

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ปริญญานิพนธ์
ของ
พงษ์พันธ์ ประสิทธิเมตต์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

313.32

W3117

7.3

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

บทคัดย่อ

ของ

พงษ์พันธ์ ประสิทธิเมตต์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2547

พงษ์พันธุ์ ประสิทธิเมตต์ .(2547). การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้. ปรินญานิพนธ์ กศ. ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, อาจารย์ โอภาส สุขหวาน.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายคือ การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพัฒนาเป็นแบบเพิ่มขึ้นต่อพักเวลา คืออุณหภูมิครั้งที่ 57 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิน 7 องศาเซลเซียส ต่อนาที (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย . 2535 : 26) การออกแบบส่วนควบคุมความร้อนผู้วิจัยกำหนดระบบการป้องกัน 2 ลำดับคือลำดับที่ 1 ป้องกันด้านอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5-องศาเซลเซียสลำดับที่ 2 ป้องกันโดยการหน่วงเวลาไม่ให้เกิน 1 นาที

ผลการพัฒนา การทดสอบประสิทธิภาพ และการประเมินทางด้านกายภาพ เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีดังนี้

1. การพัฒนา ผู้วิจัยทำการพัฒนา โดยทำการคำนวณได้อุปกรณ์ที่ให้ความร้อนที่ 500 วัตต์ 220 โวลต์ ส่วนการป้องกันผู้วิจัยได้ศึกษาวงจรและกำหนดใช้ ไอซี. เบอร์ LM335 ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันในลำดับที่ 1 และ ผู้วิจัยได้ศึกษาวงจรหน่วงเวลาได้ใช้ ไอซี เบอร์ 555 ที่สามารถหน่วงเวลาได้ สูงสุด 1 นาที เพื่อป้องกันและตัดวงจรไฟฟ้าในลำดับที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 12 โวลต์ดีซี. 500 มิลลิแอมป์ และออกแบบเครื่องมือทดสอบลักษณะเป็นก้านที่มีชุดให้ความร้อน ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร อยู่ด้านบนโดยก้านมีความยาว 1.20 เมตร

2. การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ (Data Logger) ที่ได้รับการรับรอง จากหน่วยงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มาใช้ทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยได้ผลการทดสอบดังนี้

2.1 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 1 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 53.79 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 12.22 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 62.79 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 50.57 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.2 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 2 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 58.06 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 10.62 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 63.04 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 52.42 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.3 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 3 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 60.14

3.3 ด้านความปลอดภัย ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.67

3.4 ด้านการบำรุงรักษา ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.33

สรุปได้ว่าเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้ตามเกณฑ์ที่ระยะที่ 5 เซนติเมตร เครื่องมือทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 58.78 องศาเซลเซียส

THE DEVELOPMENT OF A HEAT DETECTOR TESTING DEVICE FOR FIRE ALARM SYSTEM

AN ABSTRACT

BY

PONGPHAN PRASITIMATE

Presented in partial fulfillment of the requirements
for master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2004

Pongphan Prasittimate. (2004) *The Development of a Heat Detector Testing Device for Fire Alarm System*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University, And Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai
Mr. Ophast Sookwhan

The objective of this thesis was to Develop Heat Detector Testing Device for Fire Alarm System. The criteria of Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) are use for reference. First, Rate of Rise at constant 57°C and. Second, temperature increasing over 7°C per minute. The researcher designed the controller for detecting the heater in to two steps. First, temperature control of $57^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Second, Timer delay maximum of 1 minute.

The result of the Development, Efficiency and Physical Evaluation of heat detector testing device for fire alarm were.

1. The Development: the researcher designed heater to generate 500 watt of heat. 220 V AC. Then using IC No.LM335 to control a range of temperature at $57^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. and using IC No. 555 to work as time delay with a maximum delay is 1 minute. The researcher designed the D.C. power supply output 12 V 500 m.Amp. The Heat Detector Testing Device for Fire Alarm System have dimension 1.2 meter high and 0.15 meter wide

2. The Efficiency of Heat Detector Testing Device for Fire Alarm System as followed;

2.1. Tested Heat Detector Testing Device at 1 centimeter from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 53.79°C , range of 12.22°C , maximum temperature of 62.79°C and minimum temperature of 50.57°C . The result is not following the objective of thesis.

2.2. Tested Heat Detector Testing Device at 2 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 58.06°C , range of 10.62°C , maximum temperature of 63.04°C and minimum temperature of 52.42°C . The result is not following the objective of thesis.

2.3. Tested Heat Detector Testing Device at 3 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 60.14°C , range of 7.78°C , maximum temperature of 62.34°C and minimum temperature of 54.56°C . The result is not following the objective of thesis.

2.4. Tested Heat Detector Testing Device at 4 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average

temperature of 60.40 °C, range of 11.38 °C, maximum temperature of 66.53 °C and minimum temperature of 55.15 °C. The result is not following the objective of thesis.

2.5. Tested Heat Detector Testing Device at 5 centimetres from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 58.78 °C, range of 7.78 °C, maximum temperature of 61.73 °C and minimum temperature of 54.04 °C. The result is following the objective of thesis.

2.6. Tested Heat Detector Testing Device at 6 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 61.56 °C, range of 12.13 °C, maximum temperature of 67.77 °C and minimum temperature of 55.64 °C. The result is not following the objective of thesis.

2.7. Tested Heat Detector Testing Device at 7 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 59.96 °C, range of 10.13 °C, maximum temperature of 66.79 °C and minimum temperature of 56.66 °C. The result is not following the objective of thesis.

2.8. Tested Heat Detector Testing Device at 8 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 60.28 °C, range of 12.33°C, maximum temperature of 66.66 °C and minimum temperature of 54.33 °C. The result is not following the objective of thesis.

2.9. Tested Heat Detector Testing Device at 9 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 62.16 °C, range of 14.50 °C, maximum temperature of 68.78 °C and minimum temperature of 54.28 °C. The result is not following the objective of thesis.

2.10. Tested Heat Detector Testing Device at 10 centimeters from heater with 10 experiments, the Heat Detector Testing Device working 30 second duration and the average temperature of 62.93 °C, range of 12.18 °C, maximum temperature of 67.37 °C and minimum temperature of 55.19 °C. The result is not following the objective of thesis.

3. Physical Evaluation from three specialists as the followings:

- 3.1. Structure of Head Detector Device at moderate level at the average of 2.83
- 3.2. Implementation of Head Detector Device at good level at the average of 3.50
- 3.3. Safety of Head Detector Device at good level at the average of 3.67
- 3.4. Preventive Maintenance of Head Detector Device at moderate level at the average of 3.33

For the Conclusion: The Heat Detector Testing Device for Fire Alarm System work correctly at 5 centimeter 30 second and the average temperature of 58.78°C

ปริญญานิพนธ์

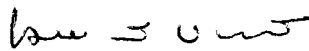
เรื่อง

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ของ

นายพงษ์พันธ์ ประสิทธิเมตต์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



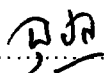
.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)



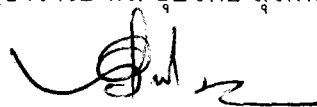
.....กรรมการ

(อาจารย์ โอบาส สุขหวาน)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันทรกุล)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดีจากความเมตตากรุณาจากคณาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการควบคุม และ อาจารย์ โอภาส สุขหวาน กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่เสียสละเวลาพร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขจุดและให้ข้อเสนอแนะทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สุดใจ เห่งสีไพร อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ ที่กรุณาเป็นกรรมการคุมสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ พร้อมแนวความคิดรวมถึงกำลังใจในการดำเนินงานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.ลักษมี ปลั่งแสงมาศ คุณกัญชัย สิงหาภิวัฒน์ คุณอภิญญา หล้าเตจา ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการออกแบบประเมินผลเครื่องมือพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ คณะผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลเครื่องมือที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นมา

ขอขอบพระคุณ บริษัท บี.ที. เมโทรโลยี จำกัด ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ และเครื่อง ในการพัฒนา การสร้าง และการทดลองเก็บข้อมูลเครื่องมือที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างขึ้นมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณนิสิตเพื่อนร่วมรุ่นอุตสาหกรรมศึกษาพิเศษ 8 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัย ครู อาจารย์ เป็นที่เคารพรักอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้และให้กำลังใจสนับสนุนการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

พงษ์พันธุ์ ประสิทธิเมตต์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของงานวิจัย.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
สมมุติฐานในงานวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอค์คิภัยและระบบสัญญาณเตือนอค์คิภัย.....	5
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	12
ประสิทธิภาพ.....	14
เครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	15
การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	27
ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ.....	27
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	27
วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ประเมินข้อมูลจากเครื่องวัด.....	42
ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ประเมินข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ.....	53
5 สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ.....	57
สรุปผลการวิจัย.....	59
อภิปรายผล.....	61
ข้อเสนอแนะ.....	62

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน	67
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	74
ภาคผนวก ค แบบตารางบันทึกผลการทดลอง.....	77
ภาคผนวก ง แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	80
ภาคผนวก จ หนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย	82
ภาคผนวก ฉ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	94
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 การลุกและลามของไฟ	6
3 การลุกและลามของไฟ	7
4 โครงสร้างของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	9
5 อุปกรณ์ตรวจจับ และอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้	10
6 แผงควบคุมและแผงแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	11
7 วงจรระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	11
8 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน	12
9 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบจานสปริงอุณหภูมิคงที่	13
10 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิคงที่ และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภพเวลา	13
11 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอัตราขยายอุณหภูมิ	14
12 โครงสร้างของหลอดไส้.....	15
13 การทำงานของหลอดฮาโลเจน.....	16
14 หลอดฟลูออเรสเซนต์.....	17
15 หลอดเมทัลฮาไลด์.....	18
16 หลอดโซเดียมความดันสูง	18
17 ไตรฟเฟอแมม.....	19
18 วงจรภายในไตรฟเฟอแมม	20
19 วงจรภายในไตรฟเฟอแมม	20
20 แสดงสัญลักษณ์ และขาของ OP Amps.....	21
21 แสดงวงจรสมมูลของออปแอมป์ในอุดมคติ	21
22 แสดงตัวอย่างวงจร	22
23 วงจรเปรียบเทียบพื้นฐาน	22
24 วงจรตั้งเวลา ไอซี 555	23
25 วงจรไอซี LM335.....	24

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
26 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟฟ้า	24
27 วงจรที่ใช้ในการหน่วงเวลา	28
28 วงจรที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ	29
29 วงจรแหล่งจ่ายไฟ.....	31
30 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	39
31 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	68
32 เครื่องดาดาล็อคเกอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	68
33 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	69
34 แสดงการดำเนินการจัดเก็บข้อมูลจากการวัดอุณหภูมิ.....	69
35 ส่วนประกอบของชุดทำความร้อน	70
36 แสดงการติดตั้งเทอร์โมคัลเบิ้ล type K ในการวัดตำแหน่งที่ 1 - 10 เซนติเมตร	70
37 แสดงการติดตั้งเทอร์โมคัลเบิ้ล type K กับชุดทำความร้อน.....	71
38 เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน	71
39 แบบโครงสร้างของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน	72
40 วงจรภายในของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน	73

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงผลการคำนวณจากสมการ ที่ 1 และ 2	28
2	แสดงความสัมพันธ์แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	30
3	ผลการคำนวณจากสมการ ที่ 3 และ 4	35
4	บันทึกผล ระยะที่ 1 , 2 , 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร (ระยะที่XX / 10 ครั้ง).....	35
5	แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	37
6	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 1 เซนติเมตร	43
7	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 2 เซนติเมตร	44
8	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 3 เซนติเมตร	45
9	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 4 เซนติเมตร	46
10	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 5 เซนติเมตร	47
11	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 6 เซนติเมตร	48
12	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 7 เซนติเมตร	49
13	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 8 เซนติเมตร	50
14	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 9 เซนติเมตร	51
15	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ที่ ระยะ 10 เซนติเมตร	52
16	การวิเคราะห์ด้านโครงสร้างของเครื่องมือ	54
17	การวิเคราะห์ด้านการใช้งานของเครื่องมือ	54
18	การวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยของเครื่องมือ.....	55
19	การวิเคราะห์การบำรุงรักษาของเครื่องมือ	55
20	การวิเคราะห์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	56

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

อัคคีภัยเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายมหาศาลทั้งต่อชีวิต และทรัพย์สินเราสามารถหลีกเลี่ยงหรือป้องกัน เพื่อลดความรุนแรงที่เกิดขึ้นให้ลดลงได้ ถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้พิจารณา โดยให้ความสำคัญถึงผลที่เกิดจากอัคคีภัย ซึ่งในการออกแบบสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้การออกแบบ เพื่อเพิ่มวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยต่ำ และในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้แล้ว ต้องมีผลเสียหายกับสิ่งก่อสร้างน้อยที่สุด โดยอัตราความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย หมายถึง ขนาดความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการสูญเสียชีวิต การสูญเสียทรัพย์สินที่ถูกไฟไหม้ การสูญเสียโอกาสในกิจการที่ทำอยู่ ต้องหยุดชะงักลงเนื่องจากเหตุไฟไหม้ และการสูญเสียทางด้านจิตวิทยาของผู้ประสบภัย จากเพลิงไหม้โดยก่อให้เกิดความตกใจทางด้านจิตใจ (วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย. เอกสารเผยแพร่. 2540) จากอัคคีภัยที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่จะเกิดกับสิ่งปลูกสร้างที่เป็นอาคาร โดยรัฐบาลได้มีการจัดประเภทของอาคารต่างๆ ตาม กฎกระทรวงฉบับที่ 4 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ได้กำหนดประเภทของอาคารที่อยู่ในการควบคุมไว้ 6 ประเภท ดังต่อไปนี้คือ อาคารอยู่อาศัย ตึกแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน และอาคารพิเศษ (ทรงศักดิ์ รวีรังสรรค์ . 2543 : 11 – 13) จากอาคารต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ภายในอาคาร มีการใช้กระแสไฟฟ้า เชื้อเพลิง วัสดุไวไฟต่างๆ อาทิเช่น อาคารที่เป็นที่พักอาศัย ได้แก่ อาคารชุด หรือ คอนโดมิเนียม อาคารประเภทนี้จะมีผู้พักอาศัยเป็นจำนวนมากตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอัคคีภัยที่เกิดขึ้น มักจะมีสาเหตุหลักมาจากการหุงต้ม ประกอบอาหาร เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร การลอบวางเพลิง เกิดจากพฤติกรรมการให้ไม้ขีดไฟ หรือ ไฟแช็ค ในการสูบบุหรี่ การจุดธูปเทียนในการบูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ แล้วดับไม่สนิท รวมถึงสาเหตุที่เกิดจากระบบสาธารณูปโภคต่างๆที่ใช้ภายในอาคาร เช่น ลิฟต์ หม้อแปลงไฟฟ้า แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย เป็นต้น (วชิรวิชัย มธุรสสุวรรณ . 2545 : 135 – 136)

ในการออกแบบอาคารสูง จะต้องมีการจัดระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทุกชั้น อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่สามารถส่งเสียง หรือสัญญาณเตือนให้คนที่พักอาศัย อยู่ภายในอาคารได้ยิน หรือรับทราบถึงการเกิดอัคคีภัยได้อย่างทั่วถึง อุปกรณ์แจ้งเหตุอัคคีภัยมีทั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบอัตโนมัติ และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ใช้มือควบคุมเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้พร้อมต้องจัดให้มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น ระบบฉีดน้ำฝอย หรือระบบอื่นที่เทียบเท่าที่สามารถทำงานได้ด้วยตนเองทันทีเมื่อมีเพลิงไหม้ โดยให้สามารถทำงานครอบคลุมพื้นที่ทำงานทุกชั้น รวมถึงกำหนดให้มีการแสดงแบบแปลน และรายการประกอบแบบแปลน ของระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ ในแต่ละชั้นของอาคารด้วย อาคารสูงจะต้องมี ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง สำหรับกรณีฉุกเฉิน โดยแยกเป็นอิสระจากระบบอื่น ๆ และสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ เมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง จะต้องสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยใช้สำหรับสำรองไฟฟ้าให้กับ ภาพแสดงเครื่องหมายแสดงทางออกฉุกเฉิน ทางเดิน ทางโค้ง บันได รวมถึงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ที่ใช้งานสำหรับลิฟต์ดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน ระบบสื่อสารเพื่อความปลอดภัยของสาธารณะ และกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ที่จะก่อให้เกิดอันตราย

ต่อชีวิตและสุขภาพอนามัยเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้องได้ กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับลิฟต์ดับเพลิงต้องต่อมาจากแผงสวิตช์ประธานของอาคาร เป็นวงจรที่แยกเป็นอิสระจากวงจรทั่วไป วงจรไฟฟ้าสำรองสำหรับลิฟต์ดับเพลิง ต้องมีการป้องกันอันตรายจากเพลิงไหม้อย่างดีพอ (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย . 2543 : 2-1-12) สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง อาจเกิดจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไม่ทำงาน หรือเกิดการขัดข้อง อันเป็นจากสาเหตุสำคัญที่ ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน เพื่อเป็นการลดอัตราเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) เพื่อนำเสนอให้เป็นพระราชบัญญัติบังคับใช้ในกฎกระทรวง เพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นส่วนหนึ่งของ กฎหมายที่บังคับใช้ ในการตรวจสอบนั้นระบบตรวจจับความร้อน หมวดที่ 6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยกล่าวเกี่ยวกับ การทดสอบการฝึกอบรมและคู่มือการบำรุงรักษา โดยการต่ออุปกรณ์ตรวจจับ เป็นอุปกรณ์เริ่มสัญญาณของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีหน้าที่ตรวจจับความร้อนหรือควันไฟที่เกิดขึ้นภายในอาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้นไว้ตามแบบแปลนที่วิศวกรผู้ออกแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนด

จากข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยที่ได้กล่าวถึง การตรวจเช็คอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนโดยการทำความสะอาดเพื่อไล่ฝุ่นละอองและสิ่งสกปรก อาจทำทุกครึ่งปีหรือตามสภาวะการใช้งานและคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ ใช้หลักการของฟิวส์ ขาดแล้วขาดเลย ดังนั้นเมื่อทำงานแล้วจะไม่สามารถนำมาใช้งานได้อีก การทดสอบจึงต้องทำทุก 5 ปี โดยสุ่มตัวอย่างจากอุปกรณ์ 2 ตัวจากทุก 100 ตัว และเพิ่มอีก 2 ตัวถ้ามีเศษของหนึ่งร้อย โดยถ้าพบว่าชำรุดต้องทดสอบเพิ่มเพื่อ หาข้อสรุปว่าเกิดขึ้นเฉพาะตัวหรือจากสาเหตุใด การทดสอบนี้ควรส่งไปให้ผู้ผลิตหรือห้องวิจัยที่เชื่อถือได้ ทำการทดสอบและอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิเพิ่ม มีหลักการทำงานแตกต่างจากแบบคงที่คือเมื่อทำงานแล้วสามารถนำมาใช้งานได้อีกจึงสามารถทดสอบได้โดยการให้ความร้อนจริงในการทดสอบโดยการ ใช้เครื่องเป่าลมหรือหลอดไฟให้ความร้อนส่งไปที่อุปกรณ์จนกระทั่งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสามารถตรวจจับได้โดยให้มีการทดสอบอย่างน้อย 1 ตัวในแต่ละโซนทุก 6 เดือน และในแต่ละครั้งจะมีการเลือกอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนไม่ให้มีการซ้ำกัน และเมื่อครบ 5 ปี ต้องมีการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนให้ครบทุกตัว และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบผสมจะใช้วิธีเดียวกับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิเพิ่ม แต่ต้องระวังไม่ให้ชิ้นส่วนตรวจจับอุณหภูมิคงที่ทำงาน (อย่าปล่อยให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกินพิกัด) แล้วนั้น มีวิธีทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน National Fire Protection Association (NFPA) และ Underwriters Laboratories Inc. (UL) และ/หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้แทนเห็นสมควร กำหนดให้มีการตรวจสอบโดยใช้ความร้อนจาก ไอร์ฟเป่าลม หรือหลอดไฟทำความร้อน เป็นตัวทดสอบ (วสท. 2535: 42) โดยใช้วิธีการดังกล่าว พบปัญหาในการทดสอบโดยวิธีนี้ ที่มักจะเกิดข้อผิดพลาดจากการทดสอบ กล่าวคือการให้ความร้อนในการทดสอบจะต้องมี ระยะเวลายาวนานเกินไป จนก่อให้เกิดผลกระทบจากความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนด อันเป็นเหตุให้การทดสอบไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร รวมถึงการเสียหายต่ออุปกรณ์ที่เกิดจากการทดสอบ ซึ่งหากมีการนำเข้าอุปกรณ์ทดสอบตัวตรวจตัวจับความร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการทดสอบอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา เพื่อช่วยลดความเสียหายของอุปกรณ์และให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลาที่สามารถทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- 1.1 ส่วนควบคุมความร้อน
- 1.2 ส่วนป้องกันอุปกรณ์ และหน่วยเวลา
- 1.3 ส่วนอุปกรณ์ประกอบและแหล่งจ่ายไฟ
- 1.4 สร้างแบบบันทึกผลการทดลอง
2. เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่พัฒนาขึ้นสามารถทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา
 - 3.1 อุณหภูมิ $57^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
 - 3.2 อัตราการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นของอุณหภูมิ มากกว่า 7°C ต่อ นาที

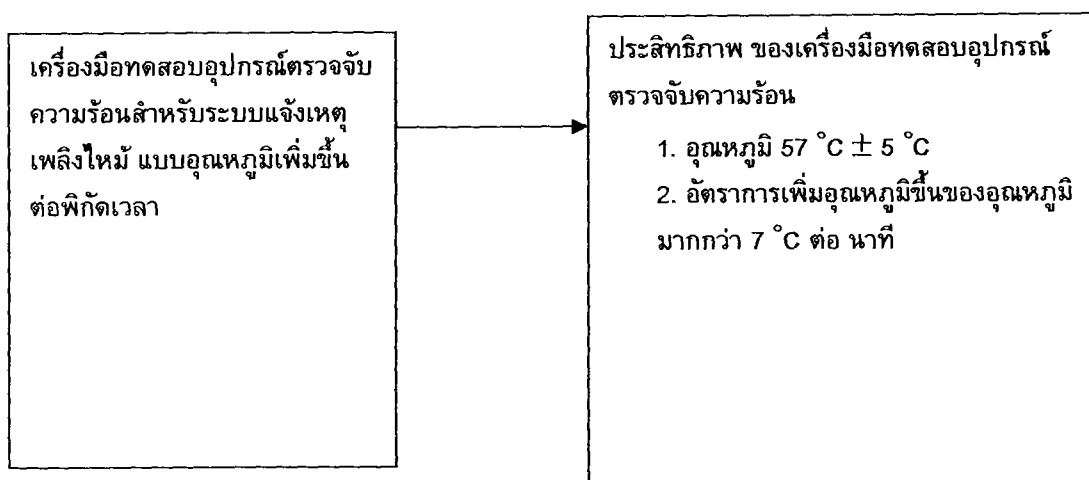
นิยามศัพท์เฉพาะ

เกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน หมายถึง ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตัวจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา คืออุณหภูมิคงที่ 57 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 7 องศาเซลเซียส ต่อนาที (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย . 2535 : 26)

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน หมายถึง อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่เกิดจากการตรวจจับความร้อนได้ แล้วสัญญาณไปยังตู้ควบคุม

เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลาที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมา โดยสามารถใช้งานได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเอกสาร ตำรา งานวิจัย ซึ่งจะ
เป็นประโยชน์ประกอบการทำวิจัยครั้งนี้ให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกอุปกรณ์ข้อดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอัคคีภัยและระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
2. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
3. ประสิทธิภาพ ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
4. เครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
5. การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอัคคีภัยและระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอัคคีภัย การลดความเสี่ยงต่ออัคคีภัย เป็นภัยที่ก่อให้เกิดความ
เสียหายอย่างมหาศาลทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน อย่างไรก็ตามเราสามารถหลีกเลี่ยงหรือลดความ รุนแรงลงได้
ถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้พิจารณา และให้ความสำคัญ ในการออกแบบสิ่งก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้น และเป็น
ประโยชน์ต่อการใช้งาน ให้มีความเสี่ยง ต่ออัคคีภัยต่ำ และในกรณีเกิดไฟไหม้แล้ว มีผลเสียหายเกิดขึ้นน้อย
ที่สุด ตามทฤษฎีแล้ว อัตราความเสี่ยงต่ออัคคีภัยมีได้หมายถึง ความเป็นไปได้ในการจะเกิดไฟไหม้ขึ้น
เท่านั้น แต่หมายถึง ขนาดความ รุนแรง ของความเสียหายที่เกิดจากไฟไหม้ ดังต่อไปนี้คือ

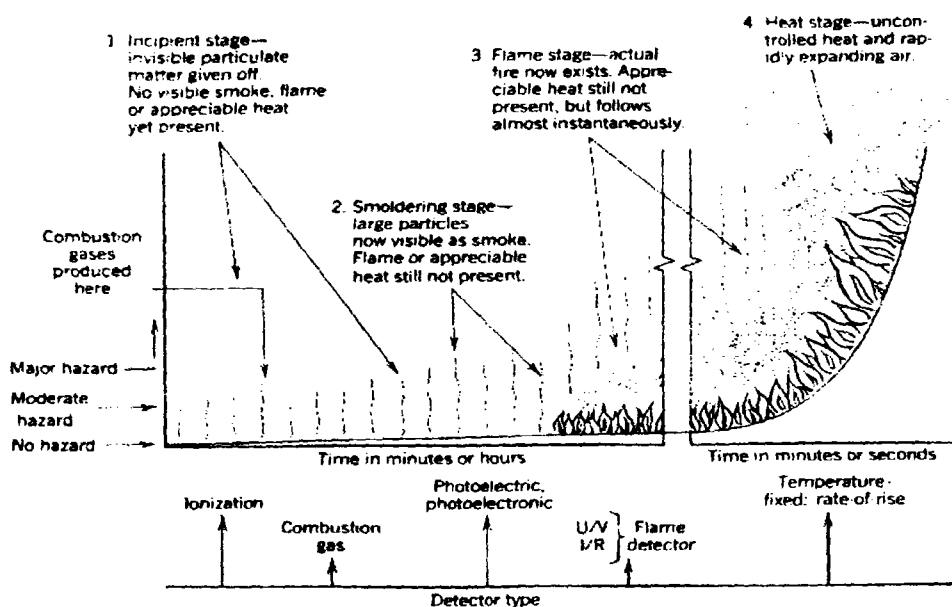
1. การสูญเสียชีวิต
2. การสูญเสียทรัพย์สินที่ถูกไฟไหม้
3. การสูญเสียโอกาสในกิจการที่ต้องหยุดชะงักเนื่องจากไฟไหม้
4. ความสูญเสียทางจิตวิทยา จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า

ผู้ประสบภัยเพลิงไหม้มักเกิดความท้อถอยทางด้านจิตใจ เนื่องจากอัคคีภัยเป็นภัยที่มนุษย์ก่อขึ้นเอง จะตั้งใจ
หรือไม่ก็ตาม เป็นภัยแห่งการทำลายซึ่งเติบโตคู่มากับการเจริญเติบโตทาง ด้านสร้างสรรค์ ซึ่งประเทศกำลัง
พัฒนาหลายๆ ประเทศกำลังประสบอยู่ โดยเฉพาะการก่อสร้างโรงงานที่ไม่มีการวางแผนอย่างรอบครอบทั้ง
ด้านสวัสดิการและความปลอดภัย มุ่งเน้นแต่การลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด การสร้างโรงงานจึงต้องให้มีพื้นที่
กระชับที่สุดแต่สามารถ จุแรงงานได้มากที่สุด เพื่อประสิทธิภาพของการผลิตที่สูงที่สุด สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้
เกิดอัตราความเสี่ยงต่ออัคคีภัยเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณทั้งสิ้น บทเรียนที่ประเทศกำลังพัฒนาเช่นประเทศไทย
ได้รับ คือสูญเสียจากภัยของสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นเอง ด้วยโครงสร้างที่บอบบางต่อการกระทบกระทั่ง
แม้แต่การใช้งานตามปกติ เพราะการออกแบบที่ปราศจากจิตสำนึกและขาดจินตนาการต่อภัยที่อาจเกิดขึ้น
เช่น กรณีการเกิดอัคคีภัยในลักษณะเดียวกันที่โรงงานเคเดอร์ถึง 3 ครั้ง โดยปราศจากการแก้ไข หรือการ
พังทลายของโรงแรมที่ นครราชสีมา เป็นตัวอย่างที่ดีที่แสดงให้เห็นว่า การก่อสร้างอาคารเหล่านี้ต้องรีบสร้าง

เพื่อให้ทันต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ จึงต้องควบคุมด้วยประสิทธิภาพที่เจ็บปวด เพราะความสูญเสียอย่างใหญ่หลวงที่เกิดจากภัยที่สามารถป้องกันได้เหล่านี้

หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารให้มีมาตรการลดความเสี่ยงต่ออัคคีภัย และเมื่อเกิดอัคคีภัยแล้วลดความเสียหายที่เกิดขึ้นให้ต่ำที่สุด โดยเริ่มต้นจะกล่าวถึงลักษณะการเกิดและการขยายตัวของเพลิงไหม้ การเลือกใช้วัสดุสำหรับสำหรับอาคาร และการเพิ่มมาตรการรักษาความปลอดภัยต่อชีวิตจากอัคคีภัยในอาคารระยะต่างๆ ของไฟไหม้

การพัฒนาของไฟที่ไหม้อาคารแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ (1) ระยะไฟเริ่มต้น (Outbreak) (2) ระยะเผาไหม้อยู่ตัว (Spread) (3) ระยะไฟกำลังจะมอด (Extinction)



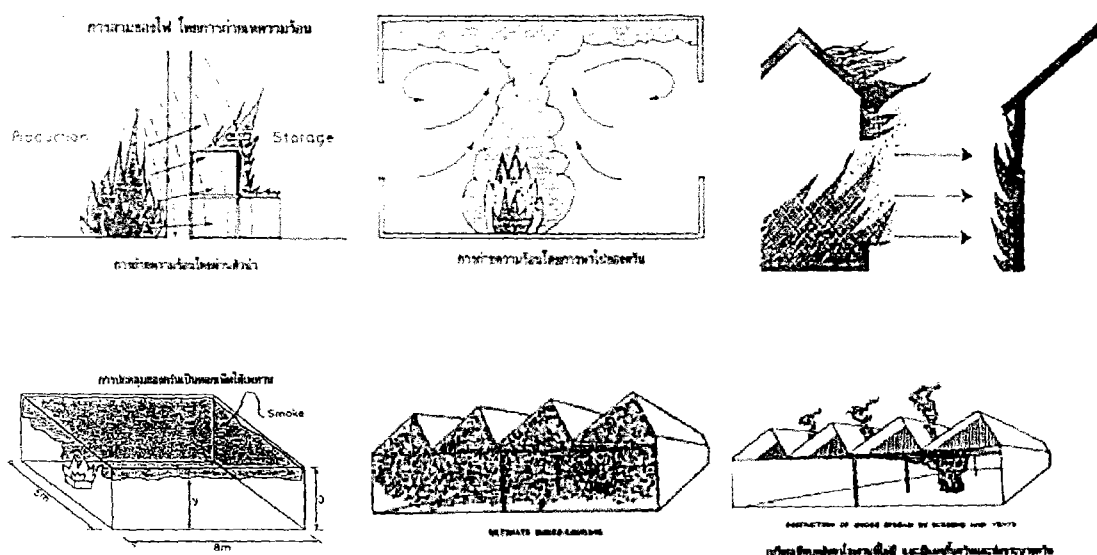
ภาพประกอบ 2 การลุกลามของไฟ

((McGuiness, et.al. 1986: 698))

สำหรับระยะที่ 1 คือ ระยะติดไฟ มักเกิดจากอุบัติเหตุหรือเกิดจากการลุกลามของเชื้อเพลิง ซึ่งไม่ใช่ส่วนหนึ่งของอาคารเพื่อลดความเสี่ยงจากเพลิงไหม้จะมีความเกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ในระยะที่ 2 คือ เป็นระยะที่ไฟกำลังเผาไหม้อยู่ตัว โครงสร้างจะต้องยืนอยู่ได้โดยไม่ต้องพังทลาย เมื่อเชื้อเพลิงเริ่มน้อยลงก็จะเป็นระยะมอดของไฟ การออกแบบอาคารที่ดีจึงต้องพิจารณาให้โครงสร้างมีเสถียร ภาพนานที่สุด และต้องจัดแบ่งพื้นที่ภายในอาคารให้มีพื้นที่ปลอดภัย โดยมีผนังกันไฟชะลอการขยายตัวของเพลิงและควันพิษให้นานพอ ทำให้ผู้ติดอยู่ในอาคารมีเวลารอดความช่วยเหลือได้ การลุกลามของไฟโดยปกติการลุกลามของไฟต้องประกอบแหล่งความร้อนอากาศและวัสดุที่ติดไฟได้ หลักการเบื้องต้นในการป้องกันเพลิงไหม้ คือ การแยกแหล่งที่อาจก่อให้เกิดการลุกลามของไฟออกจากสารที่ติดไฟได้ง่าย เช่น ไม่นำสารที่ติดไฟได้ง่ายไปอยู่ใกล้แผงวงจรไฟฟ้าที่อาจเกิดอุบัติเหตุไฟลัดวงจรได้ การลุกลามของไฟที่ก่อให้เกิดเพลิงไหม้อาคารมักเกิดจากวัสดุเชื้อเพลิงที่อยู่ในอาคารมากกว่าวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร การป้องกันทำได้คือ การนำวัสดุติดไฟได้มาใช้ภายในอาคารต้องทำด้วยความระมัดระวัง ส่วนของอาคารที่สามารถติดไฟได้มักเป็นวัสดุตกแต่งปก

คลุมผนังและฝ้าเพดาน การเลือกใช้วัสดุเหล่านี้ให้เหมาะสมกับการใช้อาคารจึงมีความสำคัญมากเช่นกัน การลามของไฟ เมื่อลุกลามแล้ว การลามของไฟอาจเกิดได้โดยการถ่ายเทความร้อน 3 วิธี คือ 1. โดยการนำความร้อน (Conduction) 2. โดยการพาความร้อน (Convection) 3. โดยการแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

เมื่อวัสดุติดไฟได้ติดกันการลามไฟเป็นไปได้โดยการนำความร้อน แม้กระทั่งวัสดุติดไฟอยู่คนละห้อง แต่วางชิดกันผนังซึ่งนำความร้อนได้ การลุกลามของไฟจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่งก็เป็นไปได้โดยง่าย การลามไฟโดยการนำความร้อนทำได้โดยเปลวควัน แต่มักเกิดได้ใน แนวตั้ง และเป็นสาเหตุใหญ่ในการลามไฟในอาคารสูง ส่วนการลามโดยการแผ่รังสีความร้อน มักจะทำให้ไฟลามไปยังอาคารข้างเคียงได้ การขยายตัวของไฟในระยะเริ่มต้น มักจะเป็นไปในแนวตั้งมากกว่าในแนวราบ เมื่อเปลวไฟทำให้เกิดควันปกคลุมเป็นดอกเห็ดใต้เพดานหมดแล้ว ควันร้อนเหล่านี้จะเปล่งรังสีความร้อนลงมาปกคลุมทุกส่วนในห้อง ทำให้การเผาไหม้เกิดรวดเร็วขึ้น ในขณะเดียวกัน ออกซิเจนภายในห้องจะ ค่อยๆหมดไป ทำให้การลามไฟเริ่มลดถอยลง แต่การขาดอากาศหายใจภายในห้องจะเป็นอันตรายต่อชีวิตได้ คนที่ติดอยู่ภายในอาคาร มักจะเสียชีวิตเพราะขาดอากาศหายใจ เนื่องจากสูดเอาควันพิษเข้าร่างกายและเสียชีวิตด้วยเวลาอันสั้น การลุกลามและการลามของไฟจนถึงจุดที่เรียกว่า ฟาเรนไฮต์ LASHHOVER จะมีผู้เสียชีวิตมากถ้าติดอยู่ภายในห้อง หลังจากถึงจุดนี้แล้วเชื้อเพลิงเริ่มขาดลงทำให้ไฟหยุดลาม หลังจากนั้นไฟจะเริ่มมอด ถ้าไม่มีเชื้อเพลิงเติมการลามของไฟจากห้องที่ติดไฟไปยังบริเวณอื่น มักเป็นการพาความร้อนจากช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องว่างระหว่างประตูหน้าต่าง หรือเป็นไปโดยการนำความร้อนผ่านผนังกันห้อง การออกแบบที่ดีสำหรับการป้องกันการขยายตัวของไฟคือ การแบ่งอาคาร (Compartmentation) ด้วยผนังกันไฟที่มีอัตรากันไฟขนาดหนึ่ง นอกจากนี้การออกแบบหลังคาให้มีการจำกัดการขยายตัวของควันไฟ หรือจัดให้มีช่องระบายควันโดยเฉพาะสำหรับโถงสูง และการเลือกใช้เพดานที่ไม่ติดไฟ ล้วนเป็นมาตรการประกอบที่ดี



ภาพประกอบ 3 การลุกลามและลามของไฟ

(วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย. 1997: เอกสารเผยแพร่ในงานแถลงข่าว Entech 97)

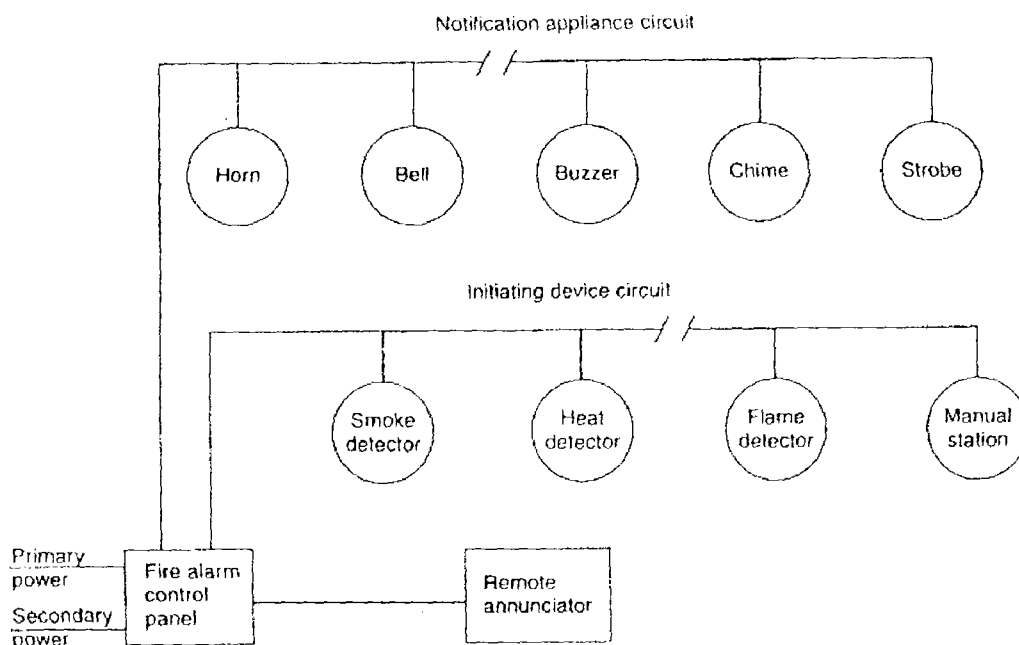
ความสำคัญของการถ่ายเทความร้อน หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิศวกรก็คือ การออกแบบและสร้างเครื่องจักรเพื่อผ่อนแรงมนุษย์ โดยอาศัยพลังงานรูปแบบอื่น ๆ นอกจากพลังงานที่ได้จากตัวมนุษย์เอง หรือสัตว์เลี้ยง ความพยายามของมนุษย์ในการที่จะปรับปรุง และพัฒนาเครื่องผ่อนแรงใหม่ๆ นี้ เป็นรากฐานของความเจริญทางเทคโนโลยีมาจนถึงทุกวันนี้ ปัจจุบัน เราได้รับพลังงานส่วนใหญ่จากเชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น น้ำมัน ก๊าซ ธรรมชาติ ถ่านหิน ชีวะมวล ฯลฯ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่สำคัญในทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้มุ่งไปในทางที่จะควบคุมพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ แล้วแปรรูปพลังงานที่ได้ให้อยู่ในรูปที่เราต้องการ พลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงมักจะได้ออกมาเป็นพลังงานความร้อนก่อน แล้วพลังงานความร้อนนี้ จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ๆ เช่น พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการถ่ายเทความร้อน และความสามารถที่จะคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อน จึงมีความสำคัญต่อการนำพลังงานรูปต่างๆ มาใช้เป็นอันมาก

ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายเทของความร้อนมีความสำคัญต่อวิศวกรในการออกแบบ ประดิษฐ์ ทดสอบ และใช้เครื่องมือแลกเปลี่ยนความร้อนทุกชนิด วิศวกรทุกสาขาวิชาจะหนีปัญหาการถ่ายเทความร้อนไม่พ้น วิศวกรไฟฟ้าต้องมีความรู้เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนมากพอที่จะออกแบบเครื่องมือสำหรับการระบายความร้อนของมอเตอร์ ไดนาโม หรือหม้อแปลงได้ วิศวกรเคมีจะต้องเกี่ยวข้องกับการควบคุม การระเหยของสาร และการทำให้อุณหภูมิของสารเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนทั้งสิ้น วิศวกรเครื่องกลต้องเผชิญกับปัญหาของการถ่ายเทความร้อนมากที่สุด วิศวกรเครื่องกลจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนในการผลิตพลังงานของเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน กังหันไอน้ำ และกังหันก๊าซ นอกจากนี้ยังต้องเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนโดยตรง วิศวโยธาจะต้องมีความรู้ในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนมากพอที่จะเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น เขื่อนและอาคาร เป็นต้น

ในปัจจุบัน ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของความร้อนยังมีความสำคัญยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่า วัสดุก่อสร้างต่างๆมีราคาแพงมากขึ้น การออกแบบเครื่องมือสำหรับการถ่ายเทความร้อน ก็ต้องทำให้กะทัดรัดยิ่งขึ้นเพื่อประหยัดวัสดุ การออกแบบนี้ จะทำได้เมื่อเราเข้าใจทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อนเป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วก็เป็นที่ยอมรับกันว่า เรากำลังจะขาดแคลนเชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก น้ำมันที่เราเคยใช้อยู่อย่างสะดวกก็มีที่ท่าจะหมดไป และเรากำลังมองหาพลังงานจากแหล่งอื่น ที่เห็นว่าพอจะนำมาใช้แทนน้ำมันได้ก็มี พลังงานปรมาณู และพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งใช้พลังงานออกมาในรูปของพลังงานความร้อนทั้งสิ้น การเก็บเอาพลังงานมาใช้ให้มีประสิทธิภาพต้องอาศัยความรู้ทางการถ่ายเทความร้อนอย่างดี และการเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันซึ่งได้ใช้อยู่ก่อนแล้วอย่างแพร่หลายไปใช้เชื้อเพลิงอย่างอื่นจะต้องออกแบบเครื่องมือสำหรับการถ่ายเทความร้อนใหม่หมด ซึ่งจะต้องอาศัยศาสตร์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งสิ้น

จากข้อมูลที่ได้กล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอค์ถึภัยพอสรุปได้ว่า ความร้อนเคลื่อนที่จากจุดๆ หนึ่งไปยังจุดอีกจุดหนึ่งได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี การเคลื่อนที่ของความร้อนทั้ง 3 วิธีนี้ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้น แต่กลไกในการที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความร้อน แต่ละวิธีแตกต่างกัน สำหรับวิศวกรนั้นนอกจากจะต้องเข้าใจถึงกลไกของการเคลื่อนที่ของความร้อนเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องรู้วิธีการที่จะคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 วิธีนี้ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบเครื่องมือ และเครื่องจักรต่างๆ

1.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การทำงานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งเป็นระบบเฝ้าระวังภัยจากเพลิงไหม้ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับว่ามีเพลิงไหม้เกิดขึ้นในอาคารหรือไม่ ไม่ว่าจะจับจากควัน ความร้อน และสวิตช์ให้ดึง ถ้าตรวจพบก็จะแจ้งมาที่ห้องควบคุม หรือแสดงตำแหน่งที่เกิดเหตุ จากนั้นก็ส่งเสียงเตือนภัยแก่ผู้อยู่ในอาคาร เพื่อให้ทำหน้าที่ดังกล่าวดำเนินการได้ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีโครงสร้างของระบบดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(Carson and Klinker. 2000: 2)

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีโครงสร้างของระบบ ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

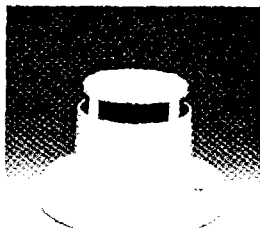
1.2.1 ส่วนของอุปกรณ์การตรวจจับ ในการตรวจจับ ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ มีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1.2.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke detector) เป็นอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้ตรวจจับควัน และสามารถตรวจจับควันได้เร็วมาก จึงถือได้ว่าช่วยป้องกันชีวิตคนได้ อุปกรณ์ตรวจจับควันมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบโฟโตอิเล็กทริก โดยอาศัยหลักการทำงานที่ดูว่า ถ้ามีเขม่ามาบังแสง แสดงว่าเกิดไฟไหม้ และแบบไอออนไนเซชัน โดยอาศัยหลักการทำงานที่ใช้สารกัมมันตภาพรังสีสร้างไอออน ไอออนเหล่านี้นำไฟฟ้า เมื่อใดที่อนุภาคควันลอยเข้ามา อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าก็จะรวมตัวกับไอออน ทำให้การนำไฟฟ้าลดลงแปลว่าเกิดไฟไหม้ แบบไอออนไนเซชันนี้จะเหมาะกับไฟไหม้กระต่าย แต่จะมีปัญหากับห้องที่มีไอระเหย ทาสีใหม่ กั้นเนอร์ รูปร่างอุปกรณ์ตรวจจับควันดูได้จากภาพประกอบ 5-1 มีจุดสังเกตคืออุปกรณ์ตรวจจับควันมีหลอดแอลอีดีแดง กระพริบตลอดเวลา

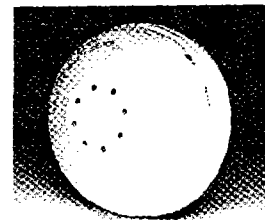
1.2.1.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat detector) สามารถตรวจจับไฟไหม้ได้ เมื่อเกิดมีความร้อนสูงขึ้นมากแล้ว จึงถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันทรัพย์สินได้ แต่จะใช้ติดตั้งเพื่อช่วยชีวิตคน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน มี 3 แบบ คือ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิคงที่ มีหลักการทำงานเหมือนฟิวส์ เมื่อมีอุณหภูมิสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนด ก็จะทำให้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบคงที่ขาดและเสียไป อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มต่อพิภพเวลา จะตรวจจับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเร็วมากคือเกิน 15 ฟาเรนไฮต์ ต่อนาทีถือว่าเป็นไฟไหม้ และ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบผสม ซึ่งมีทั้ง 2 แบบ แรกอยู่ภายในตัวเดียวกัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสามารถติดตั้งในที่ที่มีควันหรือฝุ่นมากเช่น ห้องครัว ห้องเก็บของ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับควันไม่สามารถใช้งานได้ ดังภาพประกอบ 5-2

1.2.1.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) มีไว้สำหรับให้ผู้ประสบเหตุเพลิงไหม้ มาดึง เพื่อเป็นการแจ้งสัญญาณให้ทางห้องควบคุมทราบ ดังภาพประกอบ 5-3

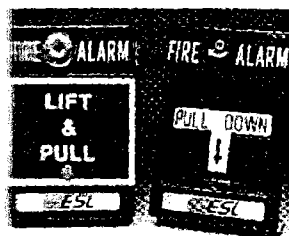
1.2.2 ส่วนของอุปกรณ์การแจ้งสัญญาณ ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นอุปกรณ์การแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ โดยการแสดงออกเป็นสัญญาณ เช่น เสียง และหรือแสงเปล่ง ออกมาเป็นสัญญาณแจ้ง ให้ผู้ใช้อาคารทราบว่า เกิดเหตุเพลิงไหม้ อาจจะเป็นกระดิ่ง, ฮอว์นหรือลำโพง จะให้เสียงดังมาก และต้องเป็นชนิดที่ทนอุณหภูมิสูง เพื่อใช้กับงานแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยเฉพาะตัวอย่างเช่น การแจ้งสัญญาณเสียงจากกระดิ่ง ดังภาพประกอบ 5-4



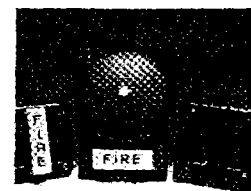
1. อุปกรณ์ตรวจจับควัน



2. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน



3. อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ



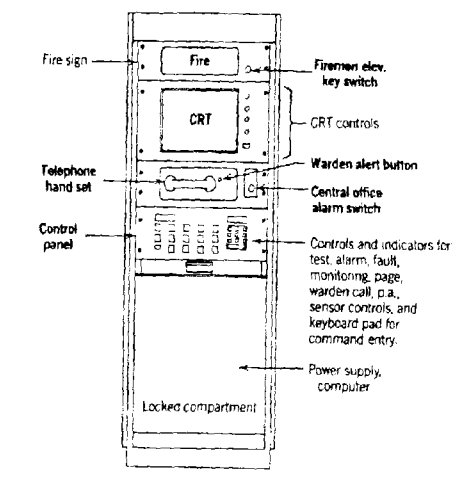
4. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ

ภาพประกอบ 5 อุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

(รณชัย กล้าโนจิต. 1997: 15-141)

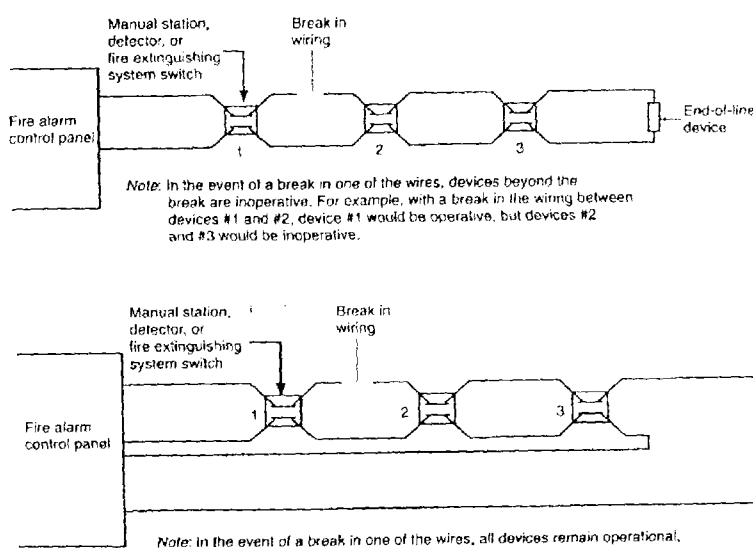
1.2.3 ส่วนของอุปกรณ์การควบคุม ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การควบคุมและแสดงผล ประกอบไปด้วยแผงควบคุม (ฟาเรนไฮต์ fire Alarm Control Panel) พร้อมแบตเตอรี่ และแผงแจ้งเหตุ

(Enunciator Panel) ดังภาพประกอบ 6 ซึ่งทำเป็นรูปแผงผนังของอาคารและมีหลอดไฟแจ้งเหตุประจำโซน นอกจากนี้ยังมีเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ข้อมูลของการแจ้งเหตุ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์สาเหตุของเพลิงไหม้



ภาพประกอบ 6 แผงควบคุมและแผงแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(McGuinness, et.al. 1986: 721)

1.2. 4 ส่วนการเดินสาย ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้น มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ด้วยการเดินสายไฟ (Hardware) ดังภาพประกอบ 7 เพื่อให้วงจรระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานได้อย่างสมบูรณ์



ภาพประกอบ 7 วงจรระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(Carson and Klinker. 2000: 2)

2. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร เพื่อไว้สำหรับการตรวจจับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากความร้อนของไฟที่เกิด ได้อัตโนมัติ ซึ่งความร้อนจะสามารถตรวจจับได้โดย อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

2.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature Detector) หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบง่าย ๆ ดังภาพประกอบ 8 และ 9 คือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับที่ตั้งไว้ และมีความร้อนหน่วงในขณะอุปกรณ์ชนิดนี้ทำงาน หลังจากธาตุได้มีการหลอมละลายเรียบร้อยแล้วจะทำให้เกิดการ ทำงานของหน้าสัมผัสไฟฟ้าจะเป็นตัวเริ่มสัญญาณเตือน ให้กับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยปกติแล้วอุณหภูมิของบรรยากาศรอบๆ จะสูงกว่าอุณหภูมิคงที่ ของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิคงที่กับอุณหภูมิของบรรยากาศรอบๆ เราเรียกว่าความร้อนหน่วง และเป็นสัดส่วนต่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ องค์ประกอบของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ จะประกอบด้วยสารองค์ประกอบดังรายการต่อไปนี้

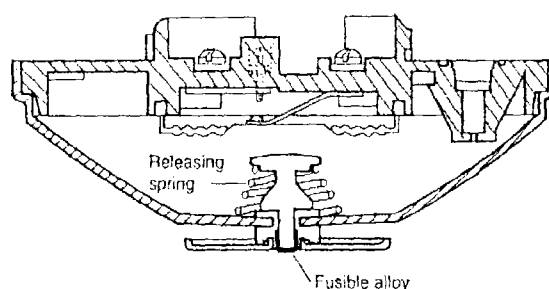
2.1.1 โลหะคู่ (Bi-metallic) ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิดซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อนที่ต่างกัน จัดประกบติดกันในลักษณะ ที่ทำให้โลหะงอไปด้านหนึ่งเมื่อได้รับความร้อน และงอไปทางด้านตรงข้ามเมื่ออุณหภูมิของโลหะเย็นลง

2.1.2 ตัวนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) สารองค์ประกอบเป็นลวดความต้านทาน ซึ่งค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

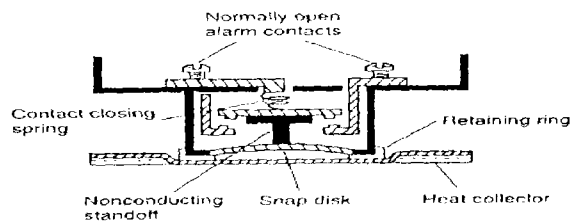
2.1.3 โลหะผสมหลอมละลาย (Fusible Alloy) สารองค์ประกอบเป็นโลหะผสมพิเศษ ซึ่งจะหลอมละลายเมื่อความร้อนถึงอุณหภูมิพิกัด

2.1.4 เคเบิลไวต่อความร้อน (Heat Sensitive Cable) เป็นอุปกรณ์ชนิดเส้นที่ประกอบด้วย สายนำกระแสจำนวน 2 เส้น เป็นตัวสัมผัสทางไฟฟ้าชนิดที่สองเป็นสายเส้นเดียวสอดอยู่กลางท่อโลหะ โดยอัดสารพิเศษระหว่างช่องว่างของสายกับท่อ เมื่อสารนั้นร้อนถึงอุณหภูมิวิกฤติ จะเป็นจากสภาวะฉนวนไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้เกิดการสัมผัสทางไฟฟ้า ระหว่างท่อกับสายไฟ

2.1.5 การขยายตัวของของเหลว สารองค์ประกอบเป็นของเหลว ซึ่งขยายตัวทางปริมาตรตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น



ภาพประกอบ 8 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิคงที่
(Carson and Klinker. 2000: 8)

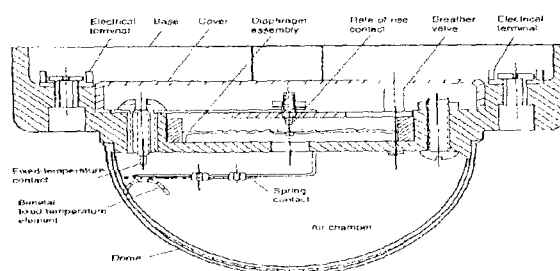


ภาพประกอบ 9 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบจานสปริงอุณหภูมิคงที่
(Carson and Klinker. 2000: 8)

2.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อพิภักดเวลา (Rate of Rise Detector) ซึ่งมีหลักการทำงาน โดยการตรวจจับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก สูงขึ้นเกินอัตราพิภักดที่ตั้งไว้ คือ เกิน 15 ฟาเรนไฮท์ ต่อนาทีถือว่าเป็นไฟไหม้ และท่อหายใจเล็กๆ ที่ยอมรับการขยายตัว ของการสัมผัสกับอากาศ ทั้งสองส่วน เมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ความร้อนที่เกิดมาจากสาเหตุของอัคคีภัย อากาศที่อยู่ในโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับจะมีการขยายตัวมากและรวดเร็วซึ่งสามารถระบายอากาศได้ เมื่อมีการขยายของอากาศจะมีการสร้างแรงดันไปยังไดอะแฟรม ซึ่งจะทำหน้าที่สัมผัสของไฟฟ้าทำงาน ซึ่งจะประกอบด้วยโครงสร้างของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

2.2.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ด้วยอัตราการเพิ่มความดันในเส้นท่อ (Pneumatic Rate of Rise Tubing) อุปกรณ์ตรวจจับชนิดนี้เป็นเส้นยาว ประกอบด้วยท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กๆ โดยปกติจะเป็นท่อทองแดง ติดตั้งอยู่บนฝ้าเพดาน หรือบนขอบของพื้นที่ที่ต้องการป้องกันอัคคีภัย ปลายท่อจะต่อเข้ากับเครื่องตรวจจับ ซึ่งประกอบด้วย ไดอะแฟรมและชุดของตัวสัมผัส ซึ่งทำงานที่พิภักดความดันที่ตั้งไว้ ระบบจะปิดสนิท ยกเว้นการปรับแต่งการระบายอากาศได้ เพื่อให้ชดเชยต่อการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิตามสภาวะปกติ

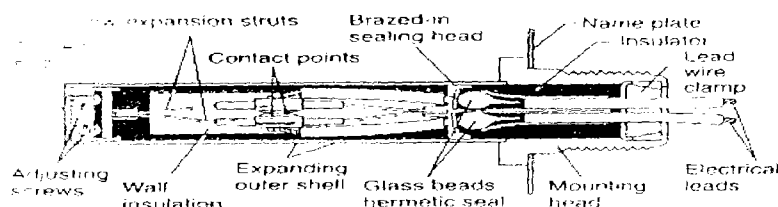
2.2.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ด้วยอัตราการเพิ่มขึ้นของความดันลมชนิดจุด (Spot - Type Pneumatic Rate of Rise Detector) อุปกรณ์ชนิดนี้ประกอบด้วยกล่องอากาศ (Air Chamber) ไดอะแฟรมตัวสัมผัส และรูระบายอากาศบรรจุรวมอยู่ในกล่องเดียวกัน หลักการทำงาน จะทำงานตามพิภักดความดันที่ตั้งไว้ เมื่อมีการขยายของอากาศจะมีการสร้างแรงดันไปยังไดอะแฟรม ซึ่งจะทำหน้าที่สัมผัสของไฟฟ้าทำงาน ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภักดเวลา
(Carson and Klinker. 2000: 8)

2.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนด้วย ผลของไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermoelectric Effect Detector) ประกอบด้วย องค์ประกอบสารที่ไวต่อความร้อน ชนิดเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) หรือ เทอร์โมไพล (Thermopile) หลักการทำงานคือ เมื่อศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ศักย์ไฟฟ้าจะตรวจทราบ (Monitor) โดยอุปกรณ์ควบคุม และจะเริ่มสัญญาณเตือนภัย เมื่ออัตราเพิ่มขึ้นของศักย์ไฟฟ้าเร็วกว่าปกติ

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอัตราการชดเชยอุณหภูมิ (Rate Compensation Detector) การตอบสนองของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบชดเชย เมื่ออุณหภูมิโดยรอบสูงขึ้นจนถึงจุดที่ตั้งไว้ตามมาตรฐาน โดยไม่ขึ้นกับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ให้พิจารณาอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อพิภักเวลาเล็กน้อยก่อนที่จะถึงอุณหภูมิคงที่ของอุปกรณ์ตรวจจับ มันจะทำงานอย่างรวดเร็ว แผ่นโลหะภายในโครงสร้าง ทั้ง 2 จะมีการขยายตัวจนสัมผัสกันทำงานได้อย่างสมบูรณ์และจะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมวงจรของระบบ แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังภาพประกอบ 11 ตัวอย่างอุปกรณ์ชนิดนี้ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับเฉพาะจุด ประกอบด้วย หลอดโลหะซึ่งจะขยายตัวตามยาวเมื่อร้อน ถ้าการขยายตัวถึงจุดที่กำหนด จะทำให้แรงดันปิดตัวสัมผัส และภายในหลอดจะมีโลหะอีกชิ้นหนึ่งคอยส่งแรงต้านไม่ให้ตัวสัมผัสปิด แรงทั้งสองจะอยู่ในสภาวะสมดุล เมื่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิอากาศโดยรอบสูงขึ้นช้าๆ ให้ความร้อนสามารถผ่านไปถึงชั้นโลหะภายใน และเกิดแรงต้านตัวสัมผัส ให้เปิดอยู่จนกระทั่งอุณหภูมิสูงขึ้นถึงพิภักที่กำหนด



ภาพประกอบ 11 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอัตราการชดเชยอุณหภูมิ
(Carson and Klinker. 2000: 9)

จากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร ที่สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท นั้นผู้วิจัยได้เลือกที่จะพัฒนาเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน กับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ที่เป็นแบบการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อพิภักเวลา (Rate of Rise Detector)

3. ประสิทธิภาพ ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจากมาตรฐานของการทดสอบ โดยการปรับประสิทธิภาพอุปกรณ์มากำหนดเป็นเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภักเวลา เพื่อป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภักเวลา เนื่องจากการทดสอบการใช้งาน ในการออกแบบวงจรและสร้างเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์

ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา จึงได้นำเอาคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา มาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบวงจร

การกำหนดเกณฑ์ของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิแบบคงที่ เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน จะเริ่มส่งสัญญาณที่อุณหภูมิพิกัดคงที่ คือ 57°C ($135^{\circ}\text{ฟาเรนไฮต์}$) และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เริ่มสัญญาณ 2 กรณี คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลาที่กำหนด (Rate of ฟาเรนไฮต์ Rise) เริ่มสัญญาณเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิน 7°C ($15^{\circ}\text{ฟาเรนไฮต์}$) ต่อมาที่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงค่าพิกัด แล้วจะส่งสัญญาณไปยังตู้ควบคุมเพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อแจ้งเหตุ (วสท. 2523: 6)

ผู้วิจัยจึงได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมากำหนด เป็นช่วงสถานการณ์ทำงานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา โดยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 7°C ต่อมาที่ และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 57°C ตามพิกัดของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

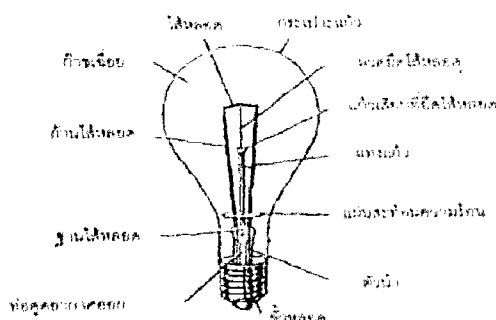
4. เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มต่อพิกัดเวลา สามารถทดสอบได้โดยให้ความร้อนจริง ใช้หลอดไฟหรือเครื่องเป่าลม ให้ความร้อนไปส่องที่อุปกรณ์ จนกระทั่งตรวจจับได้ ให้ทดสอบอย่างน้อย 1 ตัวในแต่ละโซนทุก 6 เดือน ในแต่ละครั้งเลือกอุปกรณ์ไม่ซ้ำกัน และเมื่อครบ 5 ปี ต้องได้รับการทดสอบครบทุกตัว (วสท.2535:41) โดยใช้ความร้อนจากเครื่องให้ความร้อนเป็น 2 ประเภทคือ

4.1 หลอดไฟหลอด เป็นแหล่งความร้อนอันดับแรกที่น่ามาใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน หลอดไฟสามารถจำแนกตามหลักการเกิดของแสงได้ 2 กลุ่ม คือ

4.1.1 หลอดไฟที่มีไส้แล้วทำให้ไส้ร้อนแดงจนเกิดแสง ได้แก่ หลอดไส้ และหลอดฮาโลเจน

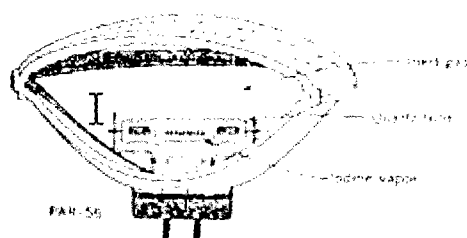
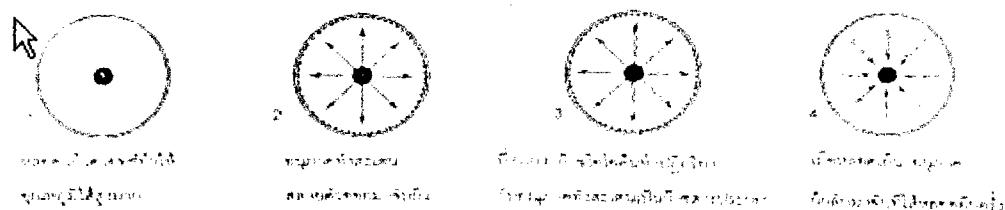
4.1.1.1 หลอดไส้ โครงสร้างของหลอดไส้ ดังภาพประกอบ 12 ประกอบด้วยหลอดทั้งสะท้อน บรรจุในหลอดแก้วอีกชั้นพวกในโตรเจนและอาร์กอน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดทั้งสะท้อนที่มีความต้านทานสูง จะเกิดความร้อนและเปล่งแสงออกมาขณะเดียวกันความร้อนจะทำให้อนุภาคทั้งสะท้อนหลุดออกมาเรื่อยๆ ไปจับที่ผิวหลอดทำให้หลอดมีด่างๆ และได้หลอดขาดในที่สุดเมื่อครบอายุการใช้งานปกติ หลอดไฟที่กินไฟมากที่สุด แต่ก็ยังมีใช้อยู่ในบรรยายการที่ต้องการความอบอุ่น การหรีหลอดไฟทำได้ง่าย



ภาพประกอบ 12 โครงสร้างของหลอดไส้

(ณรงค์ ขอนตะวัน. 2534: 159)

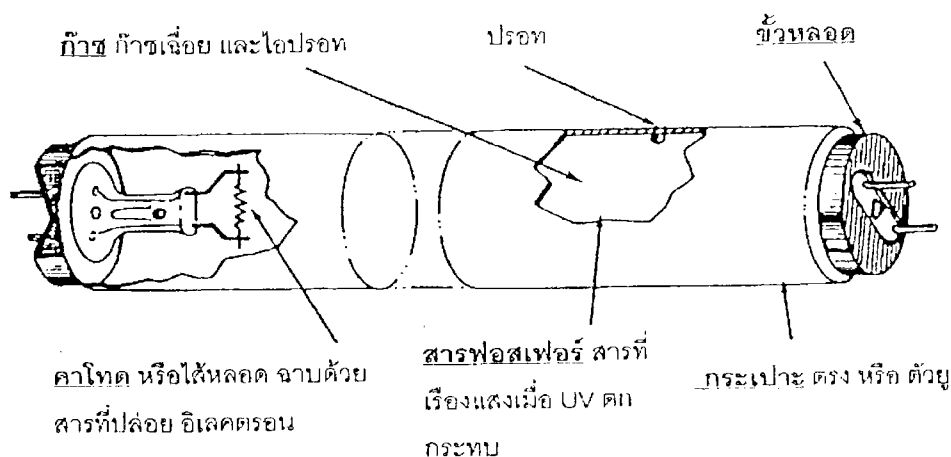
4.1.1.2 หลอดฮาโลเจน มีหลักการทำงานเหมือนหลอดไส้ แต่ได้มีการปรับปรุงโดยการเติม ก๊าซพวกฮาโลเจน เช่น ไอโอดีน เข้าไปผสมกับก๊าซเฉื่อยในไส้หลอด หลอดฮาโลเจนจะบรรจุในหลอดแก้ว ควอทซ์เล็กๆ ซึ่งทำหน้าที่สะสมความร้อน ทำให้อุณหภูมิไส้หลอดสูงขึ้นไปถึง 500 องศาฟาเรนไฮต์ อุณหภูมิขนาดนี้จะทำให้อนุภาคของทั้งสแตนที่ละลายตัวออกมาจากไส้หลอดทำปฏิกิริยากับไอโอดีนเป็นก๊าซชนิดใหม่ ซึ่งจะกลับมาจับไส้หลอดอีกครั้งเมื่อหลอดเย็นตัวลง ตามวัฏจักร ดังภาพประกอบ 13 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไส้หลอดฮาโลเจน จึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดแบบไส้ทั่วๆ หลอดฮาโลเจน ให้แสงที่ขาวใสที่เป็น ประกายระยิบระยับกว่าหลอดไส้มักจะใช้แรงดันต่ำจึงต้องมีหม้อแปลง หลอดฮาโลเจนและหลอดไส้ที่ร้อนมาก ต้องระวังเรื่องการติดไฟไม่ควรส่องวัตถุใกล้กว่า 1 เมตร



ภาพประกอบ 13 การทำงานของหลอดฮาโลเจน
(ตำราฯ บัณฑิต. 2542: 2-25)

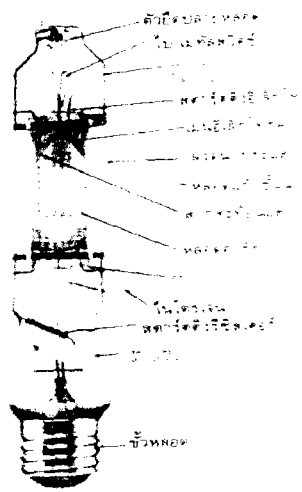
4.1.2 หลอดไฟ ซึ่งทำให้ก๊าซแตกตัวนำไฟฟ้าและปล่อยแสงออกมา ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดโซเดียมความดันสูง และหลอดโซเดียมความดันต่ำ

4.1.2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด โครงสร้างเป็นหลอดแก้วยาวปิดปลาย 2 ด้าน บรรจุก๊าซเฉื่อยพวกอาร์กอนผสมกับไอปรอทที่ความดันต่ำ การจุดหลอดโดยการป้อนกระแสให้ขั้วหลอดทั้งสองจนร้อนและไอปรอทแตกตัว จนเกิดการอาร์คนำกระแสได้ล้าอาร์คจะปล่อยรังสีอุตราไวโอเลตออกมาทำให้สารฟอสเฟอร์ที่ฉาบอยู่ผิวหลอดเรืองแสงขึ้นมา ดังภาพประกอบ 14 หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันทั่วไปนั้นเป็นแบบพรีฮีต คือต้องมีการป้อนกระแสเข้าไปจุดไส้หลอดให้ร้อนก่อน การทำงานเช่นนี้จึงจำเป็นต้องใช้สตาร์ทเตอร์และบัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ทำหน้าที่จุดหลอดในตอนแรกและบัลลาสต์ต้องทำหน้าที่ในการควบคุมกระแสอาร์คให้คงที่ตลอดเวลา หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้แสงได้ 3 แบบคือ Warm white สีของแสงออกขาวแดงๆ cool white สีของแสงออกขาวเหลือง และ daylight สีของแสงออกขาวน้ำเงิน ดังนั้นการเป็นหลอดจำเป็นต้องดูเรื่องสีของแสงด้วย หลอดชนิดนี้ใช้กับฝ่าเพดานสูงได้ไม่เกิน 7 เมตร หลอดมีทั้งแบบยาวและหลอดคอมแพคที่ใช้แทนหลอดไส้



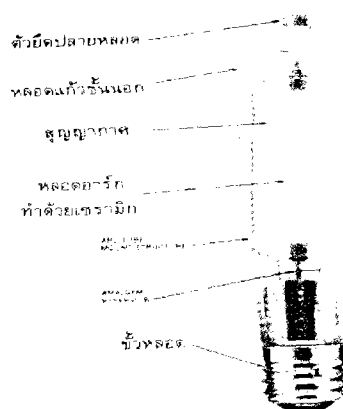
ภาพประกอบ 14 หลอดฟลูออเรสเซนต์
(ดำรงศักดิ์ บัวยอม. 2542: 2-26)

4.1.2.2 หลอดเมทัลฮาไลด์ เป็นหลอดที่อาศัยหลักการใช้ก๊าซไอปรอทแตกตัวเช่นเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ใช้ไอปรอทความดันสูงแล้วเติมด้วยโลหะพวกฮาไลด์ เช่นโซเดียมหรืออิตีเยมลงไป โครงสร้างมี สองชั้นประกอบด้วยหลอดอาร์คและกระเปาะแก้วชั้นนอก ดังภาพประกอบ 15 การเติมสารโลหะฮาไลด์ลงไปทำให้ได้แสงที่มองเห็นได้มากขึ้นประสิทธิภาพสูงขึ้น หลอดเมทัลฮาไลด์ให้แสงสีขาวสวย ความเพี้ยนของสีเมื่อส่องดูน้อย ใช้งานได้กับฝ่าเพดานสูงๆนอกจากบัลลาสต์แล้วจำเป็นต้องใช้อีกนิกเตอร์ช่วยในการจุดหลอดด้วย หลอดนั้นไม่ได้ติดทันทีต้องมีการอุ่นหลอด 3 – 5 นาที



ภาพประกอบ 15 หลอดเมทัลฮาไลด์
(พิบูลย์ ดิษฐอุตม. 2535: 50)

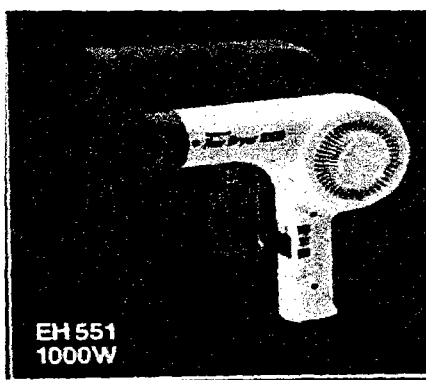
4.1.2.3 หลอดโซเดียมความดันสูง มีโครงสร้างคล้ายกับหลอดเมทัลฮาไลด์ข้อแตกต่างก็คือการใช้ก๊าซโซเดียมความดันสูง ดังภาพประกอบ 16 แสงส่วนใหญ่ที่ได้จึงอยู่ในด้านที่มองเห็นได้ทำให้มีประสิทธิภาพสูงมาก หลอดโซเดียมความดันสูงให้แสงสีเหลืองทอง ใช้กับไฟส่องถนนหรือไฟส่องอาคาร จำเป็นต้องใช้บัลลาสต์และอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจุดหลอดเช่นเดียวกับหลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดนั้นไม่ได้ติดทันทีต้องมีการอุ่นหลอด 3 – 5 นาที



ภาพประกอบ 16 หลอดโซเดียมความดันสูง
(พิบูลย์ ดิษฐอุตม. 2535: 52)

สรุปหลอดไส้จะไวต่อผลกระทบ ของแรงดันไฟฟ้ามาก ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด ถ้าอุณหภูมิยิ่งสูงไส้หลอด จะยิ่งเปล่งแสงออกมาได้มาก โดยปกติแล้วจะใช้ขดลวดทังสเตน ทำงานที่อุณหภูมิระหว่าง 4000 ถึง 5000 เคลวิน จึงเหมาะสมกว่าหลอดไฟ ที่ให้ก๊าซแตกตัว นำไฟฟ้า และปล่อยแสงออกมา ซึ่งในการทำงาน อุณหภูมิที่ได้ น้อยกว่า หลอดแบบไส้ จึงใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

4.2 ไดร์ฟเป่าผม เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นแรงกำหนดความร้อน ที่เรานำมาใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์หัวตรวจจับความร้อน ซึ่งมีใช้ในบ้านเรือน ร้านตัดผม และสถานที่เสริมความงามต่างๆไป โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าดังกล่าว จะช่วยในการทำให้ผมแห้ง และจัดรูปทรงได้ตามความต้องการของผู้ใช้ เครื่องเป่าผม ได้ถูกออกแบบมา เพื่อให้เป่าได้ทั้งลมร้อน และลมเย็นเพื่อให้เหมาะสม ของการใช้งานนั้นๆ ส่วนประกอบของเครื่องเป่าผมไฟฟ้าหรือไดร์เป่าผม ดังภาพประกอบ 17-18 มีรายการดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 17 ไดร์ฟเป่าผม
(ชัยเชษฐ เพชรไชย. 2529: 113)

4.2.1 โครงหรือเปลือก (Housing) โครงของเครื่องเป่าผมจะทำหน้าที่เป็นตัวหุ้มอุปกรณ์ที่อยู่ภายในและยังใช้เป็นการถือในขณะใช้งาน

4.2.2 สายไฟฟ้า (Cord) สายไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการนำกระแสไฟฟ้าจากปลั๊กภายนอก เพื่อมาจ่ายให้กับเครื่องเป่าผม

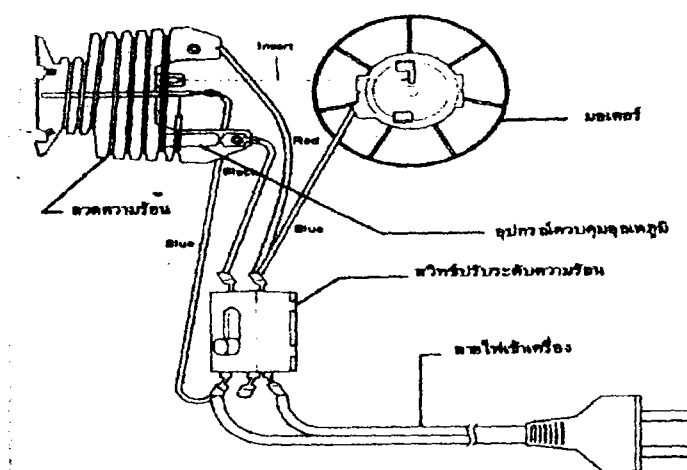
4.2.3 ลวดความร้อนหรือฮีตเตอร์ (Heater) ลวดความร้อนที่ใช้กับเครื่องเป่าผมส่วนใหญ่จะเป็นแบบเปลือยที่มีลักษณะเป็นสปริงและจะพันบนแผ่นไมก้าที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ทนความร้อนได้สูง ดังภาพประกอบ 18

4.2.4 มอเตอร์ (Electric motor) มอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องเป่าผมโดยทั่วไปมีทั้งเซดเดดโพล มอเตอร์ คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ และยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ มอเตอร์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ในการหมุนใบพัดที่ติดตั้งกับ

แกนมอเตอร์เพื่อให้เกิดแรงลมเป่าผ่านขดลวดความร้อน ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดลมร้อนออกมาเพื่อใช้ในการเป่าตามความต้องการของผู้ใช้

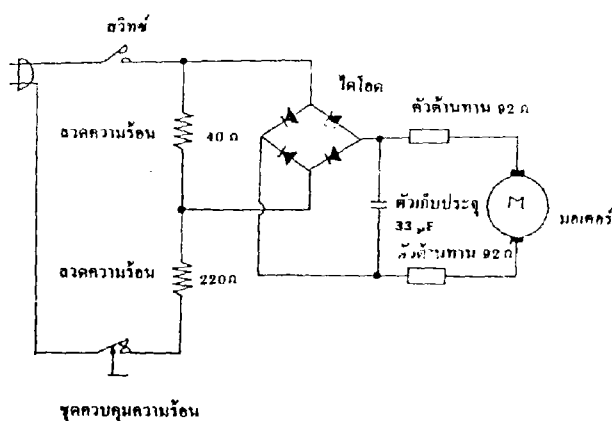
4.2.5 ไข้พัดลม (ฟาเรนไฮต์ an assembly) ไข้พัดลมที่ใช้ในเครื่องเป่าผม ส่วนมากจะเป็นแบบเซนติฟูกัล หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งไข้พัดแบบโบลว์เออร์ท ซึ่งไข้พัดลมจะให้แรงลมสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ใช้งาน

4.2.6 สวิทช์ควบคุมเครื่อง (Control switch) มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไปตามการออกแบบ ซึ่งสวิทช์ดังกล่าวสามารถบังคับเครื่องเป่าผมให้เป็นลมเย็นหรือลมร้อนก็ได้และสามารถปรับระดับแรงลมตามความต้องการของผู้ใช้ ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 18 วงจรภายในไดร์ฟเป่าผม

(เสวก ผาสฐ. 2534: 249)



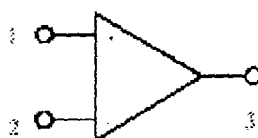
ภาพประกอบ 19 วงจรไฟฟ้าในไดร์ฟเป่าผม

(เอิบ จันสุวรรณ. 2529: 132)

เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบเดิม ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกได้รื้อเป่าลม มาพัฒนาเป็นเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพราะมีความ คล่องตัว และความทนทานสูง กว่าหลอดไฟแบบไส้ เนื่องจากไส้หลอด รับการกระทบกระเทือนได้ค่อนข้างต่ำ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพัฒนา

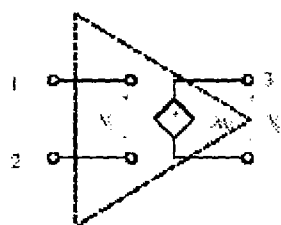
5. การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน โดยอาศัยหลักการของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ มาใช้ในการควบคุม โดยศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานของ ออปแอมป์ (Operational Amplifiers) ออป แอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ชนิดหนึ่งที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบ Voltage Controlled Voltage Source (VCVS) ที่มีขนาดของ Voltage Gain (A_v) สูงมากซึ่งมีสัญลักษณ์ของ OP Amps เขียนแสดงดัง ภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 แสดงสัญลักษณ์ และขาของ OP Amps
(ดํารง จินขาว. ม.ป.ป. 2)

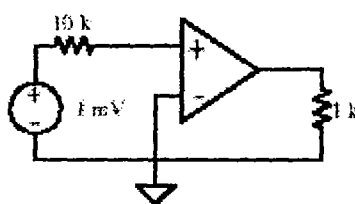
จากภาพประกอบ 20 จะเห็นได้ว่าออปแอมป์เป็นอุปกรณ์ 3 ขาที่มีคุณลักษณะของขาใช้งานตาม หมายเลขคือ ขาหมายเลข 1 มีชื่อเรียกว่า No inverting เป็นขาอินพุท เมื่อป้อนสัญญาณไปที่ขานี้ สัญญาณที่ได้จากขาเอาต์พุท จะไม่กลับเฟส กับ สัญญาณอินพุท ขาหมายเลข 2 มีชื่อเรียกว่า Inverting เป็น ขาอินพุท เมื่อป้อนสัญญาณไปที่ขานี้ สัญญาณที่ได้จากขาเอาต์พุท จะกลับเฟส กับ สัญญาณอินพุท และ ขา หมายเลข 3 มีชื่อเรียกว่า Output เป็นขาเอาต์พุท แปรตามค่าความแตกต่างของแรงดันด้านขาเข้า ของขา อินพุท ทั้งสอง (differential Input) โดยค่าแรงดันเอาต์พุทแปรตามดังสมการ นั่นคือ $V_o = A_v$ โดย A_v เป็นค่า Open Loop gain ของออปแอมป์



ภาพประกอบ 21 แสดงวงจรสมมูลของออปแอมป์ในอุดมคติ
(ดํารง จินขาว. ม.ป.ป. 2)

เนื่องจากออปแอมป์เป็น Dependent Source ชนิด VCVS เมื่อพิจารณาจากสมการสมมูลของ VCVS สามารถเขียนวงจรสมมูล ของออปแอมป์ในอุดมคติ (Ideal Op Amps) ดังภาพประกอบ 21 จะเห็นว่าขา ของ Non inverting และขา inverting เสมือนเปิดวงจรอยู่ (ความต้านทานด้านอินพุตมีค่าเป็นอนันต์) ส่วนทางด้านเอาต์พุต เสมือนมีความต้านทานขนาด 0 โอห์ม ต่ออนุกรมกันอยู่กับแหล่งจ่าย A_v ดังนั้น ดังนั้น เราทราบออปป์ในอุดมคติ ได้ คือ

1. มี Open Loop gain สูงมาก ($A = \infty$)
2. มีความต้านทานด้านอินพุตสูงมาก ($R_i = \infty$) ดังนั้นเสมือนไม่มีกระแสไหลเข้าทางเข้า อินพุตทั้งสอง
3. มีความต้านทาน ทางด้านขาออกต่ำมาก ($R_o = 0$)

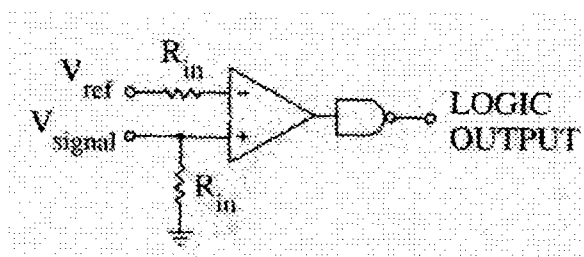


ภาพประกอบ 22 แสดงตัวอย่างวงจร

(ดำรง จินขาว. ม.ป.ป. 21)

จากตัวอย่าง ให้ออปแอมป์มี Open loop gain 100,000 เท่า จงวิเคราะห์วงจร ดังภาพประกอบ 22 จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า $V_O = 99.99$ V. และ $V_i = 1$ mV

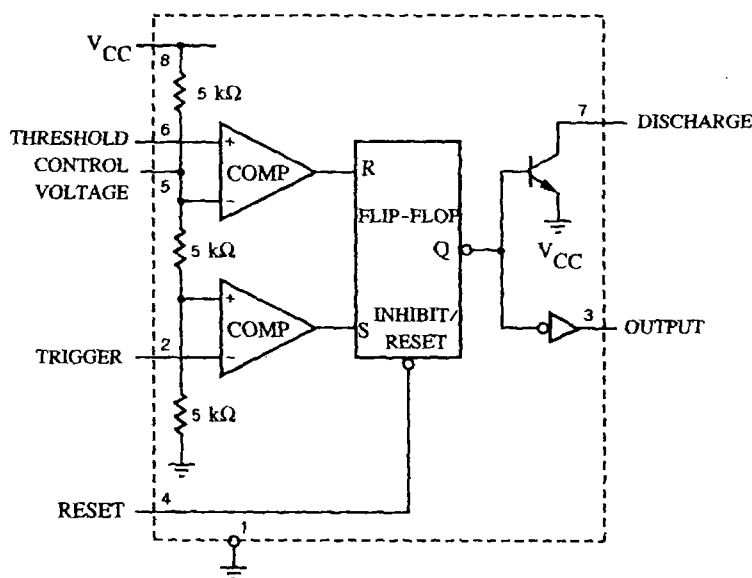
วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparator) เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตลอจิกอินพุตผลต่างอัตราขยายสูง (high-gain, differential input-logic output device) ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับทำงานเปิดลูบที่มีเวลาประวิงต่ำสุด ดังภาพประกอบ 23 เป็นวงจรเปรียบเทียบพื้นฐานที่ถูกนำไปใช้กับอุปกรณ์หลักการใช้ทั้งหมดขึ้นอยู่กับหน้าที่การโอนถ่ายพื้นฐาน หลักการทำงานของอุปกรณ์เป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงแรงดันเอาต์พุต โดยขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณอินพุตอยู่เหนือกว่าหรือต่ำกว่าแรงดันจุดเริ่มเปลี่ยน (threshold voltage)



ภาพประกอบ 23 วงจรเปรียบเทียบพื้นฐาน

(พิศมัย สุภัทรานนท์. 2545: 108)

วงจรตรวจตั้งเวลาไอซี 555 ดังภาพประกอบ 24 เป็นวงจรที่มีเสถียรภาพมากในการสร้างการประวิงเวลาหรือการอสซิลเลตได้อย่างแม่นยำ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในส่วนของวงจรหน่วงเวลาโดยใช้ขั้วของการจุดชนวน (Triggering) ขั้วหลักที่ 2 และตั้งค่าใหม่ที่ขั้วหลักที่ 4 ได้ตามต้องการ ในโหมดประวิงเวลา เวลาประวิงจะทุกควบคุมด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุต่อจากภายนอกอย่างละหนึ่งตัว ส่วนโหมดอสซิลเลเตอร์จะทำให้เกิดเสถียรภาพในการทำงานด้วยการควบคุมความถี่อิสระ และวงจรการทำงานโดยใช้ตัวต้านทานต่อจากภายนอกสองตัวและตัวเก็บประจุอีกหนึ่งตัว เอาต์พุตมีสมรรถนะในการซิงค์หรือซอร์ส 200 มิลลิแอมป์ ซึ่งเหมาะกับวงจรลอจิก TTL และสามารถขับรีเลย์และไฟแสดงผลได้ วงจรโมโนสเตเบิลจึงได้ถูกนำมาใช้ในโดยอาศัยหลักการจุดชนวน (Triggered constable circuit) การต่อวงจรประกอบด้วยการตั้งเวลาเพียงสองส่วนเท่านั้นคือ R_A กับ C เป็นตัวแปรในการตั้งเวลา และตัวเก็บประจุบายพาส C_1 ซึ่งใช้ป้องกันสัญญาณรบกวน เมื่อสัญญาณอินพุตลบ ที่ใช้กับขั้วหลักที่ 2 ไปถึงระดับที่น้อยกว่า $1/3 V_{CC}$ วงจรจะถูกจุดชนวนและเริ่มวงจรตั้งเวลา เอาต์พุตไป HIGH และแรงดันตัดผ่าน C เริ่มอัดประจุไฟไปที่ V_{CC} ในอัตราที่กำหนดด้วยค่าคงที่เวลา RC ของ R_A และ C เมื่อแรงดันตัวเก็บประจุขึ้นถึง $2/3 V_{CC}$ จะทำให้เอาต์พุตไป LOW ซึ่งเป็นการครบรอบวงจรตั้งเวลา ดังสมการ $T=1.1R_A C$

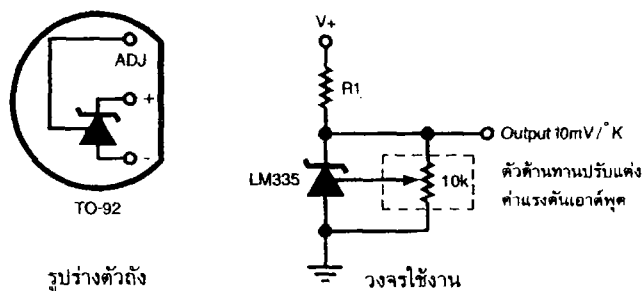


ภาพประกอบ 24 วงจรตั้งเวลา ไอซี 555

(พิศมัย สุภัทรานนท์. 2545: 355)

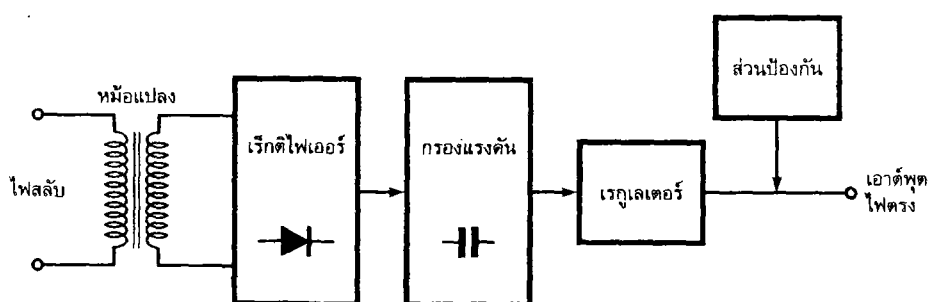
การควบคุมความร้อน โดยการใช้ ไอซี เบอร์ LM 335 ดังภาพประกอบ 25 เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งคุณสมบัติเฉพาะสามารถเปลี่ยนค่าอุณหภูมิเป็นแรงดันไฟฟ้าได้โดยตรงและมีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันออกมาเป็นเชิงเส้น โดยมีความสัมพันธ์ขนาด 10 มิลลิโวลต์ต่อองศาเซลเซียส ข้อมูลเฉพาะของไอซี เบอร์ LM 335 คือ กระแสย้อนกลับสูงสุด 15 มิลลิแอมป์ แรงดันเอาต์พุต ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.98 โวลต์ ค่าสัมประสิทธิ์ทางต้านอุณหภูมิ แรงดันเอาต์พุต 10 มิลลิโวลต์

ต่อองค์เซลเซียส อุณหภูมิที่ใช้งานต่อเนื่อง - 40 องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส ความผิดพลาดทางต้านอุณหภูมิสูงสุด ± 5 องศาเซลเซียส ใญ่ณามิกอิมพีแดนซ์ 0.6 โอห์ม



ภาพประกอบ 25 วงจรไอซี LM335
(ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 169)

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply) เป็นสิ่งสำคัญในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีทั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะแบ่งออกเป็น สองส่วนคือแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรงแบบลิเนียร์ (linear power supply) และแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรงแบบสวิตชิ่ง (switching power supply) ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะส่วนของ แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรงแบบลิเนียร์ ซึ่งมี ส่วนประกอบหลัก ดังนี้ หม้อแปลงไฟฟ้าลดแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ ส่วนเรกติไฟเออร์ (rectifier), ส่วนกรองแรงดัน (filter), ส่วนควบคุมแรงดันคงที่ (regulator) และส่วนป้องกัน ดังภาพประกอบ 26 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟฟ้า หลักการทำงานดังนี้ หม้อแปลงทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าจากบ้าน 220 โวลต์ กระแสสลับ ให้เหลือตามที่ต้องการ แรงดันไฟฟ้าสลับทางด้านขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงจะถูกป้อนเข้าวงจรเรกติไฟเออร์ เพื่อเป็นกระแสไฟฟ้าสลับให้ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ในการทำหน้าที่หลักในส่วนนี้คือ ไดโอดเรกติไฟเออร์ หลังจากผ่านวงจรกรองแรงดันเพื่อให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ราบเรียบมากขึ้น โดยใช้ตัวกระประจุเป็นอุปกรณ์หลัก จากไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าคงที่ไม่แน่นอนอนหนัก จะต้องป้อนเข้าวงจรควบคุมแรงดันคงที่ โดยใช้ซีเนอร์ไดโอดหรือไอซีเป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมแรงดัน



ภาพประกอบ 26 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟฟ้า
(ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 158)

จากแนวทางด้านทฤษฎี ออปแอมป์เบื้องต้น ไอซีเบอร์ 555 ไอซี เบอร์ LM335 แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นแนวทางการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน โดยวิธีการควบคุมอุปกรณ์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบวงจรสำหรับเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการและวิธีการสร้าง และข้อบกพร่องต่างๆ โดยนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ปัญญา รุ่งอรุณแสงชัย (2544 : บทคัดย่อ) การศึกษาการนำความร้อน และการพาความร้อนไปพร้อมกัน โดยศึกษาปัจจัยทางด้านรูปทรง และ ระยะห่างระหว่างท่อ มีผลต่อการไหล และการกระจายตัวของอุณหภูมิของอากาศ นอกจากนี้แล้ว เมื่อความเร็วขาเข้าของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การกระจายตัวของอุณหภูมิ ของอากาศที่มีลักษณะที่แคบกว่า แต่ความร้อนจะถูกกำจัดออกได้ดีกว่า

วิจิตรา โอคง (2542 : 46-51) นำเสนอแนวคิดในการสร้างวงจรยกกำลังใดๆ แบบง่าย เป็นแนวทางในการสร้างวงจรโดยนำเสนอไว้ 2 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบใช้วงจรอินทิเกรเตอร์และวงจรเปรียบแรงดันร่วมกับวงจรสุ่มและคงค่าสัญญาณ ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณนี้เป็นเอาต์พุตของวงจรยกกำลัง จากผลการทดลองพบว่าการสร้างจากแนวคิดทั้ง 2 วิธีการมีข้อดีคือให้ค่าเอาต์พุตที่มีความแม่นยำสูงและมีความเป็นเชิงเส้นอย่างเป็นที่น่าพอใจ

สาคร พรหมราชม (2542 : บทคัดย่อ) การควบคุมอุณหภูมิแบบติดตาม โดยการศึกษา ทรานฟอร์ม ฟังก์ชันของเตาไฟฟ้า วงจรควบคุมเฟส และ เกณฑ์ป้อนกลับของเครื่องวัดอุณหภูมิ จากการทดลองปรากฏว่าตัวควบคุมแบบ พีไอ สามารถสร้าง และทำงานได้ใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้ สำหรับเครื่องควบคุมที่ใช้โครงสร้างแบบสองพารามิเตอร์ แต่จะมีปัญหาด้านการสร้างวงจรเพราะภาคหน้าของวงจรควบคุม ได้รับสัญญาณอ้างอิง และสัญญาณ ป้อนกลับมีขนาดต่ำมากเมื่อเทียบกับสัญญาณรบกวน

อุทัย ศัทโท, วิทยา ทิพย์สุวรรณพร และเวคิน ปิยรัตน์ (2542: 119-124) วิธีการตรวจสอบการลัดวงจรของตัวเหนี่ยวนำ โดยใช้เทคนิคที่สามารถตรวจจับได้แม้กระทั่งการลัดวงจรเพียงแค่ 2 รอบ โดยตัวนำที่มีการลัดวงจรสัญญาณที่เกิดขึ้นน้อยกว่าตัวนำปกติเนื่องจากมีอัตราการใช้พลังงานมากกว่า

อนุวัต สุเพียร (2544 : บทคัดย่อ) เครื่องปั๊มแผ่นอะคริลิกมีส่วนประกอบ คือ ชุดแท่นปั๊มแผ่นอะคริลิก ชุดขจัดลวดความร้อน ชุดพัดลมระบายความร้อน แท่นประกอบมัมแผ่นอะคริลิก ตู้ควบคุมไฟฟ้าและฐานของเครื่องปั๊มแผ่นอะคริลิก เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โรสแมน และคณะ (Rosman, et al. 1984: 2) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการกระจายตัวของอุณหภูมิบนพื้นผิวของครีป กับท่อ ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แบบครีปและแบบท่อ สรุปผลได้ว่า การกระจายแบบครีปจะดีกว่า แบบท่อ และจะมีประสิทธิภาพในการระบายดีมากกว่าเดิม โดยการเพิ่มจำนวนครีปอีก หนึ่งชุด

จอห์น เอส และคณะ (John S, et al. 1990: 2586-2594) งานวิจัยนี้ใช้เตาอบไฟฟ้า ที่มีขนาด 715 วัตต์ ขนาด 1 ลูกบาศก์เมตรโดยมีพัดลมดูดอากาศติดอยู่ด้านบนของเตา อุณหภูมิขณะเปิดเตาที่ 78 องศาเซลเซียส ใช้วิธีป้องกันกำลังไฟฟ้า 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 27 นาที ควบคุมโดยใช้การป้องกันกระแสกลับ ระบบสามารถติดตามสัญญาณอ้างอิงแบบ แรม ได้ทั้งขาขึ้นและขาลง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

โทนี และคณะ (Tony, et al. 1998: 5) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีปและแบบท่อ โดยใช้หลักการทาง 3 มิติ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของการไหล โดยการเปรียบเทียบความเร็วของการไหลในที่ต่างๆกัน ผลที่ได้มีค่าแตกต่างกัน ตามลักษณะของรูปทรง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูล ในการพัฒนาเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตัวจับความร้อน โดยอาศัยหลักการพาความร้อน และการเคลื่อนที่ของลมจะทำให้อุณหภูมิ ทุกจุดเท่าๆ กัน วัดที่อุณหภูมิ ได้เท่ากันทุกตำแหน่ง การควบคุมอุณหภูมิแบบมีการป้องกันกลับ จะทำให้มีการรักษาระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ให้มีเสถียรภาพ นอกจากนี้แล้ว การตั้งเวลาจะช่วยให้ ป้องกันอุปกรณ์ที่รวจจับ เสียหายได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายของการวิจัย การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อลดการสูญเสียอุปกรณ์ ในการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

1.1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทดสอบแบบเดิมที่มีอยู่

1.3 ศึกษาเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุม และป้องกันอุปกรณ์ ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาออกแบบโดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

2.1.1 ส่วนควบคุมความร้อน

การพัฒนาของไฟ กำหนดด้วยอัตราความร้อนที่ปลดปล่อย (Rate of Heat Release) มีหน่วยเป็น บีที่ยูต่อวินาที (Btu/sec) (วสท. 2543: ข-1) เพื่อนำมาคำนวณหาความร้อนที่ต้องใช้ ในส่วนควบคุมความร้อน เขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$Q = \alpha t^2 \quad (1)$$

โดยที่ Q = ความร้อนที่ปลดปล่อย มีหน่วยเป็น บีที่ยูต่อวินาที

α = สัมประสิทธิ์ความเข้มของไฟ มีหน่วยเป็น บีที่ยูต่อวินาที³

t = เวลา มีหน่วยเป็น วินาที

ซึ่ง α หาได้จาก สูตร $\alpha = 1000/t_g^2$ มีหน่วยเป็น บีที่ยูต่อวินาที³ (2)

กำหนด ให้ t_g = เวลาที่ใช้เริ่มตั้งแต่เผาไหม้ จนถึงจุดที่มีความร้อน 1000 บีที่ยูต่อวินาที มีหน่วยเป็น วินาที (โดย t_g ที่เลือกใช้ในการคำนวณจากการพัฒนาขนาดของไฟ แบบช้า ที่ 400 วินาที)

การพัฒนาขนาดของไฟ แบ่งออกได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบช้า $t_g \geq 400$ วินาที

2. การพัฒนาแบบปานกลาง $400 > t_g \geq 150$ วินาที

3. การพัฒนาแบบเร็ว

$$150 > t_g$$

วินาที

(3)

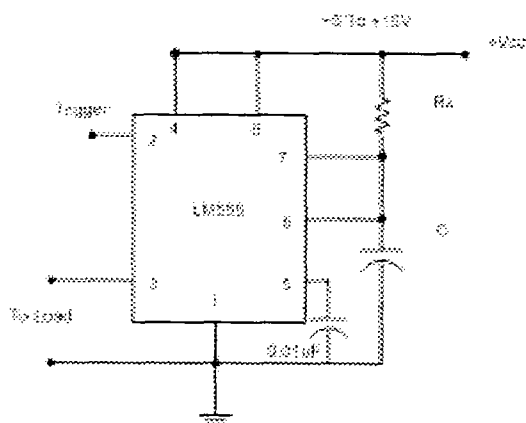
ตาราง 1 แสดงผลการคำนวณจากสมการ ที่ 1 และ 2 ผลที่ได้ปรากฏในตาราง

เวลาที่ (sec)	สัมประสิทธิ์ความเข้มข้นของไฟที่ 400วินาที	Q (Btu/sec)	Kw = 0.948 Btu/sec
10	0.01	0.63	0.59
20	0.01	2.50	2.37
30	0.01	5.63	5.33
40	0.01	10.00	9.48
50	0.01	15.63	14.81
60	0.01	22.50	21.33

ดังนั้นผู้วิจัย เลือกขนาดขดลวดความร้อนที่ได้จากการคำนวณ อยู่ระหว่าง 500 – 1000 วัตต์โดยเลือกที่ 500 วัตต์

2.1.2 ส่วนหน่วงเวลา และป้องกันอุปกรณ์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับ การทำงานของ ไอ ซี LM 555 กิณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 15 มิลลิแอมป์ ที่ใช้ในการควบคุม เกี่ยวกับ เวลาในการทำงานแต่ละครั้ง โดยอาศัยหลักการจากการคายประจุ ของตัวเก็บประจุ (C) และ ค่าความต้านทาน (R_A) เป็นตัวกำหนดเวลา (t) ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 27 วงจรที่ใช้ในการหน่วงเวลา

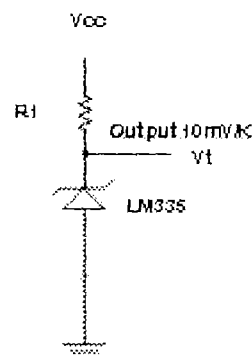
โดยอาศัย สมการการคำนวณเวลาดังนี้

$$t = 1.1 R_A C \quad (4)$$

จากสมการที่ 4 สามารถคำนวณหาเวลาหน่วง ที่ใช้ในการควบคุม โดยกำหนดให้ $t = 60$ วินาที และ $C = 55 \mu F$ ดังนั้น ค่า R ที่คำนวณได้คือ 1 เมกะโอห์ม ผู้วิจัยได้นำวงจรที่นำมาใช้ในการหน่วงเวลาเพื่อป้องกันการทำงานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับตรวจสอบความร้อน ทำงานเกิน 60 วินาที

อุปกรณ์ป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ คือ 57 องศาเซลเซียส โดยใช้ไอซี เบอร์ LM335 หลักการควบคุม แรงดันของตัว ไอซี (V_I) มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันออกมาเป็นเชิงเส้น ดังภาพประกอบ 24 ซึ่งแรงดันที่ได้มีความสัมพันธ์ คือ แรงดันไฟฟ้าขนาด 10 มิลลิโวลต์ต่อองศาเซลวิน ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แรงดันเพิ่มขึ้น 10 มิลลิโวลต์ (ที่อุณหภูมิ 0 องศา หรือ 237 องศาเซลวิน จะได้แรงดันเท่ากับ 2.73 โวลต์) เราสามารถหาค่า R_I ที่จะใช้ในการควบคุมได้ดังสมการดังนี้

$$R_I = \frac{V_{\infty} - V_T}{I_R} \quad (5)$$



ภาพประกอบ 28 วงจรที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ

จากสมการที่ 5 คำนวณหาค่าของ R_I โดยที่ค่า ของ I_R เท่ากับ $1/3$ ของคุณสมบัติในการทำงานของ ไอซี LM335 ที่ $400 \mu A > I_R > 5 \text{ mA}$ โดยที่แรงดัน (V_{cc}) เท่ากับ 5 โวลต์ กระแส (I_R) เท่ากับ 1.38 มิลลิแอมป์ และแรงดัน V_T ได้จากการกำหนดช่วงอุณหภูมิการใช้งานที่ 30 ถึง 57 องศาเซลเซียส เท่ากับ โดยคิดค่าเริ่มต้นที่อุณหภูมิต่ำที่สุดคือ 30 องศาเซลเซียส จะได้ ค่า = แรงดัน 2.73 โวลต์ $+(30 \text{ องศาเซลเซียส} \times 10 \text{ มิลลิโวลต์})$ เพราะฉะนั้น ค่าแรงดัน $V_T = 3.03$ โวลต์ ดังนั้น R_I จะได้เท่ากับ 1.42 กิโลโอห์ม โดยใช้ค่า 1.5 กิโลโอห์ม นำมาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ และสามารถแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

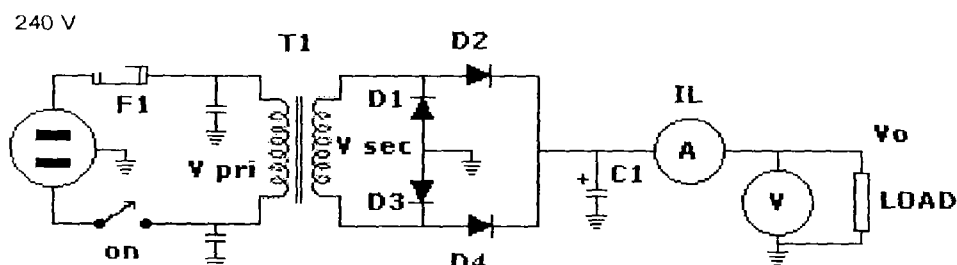
แรงดัน (โวลต์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
2.73	5
2.78	10
2.83	15
2.88	20
2.93	25
2.98	30
3.03	35
3.08	40
3.13	45
3.28	50
3.33	55
3.48	60
3.53	65
3.68	70
3.73	75
3.78	80

2.1.3 ส่วนอุปกรณ์ประกอบและแหล่งจ่ายไฟ

การคำนวณหาจำนวนโวลต์ที่จะเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้า (Power Supply) คือแหล่งจ่ายไฟตรง ที่ใช้สำหรับการป้อนให้แก่วงจรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งมันก็เปรียบเหมือนกันแบตเตอรี่ นั่นเอง แต่การที่เราจะใช้แบตเตอรี่ กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นก็เป็นการใช้ไม่เหมาะสม เพราะมีอายุการใช้งานที่สั้น จึงมีการคิดค้นโดยการใช้อุปกรณ์ทางด้าน electronic มาทำการแปลงไฟจากไฟบ้านที่เราใช้กันให้เป็นไฟตรง ซึ่งเราเรียกมันว่า Power Supply

จากวงจรด้านล่างเป็นวงจรแปลงไฟตรงแบบที่ไม่มีการ Regulate โดยการใช้ ไดโอด 4 ตัว ต่อในลักษณะของ bridge เบอร์ 1N4004 วงจรแบบนี้ซึ่งไม่มีการ regulate จะเป็นวงจรที่แปลงไฟตรงมีประสิทธิภาพต่ำ มีส่วนที่เป็นลูกคลื่นหรือที่เรียกว่า ripple สูงมากนำไปใช้กับวงจรบางประเภท เช่นวงจร

เครื่องเสียงที่ต้องการคุณภาพเสียงไม่ได้ ความถี่ของ ripple จะมีค่าเป็น 2 เท่าของความถี่ทางต้น input ถ้าเราใช้ไฟฟ้าซึ่งมีความถี่ 50 Hz ดังนั้นความถี่ของ ripple ก็จะเป็น 100 Hz ดังภาพประกอบ 25



$$V_o (\text{no load}) = V_{\text{sec}} \times 1.414$$

$$P_o = V_o \times I_L$$

$$\text{Load } (R_L) = V_o / I_L$$

$$C_1 (V_{\text{min}}) = V_o \times 1.414$$

$$F_1 (A) = (2 \times I) / N \quad (N = \text{turns ratio})$$

$$V_{\text{sec}} = V_o / 1.414$$

ภาพประกอบ 29 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

(A.K. Theraja . 1994: 1467)

การออกแบบวงจร power supply แบบ regulate โดยเราต้องการ แรงดัน output 12-13 V จ่ายกระแสได้สูงสุด 500 mA ripple สูงสุดไม่เกิน 2.5% และ เปอร์เซนต์ regulate 5%

อันดับแรกเราจะต้องทำการหาว่า จะต้องใช้หม้อแปลงที่ทางต้น Secondary จ่ายไฟเท่าไร? จากที่เราต้องการแรงดัน Output 13 V และที่ diode D2 และ D4 นั้นเป็น silicon diode ดังนั้นเมื่อมันทำงานก็จะมีแรงดันตกคร่อมแต่ละตัว 0.7V ดังนั้น ทั้ง D1 และ D4 จะครอบคลุมแรงดันไป $(0.7 \times 2) V$ และจากสมการที่ 6 การแปลงไฟแบบ bridge คือ

$$\text{โวลเตจที่ Output} = \text{โวลเตจที่ ขด secondary ของหม้อแปลง } (V_{\text{sec}}) \times 1.414 \quad (6)$$

ดังนั้น $V_{\text{sec}} = (13 + 1.4) / 1.414$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.2 V ดังนั้นหม้อแปลงที่เราใช้ทางต้นขด Secondary ต้องแปลงไฟได้ 10.2 V หรือใกล้เคียงเท่านั้น

และค่าของ ripple ที่เราต้องการ ripple สูงสุดไม่เกิน 2.5% ของแรงดันที่ output ดังนั้น ค่าขนาดของแรงดันที่มัน จะกระเพื่อมได้ในหน่วยของ rms คือ $13 \times 0.025 = 0.325 \text{ rms}$ และถ้าหากคิดในรูปของ Vp-p เราจะได้ว่า ripple นี้ จะมีค่าเป็น $V_{\text{rip}} = 0.325 \times 2.828 = 0.92 \text{ Vp-p}$ ซึ่งค่านี้เราจะนำไปใช้ในการคำนวณค่าของ C ที่ จะนำมาใช้งานในวงจรซึ่งค่า ripple มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการใช้ C ในวงจร. สิ่งที่เราต้องนำมาใช้ในการคำนวณด้วยคือ เวลาที่ใช้ในการประจุของ C และส่วนมากเราจะใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายไฟ AC ดังนั้นจะได้ $1/(\text{ความถี่ของ ripple}) = 1/(2 \times 50) = 8.33 \text{ mSec}$ และสมการที่ 7 คำนวณค่า C คือ

$$C_1 (\mu F) = ((I_L \times T) / V_{\text{rip}})) \times 10^6 \quad (7)$$

$$C_1 = ((0.5A \times 0.00833) / 0.92V) \times 106$$

$$C_1 = 0.00453 \times 106 = 4529 \text{ or } 4700 \mu F$$

และค่าอัตราการทนแรงดันของ C ที่เราจะเลือกใช้นั้น เนื่องจากแรงดันoutput คือ 13 V ดังนั้นค่า C ที่เลือกใช้งานต้องทนแรงดันได้ ไม่ต่ำกว่า $13 \times 1.414 = 18.33V$ ถ้าเลือกใช้ค่า มาตรฐานตามท้องตลาดก็ต้องเป็น 25 V

อัตราการทนแรงดันของ Diode (PIV) สิ่งนี้เราก็ต้องคำนึงถึง ถ้าเลือกค่าต่ำก็จะทำให้ diode พังได้ จะต้องทนได้อย่างต่ำ เท่ากับ $2.828 \times V_{sec}$ หรือในที่นี้คือ 29 V ซึ่งอาจจะไม่มีขายก็ให้เลือกค่ามาตรฐานที่สูงกว่าที่เราคำนวณได้มาใช้งาน ส่วนอัตราการทนกระแสของ diode นั้น จะต้องให้มากกว่า 2 เท่าของกระแสสูงสุดที่ output คือ $2 \times 0.5 = 1A$ เบอร์ที่ดีที่สุดที่เราจะเลือกใช้งานคือ 1N4004, 1N4006, 1N4008 ซึ่งทุกตัวมีอัตราการทนกระแส 1A และ PIV 400,600,800 ตามลำดับ

การเลือกใช้งานหม้อแปลง จากที่กระแส Output คือ 0.5A และ V_{sec} คือ 10.2V ดังนั้น หม้อแปลงที่ใช้งานจะต้องมี VA คือ $10.2 \times 0.5 = 5.2 VA$ ซึ่งการเลือกใช้งานของเราก็ต้องทำการเลือก หม้อแปลงที่มี spec ค่า VA สูงกว่านั้นเล็กน้อย และจ่ายกระแสด้าน secondary ได้ในช่วง ประมาณ 10 V

การเลือกใช้งาน Fuse การเลือกใช้งาน fuse นั้นก็ขึ้นกับกระแสที่จะไหลผ่านทางด้าน primary ของหม้อแปลง การคำนวณก็ใช้อัตราส่วนของหม้อแปลงคือ $I_2/I_1 = E_1/E_2$ แต่กระแส I_2 นั้นเราต้องคำนึงให้มีค่ามากกว่า กระแสที่เราต้องการสูงสุดอยู่ 2 เท่าเพื่อประโยชน์ในเรื่องการ safety วงจร ดังนั้น $I_1 = [2 \times 50] / [240 / 10.2] = 0.4A$ ค่าที่เลือกใช้นี้อาจจะหายาก เพราะเป็นค่าต่ำ อาจจะเลือกใช้ค่า 100 mA แทนได้ซึ่งเป็นค่าที่หาได้ง่ายกว่า

2.1.4 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจสอบจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.1.4.1 วัสดุ

2.1.4.1.1 ท่อ พี.วี.ซี. ขนาด 3/4 นิ้ว 1 เส้น

2.1.4.1.2 กล่องอเนกประสงค์ 1 ใบ

2.1.4.1.3 ขั้วลวด พี.วี.ซี. ขนาด 4 นิ้ว 1 ชิ้น

2.1.4.1.4 สายไฟฟ้า ขนาด 0.5 สแควร์ มิลลิเมตร ยาว 5 เมตร

2.1.4.1.5 แผ่นปรินทองแดง 1 แผ่น

2.1.4.1.6 ตะกั่วบัดกรี 1 ม้วน

2.1.4.2 อุปกรณ์

2.1.4.2.1 ส่วนควบคุมความร้อน ประกอบด้วย อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ขดลวดความร้อน

2. พัดลม

3. สายไฟฟ้า

2.1.4.2.2 ส่วนป้องกันอุปกรณ์ และหน่วงเวลา

1. ความต้านทาน
2. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า
3. ไอ ซี LM 555
4. ไอ ซี LM 335
5. ออปแอมป์
6. ไดโอด
7. รีเลย์

2.1.4.2.3 ส่วนอุปกรณ์ประกอบและแหล่งจ่ายไฟ

1. ความต้านทาน
2. ตัวเก็บประจุไฟฟ้า
3. หม้อแปลงไฟฟ้า 220 V / 9V
4. ไดโอด
5. ฟิวส์

2.1.4.3 เครื่องมือ

- 2.1.4.3.1 มัลติมิเตอร์
- 2.1.4.3.2 แอมป์มิเตอร์
- 2.1.4.3.3 ดาต้าล็อกเกอร์
- 2.1.4.3.4 เพาเวอร์ซัพพาย
- 2.1.4.3.5 หัวแรงไฟฟ้า
- 2.1.4.3.6 ที่ดูดตะกั่ว
- 2.1.4.3.7 ไขควงทดสอบไฟ
- 2.1.4.3.8 ไขควง
- 2.1.4.3.9 ตลับเมตร
- 2.1.4.3.10 เหล็กฉาก
- 2.1.4.3.11 ไม้บรรทัด
- 2.1.4.3.12 สว่านไฟฟ้า

- 2.1.4.3.13 ดอกสว่าน
- 2.1.4.3.14 เหล็กนำศูนย์
- 2.1.4.3.15 ปากกาจับชิ้นงาน
- 2.1.4.3.16 มีด
- 2.1.4.3.17 เลื่อย
- 2.1.4.3.18 กรรไกรตัดโลหะ
- 2.1.4.3.19 ค้อน
- 2.1.4.3.20 คีม
- 2.1.4.3.21 คีมย้ำหมุด

2.1.5 สร้างแบบประเมินและบันทึกผลการทดลอง
สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบตารางบันทึกผลการทดลอง

จากการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการส่งถ่ายความร้อน ด้วยการพาโดยการบังคับ (Forced convection) คือการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของแข็งและของไหล โดยให้การถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของแข็งโดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือ เครื่องสูบน้ำ (นักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย. 2533: 2-3) นิวตัน (Newton) ได้เสนอสมการ คำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา ดังนี้

$$q = h (T_h - T_c) \quad (8)$$

โดยที่ q = อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น W/m^2

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน มีหน่วยเป็น $W/m^2 K$

T_h = อุณหภูมิที่ร้อนกว่า (T_h (°C) + 273.15 มีหน่วยเป็น K

T_c = อุณหภูมิที่เย็นกว่า (T_c (°C) + 273.15 มีหน่วยเป็น K

ซึ่ง q หาได้จาก สูตร $q = Q/A$ มีหน่วยเป็น W/m^2 (9)

โดยที่ ขนาดพื้นที่ ($A = .07854 \times D^2$ (m²)) กำหนดให้ เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.1 เมตรซึ่งเป็นขนาดของท่อลมในการส่งผ่านความร้อนไปยังตัวตรวจจับความร้อน

ตาราง 3 ผลการคำนวณจากสมการ ที่ 3 และ 4 ผลที่ได้ปรากฏในตาราง

Th	Tc	h	q	Q	Remark
27	27	25.8473	-	-	
33	27	25.7845	154.71	1.22	
39	27	25.7220	308.66	2.42	
45	27	25.6597	461.88	3.63	
51	27	25.5978	614.35	4.83	
57	27	25.5362	766.09	6.02	action at Approximate 30 Sec

โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวัดอุณหภูมิ จากสมการที่ 8 คือ Th Tc มาสร้างตารางในการบันทึกผลดังต่อไปนี้

ตาราง 4 บันทึกผล ระยะที่ 1 , 2 , 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร (ระยะที่XX / 10 ครั้ง)

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T _a	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀								
2	Th at T ₀₋₆₀								
3	Th at T ₀₋₆₀								
4	Th at T ₀₋₆₀								
5	Th at T ₀₋₆₀								
6	Th at T ₀₋₆₀								
7	Th at T ₀₋₆₀								
8	Th at T ₀₋₆₀								
9	Th at T ₀₋₆₀								
10	Th at T ₀₋₆₀								

หมายเหตุ Tc = T₀₋₆₀

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ
T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที
T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที

T_{40}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T_{50}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที
T_{60}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

วิธีการทางสถิติโดยการในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรดังต่อไปนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างหรือ
$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากร

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรหรือข้อมูลทั่วไปได้

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ กรูณากรอกเครื่องหมาย $\checkmark$ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์

- 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
- 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อยมาก

ตาราง 5 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ
โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย มาก (1)
1	ด้านโครงสร้าง					
	1.1. ความเหมาะสมในการออกแบบ					
	1.2. ความแข็งแรงของโครงสร้าง					
	1.3. รูปทรงของเครื่องสอยงาม					
	1.4. จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม					
2	ด้านการใช้งาน					
	2.1. สะดวกในการใช้งาน					
	2.2. สะดวกในการเคลื่อนย้าย					
	2.3. ถอดประกอบได้ง่าย					
	2.4. การปรับแต่งอุณหภูมิตามต้องการ					
3	ด้านความปลอดภัย					
	3.1. ระบบป้องกันโดยการหน่วงเวลา					
	3.2. ระบบป้องกันโดยการตัดอุณหภูมิ					
	3.3. การป้องกันอันตรายจากการสัมผัสไฟฟ้า					
	3.4. การตัดต่อวงจรโดยใช้โซลิดสเตท					
4	ด้านการบำรุงรักษา					
	4.1. การถอดประกอบทำได้อย่างสะดวกง่ายต่อการบำรุงรักษา					
	4.2. วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทาน					
	4.3. การตรวจสอบและบำรุงรักษาทำได้ง่าย					
	4.4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาที่ชำรุดสามารถหาซื้อได้ง่าย					

เกณฑ์ในการแปลผล

ของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากการรวบรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วหารด้วย 3 ดังสูตรการหาค่าเฉลี่ยดังนี้

$$\text{สูตรดังต่อไปนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \quad SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากร

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรหรือข้อมูลที่วัดได้

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

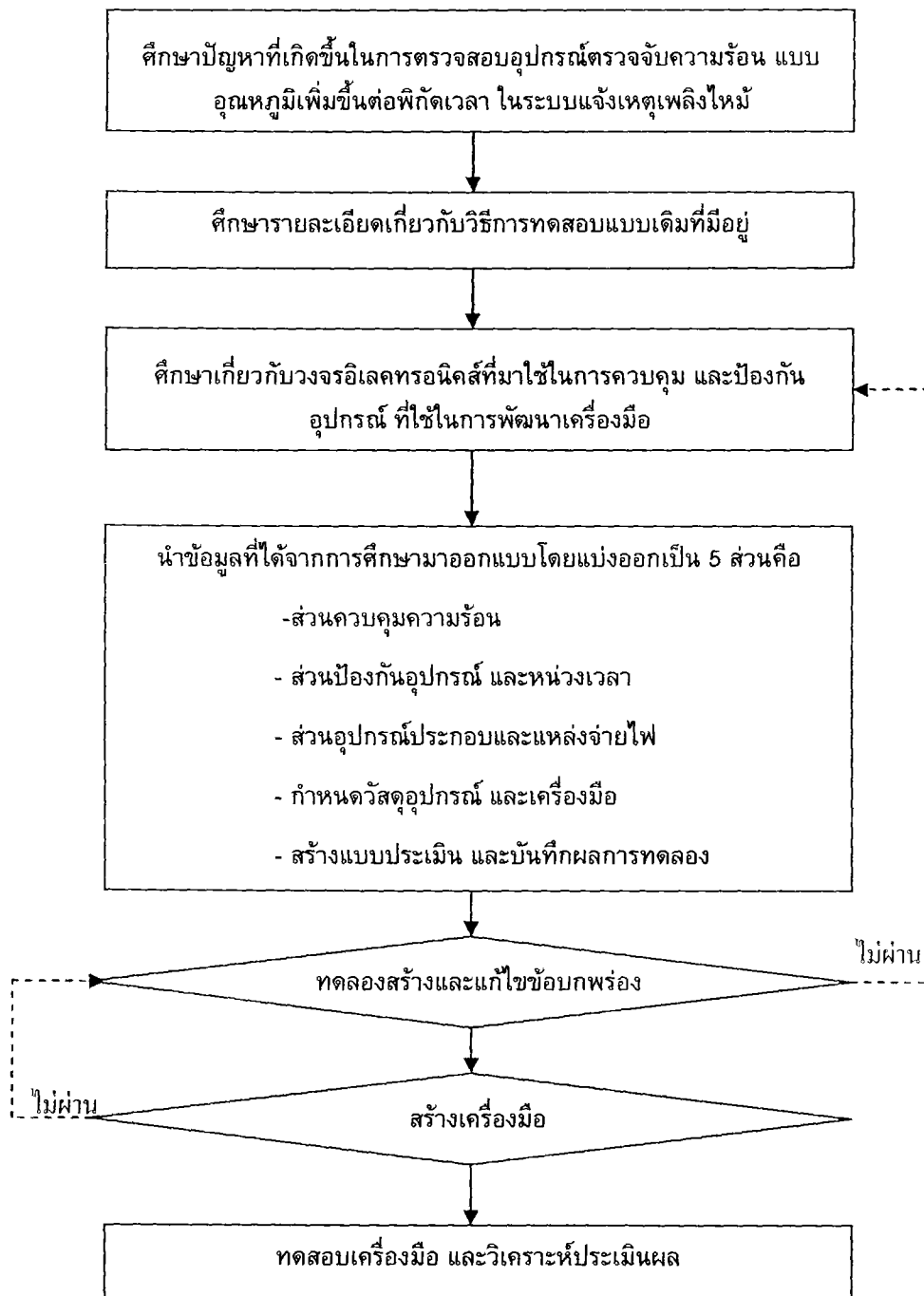
.....

.....

2.2 ทดลองสร้างและแก้ไขข้อบกพร่อง ผู้วิจัยได้ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ที่ออกเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2547 ไปมอบให้ทาง ผู้จัดการ บริษัท บี.ที. เมโทรโลยี จำกัด ขอใช้ห้อง Lab พร้อมเครื่องและอุปกรณ์เพื่อการวิจัย ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 30 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ มิเตอร์ไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟฟ้า แบบประเมน และตารางบันทึกผลการทดลอง

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.2.1 จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบหวัตรวจับความร้อน แบบ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภักเวลา

3.2.2 ทำการต่อวงจรในการวัด และทำการวัดค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

3.2.3 บันทึกผล ทำจนครบ 10 ครั้ง ในแต่ละระยะห่างระหว่างเครื่องมือทดสอบทดสอบ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภักเวลากับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่กำหนดไว้ ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร

3.2.4 รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป เพื่อหาประสิทธิภาพ ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน และแบบประเมนจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 แบบตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทางสถิติโดยการในการวิเคราะห์ข้อมูล

$$\text{สูตรดังต่อไปนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum X$ คือ ผลรวมขอคะแนนทั้งหมด

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างหรือ} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากร

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรหรือข้อมูลที่ได้วัดได้

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ กรุณากรอกเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
 3.51 – 4.50 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
 2.51 – 3.50 หมายถึง ผลการประเมินในระดับปานกลาง
 1.51 – 2.50 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อย
 1.50 – 1.00 หมายถึง ผลการประเมินในระดับน้อยมาก

เกณฑ์ในการแปลผล

ของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากการรวบรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วุฒิการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน อุณหภูมิ แสง และความชื้น ตามภาคผนวก จ. แล้วหารด้วย 3 ดังสูตรการหาค่าเฉลี่ยดังนี้

$$\text{สูตรดังต่อไปนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum X$ คือ ผลรวมขอคะแนนทั้งหมด

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \quad SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากร

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรหรือข้อมูลที่วัดได้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมากำหนดรายละเอียด ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนควบคุมความร้อน ส่วนป้องกันอุปกรณ์และหน่วยเวลา ส่วนอุปกรณ์ประกอบและแหล่งจ่ายไฟ กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ การสร้างแบบบันทึกผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ และแบบประเมินทางด้านกายภาพ ตามที่กำหนดไว้ ขั้นตอนที่ 3 สร้างและทดลองแก้ไขข้อบกพร่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเสร็จทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว และได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองจากเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มาประเมินด้านประสิทธิภาพ และการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน โครงสร้าง การใช้งาน ความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา มาทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัย
2. สรุปผลการประเมินทางด้านกายภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล การทำงานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือที่ได้รับการรับรอง จากหน่วยงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 7 องศาเซลเซียสต่อหน้าที่ ตัดที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 วินาที เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอ ดังนี้

ตาราง 6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 1 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T_1	T_0	T_{10}	T_{20}	T_{30}	T_{40}	T_{50}	T_{60}
1	Th at T_{0-60}	32.57	32.57	32.57	46.85	51.82	48.78	43.46	42.05
2	Th at T_{0-60}	32.86	32.86	32.86	41.11	55.98	55.11	48.27	45.75
3	Th at T_{0-60}	33.33	33.33	33.33	46.87	60.35	52.65	51.20	6.69
4	Th at T_{0-60}	32.41	32.41	32.41	36.39	50.57	43.52	44.19	41.76
5	Th at T_{0-60}	32.82	32.82	32.82	42.12	54.42	57.78	47.15	41.66
6	Th at T_{0-60}	32.32	32.32	32.32	53.81	58.16	54.90	50.54	48.59
7	Th at T_{0-60}	32.74	32.74	32.74	42.73	62.79	55.76	49.44	44.39
8	Th at T_{0-60}	32.66	32.66	32.66	46.53	50.94	48.54	43.04	38.13
9	Th at T_{0-60}	32.86	32.86	32.86	45.18	57.38	51.14	51.67	50.46
10	Th at T_{0-60}	32.41	32.41	32.41	36.39	50.57	43.52	41.76	38.84
	$\bar{X}$	32.70	32.70	32.70	43.80	55.30	51.17	47.07	43.83
	R	1.01	1.01	1.01	17.42	12.22	14.26	9.91	12.33
	Diff		-	-	11.10	22.60	18.47	14.37	11.13
	S of Th	0.30	0.30	0.30	5.26	4.36	5.01	3.70	4.06
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T_a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T_0	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T_{10}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T_{20}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T_{30}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T_{40}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T_{50}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T_{60}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 6 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 1 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 53.79 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 12.22 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 62.79 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 50.57 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 7 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 2 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	33.03	33.03	33.03	45.75	57.00	50.34	49.40	43.87
2	Th at T ₀₋₆₀	32.81	32.81	32.81	42.55	59.06	55.42	42.58	37.29
3	Th at T ₀₋₆₀	32.96	32.96	32.96	42.70	60.78	53.08	45.35	44.26
4	Th at T ₀₋₆₀	33.92	33.92	33.92	47.20	63.04	56.85	50.69	46.27
5	Th at T ₀₋₆₀	33.20	33.20	33.20	44.81	57.58	52.11	51.48	47.48
6	Th at T ₀₋₆₀	32.95	32.95	32.95	41.67	54.68	47.18	42.00	37.68
7	Th at T ₀₋₆₀	32.83	32.83	32.83	42.49	59.06	52.04	42.61	38.24
8	Th at T ₀₋₆₀	33.49	33.49	33.49	46.96	52.42	51.87	48.46	43.94
9	Th at T ₀₋₆₀	33.20	33.20	33.20	44.71	61.71	53.09	49.74	47.97
10	Th at T ₀₋₆₀	33.03	33.03	33.03	42.73	55.22	53.55	47.70	43.02
	$\bar{X}$	33.14	33.14	33.14	44.16	58.06	52.55	47.00	43.00
	R	1.11	1.11	1.11	5.53	10.62	9.67	9.48	10.68
	Diff		-	-	11.02	24.91	19.41	13.86	9.86
	S of Th	0.34	0.34	0.34	2.00	3.34	2.64	3.59	3.98
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 7 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 2 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 58.06 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 10.62 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 63.04 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 52.42 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 8 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 3 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T_1	T_0	T_{10}	T_{20}	T_{30}	T_{40}	T_{50}	T_{60}
1	Th at T_{0-60}	33.97	33.97	33.97	45.63	54.56	51.41	46.11	43.48
2	Th at T_{0-60}	33.01	33.01	33.01	59.98	60.60	44.47	41.02	40.49
3	Th at T_{0-60}	33.60	33.60	33.60	54.88	62.05	53.42	51.63	48.07
4	Th at T_{0-60}	35.05	35.05	35.05	52.98	62.34	56.46	52.32	52.32
5	Th at T_{0-60}	35.21	35.21	35.21	44.26	61.08	53.46	50.24	47.15
6	Th at T_{0-60}	34.03	34.03	34.03	43.36	59.81	53.20	50.65	47.75
7	Th at T_{0-60}	33.16	33.16	33.16	4.69	60.93	51.18	45.47	44.25
8	Th at T_{0-60}	33.36	33.36	33.36	37.18	60.03	57.73	47.22	42.74
9	Th at T_{0-60}	34.67	34.67	34.67	43.82	61.90	59.40	55.93	47.13
10	Th at T_{0-60}	34.56	34.56	4.56	43.91	62.20	60.59	56.97	50.02
	$\bar{X}$	34.06	34.06	34.06	48.07	60.14	52.96	49.05	47.13
	R	2.20	2.20	2.20	22.80	7.78	16.12	15.95	11.83
	Diff		-	-	14.01	26.08	18.90	14.98	13.07
	S of Th	0.79	0.79	0.79	7.09	2.29	4.70	4.90	3.58
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T_0	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T_0	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T_{10}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T_{20}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T_{30}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T_{40}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T_{50}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T_{60}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 8 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 3 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 60.14 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 7.78 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 62.34 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.56 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 9 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 4 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่(วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	32.61	32.61	32.61	42.33	55.66	52.04	48.77	41.24
2	Th at T ₀₋₆₀	32.28	32.28	32.28	42.20	64.12	57.10	44.67	38.21
3	Th at T ₀₋₆₀	32.32	32.32	32.32	42.17	56.90	47.95	42.66	37.47
4	Th at T ₀₋₆₀	32.72	32.72	32.72	42.42	56.11	48.19	4.52	43.63
5	Th at T ₀₋₆₀	32.31	32.31	32.31	42.24	58.55	57.69	48.22	41.78
6	Th at T ₀₋₆₀	32.38	32.38	32.38	42.35	55.15	54.88	45.82	38.87
7	Th at T ₀₋₆₀	32.51	32.51	32.51	42.34	63.03	55.90	41.01	39.40
8	Th at T ₀₋₆₀	32.68	32.68	32.68	42.43	66.53	46.41	39.57	35.05
9	Th at T ₀₋₆₀	2.34	32.34	32.34	42.18	61.94	58.86	47.37	40.71
10	Th at T ₀₋₆₀	32.30	32.30	32.30	42.25	65.99	62.57	54.58	45.18
	$\bar{X}$	32.45	32.45	32.45	42.29	60.40	54.16	45.72	40.15
	R	0.44	0.44	0.44	0.26	11.38	16.16	15.01	10.13
	Diff		-	-	9.85	27.95	21.71	13.27	7.71
	S of Th	0.17	0.17	0.17	0.10	4.42	5.34	4.33	2.99
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 9 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 4 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 60.40 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 11.38 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.53 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.15 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 10 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 5 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	34.07	34.07	34.07	43.45	54.04	45.59	44.11	42.96
2	Th at T ₀₋₆₀	32.80	32.80	32.80	42.49	60.80	59.40	43.95	40.50
3	Th at T ₀₋₆₀	33.78	33.78	33.78	43.08	61.73	54.36	52.90	51.11
4	Th at T ₀₋₆₀	35.64	35.64	35.64	44.53	61.82	55.94	52.46	51.80
5	Th at T ₀₋₆₀	34.69	34.69	34.69	43.74	60.56	52.49	49.72	46.63
6	Th at T ₀₋₆₀	33.51	33.51	33.51	42.84	59.29	52.68	50.13	47.23
7	Th at T ₀₋₆₀	33.05	33.05	33.05	42.64	60.41	54.17	44.95	44.11
8	Th at T ₀₋₆₀	33.44	33.44	33.44	36.66	59.51	57.21	46.70	42.22
9	Th at T ₀₋₆₀	34.15	34.15	34.15	43.30	61.38	58.88	55.41	46.61
10	Th at T ₀₋₆₀	34.04	34.04	34.04	43.39	61.68	60.07	56.45	49.50
	$\bar{X}$	33.92	33.92	33.92	42.61	58.78	55.03	49.58	47.77
	R	2.84	2.84	2.84	7.87	7.78	14.48	12.50	11.30
	Diff		-	-	8.69	24.86	21.11	15.66	13.85
	S of Th	0.82	0.82	0.82	2.17	2.32	4.31	4.62	3.81
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 10 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 5 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 58.78 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 7.78 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 61.73 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.04 องศาเซลเซียส อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 11 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 6 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	30.64	30.64	30.64	40.95	64.99	57.96	36.26	42.77
2	Th at T ₀₋₆₀	31.91	31.91	31.91	31.35	63.17	48.03	40.20	35.38
3	Th at T ₀₋₆₀	31.13	31.13	31.13	50.84	55.64	48.97	42.31	38.03
4	Th at T ₀₋₆₀	31.19	31.19	31.19	31.79	60.25	50.90	43.41	38.97
5	Th at T ₀₋₆₀	31.61	31.61	31.61	31.13	65.24	46.92	44.40	37.83
6	Th at T ₀₋₆₀	30.85	30.85	30.85	30.84	62.56	52.49	41.08	37.14
7	Th at T ₀₋₆₀	30.87	30.87	30.87	30.82	67.77	54.69	41.78	41.05
8	Th at T ₀₋₆₀	30.87	30.87	30.87	30.74	56.67	52.68	43.56	38.52
9	Th at T ₀₋₆₀	30.68	30.68	30.68	30.59	58.30	54.78	44.49	40.61
10	Th at T ₀₋₆₀	30.72	30.72	30.72	30.56	64.95	49.00	40.81	38.04
	$\bar{X}$	31.05	31.05	31.05	33.96	61.56	50.52	41.83	40.35
	R	1.27	1.27	1.27	20.28	12.13	11.04	8.23	7.39
	Diff		-	-	2.91	30.51	19.48	10.78	9.31
	S of Th	0.42	0.42	0.42	6.72	4.06	3.51	2.47	2.13
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 11 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 6 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 61.56 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 12.13 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 67.77 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.64 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 12 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 7 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	31.65	31.65	31.65	41.66	66.01	43.79	41.97	37.31
2	Th at T ₀₋₆₀	32.93	32.93	32.93	42.37	64.19	49.05	41.22	36.40
3	Th at T ₀₋₆₀	32.15	32.15	32.15	51.86	56.66	49.99	43.33	39.05
4	Th at T ₀₋₆₀	32.21	32.21	32.21	42.81	61.27	51.92	44.43	39.99
5	Th at T ₀₋₆₀	32.63	32.63	32.63	42.15	66.26	47.94	45.42	38.85
6	Th at T ₀₋₆₀	31.87	31.87	31.87	31.86	63.56	53.51	42.10	38.16
7	Th at T ₀₋₆₀	31.89	31.89	31.89	31.84	66.79	55.71	42.80	42.07
8	Th at T ₀₋₆₀	31.76	31.76	31.76	53.70	57.99	44.56	41.90	39.54
9	Th at T ₀₋₆₀	32.83	32.83	32.83	43.11	61.61	48.08	43.34	39.75
10	Th at T ₀₋₆₀	31.70	31.70	31.70	41.61	59.32	55.78	45.51	41.63
$\bar{X}$		32.16	32.16	2.16	42.30	59.96	52.26	43.38	39.28
R		1.28	1.28	1.28	21.86	10.13	11.99	4.29	5.67
Diff			-	-	10.14	27.80	20.09	11.22	7.11
S of Th		0.48	0.48	0.48	7.00	3.58	4.20	1.50	1.76
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 12 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 7 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 59.96 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 10.13 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.79 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 56.66 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 13 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 8 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่(วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	32.53	32.53	32.53	36.92	55.06	51.10	43.46	38.58
2	Th at T ₀₋₆₀	32.69	32.69	32.69	42.62	55.44	51.88	40.07	34.32
3	Th at T ₀₋₆₀	32.11	32.11	32.11	41.72	63.10	45.33	38.36	36.87
4	Th at T ₀₋₆₀	31.90	31.90	31.90	31.90	54.33	52.53	40.71	38.41
5	Th at T ₀₋₆₀	35.28	35.28	35.28	45.20	63.06	44.54	36.33	33.15
6	Th at T ₀₋₆₀	38.95	38.95	38.95	49.15	57.94	41.63	37.51	33.58
7	Th at T ₀₋₆₀	32.16	32.16	32.16	31.67	63.44	45.08	38.28	55.96
8	Th at T ₀₋₆₀	31.65	31.65	31.65	31.64	66.66	43.94	37.99	36.37
9	Th at T ₀₋₆₀	32.64	32.64	32.64	32.17	66.33	43.76	39.73	39.06
10	Th at T ₀₋₆₀	31.89	31.89	31.89	34.89	57.42	48.10	40.65	40.41
	$\bar{X}$	33.18	33.18	33.18	37.79	60.28	46.79	39.31	38.67
	R	7.30	7.30	7.30	7.51	12.33	10.90	7.13	22.81
	Diff		-	-	4.61	27.10	13.61	6.13	5.49
	S of Th	2.27	2.27	2.27	6.44	4.75	3.85	2.04	6.55
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 13 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 8 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบ
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย
($\bar{X}$) อยู่ที่ 60.28 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 12.33 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.66 องศา
เซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.33 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิ
ที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส
ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 14 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 9 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่(วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	33.08	33.08	33.08	42.30	66.07	64.49	52.25	44.56
2	Th at T ₀₋₆₀	32.43	32.43	32.43	42.12	54.28	51.33	44.22	38.30
3	Th at T ₀₋₆₀	33.96	33.96	33.96	39.93	55.23	45.92	44.40	42.61
4	Th at T ₀₋₆₀	33.01	33.01	33.01	42.44	66.07	62.34	47.10	45.09
5	Th at T ₀₋₆₀	34.36	34.36	34.36	32.67	61.15	49.00	42.96	42.24
6	Th at T ₀₋₆₀	31.90	31.90	31.90	41.70	59.25	59.03	44.47	42.17
7	Th at T ₀₋₆₀	32.90	32.90	32.90	42.16	67.16	56.23	45.07	2.36
8	Th at T ₀₋₆₀	32.94	32.94	32.94	42.29	64.16	50.70	42.27	41.18
9	Th at T ₀₋₆₀	34.70	34.70	34.70	42.81	59.44	46.64	36.67	33.44
10	Th at T ₀₋₆₀	32.60	32.60	32.60	42.01	68.78	59.86	57.25	46.41
	$\bar{X}$	33.19	33.19	33.19	41.04	62.16	54.55	45.67	41.84
	R	2.80	2.80	2.80	10.14	14.50	18.57	20.58	12.97
	Diff		-	-	7.85	28.97	21.37	12.48	8.65
	S of Th	0.88	0.88	0.88	3.04	5.06	6.70	5.63	3.70
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 14 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 9 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 62.16 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 14.50 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 68.78 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.28 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 15 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระยะที่ 10 เซนติเมตร

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่(วินาที)							
		T ₁	T ₀	T ₁₀	T ₂₀	T ₃₀	T ₄₀	T ₅₀	T ₆₀
1	Th at T ₀₋₆₀	33.06	33.06	33.06	53.46	65.49	52.40	47.69	44.53
2	Th at T ₀₋₆₀	33.91	33.91	33.91	43.83	62.83	62.65	61.33	47.26
3	Th at T ₀₋₆₀	34.02	34.02	34.02	41.13	64.37	62.49	47.54	44.88
4	Th at T ₀₋₆₀	34.37	34.37	34.37	60.79	67.37	55.56	49.04	44.78
5	Th at T ₀₋₆₀	35.13	35.13	35.13	44.78	55.78	55.53	54.35	51.71
6	Th at T ₀₋₆₀	34.69	34.69	34.69	44.21	55.19	48.29	52.06	41.37
7	Th at T ₀₋₆₀	33.94	33.94	33.94	53.86	61.48	51.48	46.01	44.94
8	Th at T ₀₋₆₀	34.59	34.59	34.59	37.11	66.07	57.12	45.35	38.46
9	Th at T ₀₋₆₀	34.60	34.60	34.60	41.38	65.48	54.57	43.63	38.47
10	Th at T ₀₋₆₀	34.15	34.15	34.15	63.12	67.09	50.37	40.41	36.45
	$\bar{X}$	34.25	34.25	34.25	48.37	62.93	54.58	49.29	43.39
	R	2.07	2.07	2.07	26.01	12.18	14.36	20.92	15.26
	Diff		-	-	4.12	28.68	20.33	15.04	9.15
	S of Th	0.57	0.57	0.57	8.86	4.41	4.78	5.94	4.63
		ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

T _a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ	T ₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
T ₁₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที	T ₂₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
T ₃₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที	T ₄₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
T ₅₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50วินาที	T ₆₀	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

จากตาราง 15 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ($\bar{X}$) อยู่ที่ 62.93 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัย (R) ที่ 12.18 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 67.37 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.19 องศาเซลเซียส ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์ด้านโครงสร้างของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลความ
1	ด้านโครงสร้าง			
	1.1. ความเหมาะสมในการออกแบบ	2.67	0.58	ปานกลาง
	1.2. ความแข็งแรงของโครงสร้าง	3.33	0.58	ปานกลาง
	1.3. รูปทรงของเครื่องสวยงาม	2.67	0.58	ปานกลาง
	1.4. จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	2.67	0.58	ปานกลาง
	รวม	2.83	0.58	ปานกลาง

จากตาราง 16 สามารถวิเคราะห์ด้านโครงสร้างของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะทางกายภาพด้านโครงสร้าง $\bar{x} = 2.83$ อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีรายละเอียดดังนี้ ความเหมาะสมในการออกแบบอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{x} = 2.67$ ความแข็งแรงของโครงสร้างอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{x} = 3.33$ รูปทรงของเครื่องสวยงามอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{x} = 2.67$ และจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{x} = 2.67$

ตาราง 17 แสดงการวิเคราะห์ด้านการใช้งานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลความ
2	ด้านการใช้งาน			
	2.1. สะดวกในการใช้งาน	3.00	0.00	ปานกลาง
	2.2. สะดวกในการเคลื่อนย้าย	3.67	0.58	ดี
	2.3. ถอดประกอบได้ง่าย	3.67	0.58	ดี
	2.4. การปรับแต่งอุณหภูมิตามต้องการ	3.67	0.58	ดี
	รวม	3.50	0.43	ดี

จากตาราง 17 สามารถวิเคราะห์ด้านการใช้งานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะทางกายภาพด้านการใช้งาน $\bar{X} = 3.50$ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีรายละเอียดดังนี้ สะดวกในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{X} = 3.00$ สะดวกในการเคลื่อนย้ายอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 3.67$ ถอดประกอบได้ง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 3.67$ การปรับแต่งอุณหภูมิตามต้องการอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 3.67$

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลความ
3	ด้านความปลอดภัย			
	3.1. ระบบป้องกันโดยการหน่วงเวลา	3.67	0.58	ดี
	3.2. ระบบป้องกันโดยการตัดอุณหภูมิ	3.67	0.58	ดี
	3.3. การป้องกันอันตรายจากการสัมผัสไฟฟ้า	3.33	0.58	ปานกลาง
	3.4. การตัดต่อวงจรโดยใช้โซลิดสเตต	4.00	0.00	ดี
	รวม	3.67	0.43	ดี

จากตาราง 18 สามารถวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะทางกายภาพด้านความปลอดภัย $\bar{X} = 3.67$ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีรายละเอียดดังนี้ ระบบป้องกันโดยการหน่วงเวลาอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{X} = 3.33$ ระบบป้องกันโดยการตัดอุณหภูมิอยู่

ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 3.67$ การป้องกันอันตรายจากการสัมผัสไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{X} = 3.33$ การตัดต่อวงจรโดยใช้โซลิตสเททอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 4.00$

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ด้านการบำรุงรักษาของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลความ
4	ด้านการบำรุงรักษา			
	4.1. การถอดประกอบทำได้ง่าย	3.33	0.58	ปานกลาง
	ต่อการบำรุงรักษา			
	4.2. วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทาน	2.33	0.58	พอใช้
	4.3. การตรวจสอบและบำรุงรักษาทำได้ง่าย	3.33	0.58	ปานกลาง
	4.4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาที่ชำรุดสามารถหาซื้อได้ง่าย	4.33	0.58	ดี
	รวม	3.33	0.58	ปานกลาง

จากตาราง 19 สามารถวิเคราะห์ด้านการบำรุงรักษาของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของลักษณะทางกายภาพด้านการบำรุงรักษา $\bar{X} = 3.33$ อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีรายละเอียดดังนี้ การถอดประกอบทำได้ง่ายต่อการบำรุงรักษาอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ $\bar{X} = 3.33$ วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คือ $\bar{X} = 2.33$ การตรวจสอบและบำรุงรักษาทำได้ง่าย อยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 4.33$ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาที่ชำรุดสามารถหาซื้อได้ง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี คือ $\bar{X} = 4.33$

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระเกี่ยวกับประสิทธิภาพและลักษณะทางกายภาพ ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านมาเรียบเรียงตามลำดับนำเสนอในตาราง 20 ดังนี้

ตาราง 20 แสดงการวิเคราะห์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ของการพัฒนาเครื่องมือทดสอบ
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

	ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็น
1	ความมีหน้าจอแสดงผลเป็นตัวเลขแบบดิจิทัล	2
2	ควรออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งาน	1

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ออกแบบส่วนควบคุมความร้อน โดยวิธีการคำนวณกำหนดชุดทำความร้อนไว้ที่ 500 วัตต์ ส่วนป้อนอุปกรณ์และหน่วยเวลา การป้องกันอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้กำหนดให้ตัดวงจรไฟฟ้า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 57 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ไอซี LM335 เป็นตัวควบคุม และได้ออกแบบไว้ 1 นาทีเพื่อป้องกันอุปกรณ์ในระดับที่ 2 ส่วนอุปกรณ์และแหล่งจ่ายไฟต้องการแรงดันด้านออก 12 โวลต์ดีซี, 500 มิลลิแอมป์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดอุณหภูมิที่เครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานโดยการตัดวงจรที่ เวลา 30 วินาทีเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 57 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส นำเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มาให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและกรอกแบบประเมินความคิดเห็นในด้านลักษณะทางกายภาพ โดยได้ดำเนินการตามลำดับดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลาที่สามารถทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้

สมมุติฐานในการวิจัย

เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลาที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมา โดยสามารถใช้งานได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

1.1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทดสอบแบบเดิมที่มีอยู่

1.3 ศึกษาเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุม และป้องกันอุปกรณ์ ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาออกแบบโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

2.1.1 ส่วนควบคุมความร้อน

2.1.2 ส่วนหน่วงเวลา และป้องกันอุปกรณ์

2.1.3 ส่วนอุปกรณ์ประกอบและแหล่งจ่ายไฟ

2.1.4 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.1.5 สร้างแบบประเมินและบันทึกผลการทดลอง

3. กำหนดระยะเวลาสถานที่ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ดังนี้

3.1 สถานที่ ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผู้วิจัยใช้บริษัท บี.ที. เมโทรโลยี จำกัด เลขที่ 17/148 ถนนประชาชื่น แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เริ่มตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2546 วันที่ 16 มีนาคม 2547

4.วิธีดำเนินการวิจัย

4.2.1 จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบหั่วตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา

4.2.2 ทำการต่อวงจรในการวัด และทำการวัดค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

4.2.3 บันทึกผล ทำจนครบ 10 ครั้ง ในแต่ละระยะห่างระหว่างเครื่องมือทดสอบทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลากับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่กำหนดไว้ ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร

4.2.4 รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป เพื่อหาประสิทธิภาพ ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน และแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วุฒิการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน อุณหภูมิ แสง และความชื้น ตามภาคผนวก จ.

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายคือ การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพัฒนาเป็นแบบเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา คืออุณหภูมิคงที่ 57 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิน 7 องศาเซลเซียส ต่อนาที (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย . 2535 : 26) การออกแบบส่วนควบคุมความร้อนผู้วิจัยกำหนดระบบการป้องกัน 2 ลำดับคือลำดับที่ 1 ป้องกันด้านอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5-องศาเซลเซียสลำดับที่ 2 ป้องกันโดยการหน่วงเวลาไม่ให้เกิน 1 นาที

ผลการพัฒนา การทดสอบประสิทธิภาพ และการประเมินทางด้านกายภาพ เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีดังนี้

1. การพัฒนา ผู้วิจัยทำการพัฒนา โดยทำการคำนวณได้อุปกรณ์ที่ให้ความร้อนที่ 500 วัตต์ 220 โวลต์ ส่วนการป้องกันผู้วิจัยได้ศึกษาวงจรและกำหนดใช้ ไอซี. เบอร์ LM335 ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันในลำดับที่ 1 และ ผู้วิจัยได้ศึกษาวงจรหน่วงเวลาได้ใช้ ไอซี เบอร์ 555 ที่สามารถหน่วงเวลาได้ สูงสุด 1 นาที เพื่อป้องกันและตัดวงจรไฟฟ้าในลำดับที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 12 โวลต์ดีซี. 500 มิลลิแอมป์ และออกแบบเครื่องมือทดสอบลักษณะเป็นก้านที่มีชุดให้ความร้อน ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร อยู่ด้านบนโดยก้านมีความยาว 1.20 เมตร

2. การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ (Data Logger) ที่ได้รับการรับรอง จากหน่วยงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มาใช้ทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยได้ผลการทดสอบดังนี้

2.1 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 1 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 53.79 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 12.22 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 62.79 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 50.57 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.2 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 2 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 58.06 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 10.62 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 63.04 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 52.42 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.3 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 3 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 60.14 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 7.78 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 62.34 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.56 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.4 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 4 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 60.40 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 11.38 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.53 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.15 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.5 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 5 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 58.78 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 7.78 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 61.73 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.04 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.6 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 6 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 61.56 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 12.13 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 67.77 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.64 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.7 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 7 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 59.96 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 10.13 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.79 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 56.66 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.8 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 8 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 60.28 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 12.33 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 66.66 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.33 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.9 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 9 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 62.16 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 14.50 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 68.78 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.28 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

2.10 ผลการบันทึกค่าอุณหภูมิที่ระยะ 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 62.93 องศาเซลเซียส มีค่าพิสัยที่ 12.18 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 67.37 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55.19 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

3. การประเมินทางด้านกายภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนดังนี้

3.1 ด้านโครงสร้าง ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.83

3.2 ด้านการใช้งาน ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.50

3.3 ด้านความปลอดภัย ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.67

3.4 ด้านการบำรุงรักษา ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.33

สรุปได้ว่าเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้ตามเกณฑ์ที่ระยะที่ 5 เซนติเมตร เครื่องมือทำงานที่เวลา 30 วินาที โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 58.78 องศาเซลเซียส

อภิปรายผล

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อภิปรายผลได้ดังนี้

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผลของพัฒนาจากการ ทำการทดสอบจนครบ 10 ครั้ง ในแต่ละระยะห่างระหว่างเครื่องมือทดสอบทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิภพเวลากับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่กำหนดไว้ ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร ผลที่ได้ในการทดสอบที่ระยะทาง 10 เซนติเมตร อุณหภูมิที่ได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส – 62 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปัญญา รุ่งอรุณแสงชัย (2544 : บทคัดย่อ) การศึกษาการนำความร้อน และการพาความร้อนไปพร้อมกัน โดยศึกษาปัจจัยทางด้านรูปทรง และ ระยะห่างระหว่างท่อ มีผลต่อการไหล และการกระจายตัวของอุณหภูมิของอากาศ

2.1 ผลที่ได้จากการบันทึกค่าที่ไม่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ที่เวลา 30 วินาที อุณหภูมิที่กำหนด 57 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส หรืออยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส ถึง 62 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย อันเกิดจากปัจจัยดังต่อไปนี้

2.1.1 การควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อการหาประสิทธิภาพของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีข้อบกพร่องในการควบคุมอุณหภูมิโดยรอบห้องที่ใช้ในการทดสอบ

2.1.2 การแบ่งย่านการวัดของอุณหภูมิค่อนข้างหยาบ ซึ่งเป็นผลให้ทราบถึงพฤติกรรมการทำงานของ เครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ได้อย่างไม่ละเอียด

2.1.3 ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัดที่สูงกว่าพิสัยที่กำหนด คือ 10 องศาเซลเซียส อันเนื่องมาจากตัวควบคุมเป็นแบบอนาลอก ซึ่งจะมีสัญญาณรบกวนทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการปรับแต่งได้

2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินทางด้านกายภาพ 4 ด้าน ดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านโครงสร้าง ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งมีขนาดความสูง 1.20 เมตร กว้าง 0.15 เมตร สามารถนำมาใช้งาน ในการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เนื่องจากการออกแบบ และการสร้างเป็นการทำขึ้นมาเพื่องานวิจัย ซึ่งแตกต่างจากการผลิตที่เป็นแบบอุตสาหกรรม ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกว่า

2.2.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการใช้งาน ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ในการปรับแต่งอุณหภูมิในการใช้งานโดยอาศัยหลักการของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตรรา โอคง (2542 : 46-51) นำเสนอแนวคิดในการสร้างวงจรยกกำลังใดๆ แบบง่าย เป็นแนวทางในการสร้างวงจรโดยนำเสนอไว้ 2 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบใช้วงจรอินทิเกรเตอร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดันร่วมกับวงจรสุ่มและคงค่าสัญญาณ ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณนี้เป็นเอาต์พุตของวงจรยกกำลัง จากผลการทดลองพบว่าวงจรที่สร้างจากแนวคิดทั้ง 2 วิธีการมีข้อดีคือให้ค่าเอาต์พุตที่มีความแม่นยำสูงและมีความเป็นเชิงเส้นอย่างเป็นที่น่าพอใจ

2.2.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยมีระบบการป้องกันโดยการตัดอุณหภูมิวงจรจะทำงานที่เวลา 30 วินาที เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 52 องศาเซลเซียส – 62 องศาเซลเซียส อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาคร พรหมราช (2542: บทคัดย่อ) การควบคุมอุณหภูมิแบบติดตาม โดยการศึกษา

ทรานฟอร์มฟิงชันของเตาไฟฟ้า วงจรควบคุมเฟส และ เกณฑ์ป้อนกลับของเครื่องวัดอุณหภูมิ จากการทดลองปรากฏว่าตัวควบคุมแบบ พีไอ สามารถสร้าง และทำงานได้ใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้

2.2.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสม ด้านการบำรุงรักษา ของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ง่าย รวมถึงการบำรุงรักษาอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้านี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ ในการศึกษา ค้นคว้าในอนาคตดังนี้

1. การออกแบบในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ควรมีจอแสดงผลของการปรับแต่งอุณหภูมิ ได้เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
2. การออกแบบส่วนด้านการใช้งานของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สามารถปรับระดับความสูงได้อย่างอิสระ
3. ในการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ควรมีลักษณะของการใช้งานโดยการกดปุ่มขึ้นลงในการปรับแต่งอุณหภูมิ

ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการพัฒนาโครงสร้างของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ควรมีขนาดที่กะทัดรัด
2. ควรออกแบบให้มีปรับแต่งอุณหภูมิที่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ประเภทอื่นๆ ที่สามารถใช้ในการทดสอบได้ แต่ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะและขีดจำกัดของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ด้วย
3. ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมภายนอก ที่เกี่ยวข้อง เช่น อากาศโดยรอบ ลม และระยะห่างที่เหมาะสม
4. ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ควรจะกำจัดตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบออกให้หมด เช่น การกำหนดสภาพแวดล้อมให้ชัดเจน เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ทรงเกียรติ วิสุทธิพิทักษ์กุล. (2546). *การใช้สถิติเพื่อการปรับปรุงกระบวนการ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เกชา ชีระโกเมน และคณะ .(2540). *ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ*. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.
- ชนันต์ แดงประไพ . (2540.,มิถุนายน) "ระบบป้องกันเพลิงไหม้," *วิศวกรรมสาร*. (2540). 50 (6) : 30-32.
- ชัยเชษฐ เพชรไชย และ คณะ . (2529). *การซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- ชุตินันท์ อุทัยโสภณ และคณะ . (2542.,มิถุนายน) "เครื่องประจุแบตเตอรี่ตัวประกอบกำลังสูง," *วิศวกรรมลาดกระบัง*. (2542). 16 (2) : 134-139.
- ไชยะ แซ่มชัย. (2535). "การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า," ใน *49เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า*. หน้า 76-79. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ณรงค์ ขอนทะวัน และคณะ . (2534). *คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน*. กรุงเทพฯ : แผงหนังสือเบอร์ 22สวนจตุจักร.
- ดำรง จินขาวชา. (ม.ป.ป.) *การออกแบบและการทดลองวงจรออปแอมป์*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ดำรงค์ บัวยอม. (2542). *ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร*. กรุงเทพฯ : เอนเนอร์ยี ควอลิตี้ เซอร์วิส.
- ธนากาญจน์ ภัทรากาญจน์ และบรรเลง ศรีนิล. (2524). *ตารางและแผนภูมิทางเทอร์โมไดนามิก*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นักสิทธิ์ อุวัฒนาชัย. (2533). *การถ่ายเทความร้อน*. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- บริษัท อรุณชัยเสรี ฯ, (2542). *รายการประกอบแบบไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ : เอนเนอร์ยี ควอลิตี้ เซอร์วิส.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). *ปาทานุกรมการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประยูร เขียววัฒนา. (2535). *เครื่องวัดและการวัดทางไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ : ที.พี.พริน.
- พิบูลย์ จินธุอุดม. (2521). *การออกแบบระบบแสงสว่าง*. กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์.
- พิสมัย สุภัทรานนท์. (2545). *ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี*. กรุงเทพฯ : ส.เอเซียเพรส.
- มงคล วิสุทธิใจ. (ม.ป.ป.) *ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย* . บรรยายที่บริษัทอรุณชัยเสรี.
- มงคล ทองสงคราม. (2536). *ทฤษฎีจิตติคอล*. กรุงเทพฯ : วิ.เจ.พรินติง.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. (2543). *มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้*. กรุงเทพฯ.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.(2535). *มาตรฐานการติดตั้งสัญญาณเตือนอัคคีภัย (EIT 0001 – 29)* , 2535.
- อุดมศักดิ์ ยั่งยืน. (2528). *อิเล็กทรอนิกส์กำลัง1*.กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เอก ไชยสวัสดิ์. (2542). *การวัดและเครื่องวัดอุณหภูมิ*. กรุงเทพฯ : ฤทธิศรีการพิมพ์.

B.L. Theraja and A.K. Theraja. (1994). *Electrical Technology*. 21th ed. New Delhi: Rajendra Ravindra Printers.

Hajek Stanley M. (1986). *Introduction to Digital Electronics*. USA : Delmar Publishers ; Inc.

Howard M. Berlin. (1981). *Design of Op-Amp Circuits*. Howard : Sam's & Co; Inc.

Mc Guinness. (1986). *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*. 7th ed. Singapore:

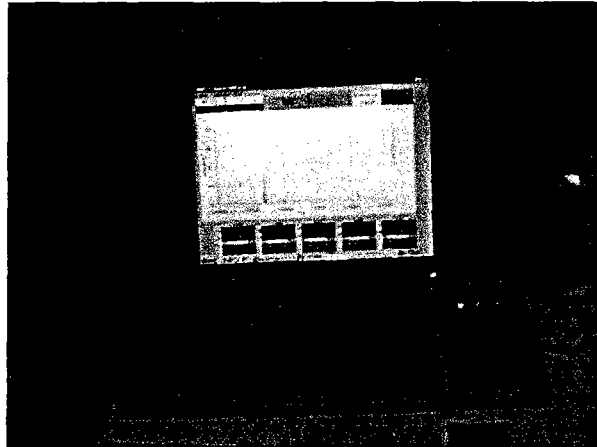
John Wiley & Sons.

Wayne G. Carson. (2000). ***Fire Protection Systems***. 3rd ed. Massachusetts: Courier Corporation.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

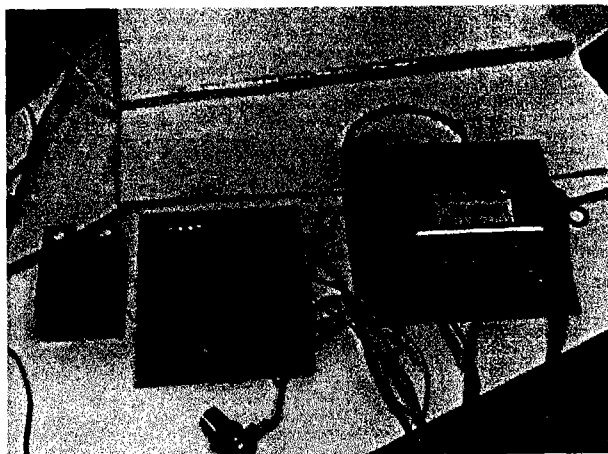
ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน



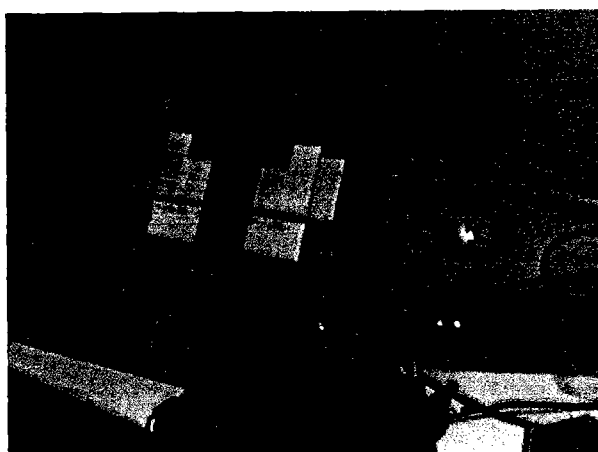
ภาพประกอบ 31 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



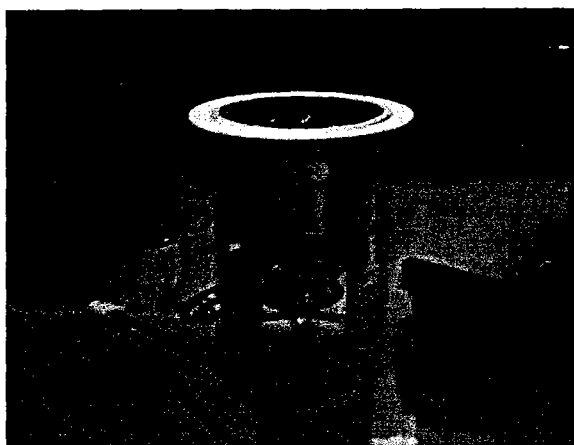
ภาพประกอบ 32 เครื่องดักข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



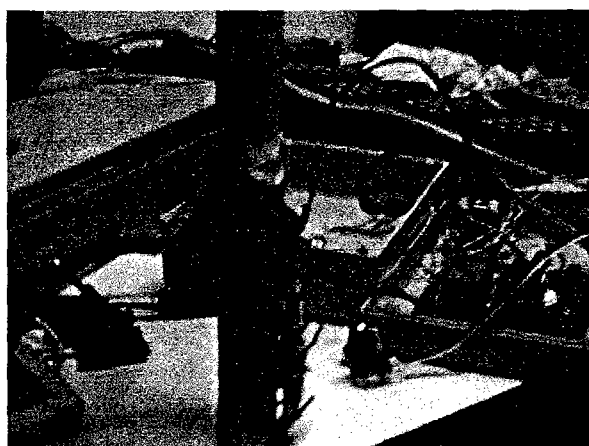
ภาพประกอบ 33 ส่วนประกอบเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน



ภาพประกอบ 34 แสดงการดำเนินการจัดเก็บข้อมูลจากการวัดอุณหภูมิ



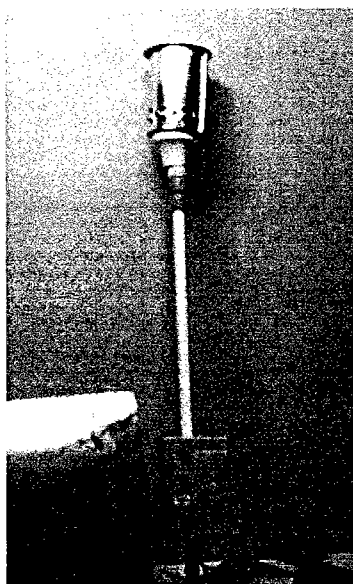
ภาพประกอบ 35 ส่วนประกอบของชุดทำความร้อน



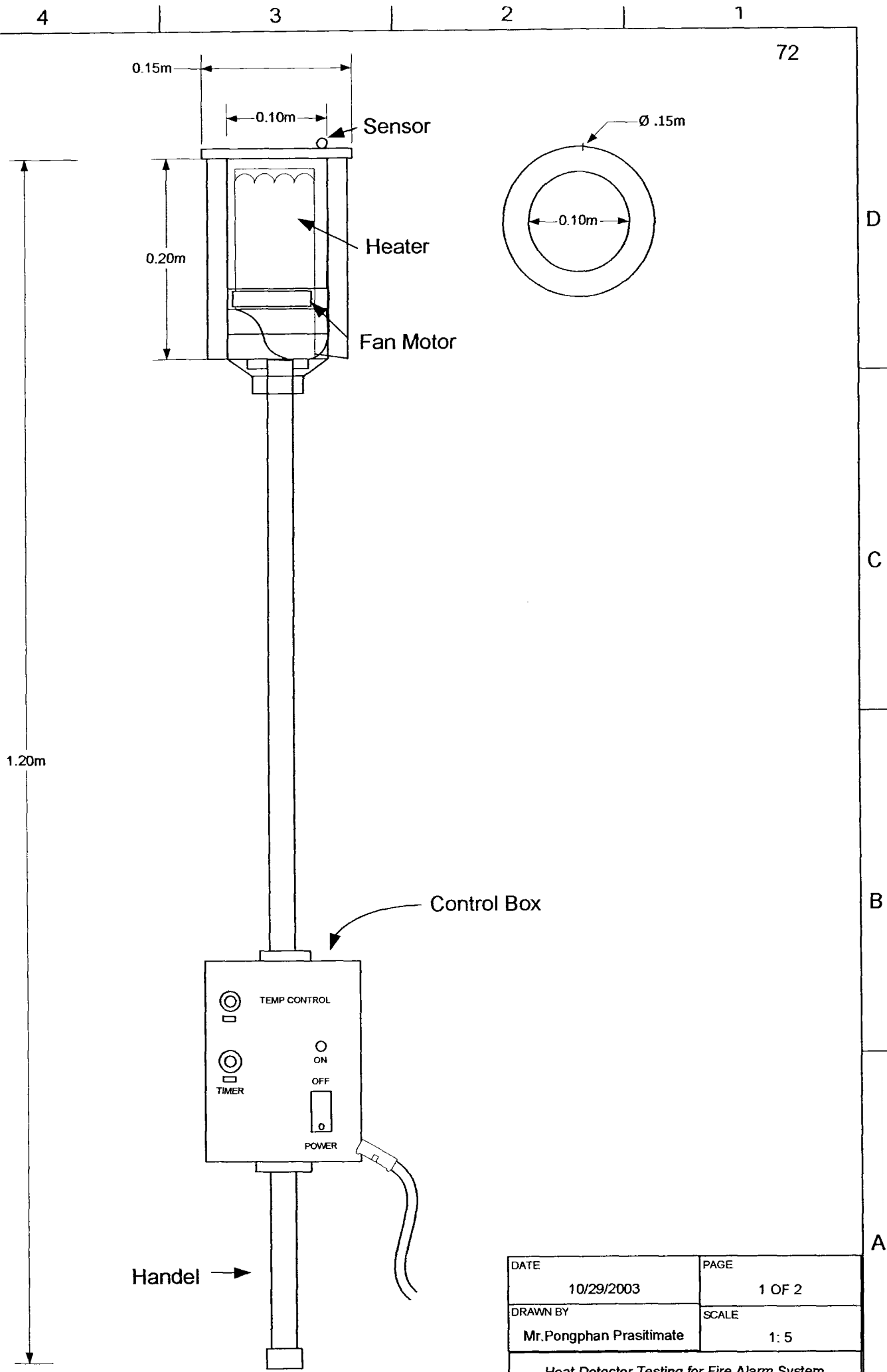
ภาพประกอบ 36 แสดงการติดตั้งเทอร์โมคัลเบิ้ล type K ในการวัดตำแหน่ง ที่ 1 – 10 เซนติเมตร



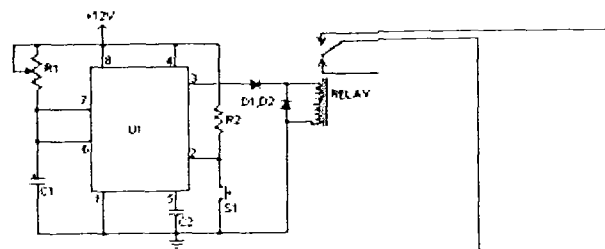
ภาพประกอบ 37 แสดงการติดตั้งเทอร์โมคัลเบิ้ล type K กับชุดทำความร้อน



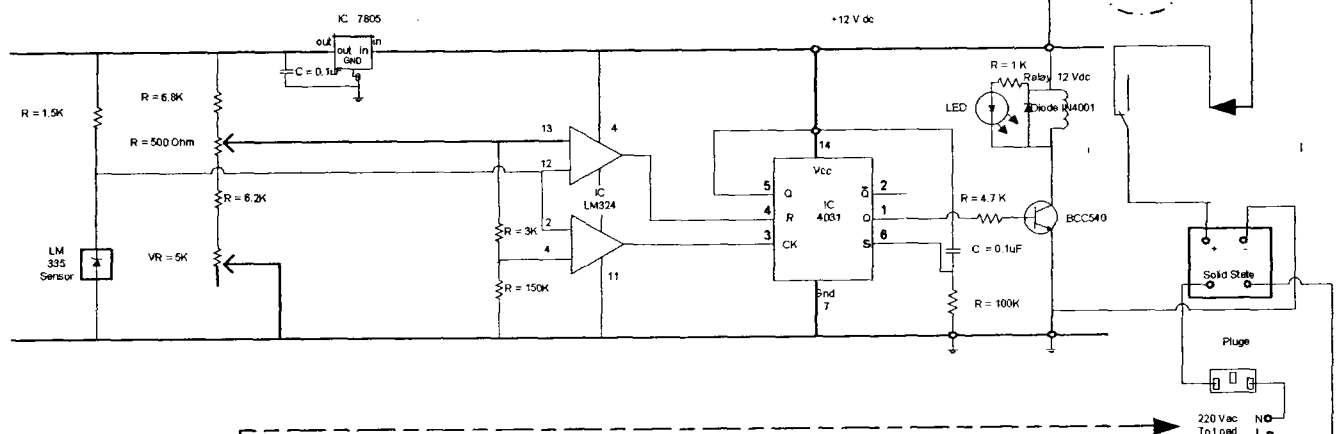
ภาพประกอบ 38 เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน



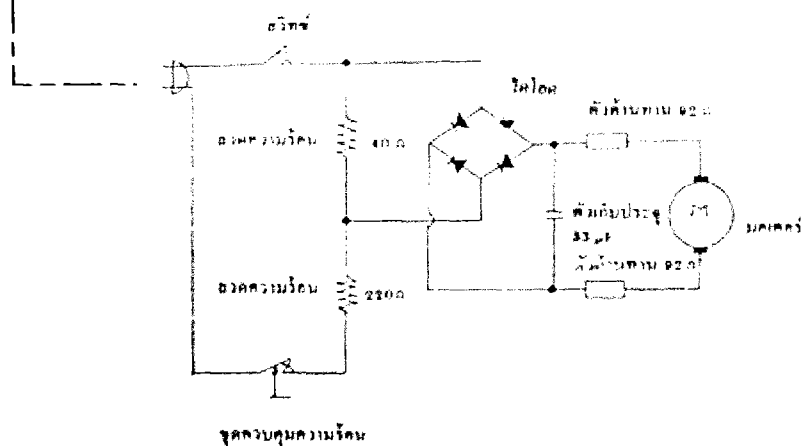
DATE	PAGE
10/29/2003	1 OF 2
DRAWN BY	SCALE
Mr.Pongphan Prasitimate	1: 5
Heat Detector Testing for Fire Alarm System	



วงจรที่ใช้ในการหน่วงเวลา



วงจรที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ



วงจรไฟฟ้าในไดร์เป่าผม

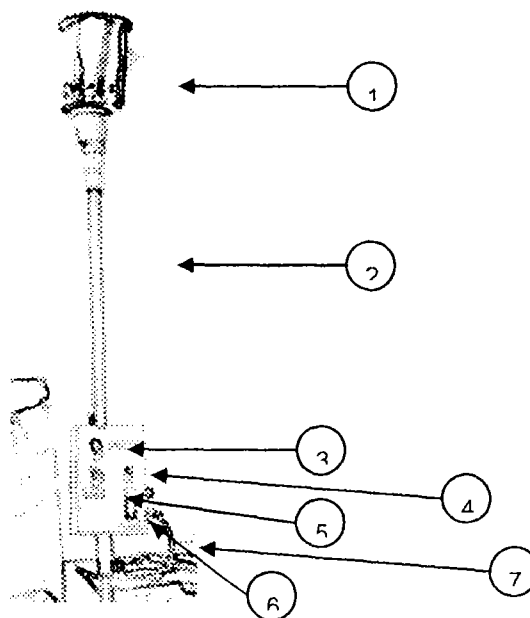
DATE	PAGE
10/29/2003	2 OF 2
DRAWN BY	SCALE
Mr.Pongphan Prasitimat	1: 5
Heat Detector Testing for Fire Alarm System	

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งานของเครื่องทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

คู่มือการใช้

เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



ข้อมูลเฉพาะ

แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ AC 50 Hz

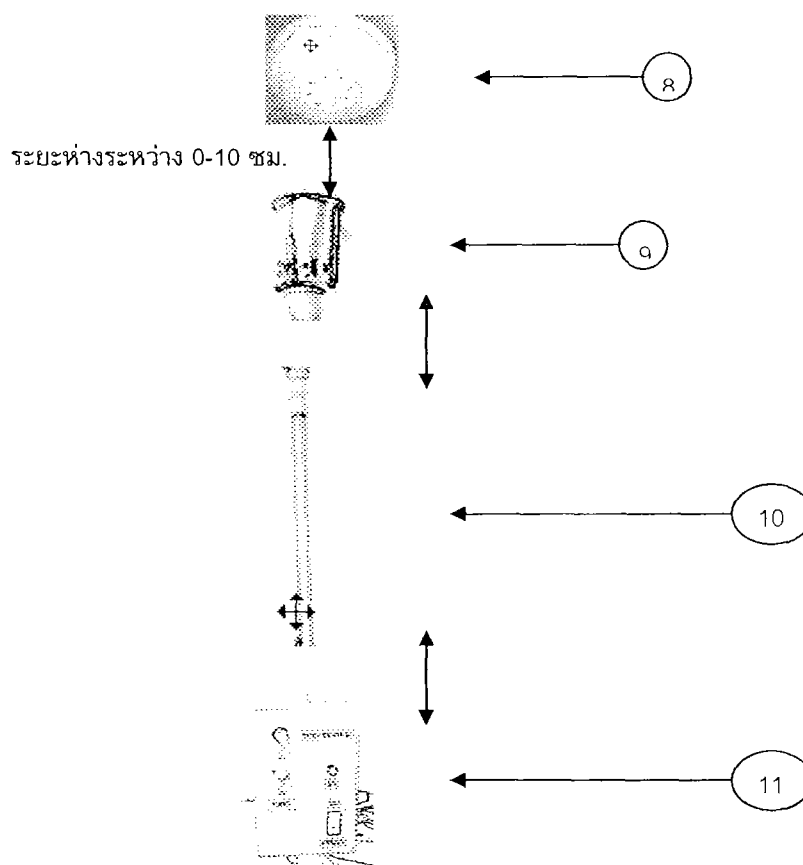
กำลังไฟฟ้า 500 วัตต์

รูปแสดงส่วนประกอบ

1. ส่วนชุดความร้อน และพัดลม
2. ส่วนด้ามต่อ พร้อมเซนเซอร์
3. โวลุ่มปรับอุณหภูมิ การทำงานระหว่าง 50° C -62° C
4. สวิตช์ปุ่มกดเพื่อเริ่มการทำงาน (NO)
5. โวลุ่มปรับ การหน่วงเวลาทำงาน ระหว่าง 0 – 50 วินาที
6. สวิตช์ เมนไหม้ในการตัดต่อวงจร (Power)
7. สายไฟแหล่งจ่าย

วิธีใช้

1. นำอุปกรณ์ดังรูป ประกอบเข้าด้วยกัน โดย ต่อหมายเลข 9 กับ หมายเลข 10 และ หมายเลข 11 ตามลำดับ
2. เมื่อประกอบเสร็จแล้ว นำสายเซนเซอร์ และสายไฟ เข้ากับชุดกล่องควบคุม
3. นำสายจากกล่องควบคุม ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ AC 50Hz และเปิดสวิตช์ Power
4. ทำการปรับแต่งเวลาที่ใช้ในการหน่วงเพื่อป้องกันในระดับที่ 2 ไว้ที่ 50 วินาที
5. ทำการปรับแต่งอุณหภูมิ (Temperature Control) ที่ต้องการทดสอบหัวตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไว้ที่ 57 °C
6. นำชุดเครื่องมือ ไปจ่อบริเวณหัวตรวจจับความร้อน แบบอุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อพิกัดเวลา (หมายเลข 8)
7. ทำการกดปุ่ม เปิด (On)
8. เมื่อทดสอบแล้วเสร็จ ยกเลิกการใช้งานโดยย้อนขั้นตอนที่ 7 เปลี่ยนเป็น Off จนถึงขั้นตอนที่ 1



ข้อควรระวัง

1. ควรทำตามขั้นตอนที่แนะนำ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน
2. ระวังเรื่องความร้อนสะสมของเครื่องมือ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ได้

ภาคผนวก ค.
แบบตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 แบบตารางบันทึกผลการทดลอง

จากการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการส่งถ่ายความร้อน ด้วยการพาโดยการบังคับ (Forced convection) คือการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของแข็งและของไหล โดยให้การถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของแข็งโดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือ เครื่องสูบน้ำ (นักสิทธิ์ คุวัฒนาชัย. 2533: 2-3) นิวตัน (Newton) ได้เสนอสมการ คำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา ดังนี้

$$q = h (T_h - T_c) \quad (8)$$

โดยที่ q = อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น W/m^2

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน มีหน่วยเป็น $W/m^2 K$

T_h = อุณหภูมิที่ร้อนกว่า (T_h (°C) + 273.15 มีหน่วยเป็น K

T_c = อุณหภูมิที่เย็นกว่า (T_c (°C) + 273.15 มีหน่วยเป็น K

ซึ่ง q หาได้จาก สูตร $q = Q/A$ มีหน่วยเป็น W/m^2 (9)

โดยที่ ขนาดพื้นที่ ($A = .07854 \times D^2$ (m²)) กำหนดให้ เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.1 เมตรซึ่งเป็นขนาดของท่อลมในการส่งผ่านความร้อนไปยังตัวตรวจจับความร้อน

ตาราง 3 ผลการคำนวณจากสมการ ที่ 3 และ 4 ผลที่ได้ปรากฏในตาราง

Th	Tc	h	q	Q	Remark
27	27	25.8473	-	-	
33	27	25.7845	154.71	1.22	
39	27	25.7220	308.66	2.42	
45	27	25.6597	461.88	3.63	
51	27	25.5978	614.35	4.83	
57	27	25.5362	766.09	6.02	action at Approximate 30 Sec

โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวัดอุณหภูมิ จากสมการที่ 8 คือ T_h T_c มาสร้างตารางในการบันทึกผลดังต่อไปนี้

ตาราง 4 บันทึกผล ระยะที่ 1 , 2 , 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เซนติเมตร (ระยะที่XX / 10 ครั้ง)

ครั้งที่	อุณหภูมิเริ่มต้น / สุดท้าย (°C)	เวลาที่ (วินาที)							
		T_a	T_0	T_{10}	T_{20}	T_{30}	T_{40}	T_{50}	T_{60}
1	Th at T_{0-60}								
2	Th at T_{0-60}								
3	Th at T_{0-60}								
4	Th at T_{0-60}								
5	Th at T_{0-60}								
6	Th at T_{0-60}								
7	Th at T_{0-60}								
8	Th at T_{0-60}								
9	Th at T_{0-60}								
10	Th at T_{0-60}								

หมายเหตุ $T_c = T_{0-60}$	T_a	คือ	ค่าอุณหภูมิโดยรอบ
	T_0	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 0 วินาที
	T_{10}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 10 วินาที
	T_{20}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 20 วินาที
	T_{30}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 30 วินาที
	T_{40}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 40 วินาที
	T_{50}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 50 วินาที
	T_{60}	คือ	ค่าอุณหภูมิที่เวลา 60 วินาที

วิธีการทางสถิติโดยการในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรดังต่อไปนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ภาคผนวก ง.
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 5 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านลักษณะทางกายภาพ
โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ข้อที่	รายละเอียดในการประเมิน	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อย มาก (1)
1	ด้านโครงสร้าง					
	1.1. ความเหมาะสมในการออกแบบ					
	1.2. ความแข็งแรงของโครงสร้าง					
	1.3. รูปทรงของเครื่องสอยงาม					
	1.4. จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม					
2	ด้านการใช้งาน					
	2.1. สะดวกในการใช้งาน					
	2.2. สะดวกในการเคลื่อนย้าย					
	2.3. ถอดประกอบได้ง่าย					
	2.4. การปรับแต่งอุณหภูมิตามต้องการ					
3	ด้านความปลอดภัย					
	3.1. ระบบป้องกันโดยการหน่วงเวลา					
	3.2. ระบบป้องกันโดยการตัดอุณหภูมิ					
	3.3. การป้องกันอันตรายจากการสัมผัสไฟฟ้า					
	3.4. การตัดต่อวงจรโดยใช้โซลิตสเดท					
4	ด้านการบำรุงรักษา					
	4.1. การถอดประกอบทำได้อย่างสะดวกง่ายต่อการบำรุงรักษา					
	4.2. วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทาน					
	4.3. การตรวจสอบและบำรุงรักษาทำได้ง่าย					
	4.4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาที่ชำรุดสามารถหาซื้อได้ง่าย					

ภาคผนวก จ.
หนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย



ที่ วท 5201/ 198/

19 เมษายน 2547

เรื่อง อนุญาตให้พนักงานเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมิน

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

อ้างถึง หนังสือมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ ศธ 0519.12/7271 ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2546

ตามหนังสือที่อ้างถึง ขอความอนุเคราะห์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) พิจารณาอนุญาตให้ นางลักษมี ปลั่งแสงมาศ รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบและมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ และ นางอภิญญา หล้าเดจา นักวิชาการ 6 และ นายกำชัย สิงหาภิวัตน์ นักวิชาการ 6 เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ให้แก่นายพงษ์พันธ์ ประสิทธิ์เมตต์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา ความละเอียดทราบแล้ว นั้น

วว. พิจารณาแล้วยินยอมอนุญาตให้พนักงานดังกล่าวข้างต้น มาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินฯ

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางลักษมี ปลั่งแสงมาศ)

ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ
รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบและมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ

ศูนย์ทดสอบและมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ

โทร. 0 2579 1121-30 ต่อ 5217 (สุมาลี)

โทรสาร 0 2579 8592

E-mail : sumalee@tistr.or.th

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

๓๕ หมู่ ๓ ถนนพหลโยธิน ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

โทร. (๐๒) ๐ ๒๕๗๙ ๙๐๐๐ โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๙๐๐๙

E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ พฤศจิกายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน รองผู้ว่าการฝ่ายบริการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิ์เมตต์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นางลักษมี ปลั่งแสงมาศ รักษาการผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินฯ ให้ นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิ์เมตต์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-6541111 ต่อ 838

มือถือ 09-1238840

ที่ ศธ 0519.12/ 7271

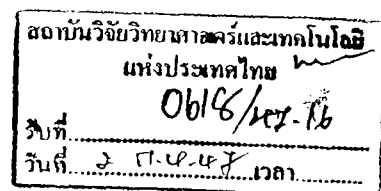


บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ พฤศจิกายน 2546



เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน รักษาการผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบและมาตรฐานวิชา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินฯ

เนื่องด้วย นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิเมตต์ นิติระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นางอภิญญา หล้าเต จา นักวิชาการ 6 และ นายกำชัย สิงหาภิวัฒน์ นักวิชาการ 6 เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับ อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินฯ ให้ นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิเมตต์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-6541111 ต่อ 838

มือถือ 09-1238840



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๙ มกราคม 2547

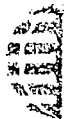
เรื่อง ขอใช้ห้อง Lab พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการ บริษัท บี.ที. เมโทรโลยี จำกัด

เนื่องด้วย นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิ์เมตต์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือทดสอบ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอใช้ห้อง Lab พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ ดังนี้ 1) เครื่องวัดอุณหภูมิและเก็บข้อมูล (Data logger) 2) คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล 3) เครื่องมือที่ใช้ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ทดลอง ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาเครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ในระหว่างเดือนมกราคม 2547

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิ์เมตต์ ได้ใช้ห้อง Lab พร้อมอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

พงษ์พันธุ์



บริษัท บี.ที. เมโทรโลยี จำกัด
B.T. METROLOGY CO., LTD

ขอแสดงความนับถือ

หะวานนท์

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-6541111 ต่อ 838

มือถือ 09-1238840

12/๐1/47.
เอกสารในโปรเจกต์ Lab
พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการวิจัย.

Request No. BK-P 152/46

MTC No. PSL-T 313/46

CALIBRATION CERTIFICATE

Nomenclature : **Hydra Data Logger with Sensors**

Model / Type : 2625 A

Maker : FLUKE

Serial No. : 7590033

Sensors : Thermocouple wires Type T (31 ea.)

Sheath Material : Teflon

Customer : **Photometry and Temperature Standards Laboratory , MTC., TISTR.**

Address : 196 Phaholyothin, Chatuchak, Bangkok, 10900. Tel.: 5791121-30, Ext : 5216.

Date of request : 9 May 2003

Date of Calibration : 10 June 2003

Place of calibration : Temperature Standards Laboratory, MTC., (Bangpoo).

Conditions of test : - Ambient temperature: 25 ± 2 °C, Relative humidity : 55 ± 5 %.

- Calibrator stabilized at conditions of test for 60 minutes prior to measurement.

Reference Standard : Standard Platinum Resistance Thermometer (SPRT 25 Ω), Model: 5628, Serial No.: 0229, which was calibrated on 19 October 2001, can be traceable to NIST, USA.

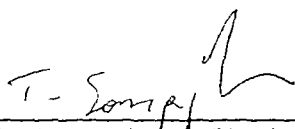
Support Equipment :

1. Ice Point Unit, Model: KT-D003A, S/N.: AX04AAC1.
2. Low Temperature Bath Unit, Model: LU100B, S/N.: 6367400.
3. High Temperature Oil Bath Unit. Model: KT-B205, S/N.: AX04FAC1.
4. Resistance Bridge, Model: F17A, S/N.: 520-8/061.

Calibration Procedure : Comparison Technique; The Indicated of UUC (Unit under calibration) was compared to temperature obtained from the Reference Standard at calibration points.

The temperature scale in use of this laboratory is the International Temperature Scale of 1990 (ITS-90).

The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95 %, the method explained in M 3003 Edition 1, December 1997.



page 1 of 4

The above results are valid exclusively for the tested/analysed sample(s)/calibrated item(s) as mentioned in this report/certificate.

Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)

FM. BL. MTC.002 Rev.1

HEAD OFFICE

196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. (66) 0 2579 1121-30, 0 2579 5515, 0 2579 0160

Fax. (66) 0 2561 4771, 0 2579 8592

URL : <http://www.tistr.or.th> E-MAIL : tistr@tistr.or.th

INDUSTRIAL METROLOGY AND TESTING SERVICE CENTRE

Soi 1, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road,

Amphoe Muang, Samutprakan 10280

Tel. (66) 0 2323 1672-80

Fax. (66) 0 2323 0165

Request No. BK-P 152 / 46

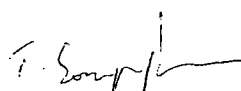
MTC No. PSL-T 313 / 46

Serial No. 7590033

Results :

Correction for TC-T- 1~14 In Module # 1	Reference Temperature					
	-75.0 (°C)	-30.0 (°C)	0.0 (°C)	100.0 (°C)	150.0 (°C)	190.0 (°C)
1	-1.3	-0.1	-0.1	0.3	0.8	1.0
2 ~	-1.3	0.1	0.0	0.3	0.8	1.0
3	-1.3	0.0	-0.1	0.2	0.7	1.0
4	-1.5	0.0	-0.1	0.8	0.6	0.6
5	-1.5	-0.1	-99.4	-49.8	0.7	1.0
6	-1.5	-0.6	-99.2	-49.6	1.0	1.0
7	-1.1	-0.4	-99.4	-49.7	0.7	1.0
8	-1.2	-0.6	-99.2	-49.6	1.0	1.3
9	-1.3	-0.5	-0.2	0.6	0.9	1.2
10	-1.2	-0.3	0.0	0.2	0.8	1.2
11	-1.2	-0.2	0.0	0.4	0.8	1.0
12	-1.0	-0.2	-0.1	0.5	1.0	1.3
13	-1.5	-0.2	-0.1	0.4	0.6	0.7
14	-1.5	-0.3	-0.1	0.4	0.8	1.0

Note : TC-T- 1~14

Uncertainty of measurement : $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$


page 2 of 4

The above results are valid exclusively for the tested/analysed sample(s)/calibrated item(s) as mentioned in this report/certificate.

Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)

FM. BL. MTC.002 Rev.1

HEAD OFFICE

196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. (66) 0 2579 1121-30, 0 2579 5515, 0 2579 0160

Fax. (66) 0 2561 4771, 0 2579 8592

URL : <http://www.tistr.or.th> TISTR @mozart.inet.co.th

INDUSTRIAL METROLOGY AND TESTING SERVICE CENTRE

Soi 1, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road,

Amphoe Muang, Samutprakan 10280

Tel. (66) 0 2323 1672-80

Fax. (66) 0 2323 9165

Request No. BK-P 152/46

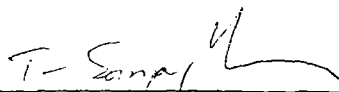
MTC No. PSL-T 313/46

Serial No. 7590033

Results :

Correction for TC-T-1~17 In Module # 2	Reference Temperature					
	-75.0 (°C)	-30.0 (°C)	0.0 (°C)	100.0 (°C)	150.0 (°C)	190.0 (°C)
1	-1.3	-0.6	-0.2	0.2	0.6	0.9
2	-0.7	-0.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0
3	-1.3	0.0	-0.1	0.2	-0.1	0.0
4	-0.7	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0
5	-1.1	-0.5	-99.4	-0.2	-0.1	-0.1
6	-1.5	-0.6	-99.2	0.2	0.4	0.7
7	-1.5	-0.4	-99.4	0.1	0.5	0.5
8	-0.9	-0.6	-99.2	-0.2	0.0	0.0
9	-0.9	-0.6	-99.2	0.2	0.0	0.0
10	-1.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
11	-1.0	-0.2	0.0	-0.1	0.1	0.1
12	-1.0	-0.2	-0.1	0.3	0.6	0.9
13	-1.4	-0.2	-0.1	0.1	0.6	0.7
14	-0.8	-0.3	-0.1	-0.2	-0.1	0.0
15	-1.5	-0.3	-0.1	0.1	0.5	1.0
16	-1.3	-0.3	-0.1	0.1	0.6	1.0
17	-1.3	-0.3	-0.1	0.2	0.5	1.0

Note : TC-T-1 ~ 17

Uncertainty of measurement : $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$


page 3 of 4

The above results are valid exclusively for the tested/analysed sample(s)/calibrated item(s) as mentioned in this report/certificate.

Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)

FM. BL. MTC.002 Rev.1

HEAD OFFICE

196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. (66) 0 2579 1121-30, 0 2579 5515, 0 2579 0160

Fax. (66) 0 2561 4771, 0 2579 8592

URL : <http://www.tistr.or.th> TISTR @mozart.inet.co.th

INDUSTRIAL METROLOGY AND TESTING SERVICE CENTRE

Soi 1, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road,

Amphoe Muang, Samutprakan 10280

Tel. (66) 0 2323 1672-80

Fax. (66) 0 2323 9165

Request No. BK-P 152 / 46

MTC No. PSL-T 313 / 46

Serial No. 7590033

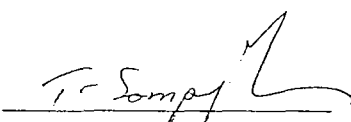
Results :

Correction for TC-T- 1~11 In Module # 3	Reference Temperature					
	-75.0 (°C)	-30.0 (°C)	0.0 (°C)	100.0 (°C)	150.0 (°C)	190.0 (°C)
1	-1.3	-0.1	0.1	0.3	0.6	0.7
2	-1.6	-0.4	0.0	0.4	0.7	0.7
3	-1.0	-0.2	0.0	33.3	0.7	0.8
4	-0.3	0.0	-0.1	0.0	0.6	0.0
5	-0.7	-60.3	0.0	0.1	0.2	0.3
6	-1.3	-0.4	0.0	0.3	0.5	0.4
7	-1.3	-0.3	0.0	0.4	0.4	1.0
8	-1.2	-0.4	-0.1	0.5	1.0	1.1
9	-1.3	-0.2	0.0	0.3	0.6	0.7
10	-0.7	0.2	0.0	0.5	1.0	1.1
11	-1.2	0.0	0.1	0.3	0.8	0.8

Note : TC-T-1~11

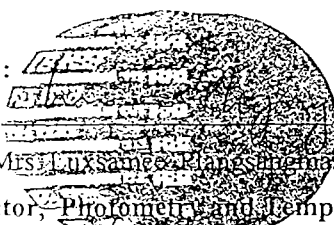
Uncertainty of measurement : $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

Calibrated by :



(Mr. Teerapong Somprajob)

Approved by :



(Mrs. Euxsanee Kongsithamas)

Director, Photometric and Temperature

Standards Laboratory

Ref.: 1112146069901320001

Issued date : 21 August 2003

page 4 of 4

The above results are valid exclusively for the tested/analysed sample(s)/calibrated item(s) as mentioned in this report/certificate.

Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)

FM. BL. MTC.002 Rev.1

HEAD OFFICE

196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. (66) 0 2579 1121-30, 0 2579 5515, 0 2579 0160

Fax. (66) 0 2561 4771, 0 2579 8592

INDUSTRIAL METROLOGY AND TESTING SERVICE CENTRE

Soi 1, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road,

Amphoe Muang, Samutprakan 10280

Tel. (66) 0 2323 1672-80



National Institute of Metrology (Thailand)

75/7 Rama VI Road, Thungphyathai, Rajthevi, Bangkok 10400 Tel. 248-2181 Fax. 248-4484

Certificate of Calibration

Issued by : Temperature Laboratory, Thermometry Department

Date of Issue : 31 May 2002

Serial Number : TL-0069/02

Page : 1 of 11 Pages

For : Thailand Institute of Scientific and Technological Research
196 Phahonyothin Rd., Chatuchak,
Bangkok 10900

Description : Standard Platinum Resistance Thermometer

Model : 5681

Serial No. : 61079

Manufacturer : HART SCIENTIFIC, INC.

The reported uncertainty is based upon a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95%

Reference : CSR No. 0096/02

Checked by : *[Signature]*

Signed : *[Signature]* (Authorised Signatory)

Name : Bunjob Suktat for the Director

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the Director of National Institute of Metrology (Thailand).



or: Thailand Institute of Scientific and Technological Research
 Description: Standard Platinum Resistance Thermometer
 Model: 5681
 Serial No.: 61079
 Manufacturer: HART SCIENTIFIC, INC.
 Date of Received: 8 March 2002
 Measurement Period: 1 to 13 May 2002

ENVIRONMENTAL CONDITIONS:

The measurement was carried out in an ambient temperature of $(23.0 \pm 1.0) ^\circ\text{C}$ and the relative humidity of $(30 \pm 10) \%$.

MEASUREMENT METHOD:

The Standard Platinum Resistance Thermometer (SPRT) was calibrated with a DC bridge using continuous currents of 1.0 mA. In accordance with the International Temperature Scale of 1990 (ITS-90) adopted by CIPM, the sub-range from 234.3156 K to 302.9146 K and from 273.16 K to 933.473 K, with the following fixed points, were used to calibrate the thermometer.

Fixed Points		Temperature	
		T_{90} (K)	t_{90} ($^\circ\text{C}$)
Hg	MP	234.3156	-38.8344
H ₂ O	TP	273.16	0.01
Ga	MP	302.9146	29.7646
Sn	FP	505.078	231.928
Zn	FP	692.677	419.527
Al	FP	933.473	660.323

TABULATION OF RESULTS:

At the page 3 of 11, there are the coefficients of the pertinent deviation functions of the ITS-90, the resistance ratios, measured at the fixed points, and their associated measurement uncertainties.



Calibration Laboratory
799 E Utah Valley Drive
American Fork, Utah 84003-9775



For the Scope of Accreditation
Under NVLAP Lab Code 200348-C

REPORT OF CALIBRATION

INTERNATIONAL TEMPERATURE SCALE OF 1990

Platinum Resistance Thermometer

Model No: 5628

Serial No: 0229

Submitted By:

Measuretronix Ltd

Bangkok 10240, THAILAND

This Platinum Resistance Thermometer (PRT) was calibrated by comparison to a laboratory standard SPRT via a Precision DC Thermometer at a constant current of 1.0 mA. The procedure followed is based on the technical information contained in NIST Technical Note 1265, "Guidelines for Realizing the International Temperature Scale of 1990 (ITS-90)" pertaining to secondary PRT's. The following comparison points and their uncertainties ($k=2$) were used to calibrate the thermometer. This calibration is traceable to NIST or natural physical constants and is in compliance with ANSI/NCSL Z540 - 1. This calibration certificate applies only to the item described and shall not be reproduced other than in full, without written approval of Hart Scientific. It shall not be used to claim product endorsement by NVLAP or any agency of the U.S. Government. Calibration certificates without signatures are not valid.

COMPARISON POINT		MEASURED	MEASUREMENT
NOMINAL	ACTUAL	RESISTANCE	UNCERTAINTY
-197.000 °C	-197.000°C	4.67730	0.010°C
-100.000 °C	-100.000°C	15.21700	0.010°C
-38.834 °C	-38.834°C	21.60490	0.008°C
0.010 °C	0.010°C	25.59370	0.005°C
156.599 °C	156.599°C	41.19880	0.008°C
231.928 °C	231.928°C	48.44070	0.009°C
419.527 °C	419.527°C	65.74290	0.011°C
660.323 °C	660.323°C	86.39590	0.015°C

The calibration data were fitted by the method of least squares to obtain the following values for the resistance at the triple point of water (RTPW) and the coefficients of the pertinent deviation functions of the ITS-90. The attached interpolation tables were generated using these values.

ITS=90 Coefficients: Rtpw = 25.5937001 ohms a4 = -3.2208687 E-05 b4 = 2.9929485 E-05
 a7 = -1.4379251 E-04 b7 = 2.5080288 E-05
 c7 = -1.0286169 E-05

STANDARDS USED				
Description	Manufacturer	Model No.	Serial No.	Due Date
Thermometer, "Super Thermometer," 1 ppm.	Hart Scientific	1590	8C031	11/15/2001
SPRT, Glass Sheath	Hart Scientific	5681	1247	04/20/2002

Laboratory Environment:

Temperature: 23°C

Humidity: 34%

Procedure: HSC106 Rev 2

Calibration Date: 10/19/2001

Calibration Due: 10/19/2002

PO Number: 01385

Report Number: A1A1902

Page: 1 of 6

Calibration Performed by:

Monty Cook

Mike Coleman

(801) 763-1600

Approved by:

John J. Smith

Thomas J. Wiandt

(801) 763-1600

ภาคผนวก จ.
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้เชี่ยวชาญกรอกแบบสอบถาม

1. ชื่อ ดร.ลักษมี ปลั่งแสงมาศ
 ตำแหน่ง รักษาการผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา
 วุฒิทางการศึกษา Ps.D. (University of Florida Materials Science)
 ประสบการณ์การทำงาน 22 ปี
 หน่วยงานที่สังกัด สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
 เชี่ยวชาญด้าน มาตรฐาน, มาตรวิทยา และโพลิเมอร์

2. ชื่อ คุณกำชัย สิงหาภิวัฒน์
 ตำแหน่ง นักวิชาการ 6
 วุฒิทางการศึกษา วท.ม. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล
 ประสบการณ์การทำงาน 15 ปี
 หน่วยงานที่สังกัด สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
 เชี่ยวชาญด้าน อุณหภูมิ แสงและความชื้น

3. ชื่อ คุณอภิญา หล้าเตจา
 ตำแหน่ง นักวิชาการ 6
 วุฒิทางการศึกษา วท.ม.(เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ประสบการณ์การทำงาน 12 ปี
 หน่วยงานที่สังกัด สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
 เชี่ยวชาญด้าน อุณหภูมิ แสงและความชื้น

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายพงษ์พันธุ์ ประสิทธิ์เมตต์
สถานที่เกิด	จังหวัดนครสวรรค์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	19/74 หมู่ที่ 2 ถนนเลียบคลองนายกิม แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพฯ 10210
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2524	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนลาดยาววิทยาคม จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2528	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้า จากวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2531	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างไฟฟ้า จากวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2539	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมแขนงวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสถาบันราชภัฏพระนคร จังหวัดกรุงเทพฯ
พ.ศ. 2547	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดกรุงเทพฯ