ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย | โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวตรวจจับควันเพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลมเย็นและพัดลมระบายอากาศเมื่อเกิดอัคคีภัย

The Feasibility Study of the Moving Eye Application to Detect Smoke in Controlling of the Air Handling Units and the Ventilation Fans in Case of Fire.

นามผู้วิจัย นายบำรุง จันทร์เสียงเย็น

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

(รองศาสตราจารย์สุรชัย รดาการ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(รองศาสตราจารย์พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวตรวจจับควันเพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลมเย็นและพัดลมระบายอากาศเมื่อเกิดอัคคีภัย

The Feasibility Study of the Moving Eye Application to Detect Smoke in Controlling of the Air Handling Units and the Ventilation Fans in Case of Fire

โดย

นายบำรุง จันทร์เสียงเย็น

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บำรุง จันทร์เสียงเย็น 2554: การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวตรวจจับควันเพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลมเย็นและพัดลมระบายอากาศเมื่อเกิดอัคคีภัย ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุรชัย รดาการ, Ph.D. 66 หน้า

การศึกษาความเป็นไปได้ของอุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวตรวจจับควันเพื่อควบคุมเครื่องส่งลมระบบปรับอากาศในกรณีเกิดอัคคีภัย มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟที่มีการทำงานแบบ Active Fire Detection System ประกอบกับพิจารณาเรื่องความปลอดภัยโดยออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังและตรวจจับควันไฟ รวมถึงตัดระบบการทำงานของเครื่องส่งลมที่ใช้ในระบบปรับอากาศ เพื่อจำกัดการแพร่กระจายของควันไฟเข้าไปในพื้นที่ปรับอากาศ อุปกรณ์ชิ้นนี้มีการทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องตรวจจับควันไฟที่ใช้อยู่ คือเมื่อตรวจจับควันไฟได้จะทำการตัดระบบการทำงานของเครื่องส่งลม แต่อุปกรณ์ชิ้นนี้มีส่วนที่แตกต่างไปจากอุปกรณ์ตรวจจับทั่วไป คือได้มีการเพิ่มเติมความสามารถในการควบคุมระบบอื่นๆ เช่น พัดลมระบายอากาศและระบบมอเตอร์ลิ้นกันไฟ โดยทั่วไปอุปกรณ์ตรวจจับมักจะถูกติดตั้งไว้ในท่อส่งลมหรือห้องเครื่องซึ่งอาจจะได้รับผลกระทบที่เกิดจากลมหมุนวนและกระแสลมปรวนแปรภายในท่อ แต่อุปกรณ์ชิ้นนี้ได้เพิ่มเติมความไวและประสิทธิภาพในการตรวจจับควันให้สามารถนำมาติดตั้งได้ในพื้นที่เปิด หรือติดตั้งอยู่ภายนอกท่อส่งลมหรือห้องเครื่องได้

จากการศึกษาได้เลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับแบบ Infrared Thermometer Sensor ที่มีย่านการตรวจจับอุณหภูมิ ที่อยู่ในช่วง 0° ถึง 70° C (32° ถึง 158° F) และสามารถตั้งค่าตามที่ต้องการได้ ลำแสง Infrared จะถูกส่งออกไปตรวจจับควันไฟในอากาศ สัญญาณจะถูกส่งกลับมาประมวลผลที่แผงชุดควบคุม (Panel Control Board; PCB) โดยแผงชุดควบคุม PCB นี้จะมี Micro controller ตัวประมวลผลกลาง หน่วยความจำภายใน ซึ่งใช้เก็บข้อมูล เพื่อเทียบค่าตามโปรแกรมที่ออกแบบไว้ ข้อมูลที่เกิดจากการประมวลผลจากแผงชุดควบคุม จะนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ระบบ HVAC และสามารถจัดเก็บบันทึก เพื่อใช้พิมพ์รายงานการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ

_____ _____ ____/ ___ /___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bumroong Junseangyen 2011: The Feasibility Study of the Moving Eye Application to Detect Smoke in Controlling of the Air Handling Units and the Ventilation Fans in Case of Fire. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor Associate Professor Surachai Radagan, Ph.D. 66 pages.

The Feasibility Study of the Moving Eye Application to Detect Smoke in Controlling of the Air Handling Units and the Ventilation Fans in Case of Fire. The main purpose of this thesis is to design and create a smoke detection decide to work as an Active Fire Detection System. This safety decide is designed to monitor and detect smoke; shutting off the AHU in the Air Conditioning System thereby limiting the spread of smoke in the inhabited area. Similar to conventional smoke detection systems, the subject device will also shut down the AHU system. The device is differentiated from these conventional systems by the additional capacity to control functions such as ventilation fans and fire damper system motors. Conventional systems, a device are installed inside the air duct or chamber so that can be affected by air turbulence. This device has improved sensitivity as a result of being able to be positioned in open areas outside or away from the air duct or chamber.

The study investigates the use and set up of an infrared thermometer sensor to detect fluctuations in temperature within the range from 0° to 70° C (32° to 158° F) The infrared signal is transmitted through the atmosphere to detect smoke. The reflected signal is registered and then processed by the Panel Control Board (PCB). The PCB includes a micro controller, Central Processing Unit (CPU) and internal memory which are programmed to perform the signal processing and data comparison. The processed information is used by the PCB to control and regulate the HVAC system and the data is also logged for reporting purposes.

_____ _____ ____/ ___ /___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ทุกท่านที่สั่งสอนมาตลอดเวลาที่ได้เข้ารับการศึกษา และที่สำคัญยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ รองศาสตราจารย์ดร.สุรชัย รดาการ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดระยะเวลาให้ความเมตตาติดตามงานศิษย์ตลอดถึงอบรมสั่งสอน ความรู้ ที่เป็นวิชาชีพ โดยเฉพาะเรื่องระบบปรับอากาศ อีกทั้งขอขอบพระคุณทุกกำลังใจจาก เพื่อน พี่ น้อง ร่วมรุ่น 8 ทุกคน ที่สำคัญยิ่ง ทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจให้มาตลอด ท้ายนี้ขอกราบขอบ พระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เอกไท วิโรจน์สกุลชัย ประธานการสอบ และ ดร.พิพัฒน์ พิเชษฐพงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก มก.

ท้ายที่สุดนี้ประโยชน์ใดอันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา-มารดา คณาจารย์ และผู้ที่ให้การสนับสนุนทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาของผู้ศึกษามาโดยตลอด

บำรุง จันทร์เสียงเย็น

มิถุนายน 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	9
อุปกรณ์	9
วิธีการ	10
ผลและวิจารณ์	52
ผล	52
วิจารณ์	61
สรุปและข้อเสนอแนะ	63
สรุป	63
ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลกระทบสารทำความเย็น	25
2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง Intelligent Moving Eye	35
3	แสดงการจัดตำแหน่งขา Micro Controller	44
4	แสดงรายละเอียดห้องทดสอบและกำหนดระยะอุปกรณ์ตรวจจับกับแหล่งความร้อน	53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงแนวคิดเรื่อง Intelligent Moving Eye	2
2	แสดงส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ของเครื่องปรับอากาศ	13
3	แสดงคุณสมบัติ Pressure Enthalpy Chart	17
4	ภาพการแบ่งพื้นที่ Pressure Enthalpy Chart	18
5	แสดงเส้นอุณหภูมิสารทำความเย็นระเหยที่ 40°Fกลั่นตัวที่ 100°F	19
6	ภาพ p-h Chart แสดงผลกระทบสารทำความเย็นระเหยที่ 40°Fกลั่นตัวที่ 100°F	19
7	ภาพ p-h Chart แสดงผลกระทบสารทำความเย็นระเหยที่ 40°Fกลั่นตัวที่ 120°F	22
8	แสดงเส้นอุณหภูมิสารทำความเย็นระเหยที่ 40°Fกลั่นตัวที่ 120°F	23
9	แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น	26
10	แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโตอิเลคตริค	27
11	แสดงอุปกรณ์ Duct Smoke Detector	28
12	แสดงวิธีการติดตั้ง Duct Smoke Detector	28
13	แสดงระยะติดตั้ง Duct Smoke Detector	30
14	แสดง Diagram เพื่อการออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับควันเพื่อควบคุมระบบ HVAC	32
15	แสดงการใช้โปรแกรม Protel ในการออกแบบวงจร	38
16	แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เลือก ตามข้อมูล Data sheet 1	39
17	แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เลือก ตามข้อมูล Data sheet 2	39
18	แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เลือก ตามข้อมูล Data sheet 3	40
19	แสดงการสร้างลายวงจรด้วยโปรแกรม	40
20	แสดง Infrared Thermometer Sensor	41
21	แสดงการต่อวงจร Infrared Thermometer Sensor	41
22	แสดงการต่อวงจร Micro Controller	42
23	แสดงการจัดตำแหน่งขา Micro Controller	44
24	แสดง ULN 2003 Relay Driver	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แสดง Schematic Diagram Panel Control Board	46
26	แสดงวงจร Power Supply	47
27	แสดงวงจรการใช้ Relay เพื่อควบคุมอุปกรณ์	47
28	แสดงวงจรควบคุม Stepping Motor	48
29	แสดงวงจรเพื่อควบคุมผ่าน Key Board	48
30	แสดงการสร้างลายวงจร Key Board	49
31	แสดงสร้างลายวงจรเพื่อทำ Print Circuit Board	49
32	แสดงการจัดวางอุปกรณ์เพื่อสร้าง Panel Control Board	50
33	แสดงอุปกรณ์ Panel Control Board	50
34	แสดงการทดสอบแสดงผลอุปกรณ์ตรวจจับ	51
35	ภาพถ่าย Intelligent Moving Eye	52
36	ภาพถ่าย Panel Control Board	52
37	แสดงแหล่งกำเนิดความร้อน	54
38	ภาพการวัดอุณหภูมิที่แหล่งกำเนิดความร้อน	54
39	แสดงการ Up load Data	55
40	แสดงการ Up load Data ผ่าน Port RS 232	55
41	แสดงการดูหน้าจอการ Up load Data	56
42	ภาพถ่ายตัวอย่างขณะวัดค่าอุณหภูมิที่ตรวจจับ 39.7°C	56
43	ภาพถ่ายตัวอย่างขณะวัดค่าอุณหภูมิที่ตรวจจับ 48.2°C	57
44	แสดงระยะอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย กำหนดแจ้งเตือนที่ 35°C	57
45	แสดงระยะอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย กำหนดแจ้งเตือนที่ 40°C	58
46	แสดงระยะอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย กำหนดแจ้งเตือนที่ 45°C	59
47	แสดงการทดลองต่อวงจรส่งสัญญาณไปยัง Contractor เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลม	60
48	แสดงการต่อสายจาก Relay ทั้งขั้วต่อ No และ NC เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลม	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

คำอธิบายสัญลักษณ์

u_0 = ความเร็ว m/sec

$\dot{Q}$ = ค่าพิกัดการคายความร้อน KW/sec

$\triangle T$ = Temperature C

α = ค่าสัมประสิทธิ์การลามไฟ ของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท KW/sec

h = Enthalpy

q_e = Refrigerating Effect in Btu per pound.

q_w = Work (heat) of Compression per pound of refrigerant circulated.

q_c = Heat rejected at the condenser per pound of refrigerant circulated.

คำอธิบายอักษรย่อ

COP. = Coefficient of performance.

EEPROM = Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

Ir. = Infrared

P-h = Pressure enthalpy

PSIA = Absolute Pressure Pound square inch

PSIG = Gauge Pressure Pound square inch

RE = Refrigerating Effec

Tx.V = Thermostatic Expansion Valve

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวตรวจจับควันเพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลมเย็นและพัดลมระบายอากาศเมื่อเกิดอัคคีภัย

The Feasibility Study of the Moving Eye Application to Detect Smoke in Controlling of the Air Handling Units and the Ventilation Fans in Case of Fire

คำนำ

ระบบปรับอากาศ ถือได้ว่าเป็นระบบที่ต้องการ เพื่อความสบาย หรือเพื่อควบคุมอุณหภูมิ สำหรับอาคารโดยทั่วไป เช่นอาคารสูง (High –Rise Building) สำนักงาน, โรงแรม, โรงพยาบาล, ศูนย์การค้า, สถานบันเทิง, ตลอดจนในกระบวนการอุตสาหกรรม เป็นต้น ในสถานที่ดังกล่าวย่อมเป็นที่แน่นอนว่ามีจำนวนของคนที่ทำงาน อยู่อาศัย และเข้าใช้เพื่อประโยชน์ใดๆ เป็นจำนวนมิใช่น้อย เครื่องเป่าลมเย็น AHU (Air Handling Unit) เป็นอุปกรณ์ส่งลมเย็นโดยมีท่อส่งลมเย็น (Air Duct Supply) และท่อลมกลับ (Air Duct Return) ทำหน้าที่กระจายลมไปยังส่วนต่างๆของพื้นที่ปรับอากาศ และพาลมกลับมายังเครื่องเป่าลมเย็น

ในทำนองเดียวกันหากเกิดอัคคีภัยในระยะแรกของการเกิดเพลิงไหม้และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ยังคงทำงานอยู่ ก็จะมีสภาพเป็นท่อส่งควันแพร่กระจายและขยายตัวได้ในเวลารวดเร็วซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ แม้ในอาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันและอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Smoke and Heat Detection Systems) ซึ่งเป็นระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) คือทำการตรวจจับ (Detection) แล้วส่งสัญญาณแจ้งเหตุ (Alarm) ก็ยังไม่เพียงพอ หากเครื่องส่งลมเย็นยังคงไม่หยุดการทำงาน ฉะนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับ (Detection) แล้วสามารถควบคุม (Control) เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น All alarm systems have three function in common. (Detection, Control and annunciation or alarm) Traister, John E.

Duct Smoke Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ด้วยการรอตรวจจับควันจาก Air Sampling tube และสั่งหยุดเครื่องลมเย็น (AHU) Duct Smoke Detector ตำแหน่งที่ถูกออกแบบและติดตั้งจึงยังคงอยู่ที่ท่อลม หรือหน้าเครื่องส่งลมเย็น (AHU) บริเวณหน้าช่องลมกลับ แต่ข้อจำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่องการติดตั้งท่อส่งลมเย็นท่อลมกลับ (Duct Work) และเครื่องส่งลมเย็น ส่วนใหญ่ก็จะไม่ได้เป็นไปตามที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนดไว้ นอกจากนี้ภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นยังมีอีกหลายปัจจัย เช่นลมจากท่อนำอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air) ปัจจัยจากกาติดตั้งท่อลมซึ่งส่วนใหญ่การนำท่อลมเข้าห้องเครื่องต้องมีการโค้งงอของท่อ และอาจมีอุปกรณ์อย่างอื่นเข้ามาอยู่ด้วย อันเป็นสาเหตุให้เกิดการไหลของอากาศแบบปั่นป่วน (Turbulence Flow) และทำให้ควันลดความเข้มข้น จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดตรวจหาควันคือสามารถค้นหาควันแล้วตรวจจับ Intelligent Moving Eye Smoke Sensor และสามารถส่งสัญญาณตัดการทำงานเครื่องส่งลมเย็น โดยที่ไม่มีปัญหาเรื่องลมหมุนวน และสามารถติดตั้งในพื้นที่เปิดได้ โดยยังสามารถควบคุมเครื่องส่งลม

แนวคิด (Conceptual Idea) จากอุปกรณ์ ตรวจจับอุณหภูมิที่แตกต่างของ Moving Eye Sensor และ Intelligent Eye ของเครื่องปรับอากาศ 2 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นชนิดแขวนผนัง (Wall Type) ที่ใช้การตรวจจับความแตกต่างของอุณหภูมิ แล้วส่งลมเย็นมายังบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่าง และอีกผลิตภัณฑ์ ที่ใช้หลักการตรวจจับความเคลื่อนไหว ด้วยอินฟาเรด (Infrared) จับการเคลื่อนไหวของมนุษย์

ภาพที่ 1 แสดงแนวคิดเรื่อง Intelligent Moving Eye

จากแนวคิดของอุปกรณ์ตรวจจับทั้งสองลักษณะนี้ จึงต้องการที่จะนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบอุปกรณ์ ที่มีลักษณะของการตรวจหาสัญญาณควัน คือส่งสัญญาณตลอดเวลาออกไปเพื่อตรวจหาควันในพื้นที่ ต่างจากอุปกรณ์ตรวจจับแบบ Duct Smoke Detector ที่ติดตั้งคงอยู่กับตำแหน่งอยู่ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ท่อส่งลม หรือที่ท่อลมกลับ หรือที่หน้าแผงกรองฝุ่น (Air Filter) ของเครื่องส่งลมเย็นเพื่อรอตรวจจับควันที่ปนเปื้อนมากับอากาศเข้ามาแล้วตรวจจับซึ่งต้องใช้ควันเป็นปริมาณมาก หากเกิดการเจือจาง เนื่องจากอากาศรั่ว หรืออาจมีอากาศส่วนอื่นเข้ามาผสมสมอาจจะตรวจจับควันได้ช้าเกินไป อีกทั้งติดตั้งในตำแหน่งที่อาจเกิดการไหลแบบปั่นป่วนในท่อลม หรือในห้องเครื่องส่งลมเย็นก็จะเป็นสาเหตุด้วย Intelligent Moving Eye จะถูกออกแบบเพื่อเป็นอุปกรณ์ตรวจหาควันสำหรับใช้ในระบบปรับอากาศเพื่อสั่งหยุดการทำงานของเครื่องส่งลม สั่งเปิดปิดลิ้นกันไฟชนิดใช้มอเตอร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ระบบ Fire Alarm System ด้วย จากหลักการไหลของควันจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยแรงลอยตัว (Buoyancy Force)

เมื่อควันลอยขึ้นไปถึงเพดานก็จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของควันไปตามแนวระนาบเดียวกับเพดาน (Ceiling Jet) ; McCaffrey (1995) ซึ่ง Intelligent Moving Eye จะทำการค้นหาควันอยู่ตลอดเวลา พร้อมกับการทำงานของเครื่ององปรับอากาศ โดยการต่อ Interlock กับเครื่องส่งลมเย็น (AHU) เมื่อเปิด เครื่องส่งลมเย็น Intelligent Moving Eye ก็จะทำงานและหยุดการทำงานพร้อมกับเครื่องส่งลมเย็นเมื่อปิดเครื่องตามปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับควันเพื่อใช้ติดตั้งในระบบ HVAC (Heat Ventilation Air conditioning)

2. ใช้งานตรวจจับควันได้อย่างมีประสิทธิผล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มทางเลือกอุปกรณ์ตรวจจับควันเพื่อใช้ในงานระบบ HVAC และยังนำไปประยุกต์ใช้กับ Applications ต่างๆได้

2. ลดการนำเข้าอุปกรณ์การตรวจจับควันชนิดติดตั้งในท่อลม Duct smoke Detector

3. ทำให้ระบบ HVAC ไม่เป็นต้นเหตุของการแพร่กระจายควัน เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ที่อยู่ในพื้นที่

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาออกแบบจัดสร้างอุปกรณ์ตรวจจับควัน เรียกว่า Intelligent Moving Eye เป็นอุปกรณ์ตาเคลื่อนไหวค้นหาควัน โดยสร้างเป็นอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้

1. เป็นการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) เพื่อทำการศึกษา

2. Infrared temperature sensor ที่เลือกเป็นเพียงอุปกรณ์ต้นแบบ มีข้อจำกัดเรื่องระยะการตรวจจับ

3. รูปแบบในการสร้าง ต้องสร้างหรือปรับปรุงจากการสั่งทำ Print Circuit Board เพื่อควบคุมค่าใช้จ่าย จึงเน้นเรื่องการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่เน้นรูปลักษณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การเลือกใช้อุปกรณ์ มีข้อจำกัดเรื่องหน่วยความจำ และ การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงกันได้ง่าย ต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์เท่านั้น

5. การทดสอบ ต้องทำในสถานที่จำกัดพื้นที่ และ เป็นการจำลองสถานการณ์

6. อุปกรณ์ยังมีข้อจำกัดเรื่องความแข็งแรง สายสัญญาณ โปรแกรม การ Upload Data มายังเครื่อง Computer เพื่อรายงานผลอุณหภูมิ

7. จากข้อจำกัดของข้อ 6. โปรแกรมจะรายงานผลเป็นนามสกุล .txt อยู่ในรูป text file ต้องแปลงเป็น excel

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยณรงค์ (2549) การศึกษาและออกแบบ เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยภายในห้องเครื่องส่งลมเย็น โดยใช้โปรแกรมพลศาสตร์อัคคีภัย ได้ศึกษากรณีการเกิดเพลิงไหม้ในห้องเครื่องส่งลมเย็นภายในอาคารสูง ซึ่งอยู่ใต้สภาวะที่มีปริมาณการไหลของอากาศแบบปั่นป่วน และได้ผลการดำเนินการ ว่าเนื่องจากอุณหภูมิ ที่เกิดจากเพลิงไหม้ ย่อมลอยขึ้นสู่ที่สูงคือเพดานของห้องและสะสมเป็นชั้นความร้อน ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่ติดตั้งอยู่ที่เครื่องส่งลมเย็น (ใกล้ตำแหน่งช่องลมกลับ) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเพดานนั้น ไม่ทำงาน หรือถึงแม้จะทำงาน ก็ล่าช้าเกินกว่าการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ หากเกิดสภาพเช่นนี้ น้ำดับเพลิงจะออกมาจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติก่อน ที่จะถูกตรวจจับโดยอุปกรณ์ตรวจจับ ส่งผลทำให้อุปกรณ์ตรวจจับไม่สามารถทำงานได้ เครื่องส่งลมเย็นก็จะยังคงทำงานโดยไม่ถูกสั่งให้หยุดการทำงานด้วยอุปกรณ์ตรวจจับ เป็นผลให้เครื่องส่งลมเย็นพาควันแพร่กระจายไปในพื้นที่ปรับอากาศ

Muholland (2001) ควัน ในคำจำกัดความก็คือ ละอองอนุภาคของวัตถุที่กำลังถูกกระบวนการของการลุกไหม้ แล้วแพร่กระจายลอยในอากาศในรูปของก๊าซ; (Smoke Production and Properties) ผลกระทบของควันที่เกิดจากการลุกไหม้ขึ้นอยู่กับปริมาณของควัน และผลของควันที่ปล่อยออกมาจากความหลากหลายของวัตถุที่ลุกไหม้ ควันที่เกิดจากไฟแสดงถึงปริมาณเชื้อเพลิงที่ติดไฟกับปริมาณของออกซิเจน คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงและเงื่อนไขของการติดไฟ

Klote (1998) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยในที่ที่มีอากาศจากระบบ HVAC ซึ่งประกอบไปด้วย Return Air Grill, Supply Air Grill โดยใช้โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์การไหล พบว่าเมื่อเกิดเหตุอัคคีภัย ในพื้นที่ปรับอากาศ ลมจากระบบ HVAC ส่งผลต่อควันซึ่งจะทำให้เจือจางลงได้ และอุปกรณ์ตรวจจับ ที่ติดตั้งใกล้กับ Air Grill ของระบบ การตอบสนองของอุปกรณ์ตรวจจับจะทำงานได้ช้าลง

McCaffrey (1995) เขียนระบุไว้ใน SFPE Handbook ถึงการคายพลังงานและปล่อยสารต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ออกมาจากการลุกไหม้ หรือการสันดาปนั้น ส่วนที่เป็นพลังงานคือ ค่าอัตราการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คายความร้อน (Heat Release Rate) ซึ่งเป็นค่าพื้นฐานทางพลศาสตร์อัคคีภัยที่สำคัญซึ่งอาจเป็นค่าคงที่ (Steady State) หรือเป็นค่าที่แปรเปลี่ยนตามเวลา (Growing Fire or Decaying Fire) โดยที่อัตราการคายความร้อน จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมี ปริมาณอากาศที่เติมเข้ากองเพลิง และสถานที่ที่เชื้อเพลิงลุกไหม้อยู่ในพื้นที่เปิดหรือปิด

NFPA90A 1-1 (2548) ท่อส่งลมระบบปรับอากาศมีศักยภาพที่จะนำควัน ก๊าซร้อน และเปลวไฟ จากพื้นที่หนึ่งสู่อีกพื้นที่หนึ่งและจ่ายลมของระบบพร้อมกับกับการลุกไหม้จากพื้นที่ที่เกิดอัคคีภัย และด้วยเหตุผลนี้การป้องกันไฟที่มาจากระบบท่อส่งลมเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับความปลอดภัยต่อชีวิตและเพื่อป้องกันความเสียหายต่อทรัพย์สิน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของควัน (Smoke Movement)

ควันจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยแรงลอยตัว (Buoyancy Force) และ เมื่อควันลอยขึ้นไปถึงเพดานก็จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของควันไปตามแนวระนาบเดียวกับเพดาน (Ceiling Jet) พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของควันในลักษณะนี้ มีผลกระทบต่อผู้อาศัยภายในอาคารหากกลุ่มแผ่กระจายไปถึง McCaffrey (1995) ได้ศึกษาพฤติกรรมของควันแบบสมมาตร (Ax symmetric Plume) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสามารถแบ่งช่วงของลำควันสมมาตรตามระดับความสูงต่างๆของลำควันได้ 3 ช่วง และยังได้เสนอสมการเพื่อประมาณการความเร็วและ อุณหภูมิของลำควันในแต่ละช่วงดังนี้

ช่วงเปลวไฟต่อเนื่อง (Continuous flame) คือช่วงความสูงซึ่งวัดจากผิวหน้าของกองเพลิงจนถึงระดับสูงสุดที่มีเปลวไฟปรากฏอยู่อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ช่วงนี้เป็นช่วงที่เชื้อเพลิง และอากาศเกิดการเผาไหม้ อุณหภูมิของลำควันในช่วงนี้จึงมีค่าสูง ประมาณว่าจะเท่ากับอุณหภูมิของเปลวไฟนั่นเองซึ่งเมื่อ สามารถคำนวณความเร็วและอุณหภูมิได้ดังนี้

$$U_o = 6.8z^{\frac{1}{2}} \tag{1}$$

$$\triangle T_0 = 0.227\left(\frac{\dot{Q}^{2/5}}{z}\right)T\infty \tag{2}$$

$$\triangle T_0 = 2.91\infty$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ช่วงเปลวไฟบางส่วน (Intermittent flame) คือช่วงความสูงที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับอากาศเกือบจะสมบูรณ์แล้วทำให้มองเห็นเปลวไฟปรากฏอยู่เพียงบางส่วนบางช่วงเวลาไม่ต่อเนื่อง ความเร็วการไหลแนวดิ่งของลำควันจะมีค่าค่อนข้างคงที่ ซึ่งเมื่อ

สามารถคำนวณความเร็ว และ อุณหภูมิได้ดังนี้

$$0.08 < \frac{z}{\dot{Q}^{2/5}} \tag{3}$$

$$u_0 = 1.9\dot{Q}^{1/5} \tag{4}$$

$$\triangle T_0 = 0.227\left(\frac{\dot{Q}^{2/5}}{z}\right)T\infty$$

1.2 ช่วงพลูม (Buoyant plume) คือ เป็นช่วงที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเสร็จสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นในช่วงนี้จะประกอบไปด้วยควันร้อนและอากาศซึ่งไหลเติมจากบรรยากาศโดยรอบ ความร้อนและอุณหภูมิของลำควันในช่วงนี้จะแปรผกผันกับความสูงเนื่องจากมีอากาศซึ่งเย็นกว่าโดยรอบไหลเข้ามาผสมเจือจางทำให้ควันเย็น ซึ่งเมื่อ สามารถคำนวณความเร็ว และอุณหภูมิได้ดังนี้

$$\frac{z}{\dot{Q}^{2/5}} > 0.2 \tag{5}$$

$$u_0 = 1.1z^{-1/3}\dot{Q}^{1/3}$$

$$\triangle T_0 = 0.076T\infty\left(\frac{\dot{Q}^{2/5}}{z}\right)^{5/3} \tag{6}$$

u_0 = ความเร็ว m/sec

$\dot{Q}$ = ค่าพิกัดการคายความร้อน KW/sec

$\triangle T$ = Temperature $\mathring{C}$

$\propto$ = ค่าสัมประสิทธิ์การลามไฟ ของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท KW/sec

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. Infrared Sensor Thermometer Mlx90614 No.28042

2. Panel Control Board
   2.1 Micro controller P89V51RD2 Phillip
   2.2 Transformer 9VAC 800mA
   2.3 EEPROM 24LC512

3. Thermometer TK100 " Kimo"

4. Heat Source (Heater Box. maximum temperature 100 °C)

5. Datasheet
   5.1 Infrared Sensor
   5.2 Micro Controller
   5.3 EEPROM

6. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

7. เครื่องพิมพ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยและเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาวัฏจักรการทำความเย็น

3. ศึกษาหลักการและทฤษฎีอุณหภูมิการไหลของควัน

4. ศึกษาเทคนิค และชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector)

5. ศึกษา Datasheet Electronic Sensor

6. ทดลอง Electronic Sensor ชนิดต่าง ๆ

7. ศึกษาทดลองสร้าง Housing Sensor เพื่อติดตั้ง Printed Circuit Board หรือ Sensing Chamber

8. คัดเลือกชนิด Sensor เพื่อออกแบบ และทดลองผลิต Intelligent Moving Eye Smoke Detector

9. ทดสอบวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นฐานการทำความเย็น (เครื่องปรับอากาศ)

ระบบปรับอากาศ (Air-Conditioning System) หมายถึง การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อที่จะปรับอากาศ กับพื้นที่หรือทั้งอาคาร ดังนั้น ระบบปรับอากาศ คือเป็นการรวมทั้งความหมายของ การทำความเย็น ชุดถ่ายเทความร้อน การกรองอากาศ การจ่ายและกระจายอากาศ การติดตั้งท่อน้ำยา การควบคุม ปรับตั้ง อุปกรณ์ทั้งหมดให้มีความสามารถทำงานได้ตามกำหนด และนอกจากองค์ประกอบของ เครื่องจักร อุปกรณ์ ยังต้องรวมถึง การประยุกต์ใช้ การออกแบบให้ตรงตามวัตถุประสงค์

เครื่องปรับอากาศ (Air-Conditioner) การทำงานของเครื่องปรับอากาศใช้หลักการของสารทำความเย็น ที่ว่าของเหลวสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นไอที่อุณหภูมิใดๆ โดยการเปลี่ยนแปลงและควบคุมแรงดัน เมื่อให้ของเหลวเดือดที่อุณหภูมิต่ำและเปลี่ยนสถานะเป็นไอก็จะสามารถดูดซับความร้อนได้มาก และ ในการระเหยของของเหลว ความร้อนแฝงของการระเหย เช่นน้ำ เมื่อระเหยกลายเป็นไอ ตัวเองก็จะเย็นลงเนื่องจากได้ใช้ความร้อนแฝงไปในการระเหย ความเย็นลักษณะนี้ คือความเย็นที่มาใช้ในการปรับอากาศ จึงได้มีการสังเคราะห์สารทำความเย็นที่คุณสมบัติ ระเหยได้เร็ว มีค่าความร้อนแฝงมาก สังเกตได้ว่าสารทำความเย็นที่นำมาใช้จะมีจุดเดือดที่ต่ำกว่าศูนย์องศาฟาเรนไฮต์และในด้านความปลอดภัยจะต้องเป็นสารที่ไม่ติดไฟ การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะอาศัยหลักการระเหยของสารทำความเย็น เมื่อสารทำความเย็นระเหยและทำความเย็นแล้ว จึงต้องนำไปควบแน่นเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หลักการควบแน่นอาศัยการเพิ่มความดันให้กับไอระเหย หรืออัดไอ (Press) โดยใช้ Compressor จนไอระเหยนั้นการเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง ในขณะที่อัดนี้ไอระเหยจะคายความร้อนออกมาด้วย วิธีการในการระบบระบายความร้อนนี้ อาจใช้อากาศ (Air Cooled) หรือ น้ำ (Water Cooled) เป็นตัวกลางในการระบายความร้อน เมื่อสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลว การทำให้ของเหลวระเหยเพื่อทำความเย็นอีกครั้ง ต้องใช้วิธีลดความดันลง โดยผ่านอุปกรณ์ลดความดัน เช่น Expansion Valve หรือ Capillary Tube ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการทำงานหมุนเวียนโดยย้อนกลับสู่สภาวะแรกอีก เป็น วัฏจักรการทำความเย็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัฏจักรการทำความเย็น

เมื่อสารทำความเย็นหมุนเวียนทั่วทั้งระบบซึ่งเป็นระบบท่อวงจรปิด (Closed Looped Pipe System) ซึ่งจะไม่ทำให้สารทำความเย็นปนเปื้อน มีสภาพเหมาะสมและควบคุมการไหลอย่างต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงผ่านสภาวะและเงื่อนไขต่างๆ กันเช่นสารทำความเย็นจะมีทั้งสภาวะการกลายเป็นไอ (Vapor) และของเหลว (Liquid) แต่ละสภาวะสามารถแปรเปลี่ยนพลังงานจากระดับต่ำไปสู่ระดับสูงเป็นการทำงานที่สารทำความเย็นจะเริ่มต้นจากสภาวะแรกเริ่มผ่านกระบวนการต่างๆ ตามลำดับ แล้วจึงกลับเข้าสู่สภาวะแรกเริ่มอีกครั้งหนึ่งเป็นวัฏจักรการทำงานที่ย้อนกลับได้ตามลำดับของกระบวนการเรียกว่า “วัฏจักรการทำความเย็น” ซึ่งวัฏจักรการทำความเย็นนี้ต้องมีการป้อนพลังงานเข้าไปในวัฏจักรเสมอเพื่อชดเชยกับงานที่ต้องเสียไปในรูปของความร้อน ประสิทธิภาพจึงไม่ได้ 100 % นอกจากนี้ประสิทธิภาพยังขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ และการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดอีกด้วย โดยมีกระบวนการพื้นฐาน 4 ขั้นตอน

- การขยาย
- การกลายเป็นไอ
- การอัด
- การควบแน่น

มีอุปกรณ์หลักที่สำคัญ 4 ส่วน เพื่อให้กระบวนการหมุนวนเป็นวัฏจักร จากสารทำความเย็นในสภาวะของ ของเหลว ให้มีสภาวะเป็นไอ และเกิดการอัดไอ กลับมาในสภาวะของ ของเหลว ซึ่งอุปกรณ์ทั้ง 4 นั้นคือ

- Metering Device
- Evaporator
- Compressor
- Condenser

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ของเครื่องปรับอากาศ

1. การขยาย (Expansion)

โดยเริ่มต้นที่ถังเก็บสารทำความเย็น (Receiver Tank) สารทำ ความเย็น(Refrigerant)ในสภาวะของเหลว ซึ่งยังมีอุณหภูมิและความดันสูง ไหลจากถังเก็บเข้าไปในท่อของเหลวผ่านตัวควบคุมการไหลของสารทำความเย็น (Metering Devices) เพื่อปรับปริมาณสารทำความเย็นเหลว (Liquid Refrigerant) และลดความดันเข้าสู่ Evaporator เมื่อสารทำความเย็นเหลวผ่านออริฟิช (Orifice) ของวาล์วตัวควบคุมการไหล สารทำความเย็นจะขยายตัว จากความดันควบแน่นเป็นความดันกลายเป็นไอ อุณหภูมิสารทำความเย็นจากอุณหภูมิควบแน่นไปสู่อุณหภูมิกลายเป็นไอ ช่วงนี้สารทำความเย็นบางส่วนกลายเป็นไอทันที โดยผ่านวาล์วจากด้านความดันสูงสู่ด้านความดันต่ำ จึงทำให้สารทำความเย็นเหลวมีสถานะเป็นไอผสมของเหลว

1.1 Metering Devices ปกติแล้วก็จะเป็นท่อทองแดงเส้นเล็กๆ ขด เรียกว่า “Cap tubes” หรือบางชนิดใช้อุณหภูมิ ด้านดูดกลับ (Suction) ของสารทำความเย็น ควบคุมแผ่น Diaphragm ที่ Valve เรียกว่า “Tx Valve” (Thermostatic Expansion Valves)

1.2 Metering Devices เป็นอุปกรณ์ ที่จะช่วยรักษาความแตกต่างของอุณหภูมิของสารทำความเย็น ระหว่างเข้าสู่ และออกจาก Evaporator

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 Metering Devices ปรับปริมาณสารทำความเย็นที่จะเข้าไปสู่ Evaporator คือให้สารทำความเย็นผ่านได้น้อยลงและลดความดันก่อนเข้า Evaporator TRANE Air Conditioning Manual P.129 : Compressor รักษาความดันที่แตกต่างระหว่าง Evaporator และ Condenser แต่ถ้าปราศจาก Expansion Valve ความแตกต่างของความดันก็ไม่สามารถทำได้ และ Expansion Valve ก็เป็นตัวที่แบ่งแยกส่วนของความดันคือความดันด้านสูง (High Pressure) และความดันด้านต่ำ (Low Pressure) Thermostatic Expansion Valves วาล์วชนิดนี้มีความสามารถควบคุมปริมาณการไหลของสารทำความเย็นถ้าภาระของ Evaporator เปลี่ยนแปลง วาล์วจะสามารถหรี่หรือเปิดกว้างโดยลดหรือเพิ่มการไหลของปริมาณสารทำความเย็นได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีกระเปาะ (Bulb) ที่ถูกดึงไปแนบไว้ที่ท่อทางออกของ Evaporator เพื่อรับสัมผัสอุณหภูมิทางด้านดูดกลับ (Suction Line) และส่งสัญญาณ (แรงดัน) มายัง Diaphragm เพื่อปรับปริมาณการไหลของสารทำความเย็น และสารทำความเย็นก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ ซึ่งถ้าไม่มี Txv. สารทำความเย็นก็จะยังคงเป็นของเหลว

2. การกลายเป็นไอ

กระบวนการกลายเป็นไอคือขั้นตอนที่สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวผสมไอได้รับการความร้อนและระเหยกลายเป็นไอใน Evaporator หมายถึงอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ การทำงาน ลักษณะหรือองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ที่ถ่ายโอนความร้อน ออกจากพื้นที่ปรับอากาศ หรือ พื้นที่ทำความเย็น

2.2 ที่ซึ่งสารทำความเย็นเหลวความดันต่ำออกจาก Metering Device แล้วเข้าสู่ตัว Evaporator

2.3 ในเครื่องปรับอากาศต้องมีพัดลมที่ดึงตัวกลางคืออากาศ ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูง (Warm Air) ออกจากพื้นที่ปรับอากาศโดยอากาศไหลสวนผ่านครีบคอยล์ (Evaporator Finned Coils) สารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำในท่อของ Evaporator (Evaporator tubes) จะดูดซับความร้อนจากพื้นที่ปรับอากาศและทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นเปลี่ยน ทำให้สารทำความเย็นเดือดและเปลี่ยนจากของเหลวความดันต่ำเป็นไอไอ จะถูกดูดสู่ Compressor เพื่อเริ่มต้นสู่กระบวนการของวัฏจักรปริมาณความร้อนที่ของเหลวอิ่มตัวและเปลี่ยนสถานะก็คือไอร้อนยิ่งยวด (Super Heat)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารทำความเย็นส่วนที่เป็นของเหลวจะกลายเป็นไอที่ความดันต่ำโดยทีอุณหภูมิและความดันคงตัว ซึ่งความร้อนแฝงเพื่อการกลายเป็นไอ จะถูกดึงดูดโดยพัดลมของ Fan Coil มาจากห้องปรับอากาศผ่านครีบคอยล์ (Evaporator Finned Coils) ของ Evaporator ไปสู่ของเหลวที่กำลังกลายเป็นไอสารทำความเย็นทั้งหมดจะกลายเป็นไออย่างสมบูรณ์ภายใน Evaporator โดยเป็นไอที่ความดันต่ำและจะเกิดเป็นไอร้อนยิ่งยวด (Superheat) อีกด้วยที่ช่วงท้ายของEvaporator ถึงแม้ว่าอุณหภูมิของไอจะเพิ่มขึ้นที่ช่วงท้ายของ Evaporator ซึ่งเป็นผลมากจากการเกิดไอร้อนยิ่งยวด ความดันของไอก็จะไม่เปลี่ยนแปลง แม้ว่าไอจะดูดซึมความร้อนจากอากาศรอบๆ ท่อทางดูดรวมทั้งการที่อุณหภูมิของไอเพิ่มขึ้นและความดันจะลดลงเล็กน้อยอันเนื่องมาจากการสูญเสียโดยแรงเสียดทานภายในท่อทางดูด ความร้อนที่ถูกถ่ายโอนจากห้องปรับอากาศผ่านผนังท่อของ Evaporator ได้ดีนั้น วัสดุที่ใช้ทำ Evaporator ต้องมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนที่ดีและไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในระบบ รูปแบบของ Evaporator สำหรับเครื่องปรับอากาศนี้มีการออกแบบหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป และทีสำคัญต้องมีประสิทธิภาพในการถ่ายโอนความร้อน โดยอาศัยตัวกลางพาความร้อน ก็คือ อากาศ ในพื้นที่ปรับอากาศซึ่งต้องมีอุปกรณ์ประกอบพัดอากาศให้ไหลผ่าน Evaporator ซึ่งจะเรียกว่า Fan Coil

3. การอัด

Compressor ที่นำมาใช้งานแพร่หลายกับเครื่องปรับอากาศ มีอยู่ 4 ชนิด แบ่งตามหลักการทำงานพื้นฐานคือ

3.1. แบบกลับไปกลับมา หรือ ลูกสูบ (Reciprocating , Piston)

3.2. แบบหมุน (Rotary)

3.3. แบบก้นหอย (Scroll)

3.4. แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal)

Compressor หมายถึงอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ การทำงาน ลักษณะ หรือองค์ประกอบดังต่อไปนี้ Compressor เป็นหัวใจของระบบปรับอากาศ และ ทำความเย็น ที่เรียกว่า “Compressor”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพราะมันทำหน้าที่ดูดไอสารทำความเย็นความดันต่ำจาก Evaporator และอัดให้กลายเป็นไอความดันสูงท่อทางเข้า Compressor เรียกว่า “Suction Line” ซึ่งนำไอความดันต่ำเข้าสู่ Compressor หลังจากที่ Compressor อัดสารทำความเย็นสู่ไอความดันสูงซึ่งจะออกมาสู่ท่อที่เรียกว่า “Discharge” ไอที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการกลายเป็นไอจะถูกดูดออกมาจาก Evaporator ผ่านท่อทางดูด (Suction Line) เข้าสู่ Compressor ซึ่งภายในมีอุณหภูมิและความดันของไอเพิ่มขึ้นโดยการอัดไอที่อุณหภูมิและความดันสูงและจะถูกปล่อยออกมาสู่ท่อทางออก (Discharge Line)

4. การควบแน่น

เมื่อไอไหลผ่านท่อทางออกเข้าไปใน Condenser หมายถึงอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ การทำงานลักษณะหรือองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

4.1 สารทำความเย็นถูกอัดจาก Compressor อยู่ในสภาพเป็นไอร้อน อุณหภูมิสูง ความดันสูง Pressure goes up Temp goes up เข้าสู่ Condenser

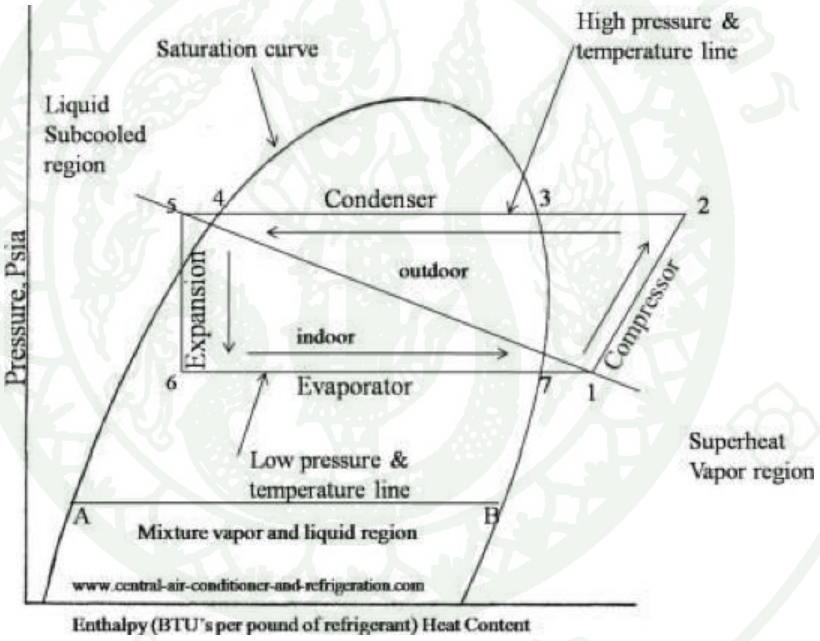
4.2 พัดลมระบายความร้อน (ใช้ตัวกลางคืออากาศ) ของ Condenser ดึงอากาศโดยรอบดูดผ่านแผงระบายความร้อน (Condenser Finned) ซึ่งประกอบไปด้วยขดท่อทองแดงและ Aluminums Fin

4.3 เนื่องจากอากาศโดยรอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าสารทำความเย็นที่อุณหภูมิสูง ความร้อนจึงไหลจากแผงระบายความร้อนซึ่งถูกดูดอากาศผ่านแผงระบายโดยพัดลมระบายความร้อนเป่าสู่บรรยากาศโดยรอบ ความร้อนจะถูกพาออกไปโดยอากาศที่เย็นกว่า ซึ่งจะถูกพัดผ่าน Condenser โดยพัดลม เมื่อไอได้ถ่ายเทความร้อนไปยังอากาศที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าแล้วอุณหภูมิของไอจะลดลงจนถึงอุณหภูมิที่อิ่มตัว (Saturated Temperature) ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับความดันใหม่ และเริ่มต้น “Flash” (Change States) เปลี่ยนสถานะอย่างรวดเร็ว ไอจะควบแน่นกลับเป็นของเหลว ทุกครั้งที่สารทำความเย็นมาถึงส่วนล่างของ Condenser ไอทั้งหมดจะถูกควบแน่นเป็นของเหลวเย็นเยือกต่อไป เมื่อของเหลวเย็นเยือกผ่านเข้าไปยังถังเก็บสารทำความเย็น (Receiver Tank) ก็พร้อมที่จะหมุนเวียนเป็น วัฏจักรการทำความเย็น ต่อไปอีก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mollier or p-h Chart

p-h Chart หรือ Pressure – enthalpy chart มีประโยชน์ช่วยให้ศึกษาวัฏจักรการทำความเย็นได้เร็วขึ้น p-h Chart เป็นความสะดวกเพราะข้อมูลจากตารางคุณสมบัติต่างๆนำมาแสดงอยู่ในรูปกราฟฟิค ซึ่งง่ายที่จะดูการไหลของสารทำความเย็น ที่ซึ่งจะเปลี่ยนสถานะในแต่ละกระบวนการของวัฏจักรการทำความเย็น บน p-h Chart หลายๆคุณสมบัติของสารทำความเย็นถูก plot บน Scale ของความดัน (P) และเอนทราปี (h) (TRANE , Air Conditioning Manual P.131) โดยที่จะมีเส้นซึ่งแสดงถึงอุณหภูมิและแรงดันของสารทำความเย็นซึ่งเส้นแนวนอน (Horizontal Line) เป็นเส้นแรงดันคงตัว และ เส้นแนวตั้ง (Vertical Line) เป็นเส้นแสดง Constant Enthalpy



ภาพที่ 3 แสดงคุณสมบัติ Pressure Enthalpy Chart

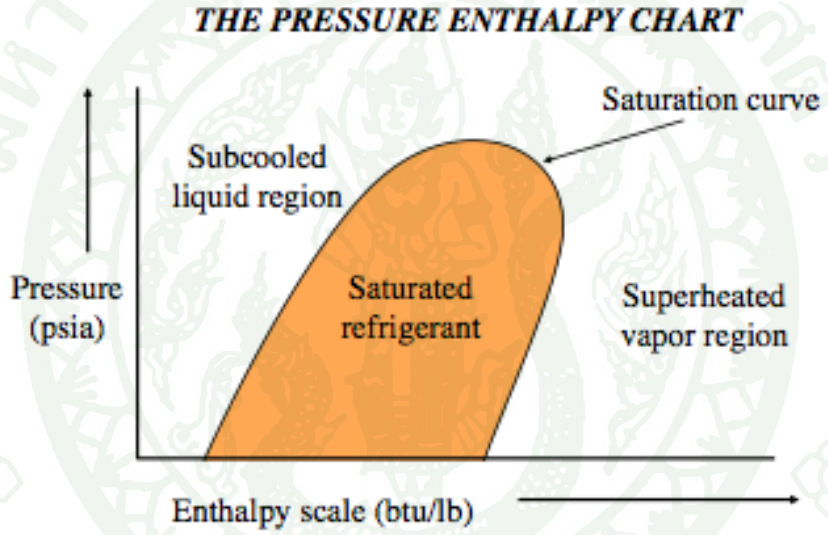
p h chart ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วนด้วยเส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid Line) และเส้นไออิ่มตัว (Saturated Vapor Line)

พื้นที่ส่วนที่ 1 อยู่ทางซ้ายมือของเส้นของเหลวอิ่มตัว เรียกว่าบริเวณเย็นยิ่ง จุดใดๆ ในบริเวณนี้จะอยู่ในสถานะเหลว อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอิ่มตัวที่สอดคล้องกับความดันที่กระทำต่อสารทำความเย็นเหลวนั้นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

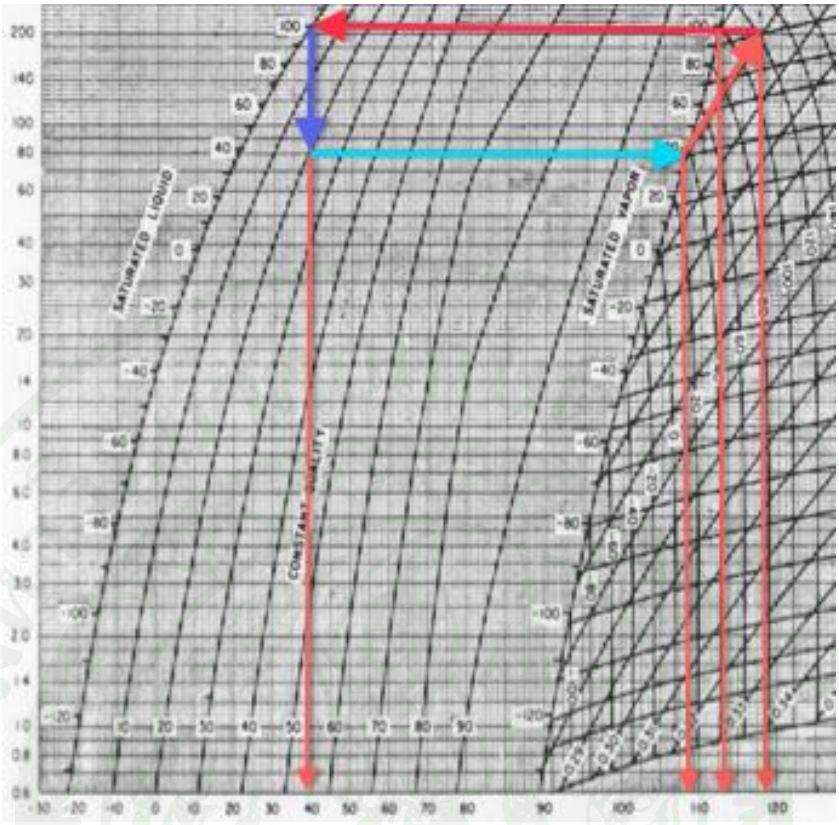
พื้นที่ส่วนที่ 2 อยู่ทางขวาของเส้นไออิ่มตัว เรียกว่าบริเวณไอร้อนยวดยิ่ง (superheat) ไอของสารทำความเย็นจะอยู่ในสถานะไอ ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือดที่สอดคล้องกับความดันอิ่มตัว ไอสารทำความเย็นจะอยู่ในสภาวะไอร้อนยวดยิ่ง

พื้นที่ส่วนที่ 3 เป็นพื้นที่อยู่ระหว่างเส้นของเหลวอิ่มตัวกับเส้นไออิ่มตัว เรียกว่าบริเวณไอเปียก (บริเวณไอผสมของเหลว) แสดงการเปลี่ยนสถานะ (phase) ของสารทำความเย็นระหว่างสถานะเหลวกับสถานะไอ ที่จุดใดๆ ในบริเวณนี้สารทำความเย็นจะอยู่ในรูปของเหลวและไอผสมกัน

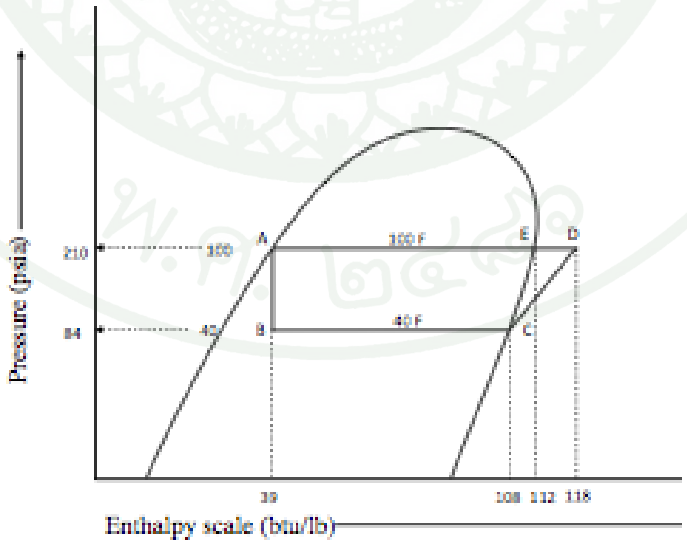


ภาพที่ 4 แสดงการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน ด้วยเส้น Saturation curve

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ที่มาพื้นหลัง DuPont p-h chart R22, plot แสดงเส้นอุณหภูมิระเหย และ กลั่นตัว



ภาพที่ 6 ภาพ P-h Chart แสดงผลกระทบสารทำความเย็นระเหยที่ 40°Fกลั่นตัวที่ 100°F

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 6 แสดง p-h chart สำหรับสารทำความเย็น R.22 โดยให้อุณหภูมิสารทำความเย็นในสภาวะเป็นไอที่ 40 F และอุณหภูมิสารทำความเย็นเหลวอิ่มตัวจาก Condenser ที่ 100 F

1. จุด A. แสดงถึงเส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) ไหลจาก Condenser ที่อุณหภูมิ 100F และจาก Chart สามารถอ่านค่าจากเส้น Pressure lineใกล้เคียงได้ที่ 210 PSIAลากเส้นแนวนอนไปที่เส้นPressure Line ทิศทาง 210 PSIA ไปตัดกับเส้นของเหลวอิ่มตัว กำหนดให้เป็นจุด A จากจุด A. พิจารณาเส้นอุณหภูมิคงตัว+40Fที่ความดันตามอุณหภูมิ โดยอ่านจากChartได้ 84 PSIA จึง Plot เส้นตั้ง (Vertical line) จากจุด A. ลงมาตัดกับเส้น Evaporator Pressure Line ที่เส้นอุณหภูมิคงตัว+40Fที่จุดB.(ตำแหน่ง Expansion Valve)

2. Evaporator Pressure อ่านได้จาก Chart ที่อุณหภูมิ +40 F บนเส้นของเหลวอิ่มตัว และไปที่เส้นของเหลวอิ่มตัวที่ 84 PSIA ได้เส้นนอน (Horizontal Line) ลากเส้นจากจุด B. ตามเส้นอุณหภูมิคงตัวแสดงถึงสารทำความเย็นที่กำลังได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นใน Evaporator และกำลังไหลผ่านไป โดยกระบวนการไปสิ้นสุดที่ จุด C. ที่อุณหภูมิ+40 Fบนเส้นไออิ่มตัว (Saturated Vapor Line)

3. ไออิ่มตัวเข้าสู่ Compressor ที่จุด C. ซึ่งจะเกิดการอัดไอไปที่เส้นความดัน 210 PSIA ไปสู่ Condenser ซึ่งเป็นกระบวนการอัดที่ เอนโทรปีคงตัว ดังนั้นเส้นที่ Plot ต่อจากจุด C. จึงขนานไปกับเส้นเอนโทรปีคงตัวแสดงถึงกระบวนการอัดไอ จึงได้จุด D. ที่เส้นเอนโรปีคงตัวตัดกับเส้นแรงดันคงตัวที่ 210 PSIA

4. Refrigerant Vapor เข้าสู่ Condenser ที่จุด D. (ในทางทฤษฎีถือว่าไม่มี Pressure Drop) สารทำความเย็นออกจาก Condenser ที่เส้นแรงดันคงตัว 210 PSIA ไปที่จุด A. บนเส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid Line)

ดังนั้นจากภาพที่ 6 จากจุด A. ไป B. เป็นกระบวนการ Throttling Process ผ่านไปยัง Expansion Valve, จากจุด B. ไป C. แสดงถึง Evaporation Process , จากจุด C.ไป D. แสดงถึงกระบวน (Compression Process) และ จากจุด D. ไป A. เป็นกระบวนการ Condenser Process

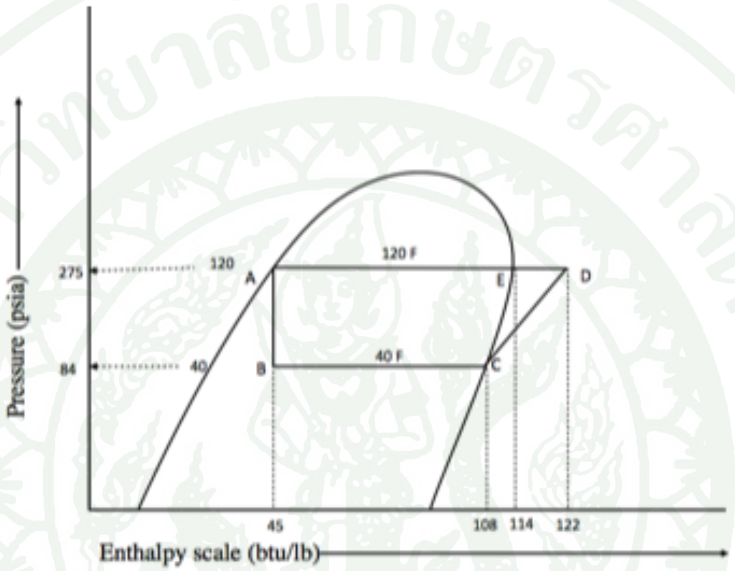
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Refrigerating Effect คือปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นแต่ละปอนด์ได้ดูดซับความร้อนตลอดการไหลผ่าน Evaporator เรียกว่า ผลการทำความเย็น (ซึ่งเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น) โดยที่สารทำความเย็นแต่ละปอนด์ตลอดการไหลผ่าน Evaporator ต้องการความร้อนเพื่อการกลายเป็นไอเท่านั้น ถ้าสารทำความเย็นเหลวที่กำลังไหลเข้า Expansion Valve มีอุณหภูมิจริงเท่ากับที่ซึ่งสารทำความเย็นกลายเป็นไอในคอยล์ ความร้อนที่สารทำความเย็นได้รับจะเท่ากับความร้อนของการกลายเป็นไอ ในอีกความหมาย ผลของการทำความเย็นจะเหมือนความร้อนของการกลายเป็นไอ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลวที่ทางเข้า Expansion Valve สูงกว่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลวที่กำลังกลายเป็นไอที่ Evaporator ดังนั้นผลการทำความเย็นน้อยกว่าความร้อนของกลายเป็นไอเสมอ ในทางทฤษฎีของวัฏจักรการทำความเย็น ความร้อนเพิ่มขึ้นที่สารทำความเย็นในสถานะเหลวที่ไหลผ่าน Evaporator เท่านั้น ความเป็นจริงสารทำความเย็นในสถานะของเหลวไหลผ่านท่อสารทำความเย็นสู่ Expansion Valve และไปยัง Evaporator ได้สูญเสียความร้อนตามสภาพสิ่งแวดล้อมโดยรอบของท่อสารทำความเย็นอาจจะมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าสารทำความเย็นในสถานะของเหลว สารทำความเย็นส่วนที่ไหลผ่านใน Expansion Valve ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และเอนทราปี

ความร้อนที่เพิ่มของสารทำความเย็นใน Evaporator ทำให้มีแตกต่างระหว่างเอนทราปีของไอที่ออกจาก Evaporator กับ สารทำความเย็นในสภาพของของผสมระหว่างของเหลวกับไอที่กำลังเข้าสู่ Evaporator ไม่มีความร้อนเพิ่มขึ้นกับสารทำความเย็นส่วนที่ Throttling process ใน Expansion Valve ความร้อนที่เพิ่มขึ้นใน Evaporator ต้องเป็นความแตกต่างระหว่างเอนทราปีของไอที่กำลังออกจาก Evaporator และเอนทราปี ของสารทำความเย็นเหลวที่กำลังเข้า Expansion Valve และ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่กำลังเข้าสู่ Expansion Valve ที่ 100 F (ตามภาพที่ 6) และเมื่อผ่าน Expansion Valve อุณหภูมิต้องลดลงอยู่ที่ใกล้ 40 F เนื่องจากความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ทำให้สารทำความเย็นเหลวจำนวนหนึ่ง (ไม่มาก) กลายเป็นไอ ความร้อนสัมผัสหายไปเพราะสารทำความเย็นเหลวเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 100 F ลงเหลือ 40 F (อ้างอิงตัวเลขอุณหภูมิตามภาพที่ 6) โดยเปลี่ยนเป็นความร้อนแฝง (latent heat) และสารทำความเย็นเหลวจำนวนเล็กน้อยได้เปลี่ยนสภาพอย่างรวดเร็ว (Flashes) เพื่อกลายเป็นไอ ความสมดุลระหว่างสารทำความเย็นเหลวจะเป็นไออย่างทันทีทันใดสิ่งสำคัญก็คือมีความร้อน นี้คือสิ่งที่จะต้องเกิดขึ้นตลอดการไหลผ่าน Evaporator และมีเงื่อนไขที่ต้องกล่าวคือ ประมาณ 14% ของสารทำความเย็นเหลวจะกลายเป็นไอทันทีที่ Expansion Valve (Trane Air conditioning Manual P:133) ดังนั้นแต่ละปอนด์ของสารทำความเย็นเหลวที่ไหลผ่าน Expansion Valve จะมีเพียง 0.86 ปอนด์ที่ใช้ประโยชน์ในการดูดซับความ

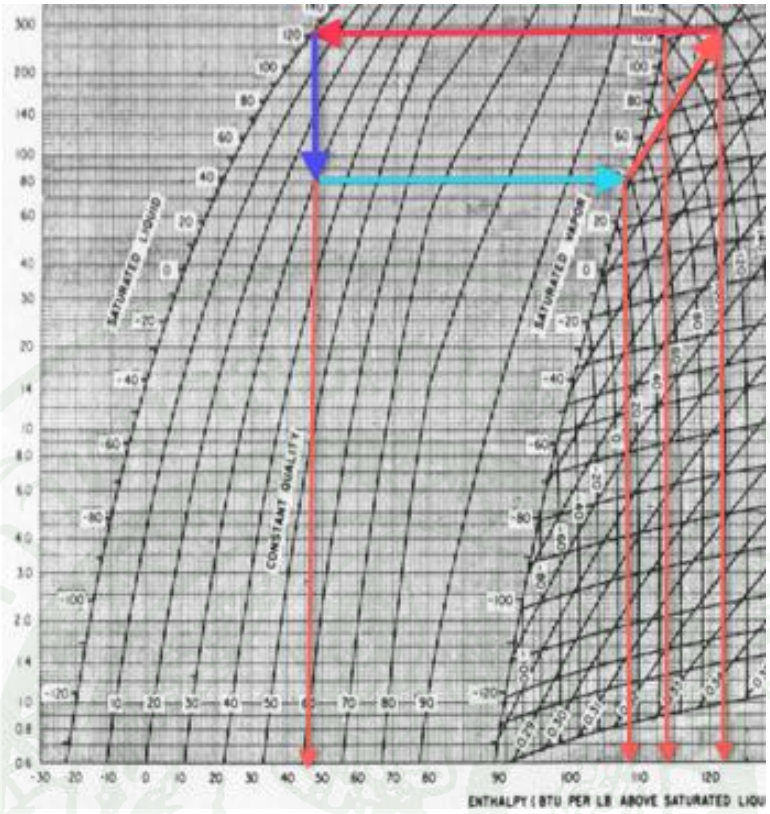
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อนใน Evaporator เพราะจำนวนอีก 0.14 ปอนด์ได้กลายเป็นไอไปก่อนแล้วโดยไม่สามารถดูดซับความร้อนได้อีกตลอดการไหลผสมกับสารทำความเย็นเหลว ด้วยเหตุนี้ ผลการทำความเย็น ของสารทำความเย็นน้อยกว่าความร้อนแฝง อย่างนี้ผลของการทำความเย็น (Refrigeration Effect) จะเท่ากับ 86 % ของความร้อนแฝง



ภาพที่ 7 p-h chart แสดง ผลกระทบอุณหภูมิกลั่นตัว ที่ t.40F / 120F

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ที่มาพื้นหลัง Dupont p-h chart R22, plot แสดงเส้นอุณหภูมิระเหย และ กลั่นตัว

ผลกระทบอุณหภูมิกลั่นตัวของสารทำความเย็นที่มีต่อระบบ

$$qe = hc - ha \quad (7)$$

$$qw = hd - hc \quad (8)$$

$$qc = hd - ha \quad (9)$$

โดยที่

qe คือ Refrigerating Effect in Btu per pound

qw คือ Work (heat) of Compression per pound of refrigerant circulated

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

qc คือ Heat rejected at the condenser per pound of refrigerant circulated

ผลของการทำความเย็น (ข้อมูลจากภาพที่ 6) อุณหภูมิสารทำความเย็น ด้านดูดกลับ 40 F อุณหภูมิของเหลวของสารทำความเย็นใน condenser ที่ 100 F

qe = hc - ha = 108- 39 = 69 Btu/lb

qw = hd - hc = 118 - 108 = 10 Btu/lb

qc = hd - ha = 118 - 39 = 79 Btu/lb

อุณหภูมิสารทำความเย็น ด้านดูดกลับ 40 F, อุณหภูมิของเหลวของสารทำความเย็นใน condenser ที่ 120 F

qe = hc - ha = 108 - 45 = 63 BTu/lb

qw = hd - hc = 122 - 108 = 14 Btu/lb

qc = hd - ha = 122 - 45 = 77 Btu/lb

Weight of Refrigerant to be Circulated

$$q = W \times RE \quad (10)$$

โดยที่

q = heat absorbed int the evaporator , Btu per min

W = weight rate of flow of refrigerant , lb per min

RE = Refrigerating effect, Btu per lb of refrigerant

จาก 12000 Btu/hr จะได้ q เพื่อใช้หาค่าตามสมการที่ (4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12000 / 60 min = 200 Btu / min

จากการหาค่าของอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ 40 F / 100 F , 40 F /120 F

$$W = q / RE \quad (11)$$

$$= 200 / 69 \ , \ 200 / 63$$

$$= 2.89 \text{ lb/min} , \ 3.17 \text{ lb/min}$$

Coefficient of Performance

COP. คืออัตราส่วนของผลการทำความเย็น (Refrigerating Effect) ต่องานหรือพลังงานความร้อนที่คอมเพรสเซอร์อัดออก

$$C.O.P = \frac{\text{Refrigerating Effect}}{\text{Heat of Compression}} \quad (12)$$

$$= 69 / 10 \ , 63 / 14$$

$$= 6.9, 4.5$$

ตารางที่ 1 แสดงผลกระทบสารทำความเย็น R.22

R22	40 F / 100 F	40 F / 120 F
Refrigerating Effect Btu/lb	69 Btu/lb	63 Btu/lb
Mass Flow Rate lb/min.ton	2.89 lb/min.ton	3.17 lb/min.ton
Heat of Compression Btu/lb	10 Btu/lb	14 Btu/lb
Coefficient of performance	6.9	4.5

สัญญาณเตือนอัคคีภัย

อัคคีภัยเป็นภัยที่ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมากทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ขณะที่เริ่มเกิดเพลิงไหม้หากสามารถรู้และยับยั้งการลุกลามได้อย่างรวดเร็วและป้องกันการลามควัน สัญญาณเตือน

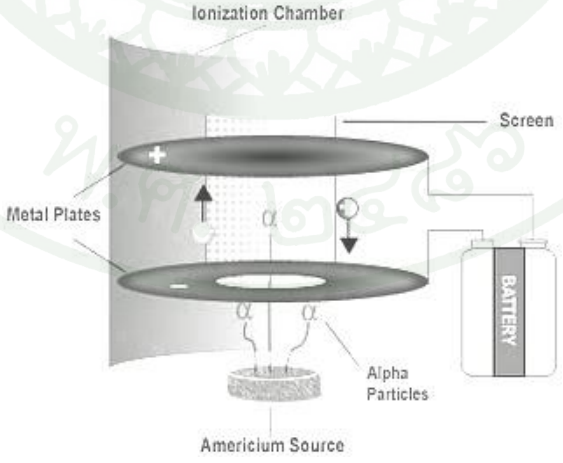
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัคคีภัยต่างๆจึงถูกติดตั้งไว้ เพื่อให้สามารถรับรู้ และยับยั้งได้ล่วงหน้าก่อนเหตุการณ์จะร้ายแรง หลักการทำงาน โดยทั่วไปอุปกรณ์ตรวจจับควันจะทำงานโดยอาศัย หลักการคือเมื่อมีอนุภาคควันลอยเข้าไปในอุปกรณ์ตรวจจับควัน อนุภาพควันจะเข้าไปกีดขวางวงจรไฟฟ้า หรือกีดขวางระบบแสงในวงจร หรือใช้อนุภาคควันในการหักเหแสงไปที่ตัวรับแสง

ชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับควัน แบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือแบบ ชนิดไอโอไนเซชั่น (Ionization), ชนิดโฟโตอิเล็กตริก (Photoelectric)

1. อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น (Ionization Smoke Detector)

อุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะเริ่มต้นที่มีอนุภาคของควันเล็กมาก Ionization Detector ทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้า โดยใช้สารกัมมันตรังสี (Radioactive) ปริมาณน้อยมากอยู่ใน Chamber ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอากาศที่อยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ ทำให้ความนำไฟฟ้า (Conductivity) เพิ่มขึ้นมีผลให้กระแสสามารถไหลผ่านได้สะดวก เมื่อมีอนุภาคของควันเข้ามาใน Sensing Chamber นี้ อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับ อิออน จะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วย ซึ่งทำให้ตัว ตรวจจับควันแจ้งสถานะ Alarm ทันทีการ ทำงานของระบบ อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิด ไอออนไนเซชั่น (Smoke Detector Ionization) เริ่มแรกยังไม่มีอนุภาพของควัน กระแสไฟฟ้าจะเดินสะดวก ระบบจะไม่ทำงาน



ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น (Ionization Smoke Detector)

ที่มา: Environmental Protection Agency. 2011.

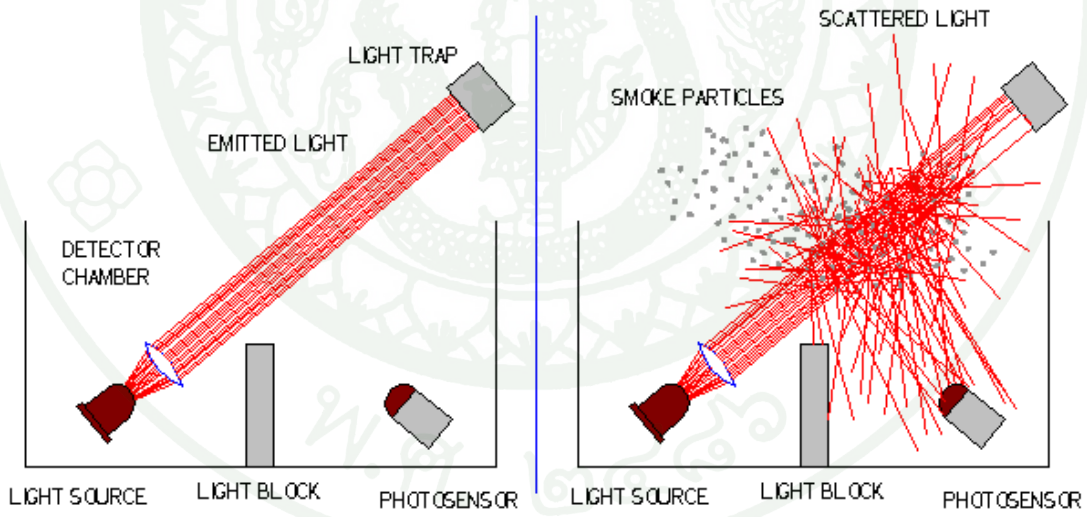
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อมีอนุภาพควันมาติดที่แผ่น Screen (เห็นเป็นจุดดำๆ) จะเป็นตัวขัดขวางกระแสไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าลดต่ำลงจนถึงจุดที่ระบบทำงาน

2. อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก (Photoelectric Smoke Detector)

ใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะที่มีอนุภาคของควันที่มีขนาดใหญ่ขึ้น Photoelectric Smoke Detector ทำงานโดยใช้หลักการสะท้อนของแสง เมื่อมีควันเข้ามาในตัวตรวจจับจะไปกระทบกับแสงที่ออกมาจาก Photometer ซึ่งไม่ได้ส่องตรงไปยังอุปกรณ์รับแสง Photo receptor แต่แสงดังกล่าวจะสะท้อนอนุภาคควันและหักเหเข้าไปที่ Photo receptor ทำให้วงจรตรวจจับของตัวตรวจจับควันส่งสัญญาณแจ้ง Alarm

อุปกรณ์ ตรวจจับควัน ชนิดโฟโตอิเล็กตริก มีหลักการทำงานสองแบบคือ แบบหักเหของแสง Light sensing (scattering). และแบบใช้ควันกีดขวางแสง Light obscuring (blocking).



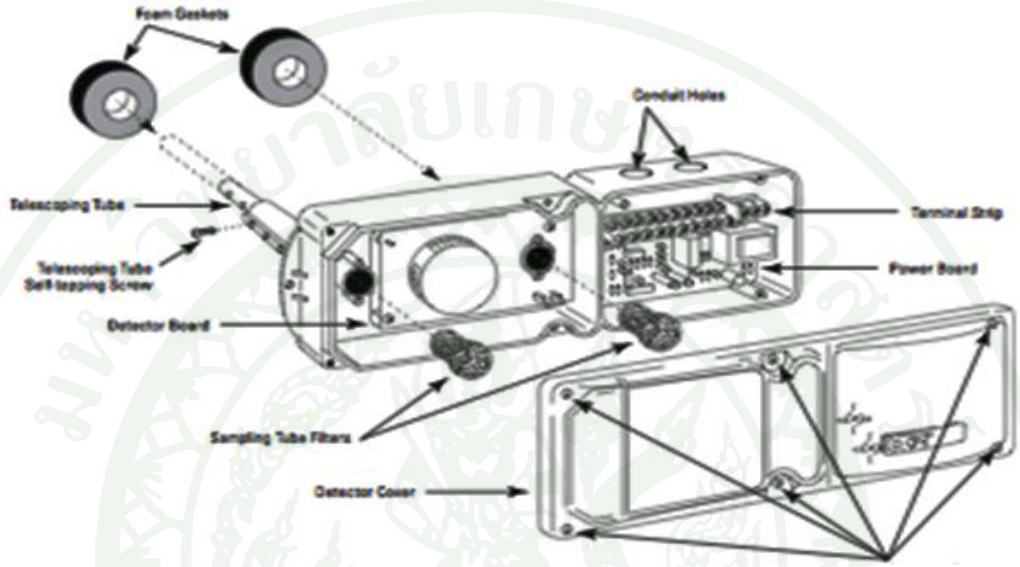
ภาพที่ 10 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก (Photoelectric Smoke Detector)

ที่มา: Dziekan. 2004.

สำหรับระบบปรับอากาศ เพื่อควบคุมเครื่องส่งลม (Air Handling Unit, Ventilation Fan) เพื่อป้องกันการลามควันไปยังพื้นที่ปรับอากาศ ได้มีการออกแบบเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน

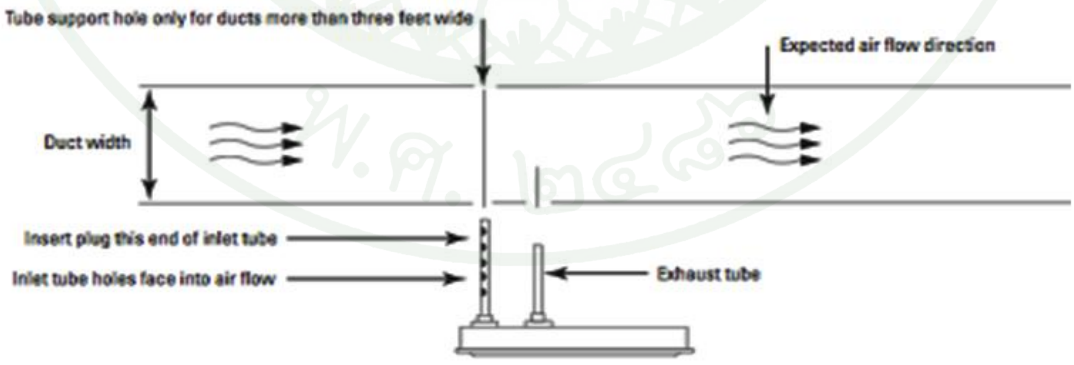
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียกว่า Duct Smoke Detector โดยติดตั้งที่ท่อลม (Air Duct) หรือติดตั้งที่เครื่องส่งลม (Air Handling Unit) บริเวณด้านลมกลับ Duct Smoke Detector มีทั้งแบบตรวจจับควันชนิดโฟโต้อิเลคตริก (Photoelectric Smoke Detector) และแบบตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชั่น (Ionization)



ภาพที่ 11 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ Duct Smoke Detector

ที่มา: System Sensor Company. 2010.



ภาพที่ 12 แสดงการวิธีการติดตั้ง Duct Smoke Detector

ที่มา: System Sensor Company. 2010.

3. Duct Smoke Detector

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นอุปกรณ์หรือเป็นชุดของอุปกรณ์เพื่อการตรวจจับอนุภาคของควันที่ปนมากับการไหลของอากาศตามท่อลม (Air Duct) ของระบบปรับอากาศระบายอากาศซึ่งติดตั้งอยู่ในอาคาร โรงงาน ดังตัวอย่างในรูป ก็คืออุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้กับท่อลม มี Smoke Detector Sensor ติดตั้งอยู่ภายในกล่อง (Housing mounted) โดยกล่องนี้ติดตั้งอยู่ผนังท่อภายนอกท่อลมตำแหน่งเหมาะสมสำหรับการติดตั้งต้องเป็นตำแหน่งที่ไม่เกิดลมหมุนวน (Turbulence Flow) และมีความเร็วลมอยู่ระหว่าง 300 - 4000 ฟุตต่อนาทีมีท่อที่ปรับความสั้นยาวได้ (Telescoping tube) เรียกว่า Sampling tube และติดตั้งท่อให้มีความยาวเหมาะสมกับความกว้างของท่อลม ความกว้างขอท่อลมยาวกว่า 3 ฟุตต้องทำ Support รองรับและหันเอียงรูเล็กๆซึ่งทำหน้าที่รับลมตามทิศทางการไหลเพื่อให้อากาศเข้า Sampling tube และติดตั้ง Exhaust tube เข้าในท่อลมด้วยเช่นกัน แต่ไม่จำเป็นต้องใช้ความยาวให้เท่ากับ Sampling tube พื้นที่ ที่ Smoke Detector ทำงาน (ตรวจจับ) ก็คือในท่อลม (Air Duct) ซึ่งเป็นอากาศบางส่วน (Air Sampling) ที่ไหลผ่าน Sampling tube เข้ามายัง Detector Board ก็จะถูกตรวจจับด้วยชุดดักจับสัญญาณ Light beam สำหรับอุปกรณ์ที่เป็นโฟโตอิเลคตริค (Photoelectric) ซึ่งประกอบไปด้วย Projector และ Receiver ส่วน Air Sampling จะไหลผ่าน Exhaust tube กลับเข้าสู่ท่อลม (Air Duct) หากเป็นปกติไม่มีควันปนมาใน Air Sampling เครื่องส่งลมก็จะยังคงทำงานโดยชุด Contacts ของอุปกรณ์ตรวจจับจะยังไม่ต่อหน้าสัมผัส แต่ในทางกลับกันเมื่อมีควันเข้ามากับ Air Sampling วงจรตรวจจับของชุดตรวจจับจะส่งสัญญาณเตือนและชุด Contact จะต่อหน้าสัมผัสเพื่อสั่งหยุดเครื่องเป่าลม (Air Handling Unit)

3.1 สิ่งที่ต้องระวังสำหรับการติดตั้ง Duct Smoke Detector

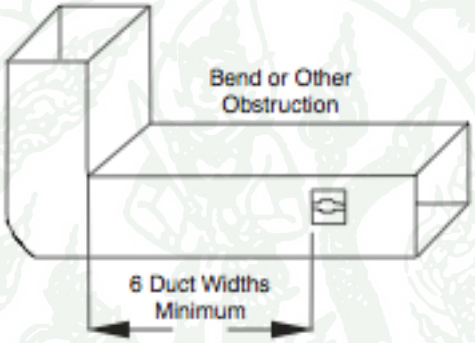
Duct Smoke Detector มีหน้าที่ตรวจจับควัน เมื่ออนุภาคควันปนหรือปรากฏขึ้นในระบบอากาศซึ่งหมุนเวียนในระบบท่อส่งลมและ/หรือของระบบปรับอากาศเท่านั้น, NFPA 72, 2007, 5.7.4.2.2 กล่าวว่า อุปกรณ์ตรวจจับในระบบส่งลมระบบปรับอากาศ จะต้องไม่นำมาใช้แทนอุปกรณ์ตรวจจับในพื้นที่เปิดที่ต้องป้องกัน

Duct Smoke Detector ตรวจจับอากาศบางส่วนของปริมาณอากาศในระบบปรับอากาศซึ่งมีพื้นที่ปรับอากาศที่ระบบปรับอากาศครอบคลุมและมีปริมาณอากาศมากกว่าในระบบ จึงไม่ควรคาดหวังต่อความสามารถต่อพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องตรวจจับความสกปรกที่ปนเปื้อนมาในอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพการตรวจจับลดลงด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความชื้นในอากาศที่มากับระบบท่อส่งลม (Air Duct Work) การเกิดหยดน้ำในท่อลมเนื่อง จากการเกิดการกลั่นตัว (Condensation) สามารถทำให้ส่งสัญญาณผิดพลาดได้ (False Alarm)

ความเร็วลม (Air Velocity) โดยปกติ Duct Smoke Detector ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับเครื่องส่งลม (Air Handling Unit) หรือในระบบส่งลมของระบบปรับอากาศ ซึ่งการออกแบบเพื่อใช้งานตามความเหมาะสมจะมีการออกแบบกำหนดความเร็วลม Duct Smoke Detector บางผลิตภัณฑ์หรือบางรุ่น อาจใช้งานได้ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 13 แสดงระยะติดตั้ง Duct Smoke

ที่มา: System Sensor Company. 2010.

การหมุนวนหรือการไหลแบบปั่นป่วน (Air Turbulence) อาจทำให้ปริมาณ Air Sampling มีปริมาณที่ไม่ได้ตามต้องการและเกิดการผิดพลาดในการตรวจจับสัญญาณ จึงต้องระวังเรื่องการเลือกตำแหน่งที่ติดตั้ง ต้องห่างจากบริเวณท่อที่มีการโค้งงอดูภาพประกอบและโดยเฉพาะยิ่งที่เครื่องส่งลมที่ตั้งอยู่ในห้องเครื่อง Air Leaks รั่วเข้าหรือออกในท่อส่งลมหรือในชุดตรวจจับจะทำให้ควันมาที่มากับ Air Sampling เจือจาง (Dilute)

4. อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดตาเคลื่อนไหวค้นหาควัน (Intelligent Moving Eye Application To Detect Smoke)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

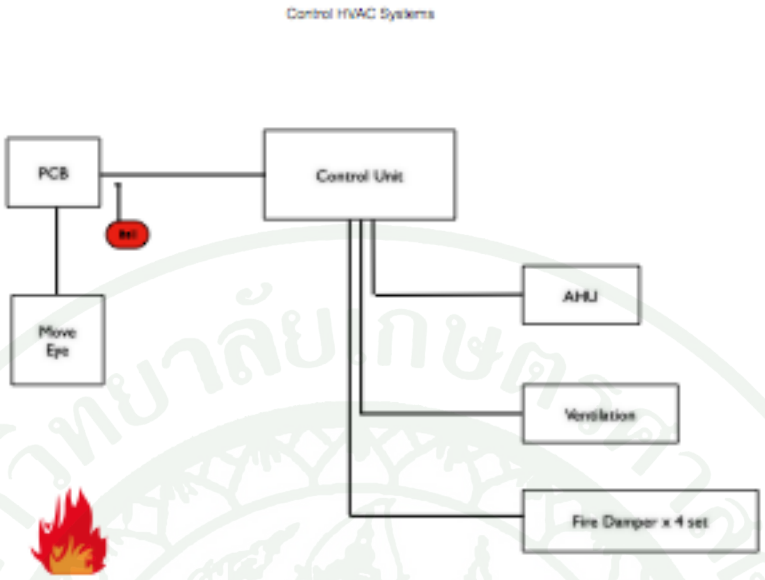
จากข้อจำกัดบางประการของ Duct Smoke Detector ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นและยังเป็นอุปกรณ์ที่ยังไม่มีผลิตในประเทศต้องนำเข้า และในรุ่นที่เป็นไอออนไนเซชั่นซึ่งมีสารกัมมันตภาพรังสีการนำเข้าในรุ่นนี้ก็อาจต้องขออนุญาตจากทางราชการ จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดตรวจหาควันคือสามารถค้นหาควันแล้วตรวจจับควัน และสามารถส่งสัญญาณและสั่งหยุดการทำงานพัดลม (Motor Blower) ของเครื่องส่งลมเย็นเพื่อป้องกันการแพร่กระจายควันและยังสามารถสั่งหยุดพัดลมระบายอากาศ รวมถึงการปิดหรือเปิดลิ้นกันไฟ (Fire Damper) เพื่อเพิ่มทางเลือกอุปกรณ์ตรวจจับควันเพื่อใช้ในงานระบบ HVAC และยังนำไปประยุกต์ใช้กับ Applications ต่างๆได้

จากอุปกรณ์ ตรวจจับอุณหภูมิที่แตกต่างของ Moving Eye Sensor และ Intelligent Eye ของเครื่องปรับอากาศ 2 ผลิตภัณฑ์ ชนิดแขวนผนัง (Wall Type) ที่ใช้การตรวจจับความแตกต่างของอุณหภูมิ แล้วส่งลมเย็นมายังบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่าง และอีกผลิตภัณฑ์ที่ใช้หลักการตรวจ จับความเคลื่อนไหวด้วยอินฟาเรด (Infrared) จับการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากแนวคิดของอุปกรณ์ตรวจจับทั้งสองลักษณะนี้ จึงต้องการที่จะนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบอุปกรณ์ ที่มีลักษณะของการตรวจหาสัญญาณควัน คือส่งสัญญาณตลอดเวลาออกไปเพื่อตรวจหาควันในพื้นที่ ต่างจากอุปกรณ์ตรวจจับแบบ Duct Smoke ที่ต้องรอควันจาก Air Sampling เข้ามาในระบบแล้วตรวจจับหากติดตั้งในตำแหน่งที่เกิดลมปั่นป่วนหมุนวน (Air Turbulence) จะทำให้การตรวจจับผิดพลาดหรือหากเกิด Air leaks ทำให้ Air Sampling เจือจางลง เป็นเหตุให้ก็ความไม่ถูกต้องของสัญญาณ Intelligent Moving Eye จะถูกออกแบบเพื่อเป็นอุปกรณ์ตรวจหาควันสำหรับใช้ในระบบปรับอากาศ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ระบบ Fire Alarm System ด้วย จากหลักการไหลของควันจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยแรงลอยตัว (Buoyancy Force) และ เมื่อควันลอยขึ้นไปถึงเพดานก็จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของควันไปตามแนวระนาบเดียวกับเพดาน (Ceiling Jet); McCaffrey (1995)

Intelligent Moving Eye ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สัญญาณอินฟาเรด (Infrared) เป็นจะทำการค้นหาควันอยู่ตลอดเวลาพร้อมกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยการต่อ Interlock กับเครื่องส่งลมเย็น (AHU) เมื่อเปิดเครื่องส่งลมเย็น Intelligent Moving Eye ก็จะทำงานและหยุดการทำงานพร้อมกับเครื่องส่งลมเย็น

4.1 ออกแบบและสร้างเครื่องตรวจจับควัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 แสดง Diagram เพื่อการออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อควบคุมระบบ HVAC

ได้ออกแบบอุปกรณ์เพื่อการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพื่อค้นหาควัน โดยได้เลือกใช้ Infrared Sensor เพื่อตรวจจับ ได้ออกแบบอุปกรณ์หลักแบ่งเป็น 2 ชุดคือ ภาคการส่งสัญญาณตรวจจับ (Detector) ใช้ Infrared Temperature Sensor โดยทำการออกแบบให้หมุนปรับทิศทางซ้าย ขวาได้ (Intelligent Moving Eye) และภาคประมวลผลกลาง โดยเรียกว่า Panel Control Board (PCB) เพื่อทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูล และประมวลผลสัญญาณเพื่อควบคุมอุปกรณ์ HVAC ตลอดจนสามารถส่งสัญญาณแจ้งเหตุ (Alarm) โดยเครื่องมือที่ใช้ออกแบบสร้างชิ้นงานนี้คือ Software ของ Protel เพื่อ Design circuit diagram โดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE ซึ่งมีใช้งานแพร่หลายมานาน แม้ปัจจุบันมี Version ใหม่แต่ 99 SE ก็ยังใช้งานได้ดีพอกับขอบเขตการวิจัยและหาได้ไม่ยาก ประโยชน์ของ Software คือช่วยสร้างลายวงจรเพื่อทำ Integrate Circuit เชื่อมโยงชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเลคโทรนิค และนำมาสร้างแผ่น Print Circuit Board และติดตั้งอุปกรณ์โดยมีอุปกรณ์หลักคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 ซึ่งอาจเทียบได้กับ CPU ของเครื่อง Computer นั่นเอง ทำหน้าที่ประมวลผลการส่งสัญญาณและเชื่อมโยง โดยมีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ ซึ่งจะสามารถประมวลผมกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Infrared Sensor Temperature (Moving Eye Intelligent) และชุดของ Infrared นี้ถูกออกแบบประยุกต์ใช้ให้หมุนได้ด้วย Stepping Motor ซึ่งใช้อยู่กับ Swing Mode ของเครื่องเป่าลมเย็นแบบ Wall Type ในแถวแนวนอนเพื่อกวาดอุณหภูมิของพื้นที่ตรวจวัด และยังออกแบบให้มีหน้าหลังเพื่อป้องกันจุดอับสัญญาณ ตลอดจนให้

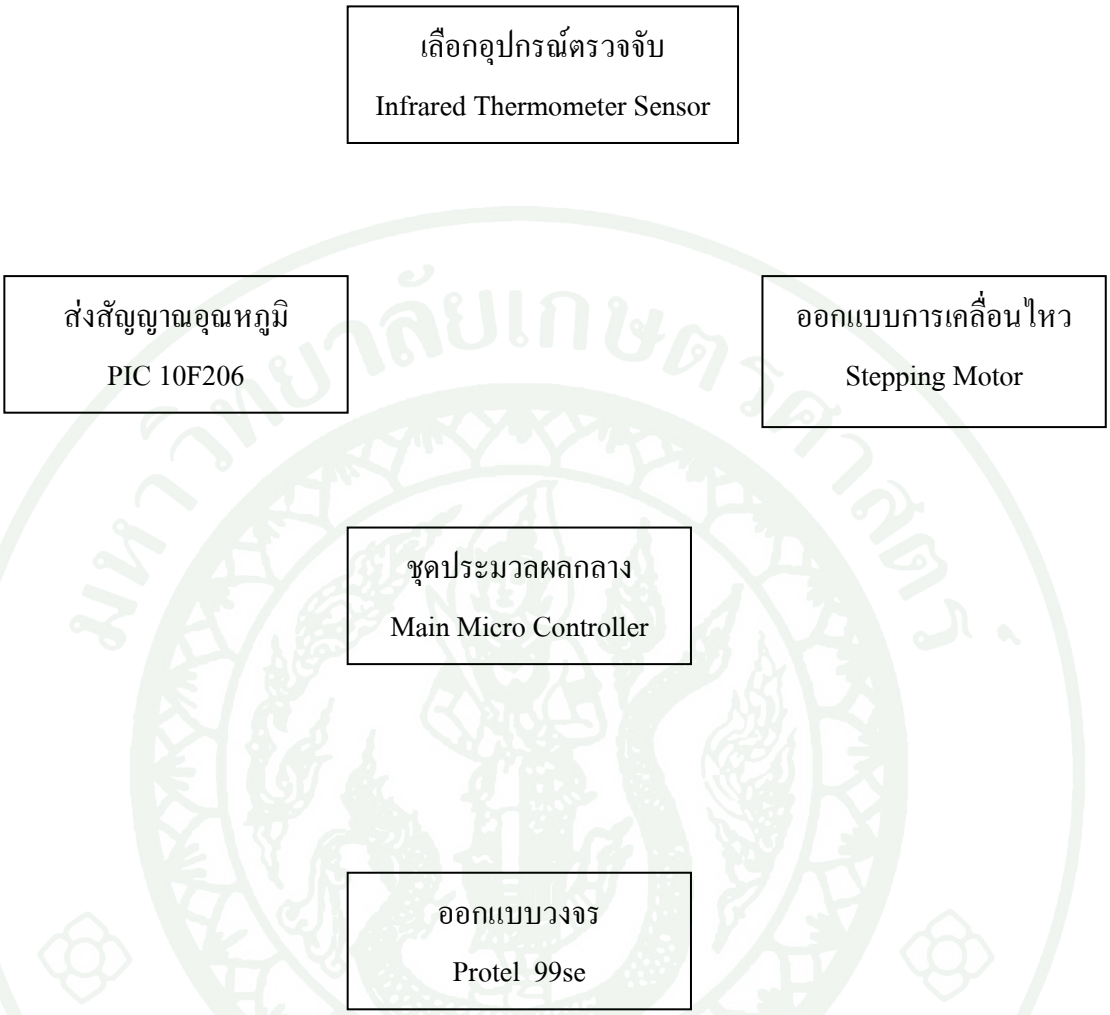
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถจำค่าอุณหภูมิ เพื่อเปรียบเทียบกับการตั้งค่า Thermostat ของเครื่องปรับอากาศขณะใช้งาน หากตรวจจับพบอุณหภูมิเกินกว่าค่าที่กำหนด ก็ให้มี Function Alarm เพื่อแจ้งเหตุและการการปิดเครื่องส่งลมเย็น และสั่งเปิดพัดลมเพื่อระบายควัน จากอัคคีภัย เนื่องจากเป็นการทำ Prototype มีจำกัดเรื่องขนาด และหน่วยความจำ จึงได้ติดตั้ง Relay ไว้ 4 ชุด เพื่อที่จะควบคุมอุปกรณ์ เช่น พัดลมระบายควันพัดลมระบายอากาศหรือลิ้นกันไฟ เป็นต้น

โดยศึกษาและเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ของอุปกรณ์ควบคุมรับส่งสัญญาณ Infrared และสั่งงาน ควบคุม การเปิดปิด อุปกรณ์ ของระบบ HVAC เช่นเครื่องเป่าลมเย็น AHU หรือ Ventilation Fan เป็นต้น

4.2 ขั้นตอนการออกแบบสร้างอุปกรณ์ตรวจจับ Intelligent Moving Eye

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ตารางที่ 2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำ Intelligent Moving Eye

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Part Number	Description	Functional
DB104G-C1	Diode Bridge 1A 600V	แปลงไฟสลับเป็นไฟตรง
DB104G-C1	Diode Bridge 1A 600V	แปลงไฟสลับเป็นไฟตรง
CR2032 3V	Battery	Battery Backup ฐานเวลาปัจจุบัน
ULN2003	Relay Driver	ขับการหมุนของ Stepping Motor
ULN2003	Relay Driver	ขับการหมุนของ Stepping Motor
ULN2003	Relay Driver	ขับการ หมุนของ Stepping Motor
PIC10F206	Micro Controller for Sensor MLX90614 Communication	ติดต่อสื่อสารกับ Infrared Temperature Sensor
PIC10F206	Micro Controller for Sensor MLX90614 Communication	ติดต่อสื่อสารกับ Infrared Temperature Sensor
SN74HC595	Port Extension	ขยาย Port ของ Micro Controller
24LC512	EEPROM	เก็บข้อมูลของอุณหภูมิ
P89V51RD2BN	Main Micro controller	ควบคุมและประมวลผลการทำงาน
DS1307	Real Time Clock	ฐานเวลาปัจจุบัน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Part Number	Description	Functional
MC7812CT	Voltage Regulators 12V 1.5A	ควบคุมและรักษาแรงดัน 12V 1.5A
MC7805CT	Voltage Regulators 5V 1.5A	ควบคุมและรักษาแรงดัน 5V 1.5A
MLX90614	Infrared Temperature Sensor	Infrared Temperature Sensor
MLX90614	Infrared Temperature Sensor	Infrared Temperature Sensor
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

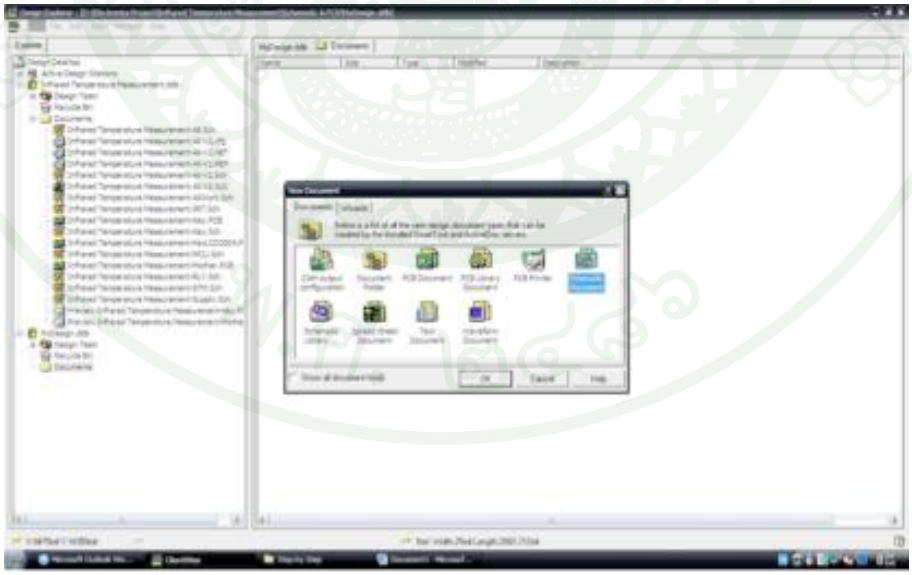
Part Number	Description	Functional
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
PC817	Optoisolator	แยกการขับสัญญาณระหว่าง Micro Controller กับ Output เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
FTR-H1CA012V	Relay 12V 10A	เปิด-ปิด อุปกรณ์ภายนอก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

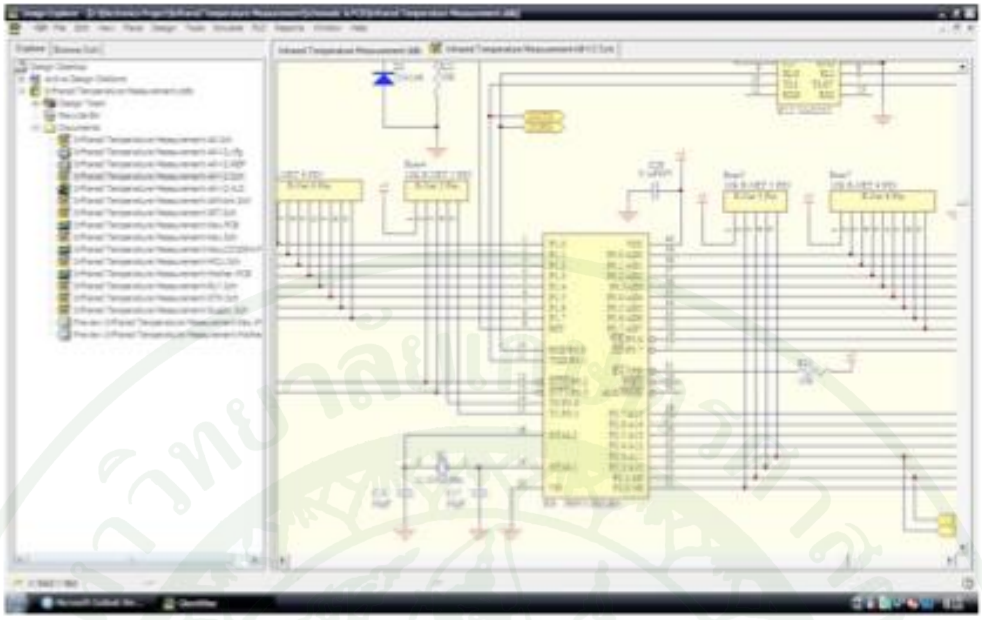
Part Number	Description	Functional
FTR-H1CA012V	Relay 12V 10A	เปิด-ปิด อุปกรณ์ภายนอก
FTR-H1CA012V	Relay 12V 10A	เปิด-ปิด อุปกรณ์ภายนอก
FTR-H1CA012V	Relay 12V 10A	เปิด-ปิด อุปกรณ์ภายนอก
TRANS-9V 0 9V-800MA #00007	Transformer 9VAC 800mA	แปลงไฟสลับ 220VAC เป็น 9VAC 800 MA
TRANS-9V 0 9V-800MA #00007	Transformer 9VAC 800mA	แปลงไฟสลับ 220VAC เป็น 9VAC 800 MA
11.0592MHz	Crystal Oscillator	กำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับ Micro Controller

วิธีการออกแบบวงจรและสร้างลายวงจรด้วยโปรแกรม Protel se 99



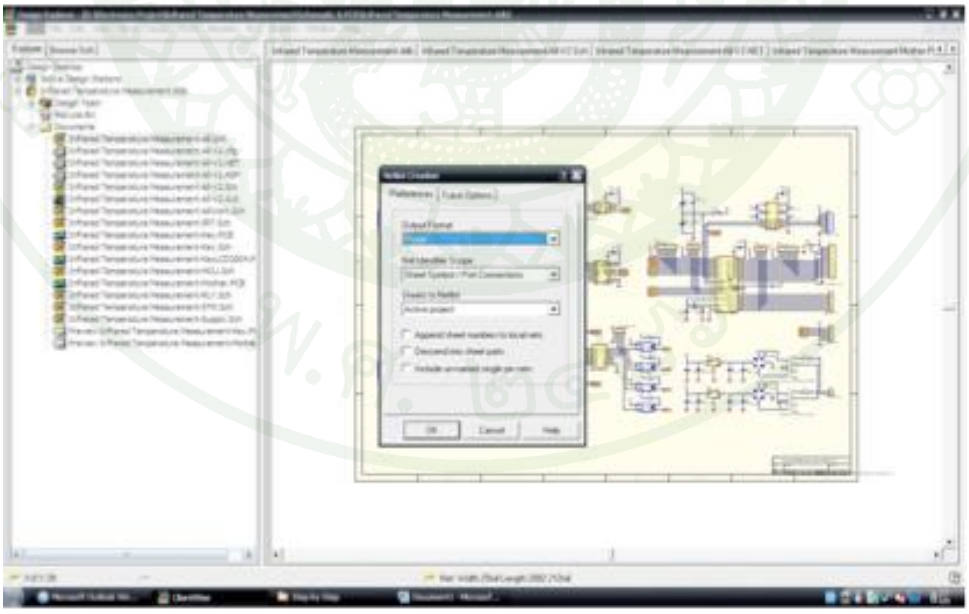
ภาพที่ 15 แสดงการใช้ โปรแกรม Protel 99 se ในการออกแบบวงจร
ออกแบบวงจรโดยเลือก Folder New Schematic Document

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



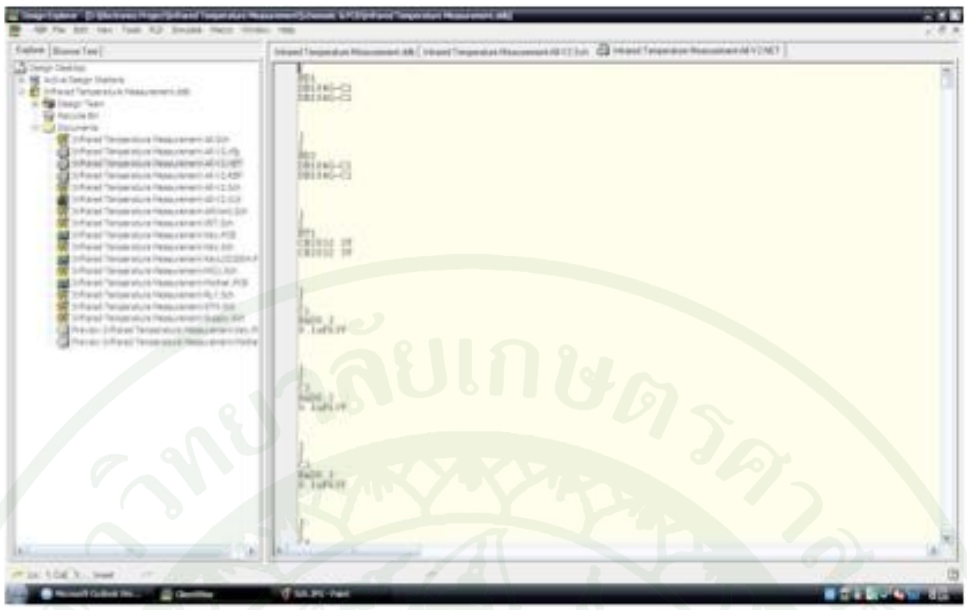
ภาพที่ 16 แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ที่เลือกตามข้อมูล Data sheet 1

Create Netlist (Folder) จากวงจรเพื่อใช้ข้อมูล Link ไปยัง PCB. Document



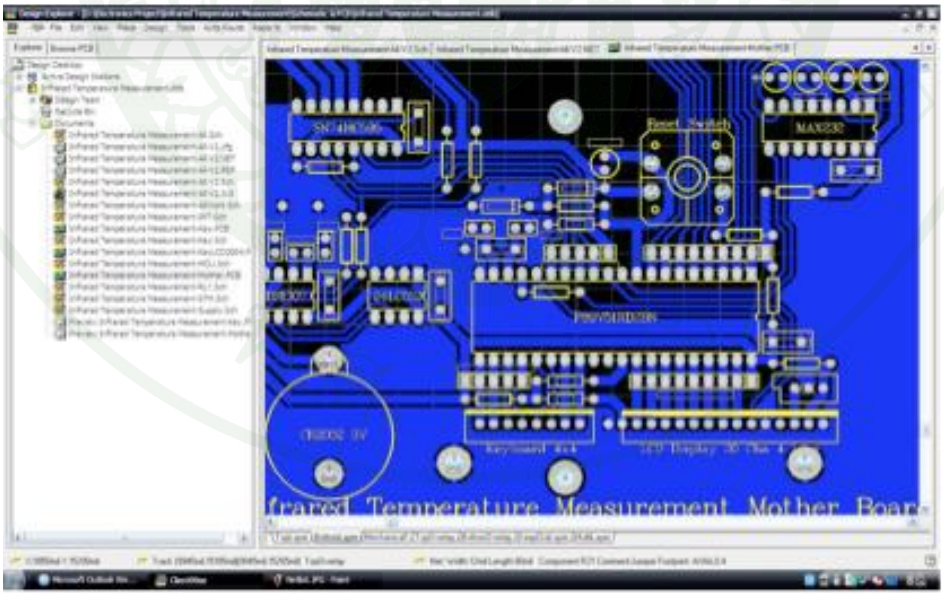
ภาพที่ 17 แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ตามข้อมูล Data sheet 2 ข้อมูล NetList ที่พร้อม link ไปยัง PCB Document

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 แสดงแบบวงจรตามหน้าที่การทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เลือกใช้ ตามข้อมูล Data sheet 3

ออกแบบ PCB ตามข้อมูลที่ Link จาก Netlist

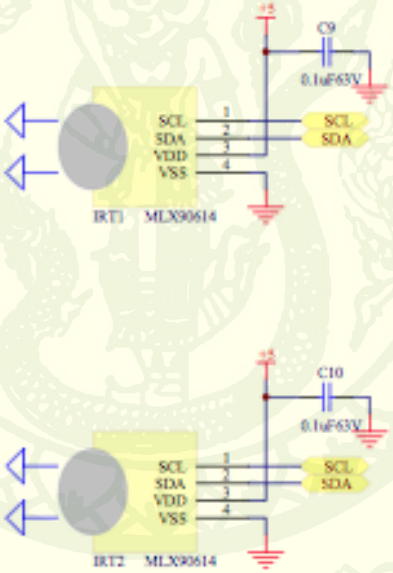


ภาพที่ 19 ภาพแสดงการการสั่งทำลายวงจรด้วยโปรแกรม

INFRARED SENSOR

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

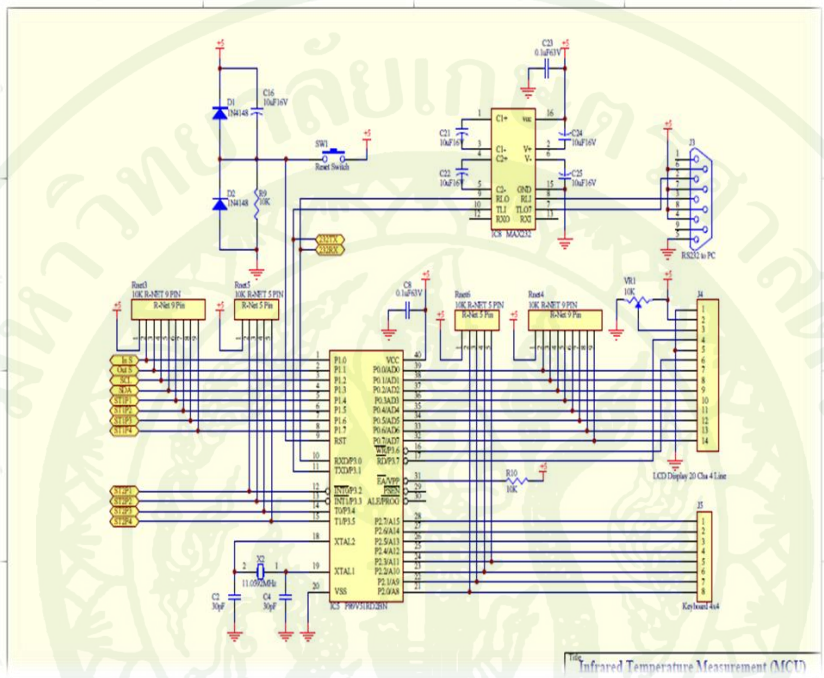
ภาพที่ 20 แสดง INFRARED THERMOMETER SENSOR



ภาพที่ 21 แสดงการต่อวงจร Infrared Sensor

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Digital temperature 16 Bit มีย่านการวัดอุณหภูมิ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส สามารถเริ่มทำงานได้ทันทีเมื่อจ่ายไฟ (Start Non Pre Program) มุมแผ่ลำแสงที่แคบ 10 องศา (Field of View) ทำให้ได้ระยะทางการวัดได้มาก\ขึ้นมีคุณสมบัติที่ง่ายต่อการสื่อสารกับ Host Microcontroller



ภาพที่ 22 แสดงการต่อวงจร Microcontroller

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2

แผงควบคุมการทำงาน เพื่อส่งสัญญาณและรับสัญญาณ Infrared

1. ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 40MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 12 ลูกต่อแมชชีนไซเกิลและ 20MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 6 ลูกต่อแมชชีนไซเกิล

2. ขาพอร์ต 8 บิต 4 พอร์ต แบบกึ่งสองทิศทางเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อุปกรณ์เพอริเฟอรัลภายในไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานด้วยความเร็ว 12 ลูกสัญญาณนาฬิกาต่อแมชชีนไซเกิลได้ แม้ว่าซีพียูจะทำงานด้วยความเร็ว 6 ลูกสัญญาณนาฬิกาภายในต่อแมชชีนไซเกิล

4. มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

5. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว

6. มีรีจิสเตอร์ตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลหรือ DPTR 2 ตัว

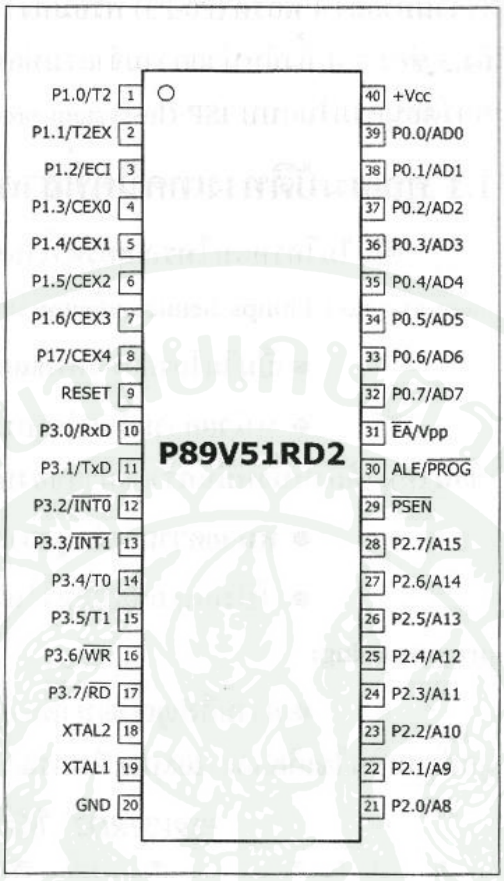
7. สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 8 ประเภท กำหนดนัยสำคัญของการตอบสนองอินเตอร์รัปต์ได้ 4 ระดับ

8. สามารถติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

9. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์

10. มีวงจรโมดูลนับโปรแกรมได้ (PCA) ซึ่งบรรจุวงจรตรวจจับสัญญาณ เปรียบเทียบสัญญาณ วงจรมอดูเลชั่นทางความกว้างพัลส์ และวอตช์ด็อกไทเมอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 แสดงการจัดตำแหน่งขาของ P89V51RD2

ตารางที่ 3 แสดงตำแหน่งขา Micro Controller

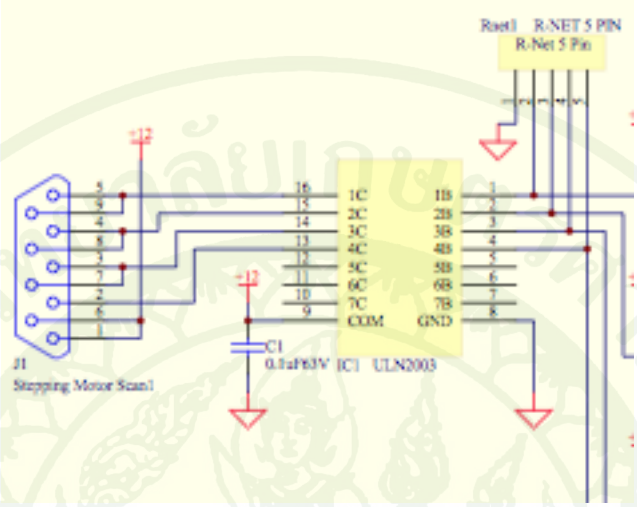
ชื่อขา	ขาที่	ชนิด	หน้าที่และการทำงาน
Vcc	40	อินพุต	ต่อไฟเลี้ยง +5V
GND	20	อินพุต	ต่อกราวด์
P0.0-P0.7	39-32	อินพุต/เอาต์พุต	- ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังบิดที่ต้องการติดต่อ - ใช้ในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้การมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำ งานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดแดรส และขาข้อมูลในการติดต่อกับหน่วย ความจำภายนอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

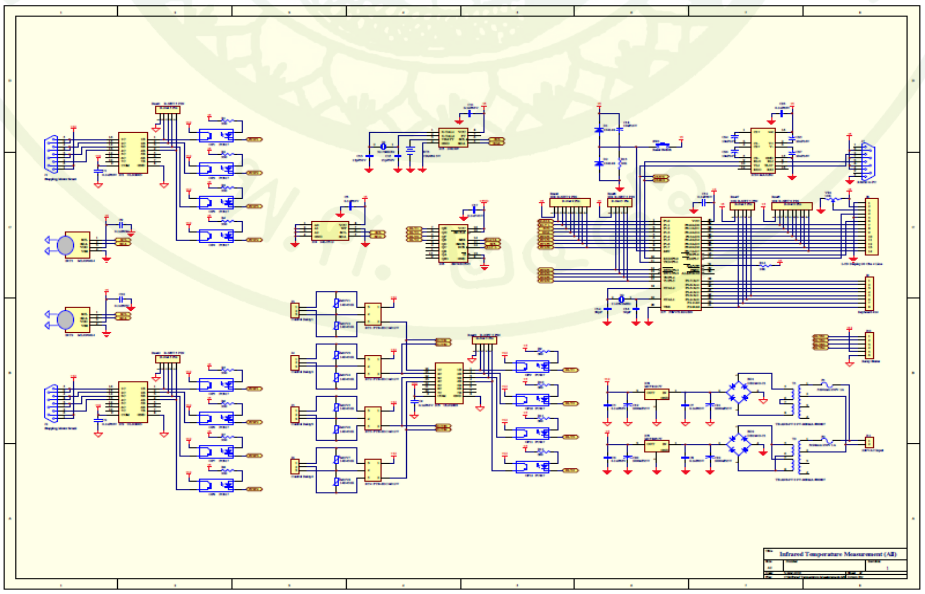
ชื่อขา	ขาที่	ชนิด	หน้าที่และการทำงาน
P1.0-P1.7	1-8	อินพุต/เอาต์พุต	- ใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป เฉพาะ P1.5-P1.7 สามารถขับกระแสได้สูง 16mA ต่อขา - เป็นขาสัญญาณของไทเมอร์ 2 และขาสัญญาณ PCA ดังรายละเอียด T2 (P1.0 : ขา 1) เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และขาเอาต์พุต สัญญาณนาฬิกาT2EX (P1.1 : ขา 2) เป็นขาอินพุตสำหรับควบคุม การทำงนของไทเมอร์/เคาร์เตอร์ 2 ECI (P1.2 : ขา 3) เป็นขาอินพุต สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสำหรับโมดูล PCA CEX0 (P1.3 : ขา 4) เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับ และเปรียบเทียบสำหรับ PCA โมดูล 0 CEX1 (P 1.4 : ขา 5) เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตภายนอก ของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสำหรับ PCA โมดูล 1 CEX2 (P1.5 : ขา 6) เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับ และเปรียบเทียบสำหรับ PCA โมดูล 2 CEX3 (P1.6 : ขา 7) เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสำรับ PCA โมดูล 3 CEX4 (P1.7 : ขา 8) เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและ เปรียบเทียบสำรับ PCA โมดูล 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



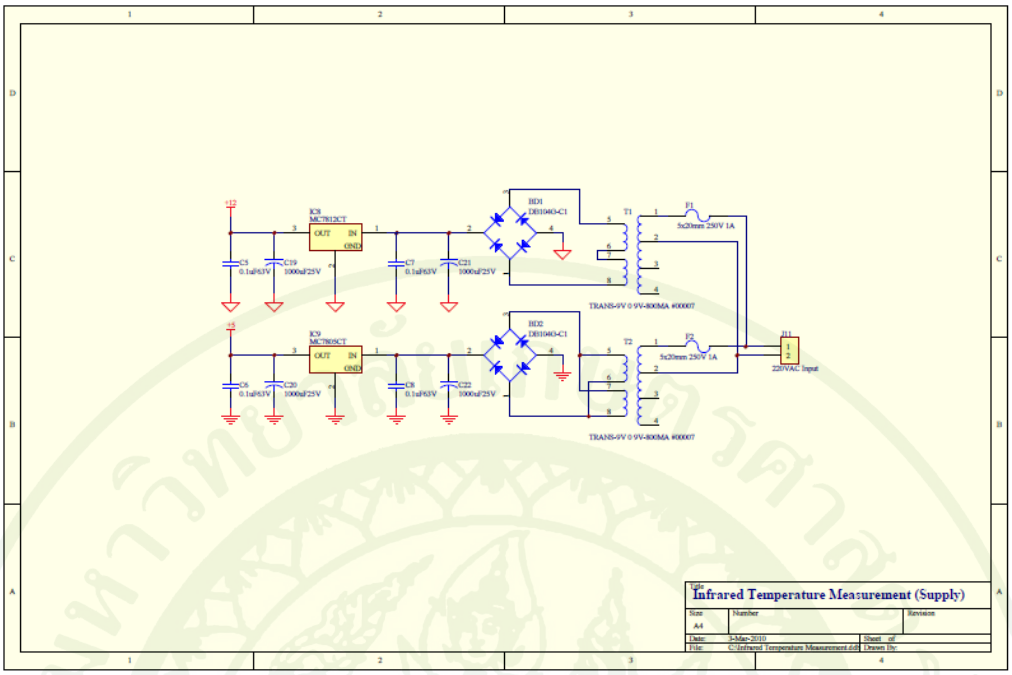
ภาพที่ 24 แสดง ULN 2003 Relay Driver ใช้ขับการหมุนของ Stepping Motor

IC ULN 2003 เป็น Relay Driver เพื่อใช้ขับการหมุน ของ Stepping Motor มีความสามารถรองรับ Voltage out put สูงถึง 5o V

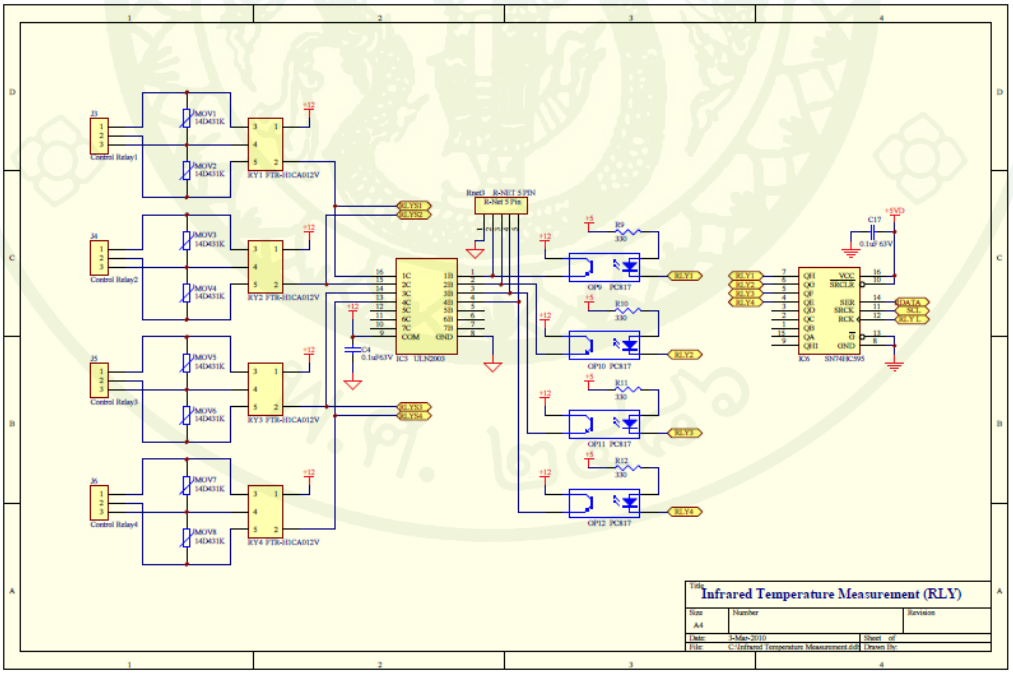


ภาพที่ 25 แสดง Schematic Diagram Panel Control Board

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

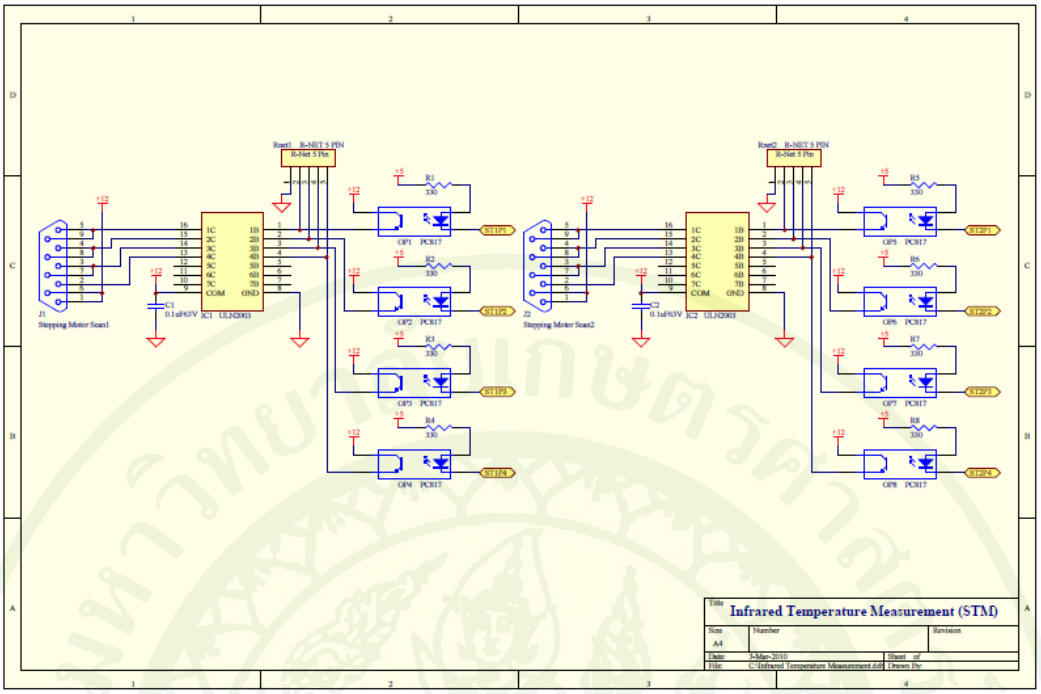


ภาพที่ 26 แสดงวงจร Power Supply 220 VAC Transfer 9 V 800 ma

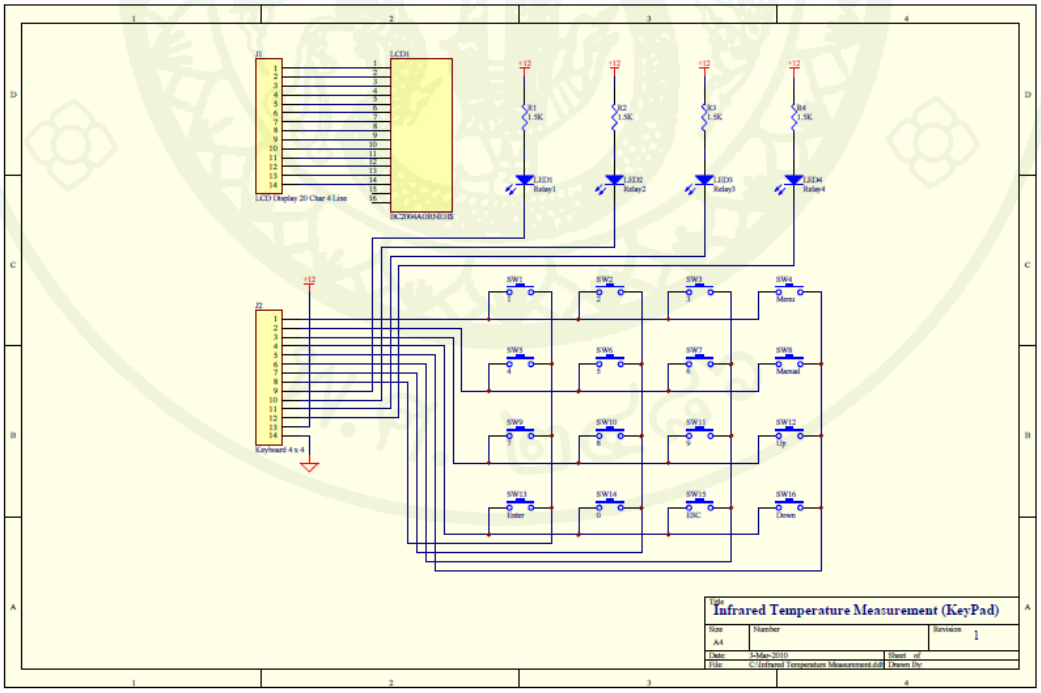


ภาพที่ 27 แสดงวงจรการใช้ Relay เพื่อส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

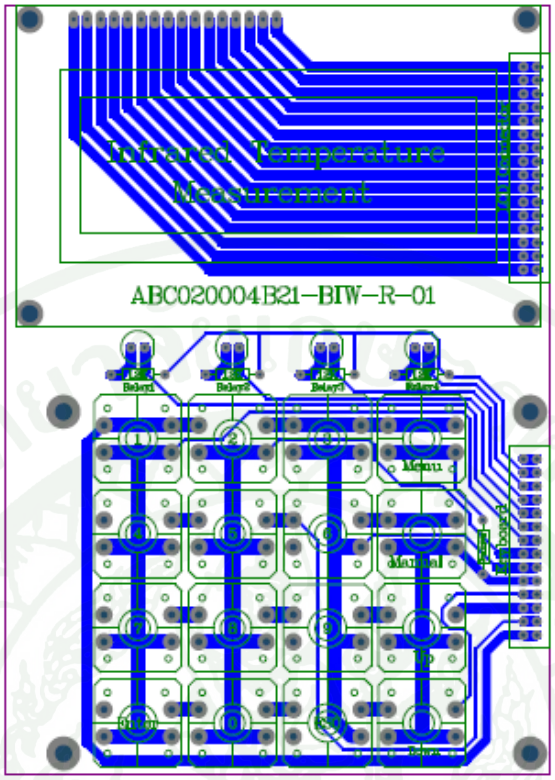


ภาพที่ 28 แสดงวงจรควบคุม Stepping Motor

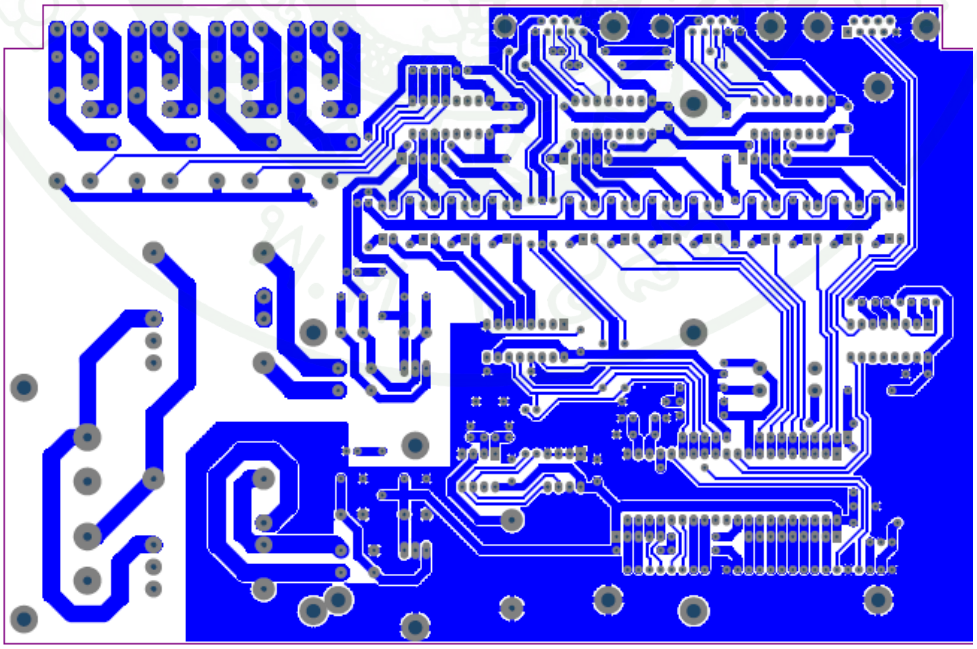


ภาพที่ 29 แสดงวงจรการออกแบบวงจรเพื่อควบคุมผ่าน Key Board

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

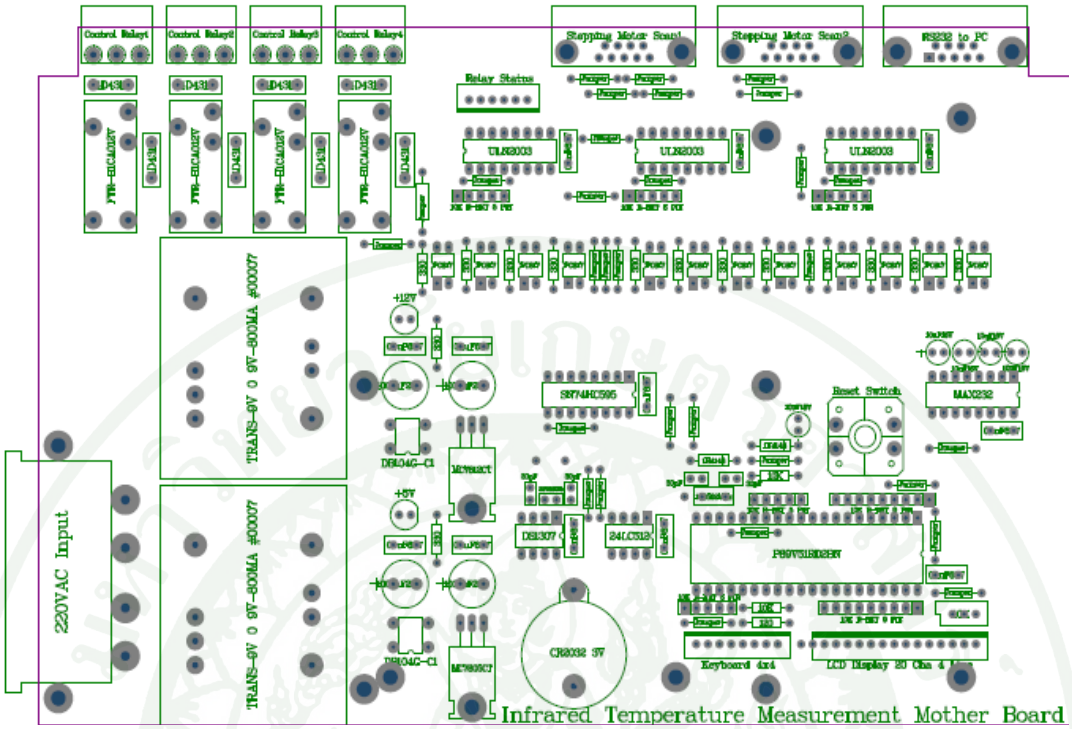


ภาพที่ 30 แสดงลายวงจร Key Board

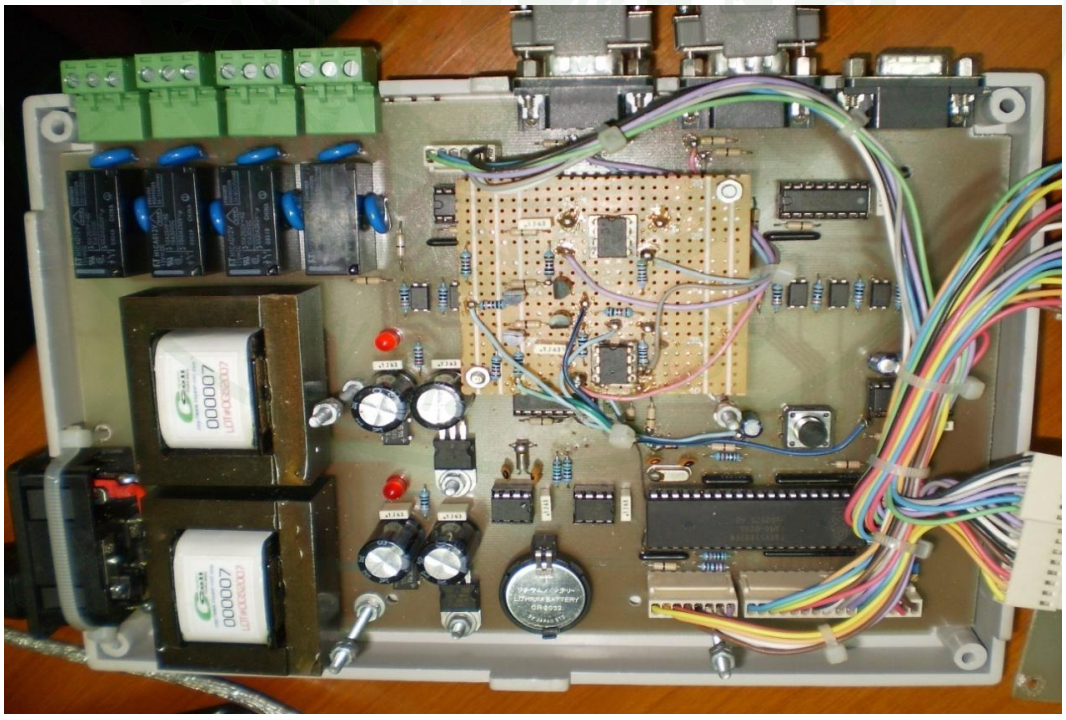


ภาพที่ 31 แสดงการสร้างลายวงจรเพื่อทำ Print Circuit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ เพื่อสร้าง Panel Control Board



ภาพที่ 33 แสดงอุปกรณ์ Panel Control Board

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

33	8/22/10	16:36:08	60	31.5	30.6	32.1
34	8/22/10	16:36:09	62	31.5	30.6	32.1
35	8/22/10	16:36:10	63	31.5	30.6	32.1
36	8/22/10	16:36:11	89	31.5	30.6	32.1
37	8/22/10	16:36:12	90	31.5	30.7	32.1
38	8/22/10	16:36:13	92	31.5	30.7	32.1
39	8/22/10	16:36:14	71	31.6	32.0	32.1
40	8/22/10	16:36:15	73	31.5	30.6	32.1
41	8/22/10	16:36:16	74	31.5	30.7	32.1
42	8/22/10	16:36:17	76	31.5	30.7	32.1
43	8/22/10	16:36:18	78	31.5	30.7	32.1
44	8/22/10	16:36:19	80	31.5	30.6	32.1
45	8/22/10	16:36:20	82	31.5	30.6	32.1
46	8/22/10	16:36:21	84	31.5	30.6	32.1
47	8/22/10	16:36:22	85	31.5	30.6	32.1
48	8/22/10	16:36:23	87	31.5	30.6	32.1
49	8/22/10	16:36:24	112	31.5	30.7	32.1
50	8/22/10	16:36:25	114	31.5	30.7	32.1
51	8/22/10	16:36:26	93	31.5	31.9	32.1
52	8/22/10	16:36:27	94	31.5	30.6	32.1
53	8/22/10	16:36:28	96	31.5	30.7	32.1
54	8/22/10	16:36:29	98	31.5	30.7	32.1
55	8/22/10	16:36:30	100	31.5	30.7	32.1
56	8/22/10	16:36:31	102	31.5	30.7	32.1
57	8/22/10	16:36:32	103	31.5	30.7	32.1
58	8/22/10	16:36:33	105	31.5	30.7	32.1
59	8/22/10	16:36:34	107	31.5	31.9	32.1
60	8/22/10	16:36:35	109	31.5	30.7	32.1
61	8/22/10	16:36:36	111	31.5	30.6	32.1
62	8/22/10	16:36:37	136	31.5	30.6	32.1
63	8/22/10	16:36:38	138	31.5	30.6	32.1
64	8/22/10	16:36:39	116	31.5	30.7	32.1
65	8/22/10	16:36:40	118	31.5	30.6	32.1

ภาพที่ 34 แสดงการทดสอบแสดงผลอุปกรณ์ตรวจจับ Intelligent Moving Eye อ่านผลจากข้อ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

ภาพที่ 35 แสดงภาพถ่าย Intelligent Moving Eye

ภาพที่ 36 แสดงภาพถ่าย Panel Control Board

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดลองสร้างอุปกรณ์ตรวจจับเป็นชุด Proto Type เพื่อทดสอบโดยใช้ห้องขนาดยาว 10.00 เมตร x กว้าง 3.30 เมตร สูง 2.75 เมตร หรือเท่ากับ 33 ตารางเมตร (90.75 ลูกบาศก์เมตร) กำหนดระยะห่างระหว่าง อุปกรณ์ตรวจจับที่สร้างขึ้นคือ Intelligent Moving Eye กับตำแหน่งแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อทดสอบตามรายละเอียดต่อไปนี้

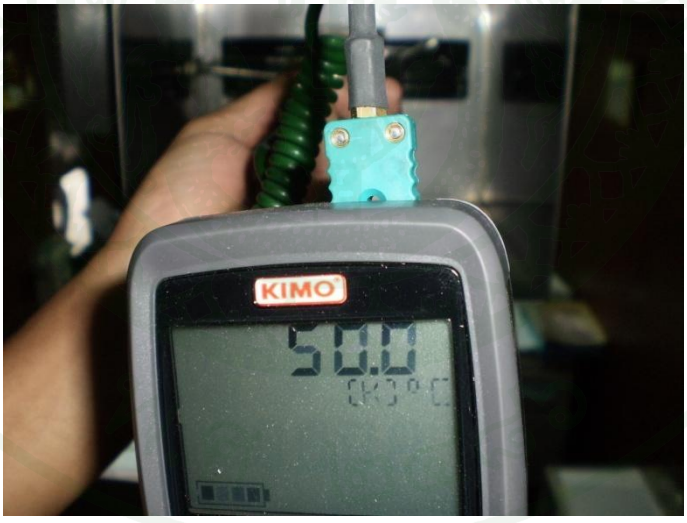
ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดห้องทดสอบและกำหนดระยะอุปกรณ์ตรวจจับกับแหล่งความร้อน

ห้อง	อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์	ความร้อน	ปรับอุณหภูมิที่	ระยะทดสอบ (เมตร)
3.30 x 10.00 x 2.75 M	25 C , 50 - 55 % RH	500 w	50 C	3
3.30 x 10.00 x 2.75 M	25 C , 50 - 55 % RH	500 w	50 C	4
3.30 x 10.00 x 2.75 M	25 C , 50 - 55 % RH	500 w	50 C	5
3.30 x 10.00 x 2.75 M	25 C , 50 - 55 % RH	500 w	50 C	6
3.30 x 10.00 x 2.75 M	25 C , 50 - 55 % RH	500 w	50 C	7

ตามตำแหน่งระยะที่กำหนด วัดที่มุมตรง 90 องศา ระหว่างอุปกรณ์ กับ แหล่งกำเนิดความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับสามารถจับอุณหภูมิความร้อนได้ผลต่างกันตามระยะความยาว อุปกรณ์ตรวจจับสามารถทำงานได้ตั้งแต่ 0 เมตร ถึง 7 เมตร หากไกลออกไปผลต่างของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 37 แสดงแหล่งกำเนิดความร้อน ขนาด 500 w



ภาพที่ 38 แสดงการวัดอุณหภูมิกำหนด 50 C ที่แหล่งกำเนิดความร้อน

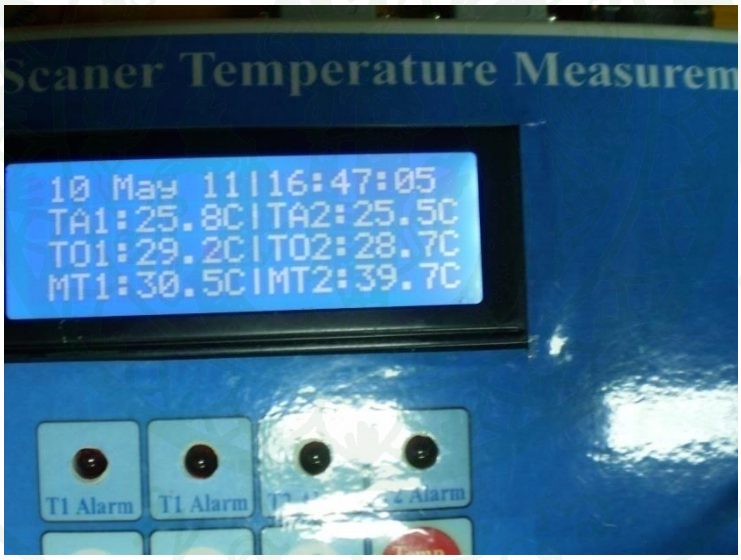
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 39 แสดงการ Upload Data ข้อมูลอุณหภูมิ

ภาพที่ 40 แสดงการ Upload Data ผ่าน port RS 232

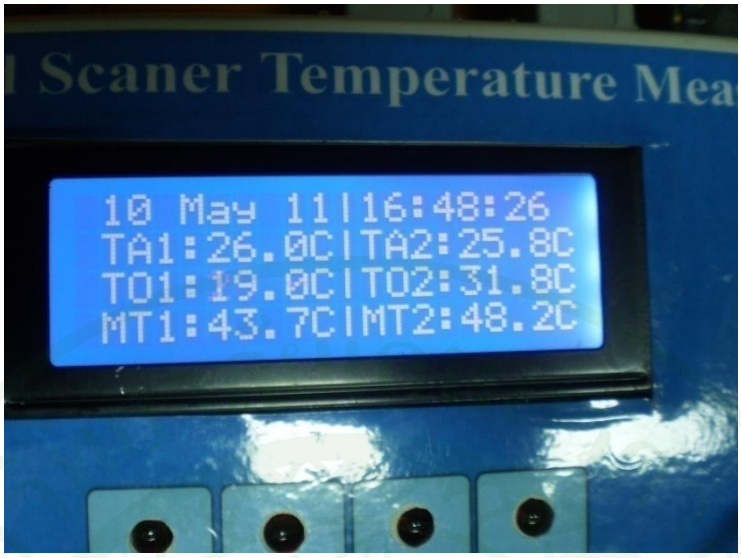
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 41 แสดงการดูหน้าจอ Upload Data

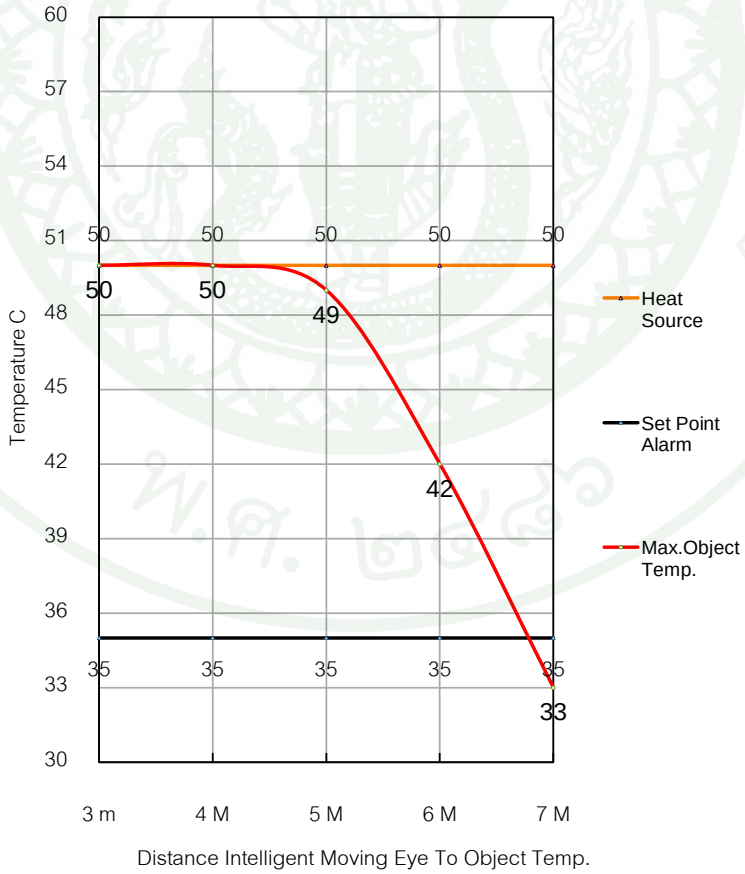


ภาพที่ 42 แสดงภาพถ่ายตัวอย่างขณะวัดค่าอุณหภูมิ ที่ตัวตรวจจับ บันทึกค่าได้ 39.7 °C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

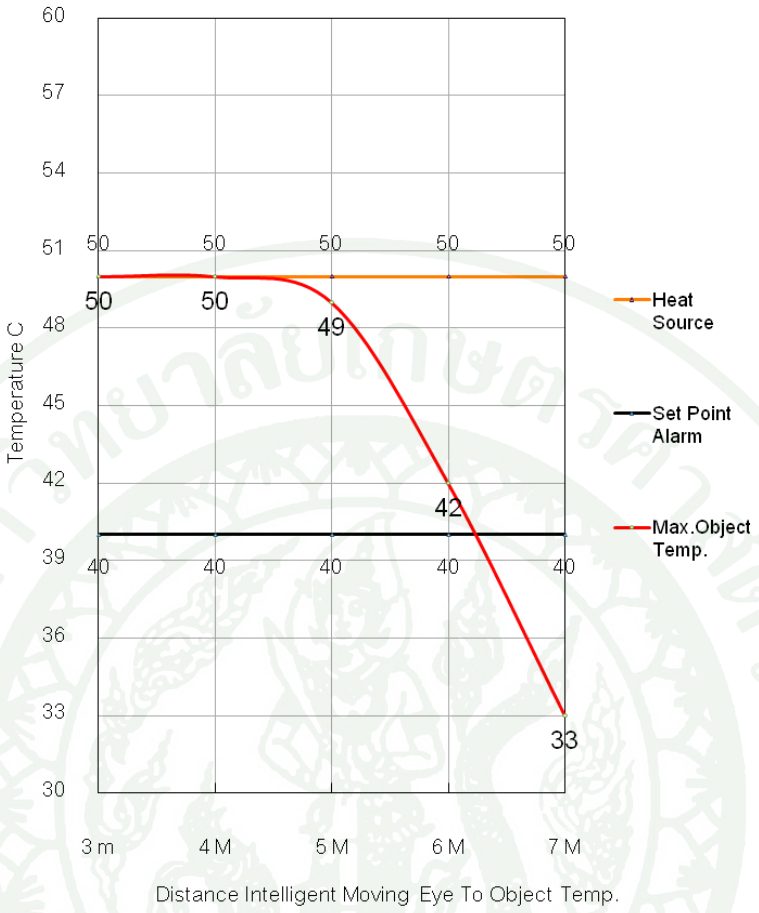


ภาพที่ 43 แสดงภาพถ่ายตัวอย่างขณะวัดค่าอุณหภูมิ ที่ตัวตรวจจับ บันทึกค่าได้ 48.2 °C



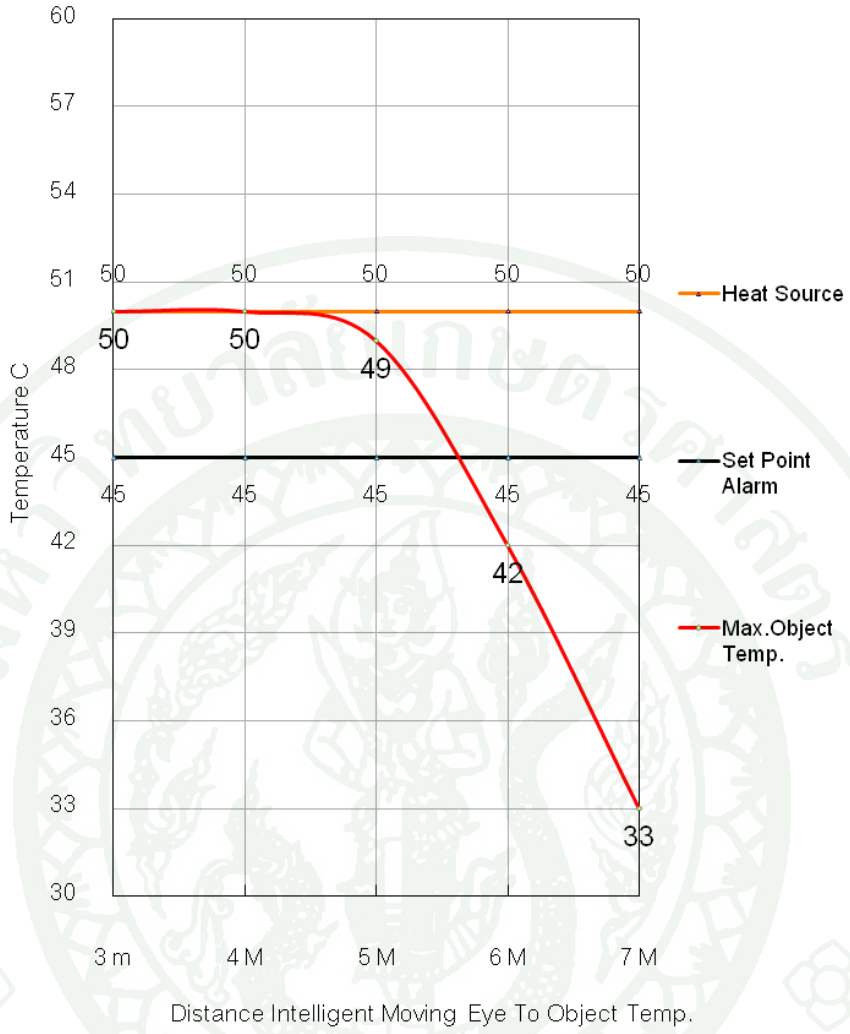
ภาพที่ 44 แสดงระยะตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย 50 °C อุณหภูมิตรวจจับ 35 °C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 45 แสดงระยะตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย 50 °C อุณหภูมิตรวจจับ 40 °C

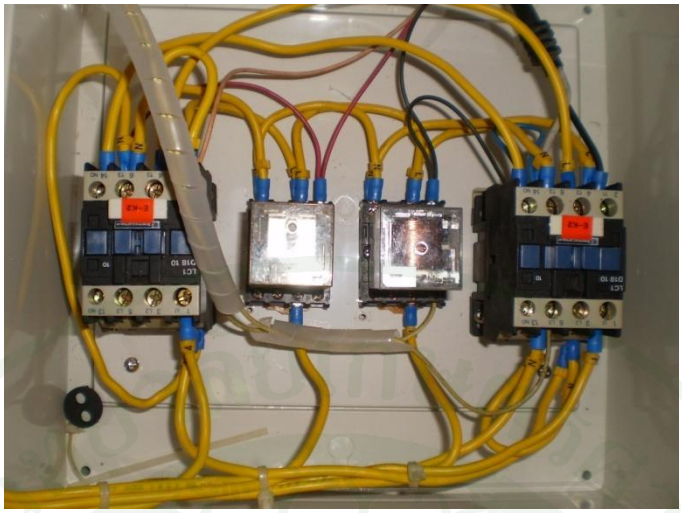
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 แสดงระยะตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับถึงอุณหภูมิเป้าหมาย 50 °C อุณหภูมิตรวจจับ 45 °C

จากภาพที่ 44 ถึงภาพที่ 46 แสดงถึงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ เห็นผลได้ว่าสามารถทำงานได้ ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ส่งลมในระบบปรับอากาศ จะเห็นได้จากภาพที่ 47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 แสดงการทดลองต่อวงจรส่งสัญญาณไปยัง Contractor เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลม

เมื่อนำสายสัญญาณ จากหน้าสัมผัสซึ่งเป็นแบบปกติปิด Normally Closed (NC) จากอุปกรณ์ตรวจจับมาต่อกับชุดควบคุมเครื่องส่งลมเย็น ระบบไฟครบวงจร เมื่อเกิดอัคคีภัยอุปกรณ์ตรวจจับสั่งหน้าสัมผัสจาก Normally Closed (NC) เป็น Open เมื่อหน้าสัมผัสเปิดระบบไฟของเครื่องส่งลมเย็นก็จะไม่ครบวงจร ก็จะเป็นการสั่งหยุดเครื่องส่งลมทันที และในทำนองเดียวกัน จากวงจรของอุปกรณ์ตรวจจับที่สร้างขึ้น มี Relay 4 ชุด ซึ่งแบ่งวงจรเป็นปกติปิด 4 จุด และ ปกติเปิด 4 จุดตามภาพที่ จึงสามารถสั่งได้ทั้งเปิด และ ปิด อุปกรณ์ เครื่องส่งลม พัดลมระบายอากาศ รวมถึงมอเตอร์ลิ้นกันไฟ

ภาพที่ 48 แสดงการต่อสายจาก Relay ทั้งขั้วต่อ No และ NC เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

หากพิจารณาผลที่นำไปใช้งานถือว่าน่าสนใจมากเพราะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อใช้กับระบบปรับอากาศระบายอากาศเพื่อทำให้ระบบ HVAC ไม่เป็นต้นเหตุของการแพร่กระจายควัน เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ที่อยู่ในพื้นที่ ส่วนอุปกรณ์ยังคงต้องพัฒนาเพิ่มขึ้น และการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ Intelligent Moving Eye ต้องปรับปรุงให้หยุดเคลื่อนไหวได้เมื่อตรวจจับพบอุณหภูมิเป้าหมาย ประโยชน์จากการเชื่อมต่อกับ Computer ได้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เชื่อมต่อรายงานผลผ่าน Internet โดยทำให้ทราบทั้งข้อมูลอุณหภูมิเพื่อการควบคุมเรื่องประหยัดพลังงาน และด้านความปลอดภัย และจากผลการศึกษา

1. ได้ทดลองสร้างอุปกรณ์ตรวจจับควันโดยจับอุณหภูมิของควันไฟ จากทฤษฎีที่ว่า

1.1 ควัน คือ ละอองอนุภาคของวัตถุที่กำลังถูกกระบวนการของการลุกไหม้ แล้วแพร่กระจายลอยในอากาศในรูปของก๊าซ

1.2 ควันจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยแรงลอยตัว (Buoyancy Force) และ เมื่อควันลอยขึ้นไปถึงเพดานก็จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของควันไปตามแนวระนาบเดียวกับเพดาน (Ceiling Jet)

1.3 พฤติกรรมของควันแบบสมมาตร (Ax symmetric Plume) สามารถแบ่งช่วงของลำควันสมมาตรตามระดับความสูงต่างๆของลำควันได้ 3 ช่วง และยังบอกได้ถึงอุณหภูมิของลำควัน

2. จากผลการทดลองใช้อุปกรณ์ตรวจจับ

2.1 ที่ระยะห่าง 3 - 4เมตร ได้ผลดี เกือบจะไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิแหล่งกำเนิดความร้อนกับการอ่านค่าที่อุปกรณ์ตรวจจับ (ในความเป็นจริงอุปกรณ์ตรวจจับจะให้สัญญาณเป็นไฟสีแดงอ่อนและสั่งหยุด) อุปกรณ์ตรวจจับทำงานได้ผลมาก

2.2 ที่ระยะห่าง 5 เมตร ยังคงได้ผล มีอุณหภูมิแตกต่างของอุณหภูมิแหล่งกำเนิดความร้อนกับการอ่านค่าที่อุปกรณ์ตรวจจับ มีความแตกต่างกัน 1 องศาหรือเกินกว่าเล็กน้อย ไม่ว่าจะตั้งอุปกรณ์ให้ตัดที่อุณหภูมิ 35 , 40 , 45 °C อุปกรณ์ยังคงทำงานได้ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ที่ระยะห่าง 6 เมตร มีความแตกต่างของอุณหภูมิแหล่งกำเนิดความร้อนกับการอ่านค่าที่อุปกรณ์ตรวจจับมากขึ้นถึง 8 องศา กรณีตั้งค่าอุปกรณ์ตรวจจับที่ 35, 40°C อุปกรณ์จะยังคงสามารถสั่งตัดหยุดเครื่องส่งลมได้

2.4 ที่ระยะห่าง 7 เมตร มีความแตกต่างของอุณหภูมิแหล่งกำเนิดความร้อนกับการอ่านค่าที่อุปกรณ์ตรวจจับมากขึ้นถึง 17 องศา ทั้งสามค่าคือ 35 , 40 , 45°C ไม่สามารถสั่งตัดการทำงานของเครื่องส่งลมได้

ความเหมาะสมของการตั้งค่าให้อุปกรณ์ การใช้ระบบปรับอากาศอุณหภูมิออกแบบโดยปกติจะไม่สูงกว่า 27°C อุณหภูมิภายนอกที่ 35°C ดังนั้นหากตั้งค่าที่อุณหภูมิผิดปกติจากการปรับอากาศที่อุณหภูมิ 35°C อุปกรณ์ตรวจจับ Intelligent Moving Eye Version 1 ชุด Prototype นี้ก็ยังใช้งานได้ถึง 6 เมตร หรือ ถ้าตั้งที่ 40°C ก็ยังมีความสามารถที่จะใช้ได้ที่ 6 เมตร ดังนั้นความเหมาะสมที่จะทำสามารถตั้งค่าควรอยู่ที่ 40°C แต่ทั้งนี้นี่คืออุปกรณ์ตรวจจับต้นแบบซึ่งการการปรับปรุงพัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ชุดอุปกรณ์ตรวจจับที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ Proto Type กำหนดเป็น Version 1. การใช้วัสดุอุปกรณ์เป็นไปเพื่อการศึกษาทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งลมไม่ให้เป็นอุปกรณ์แพร่กระจายควันเมื่อเกิดอัคคีภัย ซึ่งจากการศึกษาและทดลองแล้วนั้นได้ข้อสรุปดังนี้

1. จากการทดลองสามารถควบคุมอุปกรณ์ส่งลมในระบบ HVAC ได้ แต่ความเสถียรของอุปกรณ์ยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะโปรแกรม ทำให้เกิดค่า Error ระหว่างใช้งาน ต้อง Reset ใหม่บ่อยครั้ง

2. มีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบสร้างอุปกรณ์ตรวจจับชนิดเคลื่อนไหวได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เรียกว่า Intelligent Moving Eye

3. การตรวจจับอยู่ในช่วงระหว่าง 3 - 4 เมตร อาจไม่พอต่อการใช้งานจริง ซึ่งสามารถปรับปรุงด้วยการหารุ่นของตัวตรวจจับที่มีศักยภาพมากขึ้น หรือ เปลี่ยนชนิดตัวตรวจจับ

4. การเขียนโปรแกรมเพื่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

5. สามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ หรือ นำอุปกรณ์เพื่อป้องกันการลามควันหรือ แพร่กระจายควัน ในระบบปรับอากาศ มาเชื่อมต่อ เช่น การปิดเปิดลิ้นกันไฟ Motor Fire Damper

6. Duct Smoke Detector ถ้าติดตั้งอย่างถูกวิธีตามคู่มือผู้ผลิตก็จะมีประสิทธิภาพ

7. การออกแบบเพื่อติดตั้ง Duct Smoke Detector ควรอ้างอิงตามมาตรฐาน

8. ระบบปรับอากาศในปัจจุบันมีอุปกรณ์อิเลคโทรนิคเข้ามาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญหากสามารถบูรณาการในเรื่องการควบคุมเครื่องส่งลมเมื่อเกิดอัคคีภัยได้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. การศึกษาเพื่อสร้างอุปกรณ์ ต้องใช้องค์ประกอบหลายด้าน เวลา ทรัพยากร ความรู้ในทุกๆ ด้าน เสมือนเป็นสหวิทยาการ หากจะได้ผลดีต้องได้รับการสนับสนุน และต้องมีการค้นคว้าและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ความไม่ถูกต้องบางครั้งอาจทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่ดีกว่า

10. จากการศึกษาได้รับความรู้เรื่องการสั่งงานอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม หากค้นคว้าต่อและพัฒนาให้สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่เรียกว่า Central Control ซึ่งมีหน้าที่เปิด ปิด ควบคุมอุณหภูมิ กำหนดเวลาเงื่อนไขต่างให้กับเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องการประหยัดพลังงาน ซึ่งถ้าบูรณาการอุปกรณ์ให้ต่อเชื่อมได้ ก็จะเพิ่มให้เกิดอีกหน้าที่ของระบบปรับอากาศ คือ ความปลอดภัยจากอัคคีภัย ของผู้ใช้เครื่องปรับอากาศ

ข้อเสนอแนะ

จากการทำการทดลอง ผลการนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อควบคุมเครื่องส่งลมมีความเป็นไปได้ แต่การทดสอบในเงื่อนไขต่าง โดยเฉพาะเรื่องอุณหภูมิความร้อน การทดสอบอาจจำเป็นต้องหาสถานที่ ที่มีความเหมาะสมด้านความปลอดภัย ทั้งต่อสถานที่และต่อตัวผู้ทดสอบ และมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไปดังนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ การเลือกใช้ Infrared มีข้อดีในเรื่องการทำงานที่รวดเร็ว แต่ระยะการตรวจจับยังต้องหาวิธีการแก้ไขต่อไป

2. การเคลื่อนไหวเพื่อตรวจจับ มีข้อดีที่มีมุมทิศทางที่เคลื่อนที่แบบกวาดเพื่อตรวจจับ แต่เนื่องจากการเคลื่อนที่นี่เองทำให้เมื่อตรวจจับแล้วอุปกรณ์ยังไม่ได้ออกแบบให้หยุดนิ่งอยู่กับตำแหน่งที่ตรวจจับพบ ยังเคลื่อนทีต่อตามแกนหมุนที่กำหนด ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ต้องออกแบบให้อุปกรณ์ตรวจจับหยุดการหมุนเมื่อตรวจจับพบอุณหภูมิผิดปกติ

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบทำชุด Prototype บางอย่างมีข้อจำกัด อาจขัดข้อง ต้องเปลี่ยน และไม่ได้ชนิดเดิม การหาอุปกรณ์มาทดแทนบางครั้งจะมีปัญหากับโปรแกรม ทำให้งานวิจัยเป็นอุปสรรค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชัยณรงค์ คงเจริญสุข 2549. **การศึกษาและออกแบบ เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัย ภายในห้องเครื่องส่งลมเย็น โดยใช้โปรแกรมพลศาสตร์อัคคีภัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Klote,J.H. 1998. **Computer Predicts HVAC Effects on Smoke Detectors. HPAC Heating/ Piping/Air Conditioning.** United State of America.

Traister,J. E. 1995. **Security/Fire-Alarm Systems: Design, Installation, Mainten**. Prentice Hall, Inc., New Jersey.

McCaffrey, B. 1995. Flame height. pp. 2-1 - 2-8. In Nation Fire Protection Association. **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**. United State of America

Dossat,R.J. 1995. **Principles of Refrigeration Fourth Edition**. University of Houston. United State of America

Muholland,G.W. 2001. Smoke Production and Properties.pp.217-227. In Nation Fire Protection Association**. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.** United State of America

System Sensor Company.2010. **Application Guide System Smoke Detector**. Prentice Hall, Inc., New Jersey, United State of America

The Trane Company . 1994 . **Trane Air Conditioning Manual. 68th ed.** McGrll/Jeansen**,** Inc**.** St. Paul, Minn.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายบำรุง จันทร์เสียงเย็น
เกิดวันที่	19 กันยายน 2505
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	อศ.บ. (อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่งปัจจุบัน	กรรมการผู้จัดการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัททีมเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์แอนด์เซอร์วิส จำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์