความชื้นคงที่จะช่วยลดระดับความอันตรายต่ออุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ลง เมื่ออุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ถูกย้ายจากที่ที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่ที่มีอุณหภูมิสูง อาจทำให้ความชื้นที่อุปกรณ์หรือฉนวนเกิดการควบแน่นจนนำไปสู่การลัดวงจรภายในอุปกรณ์ การลัดวงจรที่กล่าวข้างต้นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายที่สำคัญของอุปกรณ์ ถ้าใช้อุปกรณ์ก่อนการควบแน่นจะระเหยไป ปฏิกิริยาการควบแน่นเช่นนี้อาจสั่งเกตได้จากคนที่สวมแว่นตาออกจากที่ที่อุณหภูมิต่ำมาภายนอกที่อุณหภูมิสูงกว่า ดังนั้นควรให้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ปรับตัวให้เข้ากลับอุณหภูมิเป็นเวลาหลายชั่วโมงก่อนนำไปใช้งาน

2.8 ตารางสถิติอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยในประเทศไทย

ตาราง2.7 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2539 – 2548

หน่วย: องศาเซลเซียส

เดือน	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	24.8	24.5	26.7	25.6	25.6	26.3	25.2	25.2	25.6	25.5
กุมภาพันธ์	25.6	26.5	28.0	26.7	25.9	27.0	27.1	27.0	26.1	28.1
มีนาคม	28.5	28.1	29.7	28.7	27.9	27.6	28.5	28.0	28.9	28.4
เมษายน	28.9	28.5	30.6	28.4	28.4	30.2	29.6	29.8	30.0	29.8
พฤษภาคม	28.5	29.5	30.2	27.7	28.3	28.3	28.7	29.3	28.8	29.5
มิถุนายน	28.2	29.1	29.1	27.9	27.8	28.1	28.6	28.4	28.0	28.7
กรกฎาคม	27.8	28.0	28.5	28.0	27.8	28.1	28.4	27.9	27.8	28.2
สิงหาคม	27.6	27.9	28.1	27.6	27.7	28.0	27.6	28.1	27.9	28.0
กันยายน	27.1	27.5	27.6	27.4	27.2	27.7	27.3	27.4	27.4	27.6
ตุลาคม	26.9	27.5	27.3	26.8	27.2	27.2	27.3	27.1	27.2	27.3
พฤศจิกายน	26.2	26.8	26.2	26.0	25.7	25.1	26.6	26.9	27.0	26.6
ธันวาคม	24.1	26.4	25.2	23.0	25.8	25.4	26.5	24.9	24.7	24.7
อุณหภูมิเฉลี่ย	**27.0**	**27.5**	**28.1**	**27.0**	**27.1**	**27.4**	**27.6**	**27.5**	**27.5**	**27.7**

ตาราง2.8 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน พ.ศ. 2539 – 2548 หน่วย: ร้อยละ

เดือน	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	71	71	72	72	73	75	72	72	72	70
กุมภาพันธ์	68	70	70	70	71	70	71	71	71	68
มีนาคม	69	70	65	70	71	77	71	74	68	68
เมษายน	75	73	69	78	78	72	71	72	70	71
พฤษภาคม	80	73	74	82	80	80	79	76	78	76
มิถุนายน	81	74	78	80	82	80	80	79	80	79
กรกฎาคม	81	79	81	79	81	80	79	82	80	80
สิงหาคม	82	80	82	81	81	81	82	81	81	81
กันยายน	85	83	83	83	83	83	83	84	83	83
ตุลาคม	82	82	81	83	83	84	81	81	77	81
พฤศจิกายน	80	77	79	80	76	75	79	75	72	80
ธันวาคม	73	73	74	70	74	74	78	69	68	74
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย	**77**	**75**	**76**	**77**	**78**	**78**	**77**	**76**	**75**	**76**

บทที่ 3

การออกแบบการทดลอง

3.1 การออกแบบการทดลอง

3.1.1 การออกแบบการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกตู้ควบคุม

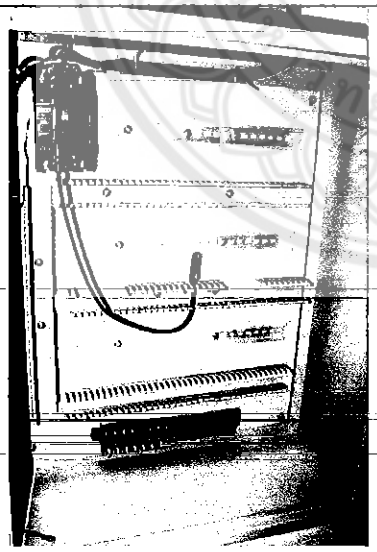
ในการเก็บค่าข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AP-104 ตัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้น และโปรแกรม AP-104 เก็บข้อมูลจากบอร์ด AP-104 โดยติดตั้งตัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นไว้ภายในและภายนอกตู้ควบคุม และวางตู้ควบคุมไว้ภายนอกอาคารให้ตู้ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง ตำแหน่งของตัววัดอุณหภูมิจะแสดงดังรูปต่อไปนี้

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1.ศึกษาการใช้งานตัววัดอุณหภูมิและความชื้น

2.ศึกษาการใช้งานบอร์ด AP-104

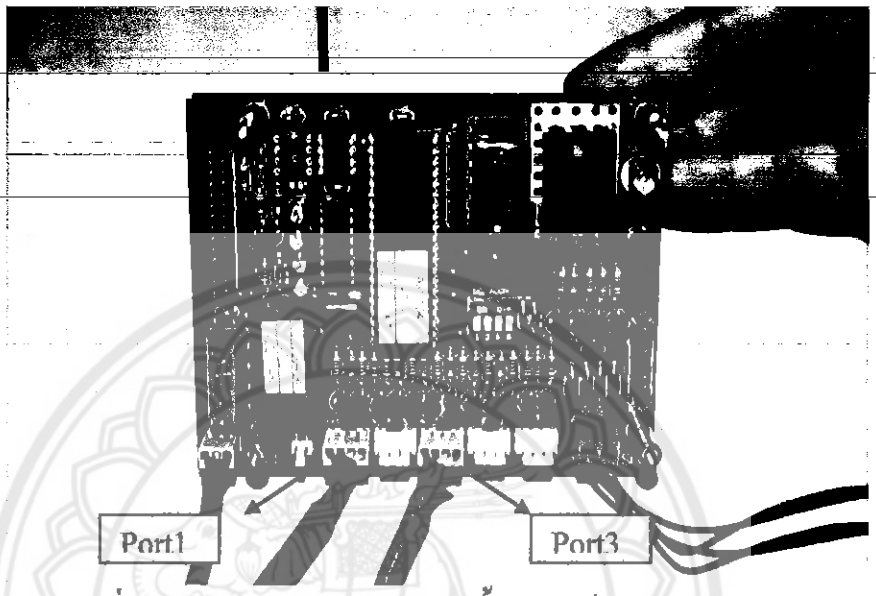
3.ติดตั้งหัววัดไว้ภายในและภายนอกตู้ควบคุม



รูปที่ 3.1 ติดตั้งตัววัดภายในตู้ควบคุม

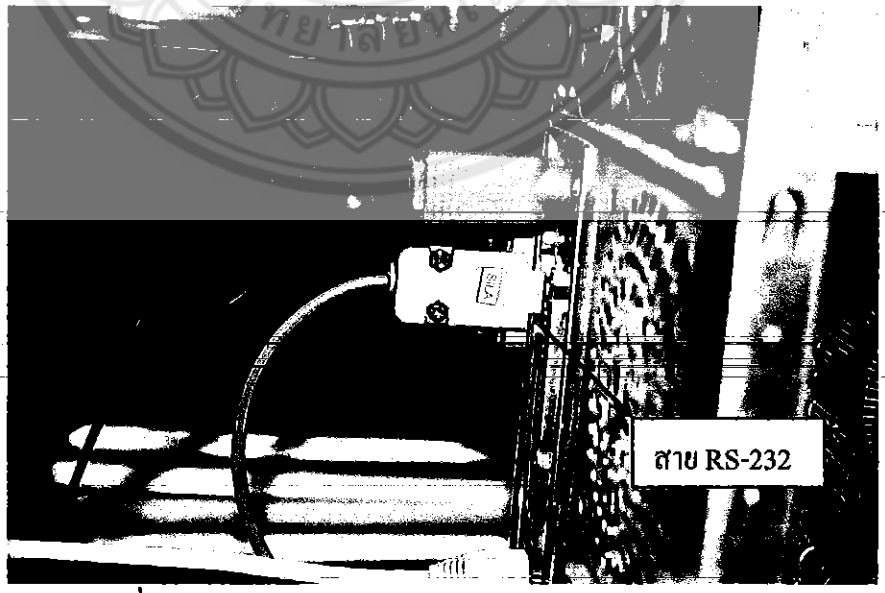
รูปที่3.2 ติดตั้งตัววัดภายนอกตู้ควบคุม

4.ต่อตัวเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นเข้ากับบอร์ด AP-104 ที่ port 1 และ 3



รูปที่3.3 ต่อหัววัดอุณหภูมิและความชื้นกับบอร์ด AP-104

5.ต่อบอร์ด AP-104 เข้ากับคอมพิวเตอร์



รูปที่3.4 การต่อสาย RS-232 จากบอร์ดไปคอมพิวเตอร์

6.ศึกษาการใช้งานโปรแกรม AP-104 เก็บข้อมูลจากบอร์ด

7.เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์

ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นต้องใช้อุปกรณ์ ดังนี้

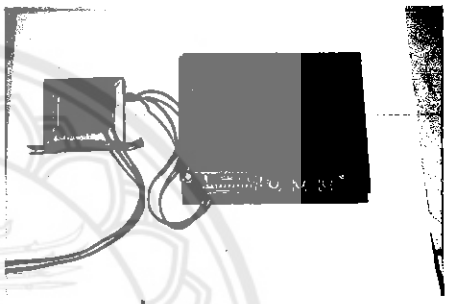
1.ตัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้น

2.บอร์ด AP-104

3.คอมพิวเตอร์

4.ตู้ควบคุม

รูปที่3.5 ตัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่3.6 บอร์ด AP-104

รูปที่3.7 ตู้ควบคุม

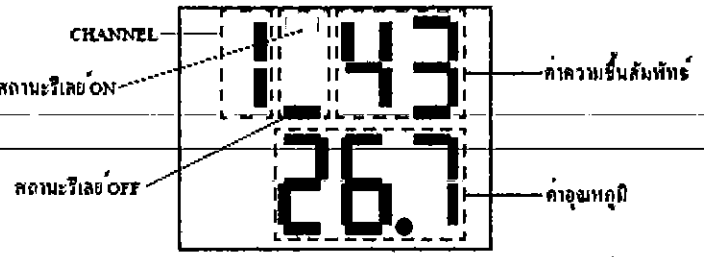
รูปที่3.8 คอมพิวเตอร์

3.3 วิธีการใช้และตั้งค่าบอร์ด AP-104

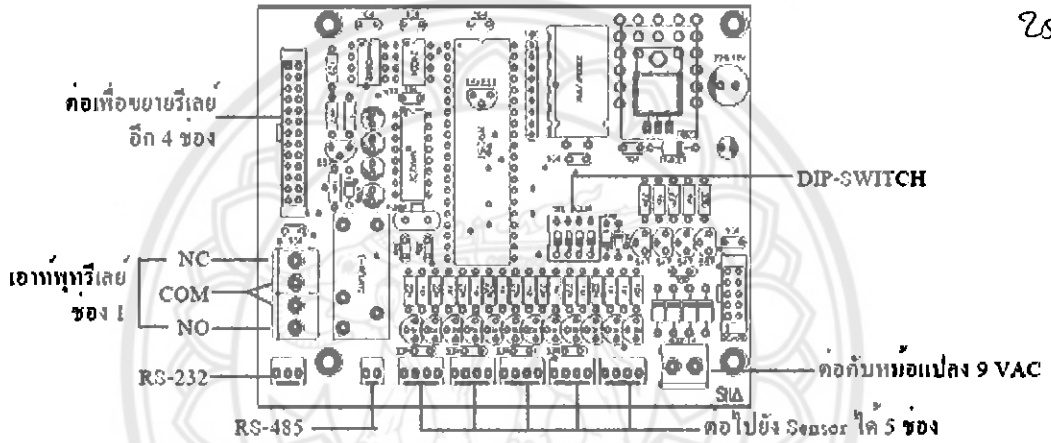
3.3.1 วิธีการใช้งานบอร์ด

เริ่มใช้งานเพียงต่อหม้อแปลงแล้วเสียบเซนเซอร์ช่องใดก็ได้เท่านั้น เครื่องจะค้นหาช่องที่ติดตั้งเซนเซอร์และแสดงค่าโดยอัตโนมัติและจะข้ามช่องที่ไม่ได้ต่อเซนเซอร์ไว้ ค่าที่แสดงมีความหมายดังนี้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
เลขทะเบียน 4941548



รูปที่ 3.9 ความหมายของหน้าจอนี้คือแสดงผลช่อง 1 รีเลย์ OFF ค่าความชื้น 43% อุณหภูมิ 26.7°C [13]



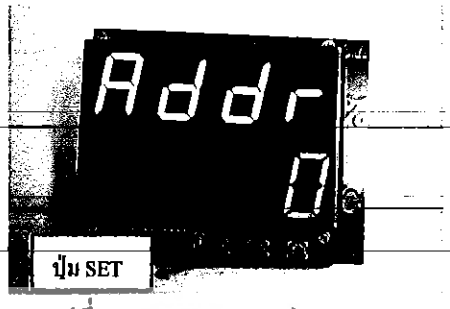
รูปที่3.10 ไดอะแกรมบอร์ด AP-104 [13]

3.3.2 วิธีการตั้งค่าบอร์ด

1.ปรับ DIP-SWITCH โดยให้ตำแหน่งที่ 2 ON ตำแหน่งที่เหลือ OFF ภาพที่ Display จะแสดง ดังรูป3.8

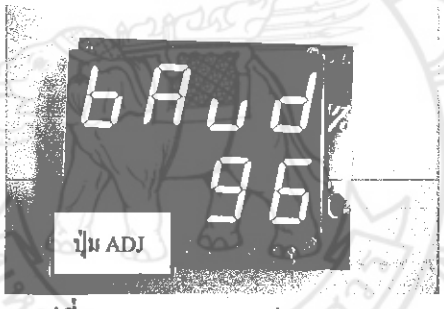
รูปที่3.11 ภาพแสดงการปรับ DIP-SWITCH [13]

2.กดปุ่ม SET เพื่อยืนยันค่า Address



รูปที่3.12 การกำหนดค่า Address

3.กดปุ่ม ADJ เพื่อปรับค่า Baud Rate ในที่นี้เราจะปรับไปที่ 96 หมายความว่าเป็น 9600



รูปที่3.13 การกำหนดค่า Baud Rate

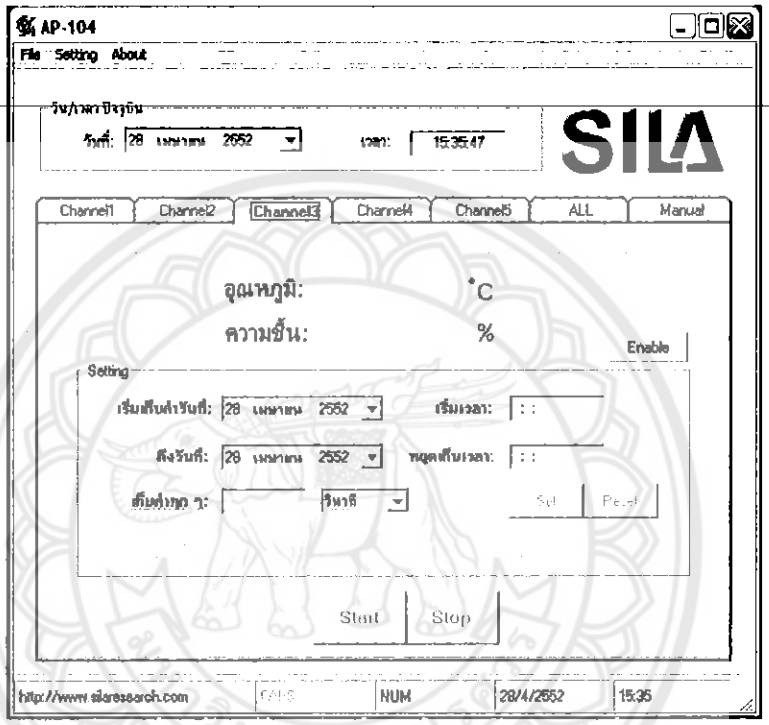
4.กดปุ่ม SET เพื่อยืนยันค่า Baud Rate เป็นอันเสร็จสิ้น

รูปที่3.14 แสดงการตั้งค่าเสร็จสิ้น

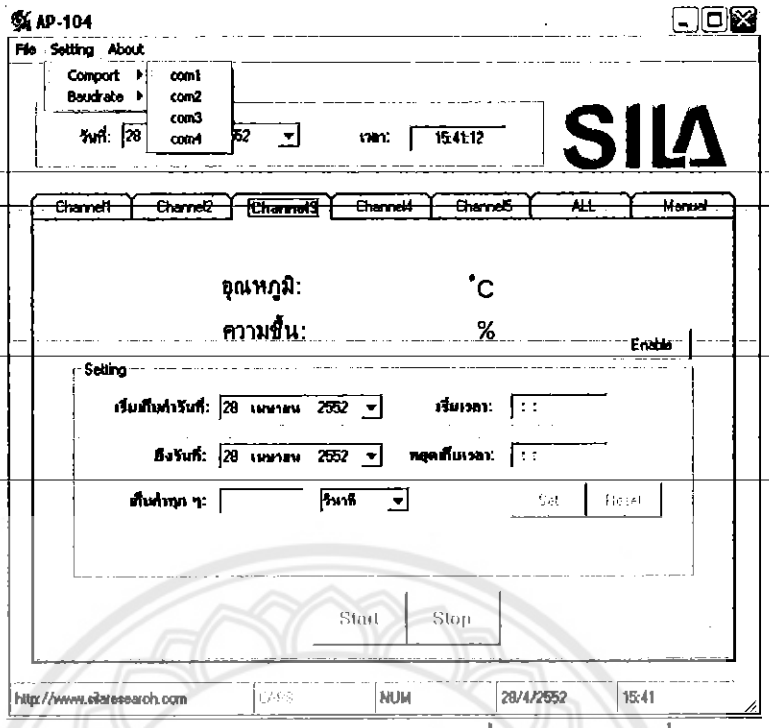
3.4 วิธีการใช้และตั้งค่าโปรแกรม AP-104

3.4.1 วิธีตั้งค่าโปรแกรม AP-104

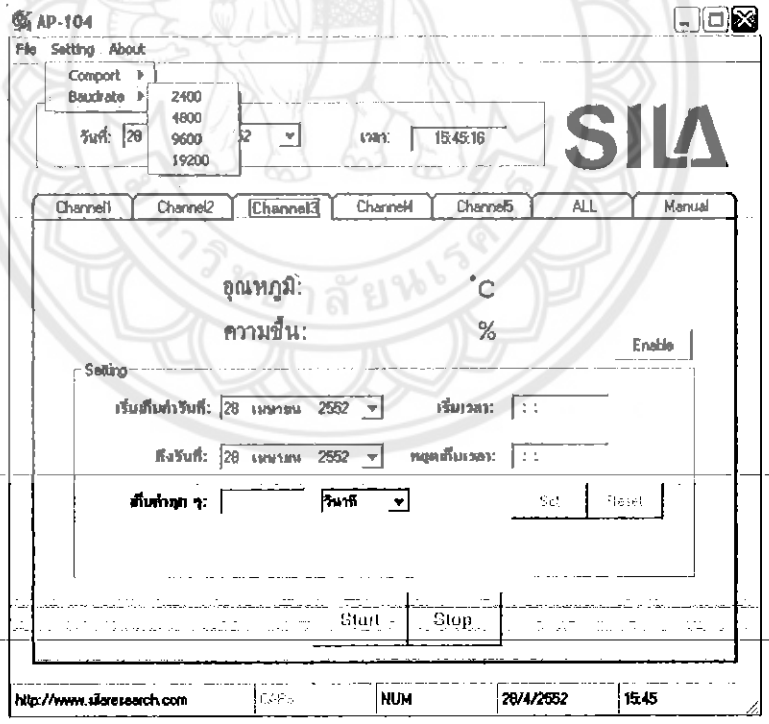
1.เปิดโปรแกรม AP-104



2.กดเมนู Setting เลือก comport แล้วเลือก com1



3.กดเมนู Setting เลือก Baud Rate แล้วเลือก 9600 เพื่อให้ตรงกับค่าที่เราเซตไว้ที่บอร์ด

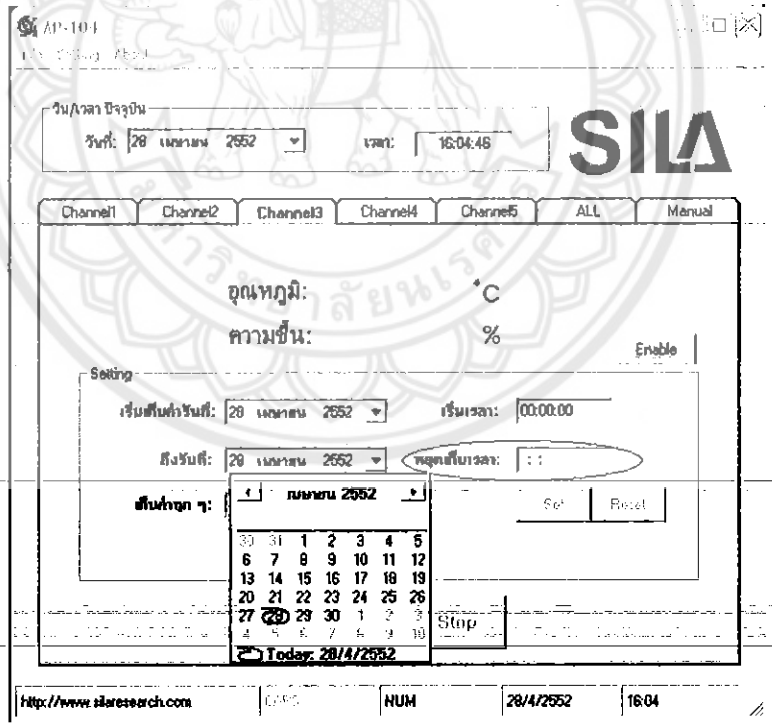


3.4.2 วิธีการใช้งานโปรแกรม AP-104

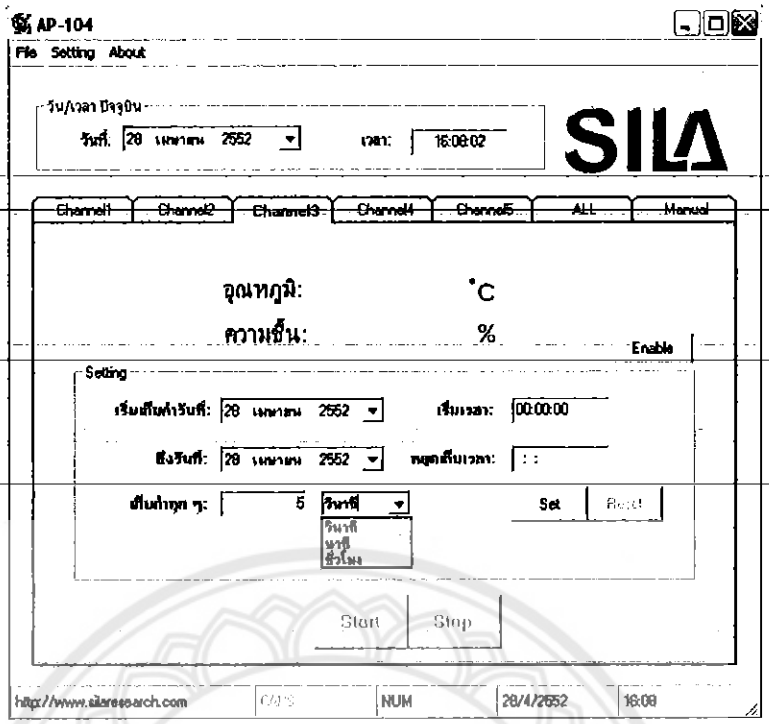
หลังจากตั้งค่าของโปรแกรม ให้ตรงกับค่าของบอร์ดแล้วเราจะใช้งานโปรแกรมดังนี้

1.เลือก Channal1 เพื่อตั้งค่า เริ่มเก็บค่าวันที่ และเริ่มเวลา

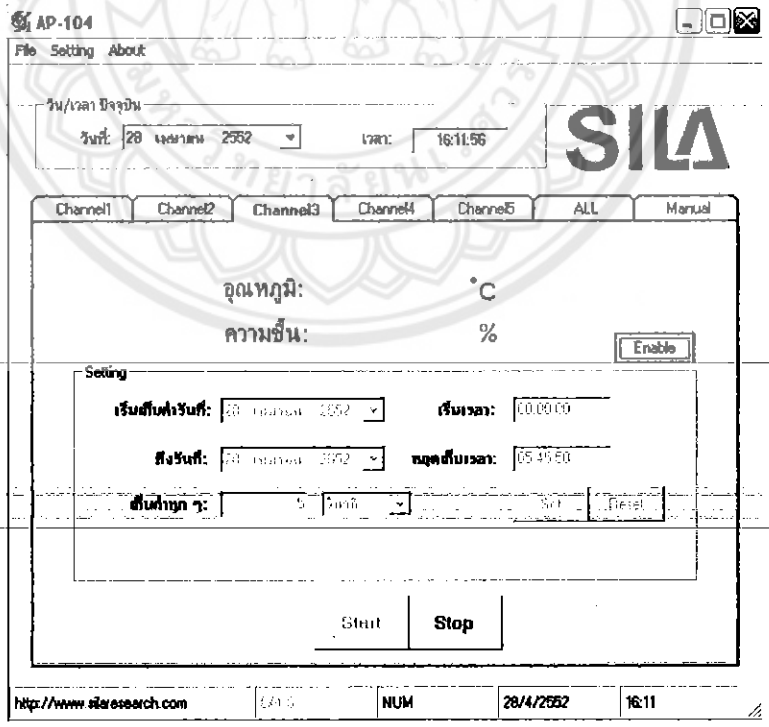
2.เลือกถึงวันที่ และหยุดเก็บเวลา เพื่อหยุดเก็บข้อมูล



3.ตั้งค่า เก็บค่าทุกๆ ในที่นี้เราเก็บค่าทุกๆ 5นาที



4.กด Enable แล้วกด Set และ Start ตามลำดับ



5.ทำตามขั้นตอนจากข้อ 1-4 แต่เปลี่ยนเป็น Channel3

บทที่ 4

ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการเก็บข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นทั้งภายในและภายนอกตู้ควบคุม ผู้จัดทำได้นำมาแสดงผลเป็นกราฟในลักษณะต่างๆ ดังนี้

4.1.1 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

4.1.2 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

4.1.3 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

4.1.4 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

4.1.5 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายในอาคาร

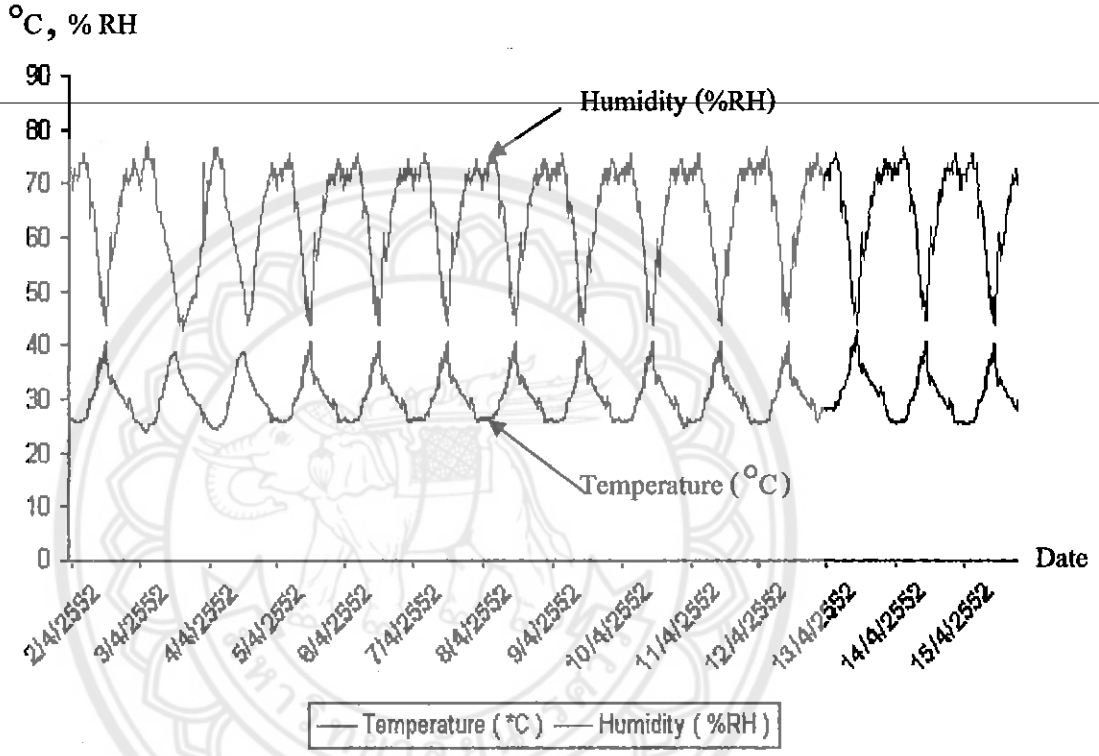
4.1.6 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

4.1.7 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

4.1.8 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

4.1.1 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

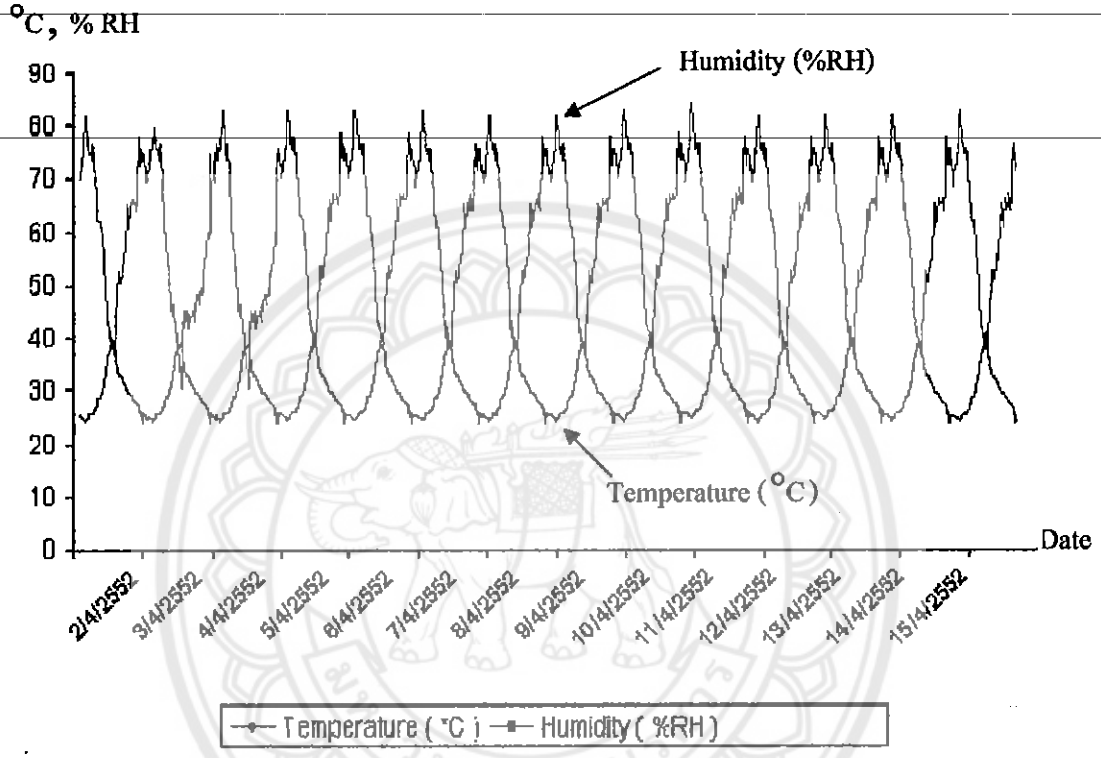
จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิละความชื้นภายในตู้ควบคุมเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลจากวันที่ 2 เมษายน 2552 เวลา 0.00.00 น.ถึงวันที่ 15 เมษายน 2552 เวลา 23.55.00 น. ผลการเก็บข้อมูลจะแสดงดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่4.1 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายนอกอาคารเป็นเวลา 14 วัน

4.1.2 กราฟแสดงผลข้อมูล 14 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

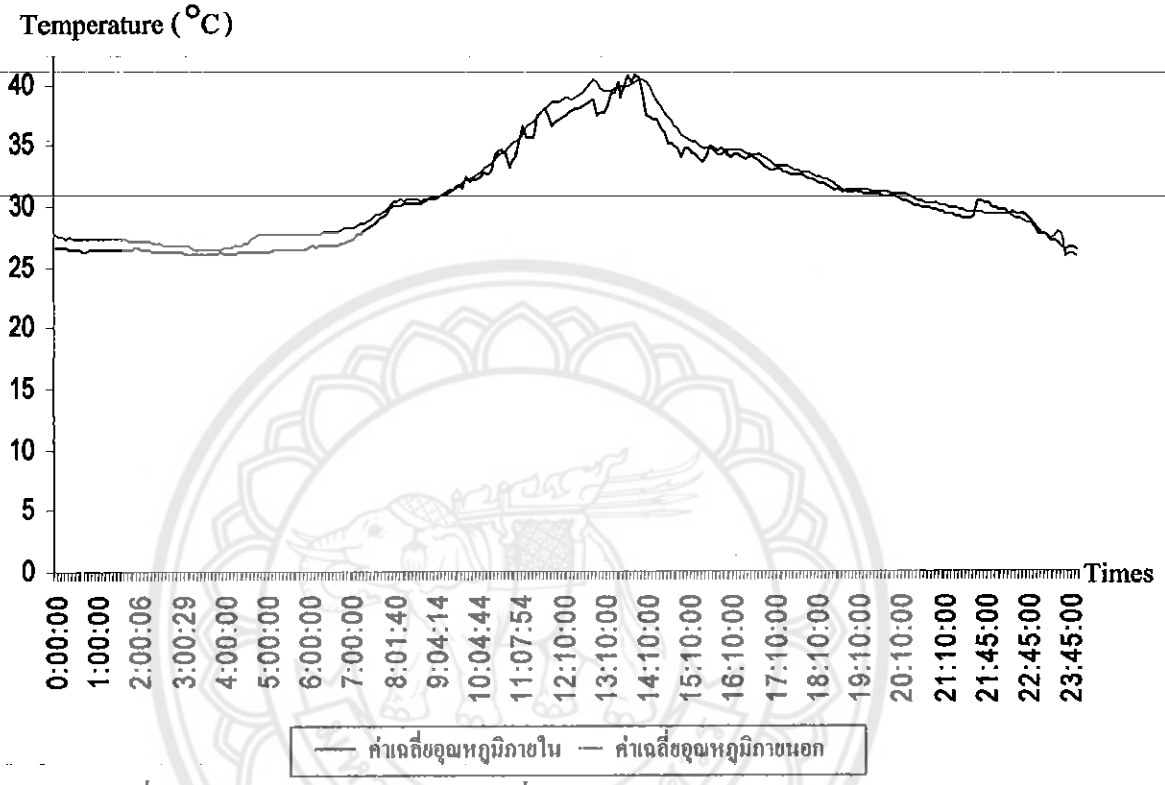
จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิละความชื้นภายในตู้ควบคุมเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลจากวันที่ 2 เมษายน 2552 เวลา 0.00.00 น.ถึงวันที่ 15 เมษายน 2552 เวลา 23.55.00 น. ผลการเก็บข้อมูลจะแสดงดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่4.2 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมนอกอาคารเป็นเวลา 14 วัน

4.1.3 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

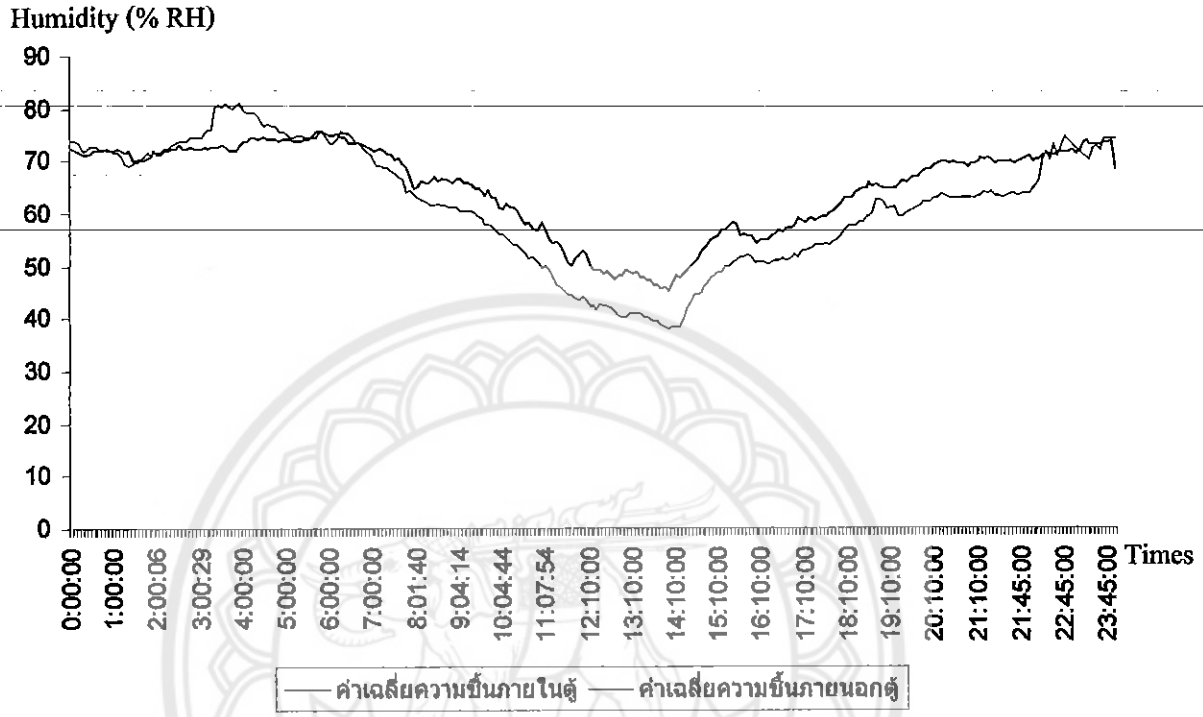
จากการนำข้อมูลอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ควบคุมมาทำการหาค่าเฉลี่ยโดยแบ่งช่วงเวลาของค่าเฉลี่ยทุกๆ 5 นาทีตามการเก็บข้อมูลนั้นได้ ดังรูป



รูปที่4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุม

4.1.4 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายนอกอาคาร

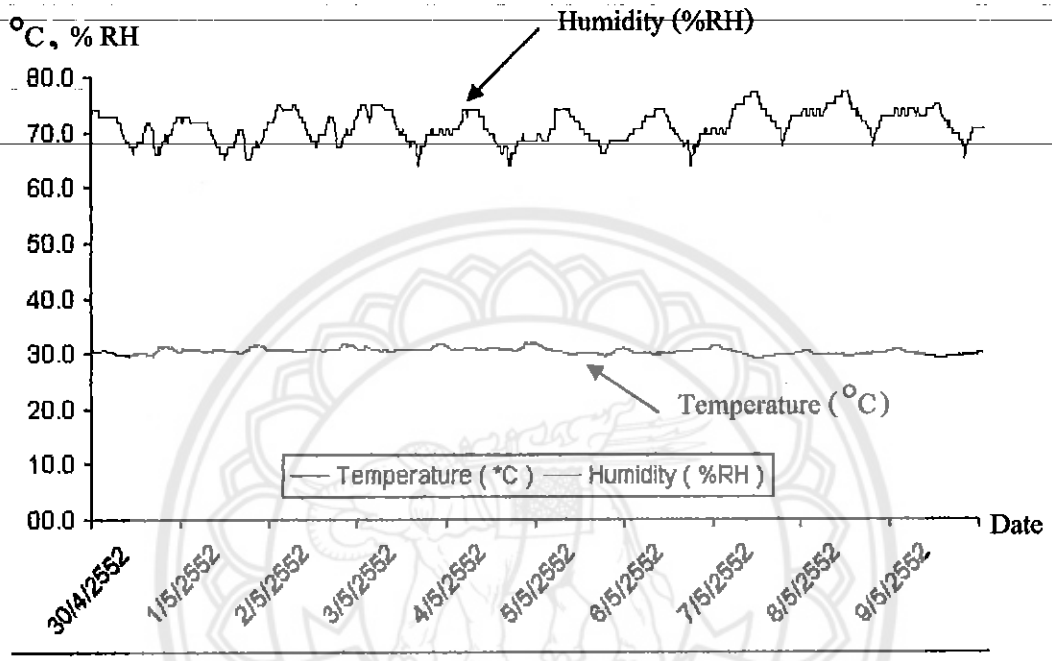
จากการนำข้อมูลความชื้นภายในและภายนอกตู้ควบคุมมาทำการหาค่าเฉลี่ยโดยแบ่งช่วงเวลาของค่าเฉลี่ยทุกๆ 5 นาทีตามการเก็บข้อมูลนั้นได้ ดังรูป



รูปที่4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุม

4.1.5 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมภายในอาคาร

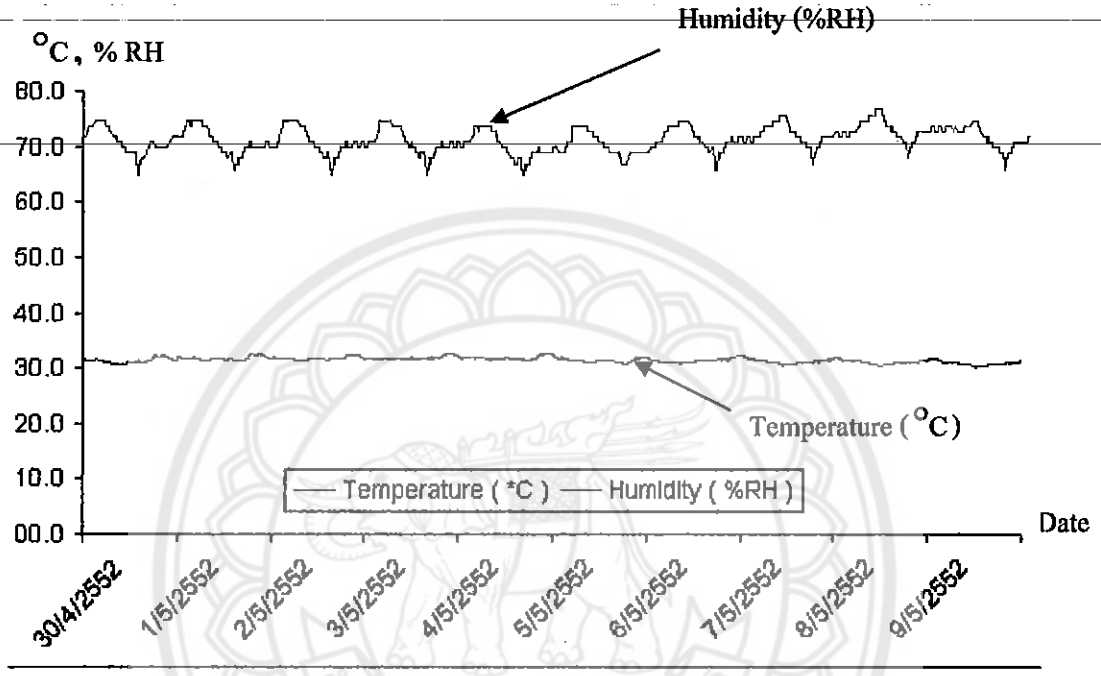
จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิละความชื้นภายในตู้ควบคุมเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลจากวันที่ 30 เมษายน 2552 เวลา 0.00.00 น.ถึงวันที่ 9 พฤษภาคม 2552 เวลา 23.55.00 น. ผลการเก็บข้อมูลจะแสดงดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่4.5 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมในอาคารเป็นเวลา 10 วัน

4.1.6 กราฟแสดงผลข้อมูล 10 วันของอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

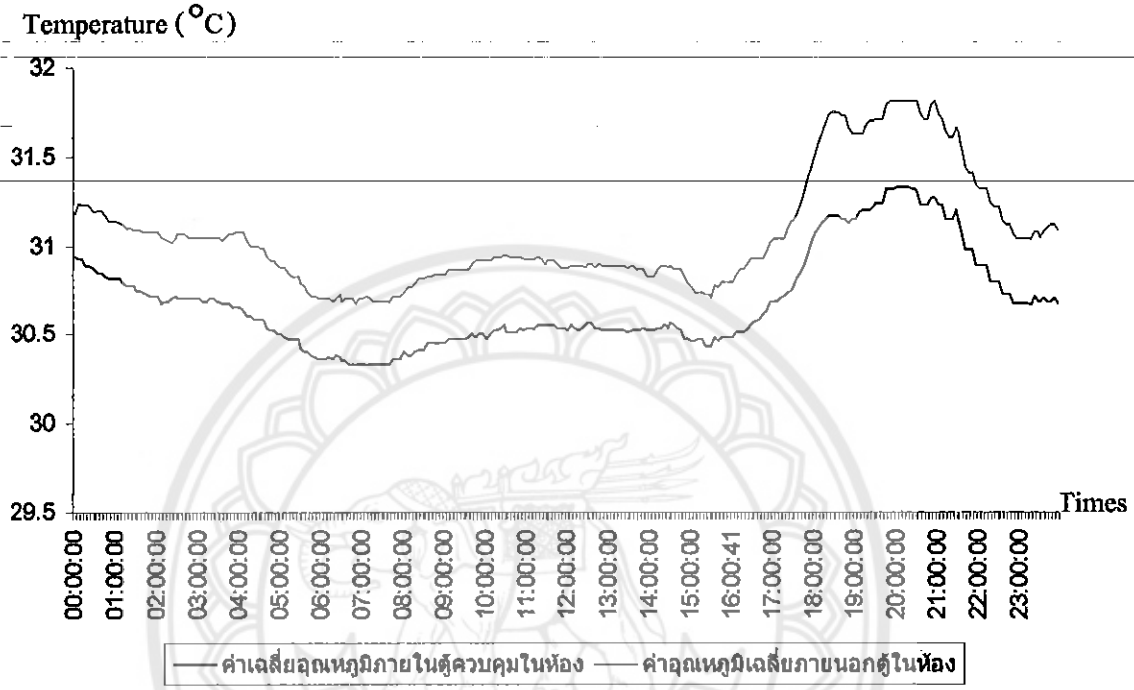
จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิละความชื้นภายในตู้ควบคุมเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลจากวันที่ 30 เมษายน 2552 เวลา 0.00.00 น.ถึงวันที่ 9 พฤษภาคม 2552 เวลา 23.55.00 น. ผลการเก็บข้อมูลจะแสดงดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่4.6 แสดงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกตู้ควบคุมในอาคารเป็นเวลา 10 วัน

4.1.7 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

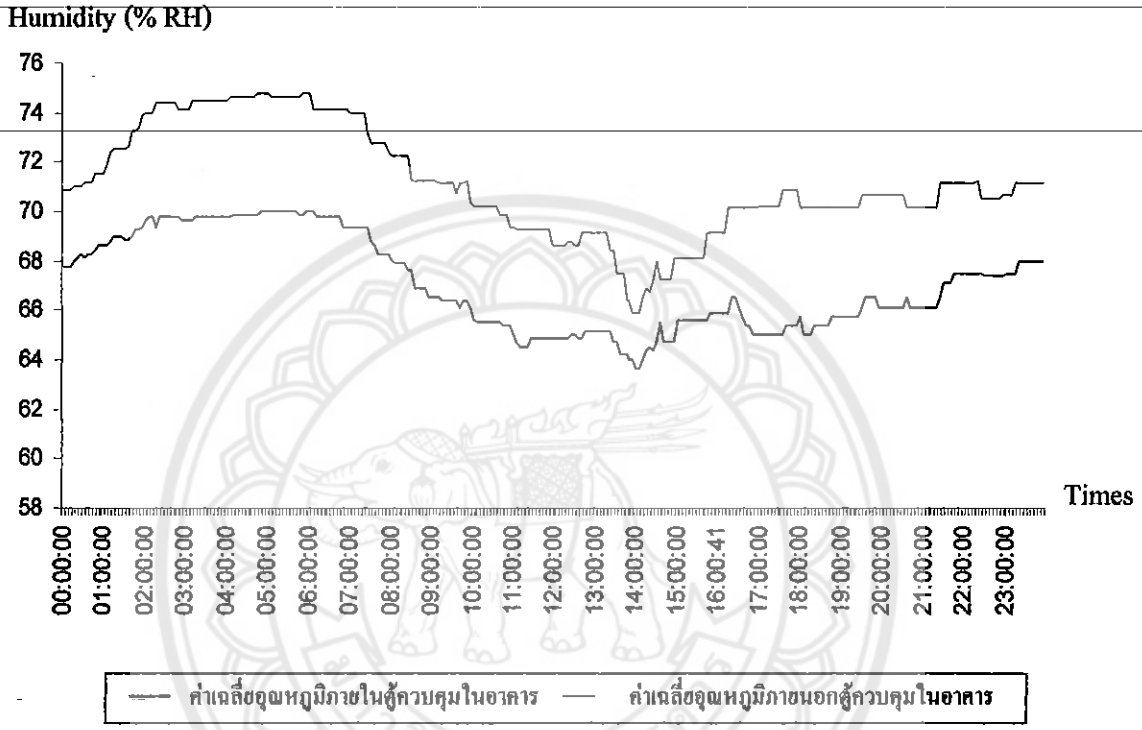
จากการนำข้อมูลอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ควบคุมมาทำการหาค่าเฉลี่ยโดยแบ่งช่วงเวลาของค่าเฉลี่ยทุกๆ 5 นาทีตามการเก็บข้อมูลนั้นได้ ดังรูป



รูปที่4.7 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

4.1.8 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นเฉลี่ยของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

จากการนำข้อมูลอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ควบคุมมาทำการหาค่าเฉลี่ยโดยแบ่งช่วงเวลาของค่าเฉลี่ยทุกๆ 5 นาทีตามการเก็บข้อมูลนั้นได้ ดังรูป



รูปที่4.8 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้นของภายในและภายนอกตู้ควบคุมภายในอาคาร

4.2 วิเคราะห์ผล

จากข้อมูลภายนอกอาคาร

4.2.1 จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุดของความร้อนที่ภายนอกตู้ควบคุมมีค่าที่แตกต่างกันมากกว่าภายในตู้

4.2.2 จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุดของความชื้นที่ภายนอกตู้ควบคุมมีค่าที่แตกต่างกันมากกว่าภายในตู้

4.2.3 จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าความร้อนภายในตู้ควบคุมมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าภายนอกตู้

4.2.4 จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าความชื้นภายในตู้ควบคุมมีความชื้นที่สูงกว่าภายนอกตู้

จากข้อมูลภายในอาคาร

4.2.5 จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกตู้มีค่าใกล้เคียงกันมาก

4.2.6 จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นมีความใกล้เคียงกันมาก

4.2.7 จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของความร้อนภายในตู้มีค่าน้อยกว่าภายนอกตู้

4.2.8 จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นให้ช่วงเวลาประมาณ 16.00 น. เนื่องจากสถานที่ใช้ทดลองโดนแดดส่องในช่วงเวลาดังกล่าว

4.2.9 จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นภายในตู้มีค่าต่ำกว่าภายนอกตู้ แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสม

4.2.10 จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นในเวลากลางคืนจะสูงกว่าในเวลากลางวัน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 จากการค้นคว้าข้อมูล แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นส่งผลต่ออุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมทั้งเรื่องการทำงานและอายุการใช้งานที่ลดลง ดังนั้นในการติดตั้งตู้ควบคุมควรคำนึงถึงสภาพอากาศในสถานที่ติดตั้งให้สอดคล้องต่อการเลือกใช้ลักษณะของตู้ควบคุม เพื่อให้มีความเหมาะสม โดยจากสถิติสภาพอากาศด้านอุณหภูมิและความชื้นในประเทศไทยสามารถสรุปข้อควรระวังได้ดังนี้

ในช่วงฤดูร้อน ช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน สภาพอากาศมีความร้อนค่อนข้างสูง ผลกระทบที่มีต่ออุปกรณ์ เช่น บัส-บาร์เกิดความร้อนได้สูงกระแสไฟฟ้าอาจไหลได้ลดลง เซอร์กิตเบรกเกอร์เกิดการทำงานที่ผิดพลาดโดยเฉพาะเทอร์มอลเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีผลจากอุณหภูมิโดยตรง เป็นต้น

ในช่วงฤดูปลายฝนต้นหนาว ช่วงเดือนกรกฎาคม-เดือนพฤศจิกายน สภาพอากาศช่วงนี้จะเกิดความชื้นที่สูงมาก มีผลกระทบต่ออุปกรณ์ เช่น ผิวหน้าของอุปกรณ์ในตู้ควบคุมอาจเกิดความชื้นขึ้นจนทำให้ฉนวนหมดสภาพการกันไฟฟ้า ทำให้เกิดการลัดวงจรได้

ต่อไปจะเป็นตารางจากการศึกษาผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นต่อตู้ควบคุม

ตาราง 5.1 แสดงผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นต่อตู้ควบคุมภายใน

อุปกรณ์	ผลกระทบจากอุณหภูมิ	ผลกระทบจากความชื้น
โครงตู้	เกิดความร้อนสะสมภายใน	เกิดสนิม ฉนวนเสื่อม ทำให้ตู้นำไฟฟ้าได้ในกรณีเกิดไฟฟ้ารั่ว
เซอร์กิตเบรกเกอร์	เกิดการทริปที่ผิดพลาด	ฉนวนเสื่อม
รีเลย์	-	ฉนวนเสื่อม
บัสบาร์	การนำกระแสลดลง	ฉนวนผิวเคลือบเสื่อมทำให้เกิดการลัดวงจร

*หมายเหตุ ในกรณีที่อุณหภูมิและความชื้นไม่เหมาะสมทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ลดลง

5.1.2 จากผลการเก็บข้อมูล

เราจะพบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพอากาศที่อยู่ภายในอาคารมีค่าค่อนข้างคงที่มากกว่าสภาพอากาศภายนอกอาคาร ทั้งภายนอกและภายในตู้ควบคุม โดยค่าความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินั้นมีค่ามาจากตัวแปรภายในอาคารมากกว่าสภาพอากาศภายนอก เช่น กิจกรรมที่ทำให้เกิดความร้อน การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวนคน หรือในช่วงเวลาที่แดดส่องเข้ามาในห้อง แต่อย่างไรก็ตามค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปก็มีน้อยมากจนน่าจะไม่ก่อให้เกิดความผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม ส่วนด้านความชื้นนั้นก็เปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่ออุปกรณ์เช่นกัน

ในกรณีที่ตู้ควบคุมอยู่ภายนอกอาคารนั้น อุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าและภายนอกตู้ควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วกว่าภายในอาคารค่อนข้างมาก โดยผลจากค่าการเปลี่ยนแปลงนั้นได้รับมาจากสภาพอากาศโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมก็ยังมีความเหมาะสมต่อการทำงานของอุปกรณ์ภายในอยู่

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในตู้ควบคุมจะได้รับผลกระทบจากทั้งอุณหภูมิและความชื้น ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานในเวลาที่มากเกินไปจะส่งผลต่ออายุการใช้งานและประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้นๆ ให้ลงลด และค่าความชื้นที่อุปกรณ์ควรได้รับต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่ออุปกรณ์นั้นๆ (5-95%RH) ถ้าได้รับความชื้นในค่าที่มากกว่าข้อจำกัดของอุปกรณ์ทำให้อุปกรณ์เกิดการทำงานที่ผิดพลาด หรือเกิดการลัดวงจรได้

5.2 แนวทางป้องกันและการบำรุงรักษา

การเลือกใช้ตู้ควบคุมสำหรับภายนอกอาคารนั้นเราควรคำนึงถึงความเหมาะสมและระดับการป้องกันของตู้เป็นอย่างมาก เพราะฉะนั้นในการเลือกใช้ตู้ควบคุมภายนอกอาคารควรเลือกตู้ให้ได้มาตรฐานที่ IP 54 หรือ NEMA 13 เป็นอย่างต่ำ เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายและยืดอายุของอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ส่วนตู้ควบคุมภายในอาคารนั้นควรเลือกใช้ตู้ตามมาตรฐาน IP 11 หรือ NEMA-2 เป็นอย่างต่ำก็พอ

ในฤดูร้อนนั้นถ้าตู้ควบคุมอยู่ภายนอกอาคารและได้รับความร้อนในปริมาณมากกว่ามาตรฐาน(มาตรฐาน 25 องศา) เราควรติดตั้งตู้ควบคุมที่มีพัดลมระบายอากาศ หรือติดตั้งหลังคาให้ตู้ควบคุมเพื่อลดความร้อนลง และในการติดตั้งตู้ควรหันด้านแคบไปในทางทิศตะวันออกและตะวันตก เพื่อลดหน้าสัมผัสต่อแสงแดดลง

การป้องกันความชื้นนั้นมีแนวทางป้องกัน คือ การใช้ตู้ให้ได้มาตรฐานตามกำหนดของตู้ควบคุมภายนอกอาคาร (IP 54) และควรตรวจเช็คฉนวนของอุปกรณ์เพื่อป้องกันการลัดวงจร และไม่ควรทำการตรวจเช็คในช่วงเวลาที่มีความชื้นสูง เพราะความชื้นจะเข้าไปในตู้ควบคุมจำนวนมาก

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข

1.ในการทดลองได้ใช้ตู้ที่ไม่สามารถทนแดดทนฝนได้เพียงพอ ดังนั้นผลการทดลองจึงมีความคลาดเคลื่อนบ้าง

2.ในการเก็บข้อมูลต้องเปิดคอมพิวเตอร์ไว้ตลอดเวลา จึงเกิดปัญหาเรื่องสถานที่ที่ใช้ทดลองได้ไม่หลากหลาย ดังนั้นควรมีการพัฒนาบอร์ดให้สามารถเก็บข้อมูลได้ หรือสร้างตัวเก็บข้อมูลชนิดอื่นขึ้นมา

เอกสารอ้างอิง

[1]http://www.brownaerospace.com/Copy%20of%20Rear%20Control%20Cabinet.jpg, สืบค้นวันที่ 2 เม.ย. 52

[2] http://www.vr1991.com/image/Products/large%20mdb%20wiring.jpg, สืบค้นเมื่อวันที่ 2พ.ค. 52

[3] http://www.deltanetwork.net/is/images/cabinet1.jpg, สืบค้นวันที่ 29 เม.ย. 52

[4] http://iutms.com/resources/TS2-ControlCabinet.JPG, สืบค้นวันที่ 2 เม.ย. 52

[5] http://www.deltanetwork.net/is/images/cabinet1.jpg, สืบค้นวันที่ 29 เม.ย. 52

[6] Tumcivil.com "Circuit Breaker" [online] เข้าถึงได้จาก http://www.tumcivil.com/engfanatic/ article_gen.php?&article_id=332&p_content=3, สืบค้น วันที่ 6 เม.ย. 52

[7] http://www.omron-ap.com/product_info/G2A/G2A.jpg, สืบค้นวันที่ 25 มี.ค. 52

[8] https://www.ia.omron.com/product/pic/b7/large/G7J_1015F_7l.gif, สืบค้นวันที่ 25 มี.ค. 52

[9] http://www.omron-ap.co.th/product_info/MYK/myk_relay.jpg, สืบค้นวันที่ 25 มี.ค. 52

[10] http://www.fa.omron.co.jp/product/pic/large/l_967.jpg, สืบค้นวันที่ 25 มี.ค. 52

[11] http://www.tinamics.com/download/tinamics_com/ip_standard.pdf, สืบค้นวันที่ 10 เม.ย. 52

[12]Delta V "Effects of Heat and Airflow in side an Enclosure" [online] เข้าถึงได้จาก http://www.easydeltav.com/pd/WP_Heat_Airflow_Encl.pdf, สืบค้นวันที่ 25 เม.ย. 25

[13] Answer.com "Effects on electronics" http://www.answers.com/topic/humidity, สืบค้นวันที่ 25 มี.ค. 52

[14] http://www.silaresearch.com/manual/m_ap-104.pdf, สืบค้นวันที่ 5 มี.ค. 52

[15] http://images.google.co.th/imgres?imgurl=http://img.diytrade.com/cdimg, สืบค้นเมื่อวันที่ 6 พ.ค. 52

ภาคผนวก

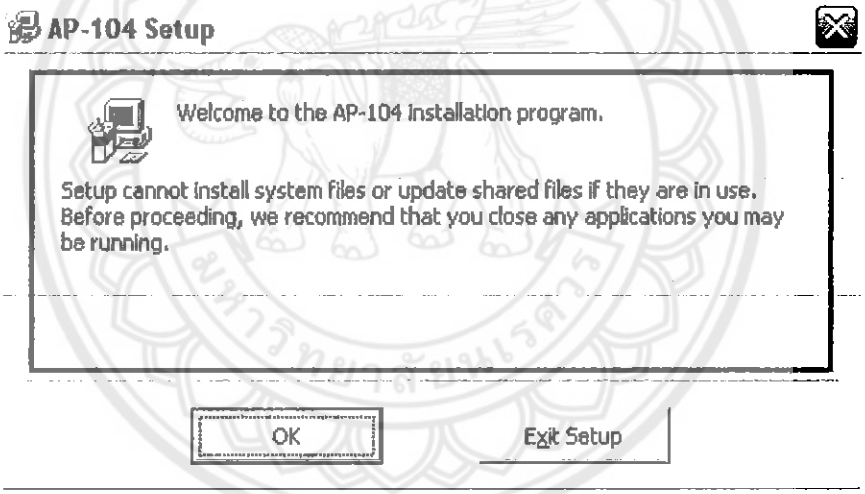
ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AP-104

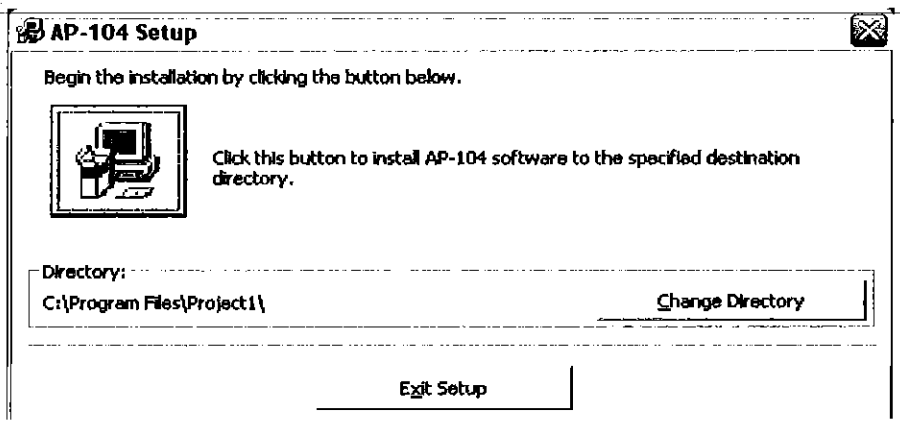
1.เปิดโฟลเดอร์

2.ดับเบิ้ลคลิกที่

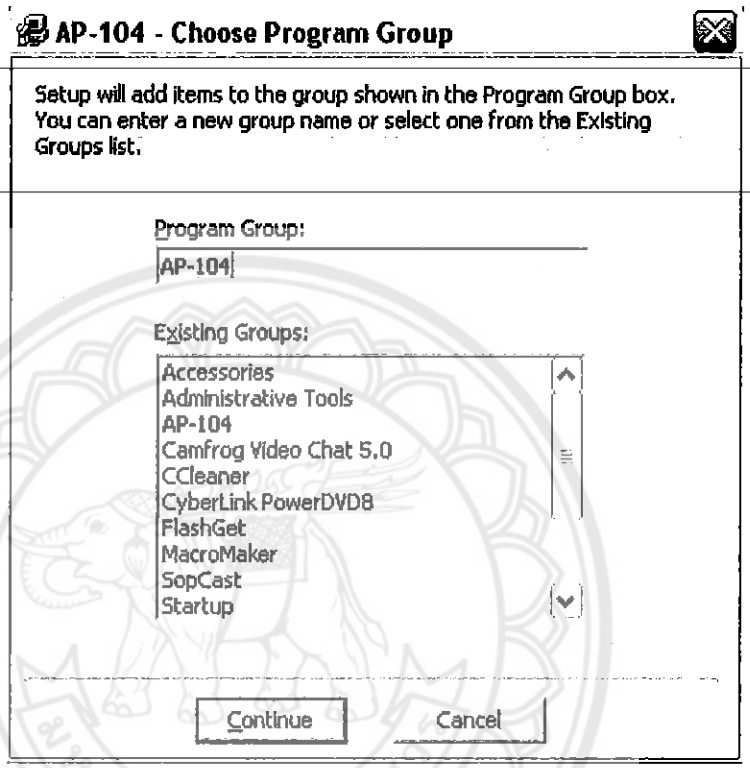
3.จะปรากฏหน้าจอดังนี้คลิก OK



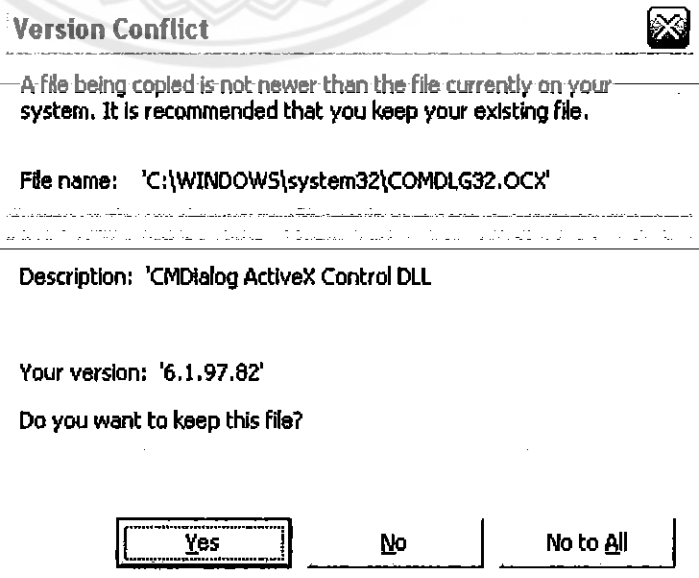
4. .จะปรากฏหน้าจอดังนี้คลิก



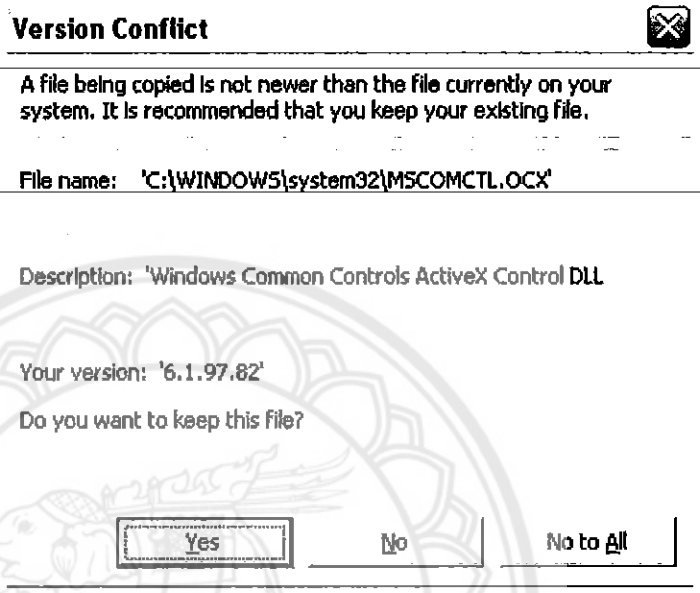
5. จะปรากฏหน้าจอดังนี้ หลังจากนั้นคลิกที่ Continue



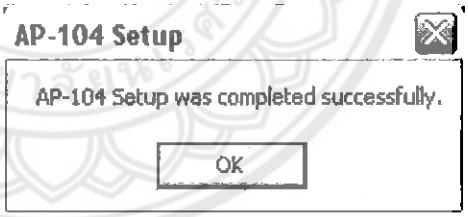
6. จะปรากฏหน้าจอดังนี้ หลังจากนั้นคลิกที่ Yrs



7.จะปรากฏหน้าจอดังนี้ หลังจากนั้นคลิกที่ Yes



8.จะปรากฏหน้าจอดังนี้ หลังจากนั้นคลิกที่ OK



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้บอร์ด AP-104

AP-104 เป็นบอร์ดของสินค้ากลุ่ม APPLICATION ซึ่งพร้อมใช้งานแต่ยังไม่ลงกล่อง ตัวบอร์ดสามารถวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศได้ถึง 5 ช่อง แต่ละช่องสามารถต่อสายไปยังจุดวัดในระยะทางกว่า 100 เมตรทั้ง 5 ช่องอีก ทั้งยังตั้งค่าเพื่อควบคุมรีเลย์เอาท์พุทได้ทั้งความชื้นและอุณหภูมิ การทำงานแยกกันอย่างอิสระทั้ง 5 ช่อง โดยรีเลย์ของช่องแรกจะอยู่บนบอร์ดส่วนอีก 4 ช่องสามารถต่อขยายเพิ่มโดยใช้บอร์ด EX-RELAY หรือ EX-SSR ก็ได้นอกจากนี้ยังมีพอร์ทสื่อสาร RS-232 และ RS-485 ที่สามารถต่อเป็น Network ได้ ซึ่งจะต้องตั้งค่า Address และค่าBaud Rate ก่อนใช้งาน สามารถดึงข้อมูลค่าความชื้นและอุณหภูมิแต่ละช่องเข้าเครื่อง PC ได้ ตรวจสอบสถานะเอาท์พุทรีเลย์ผ่านเครื่อง PC ได้ สามารถควบคุมรีเลย์ผ่าน Network ด้วยเครื่อง PC นอกจากนี้ยังตรวจสอบค่า ON, OFFและกำหนดค่า ON, OFF ผ่าน RS-232 หรือ RS-485 ด้วยเครื่อง PC ได้อีกด้วย

คุณสมบัติทั่วไป

1. ตัวเลขแสดงผล 7 Segment ขนาดใหญ่ 1 " 8 หลัก แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและอุณหภูมิ รวมถึงบอกช่องและสถานะรีเลย์ในเวลาเดียวกัน

2 .สามารถวัดความชื้นในอากาศได้ตั้งแต่ 10-90% Resolution 1% และอุณหภูมิตั้งแต่ -40.0° C ถึง 120.0°C Resolution 0.1°C Response Time ประมาณ 4 วินาที

3. สามารถต่อ Sensor วัดความชื้นและอุณหภูมิได้ 5 ช่องพร้อมกันและต่อสายยาวได้กว่า 100 เมตร

4 .มีเอาท์พุทเป็นรีเลย์บนบอร์ด 1 ช่องและสามารถต่อขยายได้อีก 4 ช่อง ด้วยมาตรฐานพอร์ท 24BPort ของศิลา

5. รับคำสั่งจาก PC ทางพอร์ท RS-232 และ RS-485 คุณสมบัติการสื่อสารคือ Parity=None, Data=8, Stop Bit=1

6. ป้อนข้อมูลตั้งค่าได้จาก Key 3 คีย์ที่หน้าเครื่อง หากไม่ได้กดคีย์ใด ๆ นาน 10 วินาที จอแสดงผลจะกลับคืนสู่สถานะเดิม

7. มี DIP-SWITCH สำหรับตั้งค่า Address กรณีที่ใช้ระบบสื่อสารแบบ Network และตั้งค่าดีเลย์ กรณีให้แสดงผลแบบวนทุกช่อง

8. ใช้ไฟเลี้ยง 9 VAC ผ่านหม้อแปลงต่อเข้ากับไฟบ้าน 220 VAC ได้ทันที

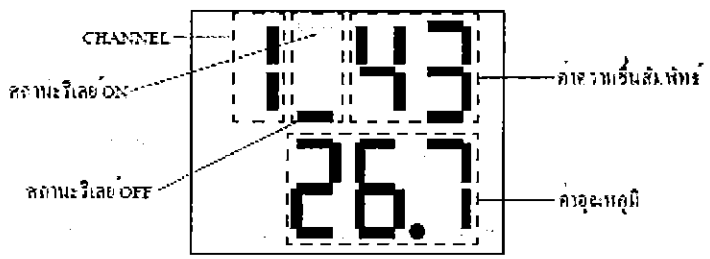
การตั้ง DIP-SWITCH

Switch 1	Switch 2	กำหนดโหมดการทำงาน
OFF	OFF	Run
OFF	ON	Run Delay
ON	OFF	Set Up
ON	ON	Self-Test

Switch 3	Switch 4	กำหนดค่าเวลาแสดงผล
OFF	OFF	8
OFF	ON	12
ON	OFF	16
ON	ON	20

**การเปลี่ยนแปลง DIP-SWITCH จะมีผลต่อการทำงานทันทีที่ปรับเปลี่ยน ยกเว้นโหมด Setup และโหมด Self-Test ที่จะต้องทำการ Power Up จึงจะมีผลต่อการทำงาน

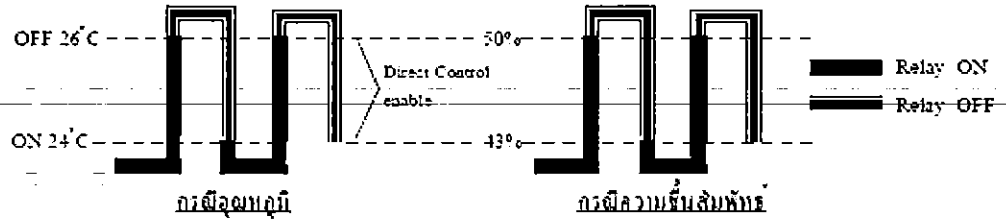
-เริ่มใช้งานเพียงต่อหม้อแปลงแล้วเสียบ Sensor ช่องใดก็ได้เท่านั้น เครื่องจะค้นหาช่องที่ติดตั้ง Sensor และแสดงค่าโดยอัตโนมัติและจะข้ามช่องที่ไม่ได้ต่อ Sensor ไว้ ค่าที่แสดงมีความหมายดังนี้



ความหมายของหน้าจอนี้คือแสดงผลช่อง 1 รีเลย์ OFF ค่าความชื้น 43% อุณหภูมิ 26.7˚C

- การใช้งานแบบควบคุมค่า สำหรับบอร์ด AP-104 นี้ผู้ใช้สามารถเลือกควบคุมความชื้นหรืออุณหภูมิก็ได้ ดังรูป คือ

ตั้งค่า ON , OFF ก่อน



ตัวอย่าง ตั้งค่า ON=24˚C, OFF=26˚C ถ้า Sensor วัดค่าได้ใน Range ต่ำกว่า 24˚C รีเลย์จะ ON ทันที และจะไป OFFเมื่ออุณหภูมิที่วัดได้จาก Sensor มากกว่า 26˚C กรณีควบคุมความชื้นก็เช่นกัน ดังรูป กราฟนี้ใช้กรณีต่อใช้งานรีเลย์กับขา NO

**กรณีผู้ใช้ต้องการควบคุมแบบตรงข้ามกับที่แสดงให้ใช้งานกับขา NCกรณีอุณหภูมิ กรณีความชื้นสัมพัทธ์

- การใช้ปุ่ม ADJ ควบคุมรีเลย์แบบ Direct Control ใช้ในขณะที่เครื่องแสดงค่าปกติให้กดปุ่ม ADJ ได้เลยทันที ตัวรีเลย์จะทำงาน ON/OFF สลับกันแบบ Toggle และจะควบคุมได้ก็ต่อเมื่อค่าที่วัดได้อยู่ระหว่างช่วง ON , OFF เท่านั้น ตามรูป

- **การตั้งค่า ON , OFF** สามารถตั้งได้ตั้งแต่ -40.0˚C ถึง 120.0˚C

1. เลือกช่องที่จะตั้งค่าโดยกดปุ่ม Channel วนไปจนถึงช่องที่ต้องการ
2. กดปุ่ม SET เพื่อเลือกควบคุมความชื้นหรืออุณหภูมิ โดยกดปุ่ม ADJ เลือกสลับระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (การเลือกควบคุมรีเลย์แต่ละ Channel จะขึ้นอยู่กับค่า T หรือ H ที่ตั้งไว้ล่าสุด)
3. กดปุ่ม SET ต่อจะเข้าไปตั้งค่า ON นั่นคือค่าที่ต้องการให้รีเลย์ ON จะเห็นว่าถ้าหลักใดกระพริบก็จะสามารถเปลี่ยนค่าในหลักนั้นด้วยปุ่ม ADJ แล้วเลือกหลักถัดไปโดยใช้ปุ่ม SET ไปเรื่อยจนครบทุกหลัก
4. กดปุ่ม SET เพื่อตั้งค่า OFF หรือค่าที่ให้รีเลย์ OFF ใช้หลักการเดียวกับข้อ 3 โดยใช้ปุ่ม SET เลือกหลักถัดไปและใช้ปุ่ม ADJ เพื่อปรับค่าหลักนั้น
5. หลังจาก SET ค่าถึงหลักสุดท้ายของค่า OFF แล้ว กด SET ค่าทั้งหมดจะถูกบันทึกลงหน่วยความจำทันทีกรณีที่บันทึกสมบูรณ์จะแสดงข้อความ " Succ " แต่ถ้าแสดง " -Er- " แสดงว่าตั้งค่าไม่ถูกต้องนั่นคือ ค่า ONมีค่ามากกว่า OFF นั่นเอง

ชุดควบคุม AP-104 ทาง Serial Port

มีชุดคำสั่งทั้งหมด 6 คำสั่ง โดยมีรายละเอียด Format เป็นรหัส ASCII ดังนี้

:ACXX....X<CR>	กรณีที่ตั้ง Address เป็น 1-9 (Network)
:CXX....X<CR>	กรณีที่ตั้ง Address เป็น 0

: คือ รหัสนำหน้าของชุดคำสั่ง (3AH)

A คือ Address ของบอร์ดตั้งแต่ 1-9

C คือ รหัสคำสั่งตั้งแต่ 0-6

XX....X คือ ข้อมูลติดตามจะมีหรือไม่มีขึ้นกับชุดคำสั่งนั้นๆ

<CR> คือ รหัสลงท้ายของแต่ละคำสั่ง (0DH)

ตารางสรุปชุดคำสั่งเพื่อใช้งานผ่าน Serial Port RS-232 และ RS-485 (กรณีที่ตั้ง Address = 0)

คำสั่ง	**SEND COMMAND**	**ACKNOWLEDGE**	**COMMENT**
CHECK	:0<CR>	AP-104 V1.0<CR>	ใช้เช็คผลการตอบสนองจากบอร์ดที่ต่อพ่วง
READ RELAY	:1<CR>	01001<CR>	แสดงว่าช่อง 2 และช่อง 5 รีเลย์ ON อยู่ ส่วนช่องอื่นสถานะรีเลย์เป็น OFF นั่นเอง
WRITE RELAY	:2[ch][0]<CR> :2[ch][1]<CR>	OK<CR> หรือ ER<CR>	การสั่งงานจะส่ง "1" เพื่อให้รีเลย์ ON หรือ "0" เพื่อ OFF ถ้ารีเลย์ช่องนั้นๆทำสำเร็จจะตอบ "OK" กลับมาแต่ถ้าไม่สำเร็จนั่นคือค่าวัดอยู่นอกเขตON-OFFจะตอบกลับเป็น "ER"
READ ON-OFF	:3[ch]<CR>	**T**xxx.xyyy.y<CR> **H**xxyy<CR>	สามารถอ่านได้ทีละช่อง คำสั่งที่ตอบกลับจะนำหน้าด้วย "T"เมื่อช่องนั้น ถูกตั้งให้ควบคุม

			อุณหภูมิหรือนำหน้าด้วย "H"เมื่อช่องนั้นถูกตั้งให้ควบคุมความชื้น
WRITE ON-OFF	:4[ch][**T**xxx.xyyy.y]<CR> :4[ch][**H**xxyy]<CR>	OK<CR> หรือ ER<CR>	การส่งค่าเพื่อ WRITE ลง MEMORY ให้ป้อนตัวเลขให้ครบตามxx..., yy... ที่ระบุไว้ กรณีตั้งอุณหภูมิพร้อมทศนิยม 1 ตำแหน่ง ถ้าตอบกลับ "ER" แสดงว่ากำหนดค่า ON>=OFF
READTEMP,HUMI	5[ch]<CR>	**T**xxx.x**H**xx<CR>	ใช้เพื่ออ่านข้อมูลในแต่ละช่องมาแสดงผลที่ได้จะได้ข้อมูลเป็นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของช่วงเวลานั้นๆกลับมา
READ ALL	:6<CR>	Ch**T**xxx.x**H**xx<CR>	คำสั่งนี้จะสามารถอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นได้พร้อมกันทั้ง 5 ช่องในครั้งเดียว พร้อมกับมีตัวเลขช่องนั้นๆกำกับหน้าข้อมูลด้วย

* ถ้าต้องการใช้งานแบบ Network ให้กำหนด Address หลังเครื่องหมาย : ทุกคำสั่งนั่นเอง

** ตัวอย่าง การเซ็ตค่าผ่าน Serial กรณีที่จะเซ็ตช่อง 1 ให้ควบคุมอุณหภูมิ ON ที่ 26.0˚C และ OFF ที่ 35.5˚C จะต้องส่งคำสั่งให้ AP-104 ดังนี้คือ ":41T026.0035.5<CR>"

- โหมด RUN ถ้าตั้ง DIP-SW. มาที่ตำแหน่งนี้จะเป็นโหมดการรันปกติโดย Display จะแสดงผลเพียงช่องเดียวตลอดเวลา จนกว่าจะกดปุ่ม Channel จึงสามารถเลือกดูข้อมูลผลการวัดในช่องอื่นได้ ช่องที่ไม่ต่อ Sensor ไว้จะถูกข้ามไปช่องถัดไป

- โหมด RUN DELAYโหมดนี้จะแสดงผลช่องที่ต่อ Sensor ไว้สลับวนไปตามค่าเวลาที่ต้องการโดยเวลาแสดงผลสามารถตั้งได้จาก SW.3 และ SW.4 ช่องใดไม่มี Sensor จะถูกข้ามไปช่องถัดไป

- โหมด SET UP ปรับ DIP-SW. ตามโหมดแล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งจะเข้าสู่โหมด Set Up เพื่อใช้สำหรับตั้งAddress หรือ ID ประจำบอร์ดในกรณีที่ต่อใช้งานแบบ Network และปรับตั้งค่า Baud Rateความเร็วในการสื่อสารโดยที่ Display จะแสดงค่าดังนี้

- ใช้ปุ่ม ADJ เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นและปุ่ม Channel เพื่อปรับค่าลง กรณีที่ตั้งค่าเป็น 0หมายถึงไม่มี Address การสั่งงานผ่าน Network จึงไม่จำเป็นต้องกำหนด Addressด้วย เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วกดปุ่ม Set เพื่อปรับค่า Baud Rate

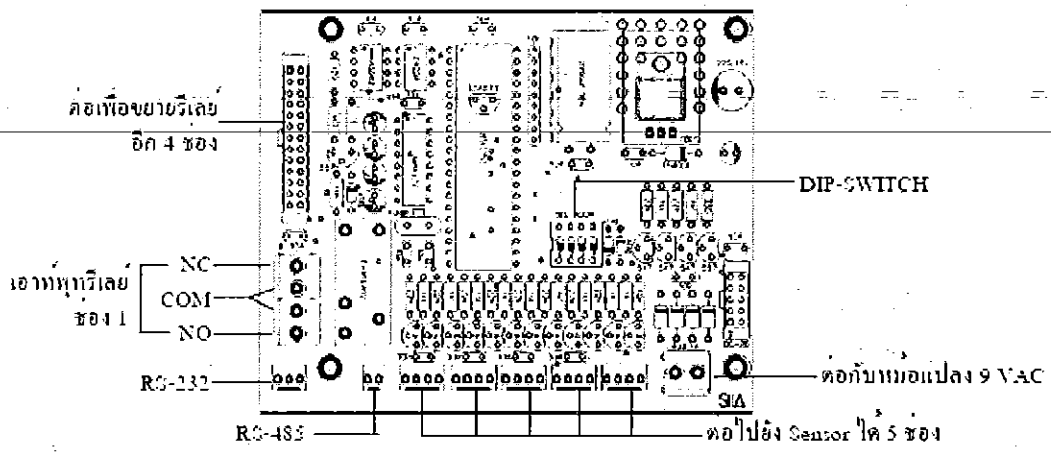
- ใช้ปุ่ม ADJ เพื่อปรับเปลี่ยนค่าได้ดังนี้ 24 (2400), 48(4800), 96(9600) และ 19(19200) B/Sวนไปเรื่อย ๆ จากนั้นกดปุ่ม Set เพื่อยืนยันค่าที่ตั้ง ที่ Display จะแสดงค่าสรุปและเก็บค่าบันทึกลงหน่วยความจำ

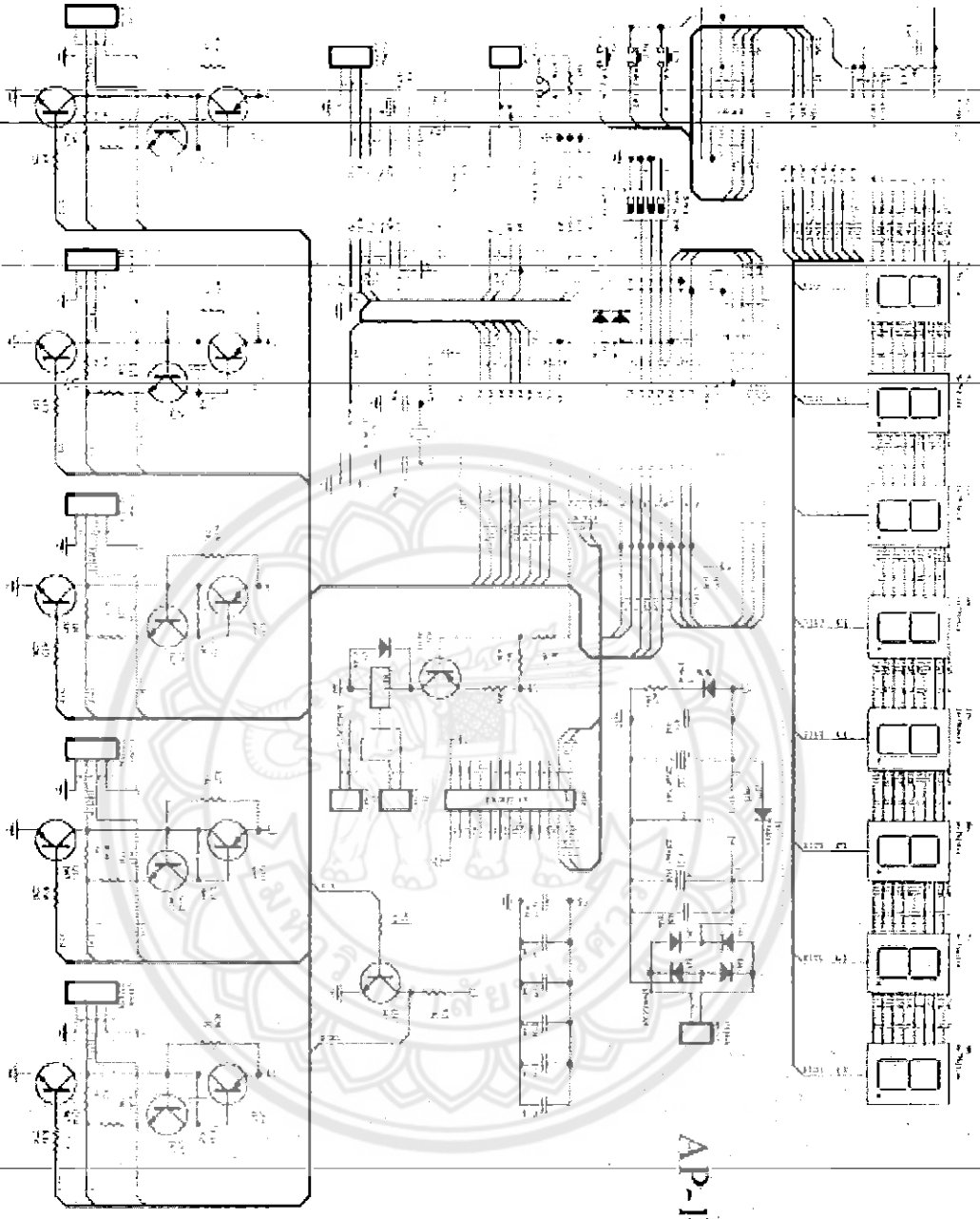
- จากตัวอย่าง คือ ค่า ID - Address=8 และ Baud Rate=9600 โดยที่จะแสดงค่าสรุปนี้ให้ทราบชั่วขณะ และจะดับลงให้ปรับ DIP-SW. เปลี่ยนโหมดแล้วเปิดเครื่องใหม่พร้อมใช้งานทันทีดังรูป

- โหมด SELFTEST เป็นโหมดที่ใช้ตรวจสอบบอร์ดในขั้นตอนการผลิตและตรวจซ่อม

การต่อใช้งาน

ทำความเข้าใจกับขั้วต่อต่าง ๆ ด้านหลังบอร์ด





AP-104 v1.0

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บได้จากการทดลอง

Date	Time	Temperature (*C)	Humidity (%RH)
12/4/5255	00:00:00	26.2	72
12/4/5255	00:05:00	26.3	72
12/4/5255	00:10:00	26.3	72
12/4/5255	00:15:00	26.3	72
12/4/5255	00:20:00	26.3	72
12/4/5255	00:25:00	26.2	72
12/4/5255	00:30:00	26.2	73
12/4/5255	00:35:00	26.2	72
12/4/5255	00:40:00	26.1	73
12/4/5255	00:45:00	26.1	72
12/4/5255	00:50:00	26.2	72
12/4/5255	00:55:00	26.3	72
12/4/5255	01:00:00	26.3	72
12/4/5255	01:05:00	26.5	73
12/4/5255	01:10:00	26.5	72
13/4/1952	01:15:00	26.5	72
13/4/1952	01:20:00	26.5	72
13/4/1952	01:25:31	26.5	70
13/4/1952	01:30:27	26.4	69
13/4/1952	01:35:50	26.4	70
13/4/1952	01:40:50	26.4	70
12/4/5255	01:45:00	26.4	70
13/4/1952	01:50:00	26.5	71
13/4/1952	01:55:00	26.6	72
13/4/1952	02:00:06	26.6	71
13/4/1952	02:05:06	26.5	71
13/4/1952	02:10:06	26.5	72

13/4/1952	02:15:20	26.5	72
13/4/1952	02:20:01	26.3	72
13/4/1952	02:25:38	26.4	72
13/4/1952	02:30:38	26.2	73
13/4/1952	02:35:38	26.4	72
13/4/1952	02:40:23	26.4	72
13/4/1952	02:45:23	26.3	72
13/4/1952	02:50:29	26.3	72
13/4/1952	02:55:29	26.3	72
13/4/1952	03:00:29	26.2	72
13/4/1952	03:05:00	26.1	72
13/4/1952	03:10:00	26.0	72
13/4/1952	03:15:15	26.1	72
12/4/5255	03:20:00	26.1	72
13/4/1952	03:25:00	26.1	72
13/4/1952	03:30:06	26.1	72
13/4/1952	03:35:00	26.2	72
13/4/1952	03:40:00	26.2	71
12/4/5255	03:45:00	26.2	71
12/4/5255	03:50:00	26.2	71
12/4/5255	03:55:00	26.2	72
12/4/5255	04:00:00	26.1	73
12/4/5255	04:05:00	26.1	73
12/4/5255	04:10:00	26.1	74
12/4/5255	04:15:00	26.1	74
12/4/5255	04:20:00	26.2	74
12/4/5255	04:25:00	26.2	74
12/4/5255	04:30:00	26.2	74
12/4/5255	04:35:00	26.2	74
12/4/5255	04:40:00	26.2	74
12/4/5255	04:45:00	26.2	74
13/4/1952	04:50:00	26.3	74

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายธนพล อินพิทักษ์

ภูมิลำเนา 83 หมู่ 8 ต.ท่าน้ำอ้อย อ.พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์ 60130

ประวัติการศึกษา

-จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์

-ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Iherebo@hotmail.com