



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ระบบควบคุมของระบบดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล

An Automatic Fire Suppression System Controller for A Personal Vehicle

นามผู้วิจัย นายพศิน งามวงศ์ชน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย ศิวะโกศิษฐ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ณัฐศักดิ์ บุญมี, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์พิรุณ ชาญเศรษฐิกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบควบคุมของระบบดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล

An Automatic Fire Suppression System Controller for A Personal Vehicle

โดย

นายพศิน งามวงศ์ชน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2552

พทิน งามวงศ์ชน 2552: ระบบควบคุมระบบดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิชาวิศวกรรม
ความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย ศิวัะโกศล, Ph.D. 76 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบดับเพลิงอัตโนมัติในรถยนต์ส่วนบุคคล
แบบอัตโนมัติที่มีความสามารถปรับค่าสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันในรถยนต์แต่ละรุ่นที่มีค่า
อุณหภูมิ และพื้นฐานการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถตรวจจับความร้อนในกรณีเกิดเพลิงไหม้
และมีความสามารถสั่งงานระบบส่งฉีดสารดับเพลิงโดยอัตโนมัติได้ 2 พื้นที่ โดยพื้นที่ที่มีความ
เสี่ยงสูง จากสถิติที่พบคือในห้องเครื่องยนต์หรือห้องเก็บสัมภาระด้านท้ายของ ทั้งนี้ตัวระบบ
จะเน้นการใช้วัสดุและชิ้นส่วนของอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ในประเทศ

โดยการออกแบบและการสร้างชุดทดสอบระบบดับเพลิงในการวิจัยนี้จะใช้ Microcontroller
เบอร์ MCS – 51 เป็นตัวประมวลผลและสั่งงานระบบโดยใช้โปรแกรมภาษาพื้นฐาน Assembly
เป็นตัวป้อนโปรแกรมการทำงาน พร้อมทั้งทำการสร้างชุดจำลองการทำงานเพื่อทดสอบระบบ
โดยชุดจำลองเครื่องควบคุมการส่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัติ จะประกอบด้วยชุดตัวตรวจวัด
อุณหภูมิ 4 ตำแหน่งและชุดควบคุมการสั่งฉีดที่สั่งงานได้ 2 พื้นที่ มีหน้าจอสถิติข้อมูลและ
ไฟแสดงสถานะต่างๆ ที่ครบถ้วน จากการทดสอบทั้งหมด ตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้ถูกต้อง
และแม่นยำตามความต้องการที่ได้กำหนด ผลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้
งานจริงในการเพิ่มความปลอดภัยให้กับชีวิต และทรัพย์สิน ลดความรุนแรงของการเกิดเพลิงไหม้
และลดการเกิดเพลิงไหม้รถยนต์ทำให้การใช้รถยนต์มีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น

Pasin Ngamwongchon 2009: An Automatic Fire Suppression System Controller for A Personal Vehicle. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Wichai Siwakosit, Ph.D. 76 pages.

The main purpose of this thesis is to study an automatic fire suppression system controller for a personal vehicle which can be adjusted to suite the working conditions of various types of personal vehicle. This system can detect heat and discharge fire suppression agent to 2 critical areas which are an engine compartment and a trunk area. This system is also constructed from available parts in Thailand.

A microcontroller (MCS – 51) is used as a processor and a controller for the system. An assembly language is used for programming. A model is constructed to test the activation of the system controller. There are 2 critical areas to be covered with 2 temperature sensors and 1 nozzle actuator for each area. The system is working properly and can be implemented in available.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย ศิวัะโกศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ณัฐศักดิ์ บุญมี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประพจน์ ขุนทอง ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้ให้ความรักและเป็นกำลังใจสำหรับการเรียนตลอดมา และขอขอบคุณพี่น้องในครอบครัวที่คอยเป็นห่วงเป็นใยเสมอมา

ขอขอบคุณคุณอรทัย มากมี คุณศรียัธนา วาณิชชิตศักดิ์ คุณศิริศักดิ์ คัมภีรานนท์และเพื่อนๆ อีกหลายท่านที่มีได้เอ่ยนามที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ และสิ่งดี ๆ ที่มีให้

พศิน งามวงศ์ชน

เมษายน 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	7
การตรวจเอกสาร	12
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	44
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	74
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	76

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติอุบัติเหตุทั่วประเทศประจำปี 2540-2545	2
2	สถิติอุบัติเหตุจราจรทางบก ในเขตพื้นที่ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จำแนกตามพื้นที่ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2549 ถึงเดือน กันยายน 2550	3
3	แสดงความสามารถในการดับเพลิงของสารดับเพลิงแต่ละประเภท	24
4	แสดงความสามารถของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต่อพื้นที่ป้องกันสูงสุด	25
5	แสดงอัตราการดับเพลิงของเครื่องดับเพลิงเทียบกับระดับอันตราย แต่ละประเภท	26
6	แสดงระยะติดตั้งและความสามารถของเครื่องดับเพลิงประเภท ข ต่อประเภทของพื้นที่ครอบครอง	27
7	แสดงการทดสอบเทียบค่าอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	55
8	ผลการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิการทำงานของรถยนต์ที่นั่งแบ่งตามผู้ผลิต และรุ่น	58
9	แสดงผลทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติของชุดทดลอง	66
10	แสดงผลทดสอบการทำงานด้วยมือของชุดทดลอง	69

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุบัติเหตุเพลิงไหม้รถยนต์ที่ได้ติดตั้งระบบแก๊สแอลพีจี	4
2	ประเภทการเกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้ในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ 2006	5
3	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน	10
4	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน	10
5	สามเหลี่ยมของไฟ	13
6	องค์ประกอบการเกิดเพลิงไหม้ (ปริซึมสามเหลี่ยมของไฟ)	14
7	อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบคงที่ (Fixed Temperature Heat Detector)	29
8	แสดงชิ้นส่วนภายในของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบรวม	30
9	อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบพลังแสง (Photoelectric Spot Type Smoke Detector)	30
10	การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบพลังแสง	31
11	แสดงหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบประจุไฟฟ้า	31
12	แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบต่อเนื่อง	32
13	อุปกรณ์แจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (Strobe with Horn Alarm device)	33
14	ตู้ควบคุม (Fire releasing control panel)	34
15	สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะในสหรัฐอเมริกา ระหว่าง ปี ค.ศ.1970 ถึง 2003	36
16	ปัจจัยที่นำไปสู่การลุกไหม้ของเพลิงในยานพาหนะในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ.1999	37
17	ต้นกำเนิดของการเกิดเพลิงไหม้ในยานพาหนะในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1999 ถึง 2002	38
18	จุดเริ่มต้นของการเกิดประกายไฟที่นำไปสู่การลุกไหม้ของเพลิง ในยานพาหนะในประเทศสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ.1999 ถึง 2002	39
19	แสดงชุดปั๊มควบคุมพร้อมส่วนแสดงผลจอ LCD และหลอดไฟ LED	48
20	แสดงชุดปั๊มควบคุมการโปรแกรม 4 ปั๊ม และหลอด LED พื้นที่สั่งฉีด ในห้องสัมภาระ	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	แสดงการทดสอบการทำงานอุปกรณ์วัดความร้อนโซนที่ 2	50
22	แสดงชุดปั๊มควบคุม และหลอด LED แสดงสถานะพื้นที่เสี่ยง ในห้องเครื่องยนต์	50
23	แสดงผังการทำงานของระบบดับเพลิงอัตโนมัติทั้ง 2 แบบ	54
24	แสดงการวัดค่าอุณหภูมิในห้องเครื่องบริเวณท่อไอเสีย	55
25	แสดงการวางตำแหน่งเครื่องวัดอุณหภูมิในตำแหน่งบริเวณท่อไอเสีย	55
26	แสดงทำการปิดฝากระโปรงทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้ววัดอุณหภูมิ	56
27	แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้	56
28	แสดงผลเมื่อเริ่มต้นทำการเปิดการทำงานของระบบ	61
29	เมื่อทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 1	61
30	เมื่อทำการกดปุ่มป้อนค่าโปรแกรม (Enter Button) ในตำแหน่งที่ 1 หน้าจอ จะปรากฏให้ป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่ง ที่ 2 แล้วทำซ้ำจนครบทั้ง 4 ตำแหน่ง โดยสามารถตั้งค่าอุณหภูมิช่วงใช้งาน ได้ตั้งแต่ 10°C ถึง 120°C	62
31	เมื่อทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ 100°C ให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 3	62
32	เมื่อทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสังเกตการทำงานของเครื่องยนต์สำหรับ พื้นที่การสังเกต 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเครื่องยนต์	63
33	เมื่อทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสังเกตการทำงานของเครื่องยนต์ 5 วินาที ให้กับพื้นที่การสังเกตที่ 2 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเก็บสำภาระท้ายรถ	64
34	เมื่อทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสังเกตสารดับเพลิงหลังจากระบบตัด การทำงานของเครื่องยนต์ 8 วินาที	65
35	แสดงอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2	65
36	แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 พร้อมแสดงสถานะ Alarm	67
37	แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ 2 พร้อมไฟสังเกต การทำงานของเครื่องยนต์	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	แสดงการส่งสัญญาณดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์หลังตัดการทำงานของเครื่องยนต์	68
39	แสดงชุดจำลอง แสดงไฟ LED ของการส่งสัญญาณดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์ และไฟ LED ของการตัดการทำงานของเครื่องยนต์	68
40	แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 พร้อมแสดงสถานะ Alarm	70
41	แสดงตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ 2 ทำงานพร้อมไฟ Auto/Manual ติดหลังกดสวิทช์	70
42	แสดงระบบหยุดการส่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ พร้อมหยุดระบบส่งสัญญาณดับเพลิง	71
43	แสดงการส่งสัญญาณดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์โดยสวิทช์ Manual Release Zone1	71
44	แสดงการส่งสัญญาณดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์โดยสวิทช์ Manual Release Zone1 และ 2	72
45	ไฟ LED แสดงการส่งสัญญาณดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์และห้องเก็บสัมภาระของโมเดลหลังกดสวิทช์ Manual Release Zone1 และ 2	72

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Microcontroller	=	อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม แบบเขียน โปรแกรมรูปแบบการ ตั้งงานได้อย่างอิสระ
Assembly	=	โปรแกรมภาษาเพื่อเขียนคำสั่งการทำงานของเครื่องแบบ Assembly
NFPA	=	องค์กรป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Fire Protection Association),
NFIRS	=	ระบบเก็บข้อมูลเหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Fire Incident Reporting System)
LCD	=	จอภาพผลึกเหลว ใช้ทำจอภาพ มีลักษณะเป็นของเหลวใสเหมือนแก้ว เจียรนัย อัดอยู่ระหว่างเนื้อแก้วสองชั้น เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงจาก ภายนอก จะสะท้อนแสงออกมาเป็นมุมต่าง ๆ ใช้เป็นตัวแสดงอักขระและ ภาพ (liquid crystal display)
LED	=	ไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำให้แสงสว่างได้เมื่อกระแสไฟฟ้า ผ่าน (light emitting diode)
IC	=	วงจรที่นำเอาไดโอด, ทรานซิสเตอร์, ตัวต้านทาน, ตัวเก็บประจุ และ องค์ประกอบวงจรต่าง ๆ มาประกอบรวมกันบนแผ่นวงจรขนาดเล็ก (integrated circuit ; IC)
°C	=	อุณหภูมิหน่วยของศาเซนติเกรด (Celsius)

ระบบควบคุมของระบบดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล

An Automatic Fire Suppression System Controller for A Personal Vehicle

คำนำ

เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่ยังคงชะลอตัวต่อเนื่อง ทำให้การขยายตัวของการอุปโภคบริโภคภาคเอกชนยังคงต่ำ อัตราเงินเฟ้อทั่วไปยังคงเร่งตัวต่อเนื่อง สาเหตุหลักมาจากปัจจัยราคาน้ำมันที่ยังคงเพิ่มขึ้น และไม่มีแนวโน้มที่จะลดลงนั้น ได้ส่งผลให้ความต้องการซื้อรถยนต์ในรูปแบบต่างๆ ยังคงชะลอตัว ถึงแม้ว่าผู้บริโภคได้รับแรงจูงใจจาก กลยุทธ์การส่งเสริมการขายรถยนต์ และการผ่อนคลายข้อกำหนดการให้กู้ยืมเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ก็ตาม นอกจากนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประชาชนจำนวนมากได้นำรถยนต์เก่าไปดัดแปลงเพื่อติดตั้งแก๊สทั้ง เอ็นจีวี และ แอลพีจี เพื่อใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมัน ซึ่งระบบแก๊สเหล่านี้หากไม่ได้รับการติดตั้งตามมาตรฐาน จะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะขึ้นได้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้เกิดความพยายามที่จะเพิ่มความปลอดภัย และป้องกันการเกิดเพลิงไหม้และความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาาระบบดับเพลิงอัตโนมัติในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งเป็นระบบที่มีการตรวจจับความร้อนในกรณีเกิดเพลิงไหม้ในห้องเครื่องยนต์ของรถยนต์ พร้อมมีระบบส่งสัญญาณดับเพลิงโดยใช้สารดับเพลิงเคมีแห้งดับเพลิงโดยอัตโนมัติ และอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนเป็นตัวส่งสัญญาณมาที่ชุดควบคุม โดยที่ชุดควบคุมจะสั่งให้วาล์วที่ถังบรรจุสารดับเพลิงเคมีแห้ง ซึ่งเป็นถังอัดความดันเปิดออก เมื่อวาล์วเปิดออก สารดับเพลิงเคมีแห้งจะเดินทางตามท่อส่งไปยังหัวฉีด และหัวฉีดก็จะปล่อยสารดับเพลิงเคมีแห้งไปดับเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น

หลังจากที่ได้ออกแบบระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถยนต์นั่งแล้ว จะทำการออกแบบและสร้างชุดทดสอบระบบดับเพลิง เพื่อใช้ในการทดสอบการส่งสัญญาณดับเพลิงเคมีแห้ง ทดสอบระบบตรวจจับความร้อนแบบตั้งค่าได้ ทดสอบระบบชุดสัญญาณควบคุมการส่งสัญญาณดับเพลิงและหาปริมาณสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ในการดับเพลิง เพื่อทดสอบความถูกต้องและเหมาะสมของระบบดับเพลิงที่ได้ออกแบบไว้ และนำข้อมูลจากการทดสอบที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขระบบดับเพลิงที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น

ผลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้จะสามารถนำไปใช้ในการเพิ่มความปลอดภัยให้กับชีวิต และทรัพย์สิน ลดความรุนแรงของการเกิดเพลิงไหม้ และลดการเกิดเพลิงไหม้ที่มีสาเหตุมาจากความล้มเหลวทางเครื่องยนต์ ความล้มเหลวของระบบกระแสไฟฟ้า หรือการทำงานที่บกพร่อง นอกจากนี้การทดสอบการเกิดเพลิงไหม้กับรถยนต์นั่งสามารถเพิ่มความรู้ว่าเพลิงเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะให้ข้อมูลที่จำเป็นกับวิศวกรในการพัฒนา การแก้ปัญหาการเสียชีวิตของเพลิงไหม้รถยนต์ต่อไป

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นเนื่องจากได้สังเกตเห็นถึงปัญหาอันเกิดจากเหตุเพลิงไหม้รถยนต์ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยจากข้อมูลสถิติจัดทำโดยกรมการขนส่งทางบก (ตารางที่ 1) จะพบว่า สถิติอุบัติเหตุทั่วประเทศระหว่างปี 2540-2545 มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น และเป็นสาเหตุทำให้เกิดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาสถิติอุบัติเหตุจราจรทางบกที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ตารางที่ 2) จะพบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากรถยนต์นั่งตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึงเดือนกันยายน 2550 คิดเป็น 50% ของการเกิดอุบัติเหตุจากประเภทรถยนต์ทุกชนิด

ตารางที่ 1 สถิติอุบัติเหตุทั่วประเทศประจำปี 2540-2545

ปี	จำนวน (ราย)	เสียชีวิต (คน)	บาดเจ็บ (คน)	ทรัพย์สินเสียหาย (ล้านบาท)
2540	82,336	13,836	48,711	1,571.79
2541	73,725	12,234	52,538	1,378.67
2542	67,800	12,040	47,770	1,345.99
2543	73,737	11,988	53,111	1,242.21
2544	77,616	11,652	53,960	1,240.80
2545	83,155	12,434	65,329	1,420.34

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2 สถิติอุบัติเหตุจากรถทางบก ในเขตพื้นที่ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จำแนกตามพื้นที่ ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2549 ถึงเดือน กันยายน 2550

หน่วยงาน	ประเภทรถที่เกิดอุบัติเหตุ					
	รถยนต์นั่ง	รถโดยสาร เล็ก(ตู้)	รถจักรยานยนต์	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ
บข.ภ.1	2,953	342	3,509	378	386	869
บข.ภ.2	1,841	233	2,259	177	235	478
บข.ภ.3	1,205	85	2,474	122	254	236
บข.ภ.4	853	90	1,591	68	196	178
บข.ภ.5	1,808	152	2,827	74	218	172
บข.ภ.6	904	70	1,799	68	123	318
บข.ภ.7	1,036	182	2,303	104	199	522
บข.ภ.8	1,507	70	1,597	335	171	218
บข.ภ.9	516	115	1,315	47	79	144
บข.น	28,987	1,179	9,433	1,989	889	1,173
บข.ก	245	241	62	47	32	28
รวม	41,855	2,759	29,169	3,409	2,782	4,336

ที่มา: สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (2550)

นอกจากนั้น เนื่องจากการตรวจสอบมาตรฐานของทางราชการเกี่ยวกับรถยนต์เก้ายังอยู่ในระดับต่ำ ขาดความรู้, ประสบการณ์ และการขาดแคลนทางด้านงบประมาณ รวมทั้งราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการส่งเสริมการใช้พลังงานแก๊สทดแทนน้ำมัน ทำให้รถยนต์เก้ายางประเภทได้ทำการดัดแปลงเพื่อใช้เชื้อเพลิงแก๊สทดแทนน้ำมัน มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการติดตั้งส่วนใหญ่ได้ทำการติดตั้งจากผู้ที่ไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งทางราชการก็ยังไม่มีการตรวจสอบมาตรฐานที่ชัดเจน จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้รถยนต์นั่ง

จากรายงานของ ททบ.5 (2549) ได้รายงานการเหตุเพลิงไหม้รถยนต์นั่งหลังติดแก๊สแอลพีจีบนท้องถนน สายสุขุมวิท ตำบลวังกระแจะ อำเภอเมือง จังหวัดตราด โดยต้นเพลิงเกิดที่บริเวณห้องเครื่อง เจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้ใช้เวลาไม่นานก็สามารถควบคุมไฟไม่ให้ลุกลามไปห้องผู้โดยสาร นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ห้องวิทยุ 191 สภ.เมืองพิษณุโลก (2550) ได้แจ้งว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้รถยนต์บริเวณห้องเครื่องของรถยนต์นั่ง บริเวณถนนมิตรภาพ ด้านหน้าธนาคารออมสิน สาขานางพญา ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก (ภาพที่ 1) โดยรถยนต์คันนี้ได้ติดตั้งระบบแก๊สแอลพีจี โดยไฟได้ลุกลามเข้าไปยังห้องโดยสาร ทางเจ้าหน้าที่ดับเพลิงต้องเร่งกันดับไฟเป็นการเร่งด่วน แต่ก็สร้างความเสียหายในห้องเครื่องยนต์ทั้งหมด รวมทั้งห้องผู้โดยสารบางส่วน



ภาพที่ 1 อุบัติเหตุเพลิงไหม้รถยนต์ที่ได้ติดตั้งระบบแก๊สแอลพีจี

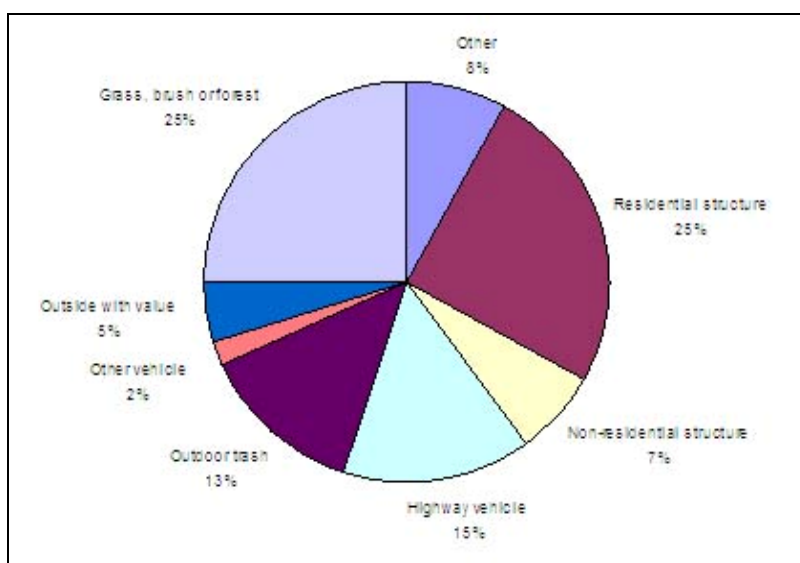
ที่มา: เจ้าหน้าที่ห้องวิทยุ 191 สภ.เมืองพิษณุโลก (2551)

จากการศึกษาของ US. Fire Department (ที่มา NFPA Journal ปี 2007) พบว่าจำนวนคนที่เสียชีวิตอันเนื่องมาจากไฟไหม้รถยนต์มีจำนวนมากกว่าจำนวนคนที่เสียชีวิตจากเพลิงไหม้ที่พ้ออาศัยเสียอีก แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนคนเสียชีวิตในรถยนต์นั่งในแต่ละครั้งส่วนใหญ่มีเพียง 1 ถึง 2 คนเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อัตราการเกิดการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์ มีความถี่ที่เกิดขึ้นสูงมาก ซึ่งจากทางสถิติโดยเฉลี่ยเกิดขึ้นทุกๆ 2 นาที บนทางหลวง โดยที่ 79% ของการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะบนไฮเวย์เป็นรถยนต์, รถแท็กซี่, รถจักรยานยนต์ และรถพยาบาล

นอกจากนี้ จากข้อมูลสถิติรวบรวมโดย NFIRS และ NFPA กล่าวว่า ในปีค.ศ 2005 มีรายงานการเกิดเพลิงไหม้ในประเทศสหรัฐอเมริกาทั้งหมด 1,602,000 ครั้ง ซึ่งลดลง 3% จากปี ค.ศ 2004 เป็นสาเหตุของการเสียชีวิต 3,675 ราย และบาดเจ็บ 17,925 ราย รวมถึงการสูญเสียชีวิตของ

นักดับเพลิงอีก 87 ราย และความสูญเสียต่อทรัพย์สินอีก 10.7 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยการเกิดเพลิงไหม้จากยานพาหนะเกิดขึ้น 290,000 ครั้ง ลดลง 2% จากปี 2004 เป็นสาเหตุให้มีผู้เสียชีวิต 520 ราย บาดเจ็บ 1,650 ราย และทรัพย์สินเสียหาย 1.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยที่ US Fire department ได้รับรายงานการเกิดเพลิงไหม้ทุกๆ 20 วินาที ซึ่งเป็นรายงานเพลิงไหม้ยานพาหนะทุกๆ 109 วินาที

ในปีค.ศ. 2006 US Fire department ได้รับรายงานการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะ 1,642,500 ครั้ง เพิ่มขึ้น 2% จาก 1,602,000 ในปี 2005 มีผู้เสียชีวิต 3,245 ราย มีผู้บาดเจ็บ 16,400 ราย และทรัพย์สินเสียหาย 11.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ นักดับเพลิงเสียชีวิตในขณะปฏิบัติหน้าที่ 89 ราย โดยที่เพลิงไหม้จากยานพาหนะยังคงเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเสียชีวิต เกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะ 278,000 ครั้ง หรือ 17% ลดลง 11% เมื่อเทียบกับปี 2006 และมีผู้เสียชีวิตประมาณ 490 ราย มีผู้บาดเจ็บ 1,200 ราย และทรัพย์สินเสียหาย 1.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ดังในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประเภทการเกิดอุบัติเหตุเพลิงไหม้ในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ 2006

ที่มา: National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division (2007)

โดยสรุปแล้วงานวิจัยนี้จัดทำเพื่อศึกษาระบบการดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์นั่ง เพื่อลดอัตราการสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ประสบเหตุ และเป็นแนวทางของการเพิ่มมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้รถยนต์ รวมถึงเป็นการศึกษาระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติในรถยนต์ เพื่อเป็นต้นแบบให้แก่หน่วยงาน หรือประชาชนทั่วไปสามารถจัดหามาใช้ได้ ในราคาถูกกว่าการจัดซื้อระบบดับเพลิงอัตโนมัติจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา และพัฒนาระบบดับเพลิงที่ใช้กับรถยนต์นั่ง
2. เพื่อออกแบบระบบดับเพลิงที่ใช้กับรถยนต์นั่ง
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์นั่ง
4. เพื่อหาปริมาณสารดับเพลิงที่เหมาะสมในการดับเพลิงที่เกิดกับรถยนต์นั่ง
5. เพื่อนำงานวิจัยนี้ไปออกแบบเพื่อใช้งานได้จริงต่อไป

1. เพื่อศึกษา และพัฒนาระบบดับเพลิงที่ใช้กับรถยนต์นั่ง

เนื่องจากราคาอุปกรณ์ดับเพลิงในรถยนต์นั่งในประเทศยังไม่แพร่หลาย และมีราคาค่อนข้างสูง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม กลุ่มของยานพาหนะบางประเภท เช่น ในกลุ่มของรถยนต์ทางทหาร กลุ่มรถยนต์ในการแข่งขัน และในกลุ่มของรถยนต์ที่ใช้ในเมือง ที่มีการติดตั้งระบบดับเพลิงนี้ ดังนั้นการออกแบบระบบดับเพลิงที่สามารถใช้งานได้จริง โดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไปในประเทศจะทำให้ผู้ใช้รถยนต์ทั่วไปรวมถึงหน่วยงานขนส่งของภาครัฐสามารถจัดหาชุดระบบดับเพลิงในรถยนต์มาใช้งานได้ ในราคาที่ถูกลง เพื่อความปลอดภัย และป้องกันการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึงการนำเข้าอุปกรณ์ที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ

2. เพื่อออกแบบระบบดับเพลิงที่ใช้กับรถยนต์นั่ง

การออกแบบระบบในรถยนต์นั่งนั้นจะออกแบบเป็นระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีความสามารถในการทำงานแจ้งเหตุความร้อนที่ผิดปกติในส่วนของห้องเครื่องยนต์ ส่วนของพื้นที่เก็บถังเชื้อเพลิงหรือถังของท้ายรถ และสามารถทำการส่งนิรภัยดับเพลิงด้วยตัวของอุปกรณ์เอง แบบอัตโนมัติได้โดยไม่ต้องใช้คนเข้ามาเกี่ยวข้องในกรณีฉุกเฉินได้ โดยออกแบบการทำงานให้เป็นไปตามการทำงานของระบบดับเพลิงอัตโนมัติตามมาตรฐานสากลโดยยึดหลักการในการทำงานของระบบดับเพลิงในรถยนต์ของ Ansul A-101 ซึ่งเป็นระบบดับเพลิงที่ใช้ในการแข่งขันรถยนต์แรลลี่ FIA แต่เนื่องจากราคาอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจจับความร้อนมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เป็นอุปกรณ์หลักประกอบเป็นระบบตรวจจับซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาสูง มีขนาดใหญ่ทำให้ไม่สวยงามในการติดตั้งเข้ากับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล หรือรถยนต์ที่ใช้ในการแข่งขัน รวมถึงไม่สามารถตรวจสอบการทำงานของตัวอุปกรณ์ได้โดยไม่ทดสอบการทำงานจริง และ

ภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนในแต่ละฤดูกาล ดังนั้นจึงได้ศึกษาในการใช้ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาถูกกว่า มีขนาดเล็ก สามารถติดตั้งได้สวยงามและง่ายสามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ตั้งค่าอุณหภูมิให้แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่การใช้งานได้

3. เพื่อหาปริมาณสารดับเพลิงที่เหมาะสมเพื่อใช้กับรถยนต์นั่ง

ระบบดับเพลิงที่ติดตั้งเพื่อดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์นี้จะใช้สารดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง โดยวิธี Local application ในการปล่อยสารดับเพลิงเข้าไปในห้องเครื่องยนต์เพื่อทำการดับเพลิง โดยอาศัยอุปกรณ์การสั่งฉีดสารดับเพลิงเป็นส่วนควบคุม ปริมาณสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ในระบบดับเพลิงที่ออกแบบในงานวิจัยนี้จะ ไม่มากกว่า 6.81 กิโลกรัม โดยคำนวณด้วยวิธี Total flooding ซึ่งจะมีการคำนวณดังต่อไปนี้

การหาปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้จะอ้างอิงจากปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้ในวิธีการปล่อยสารดับเพลิงแบบ Total flooding แต่ปริมาณสารดับเพลิง (Application rate) ที่ใช้จริงจะไม่มากกว่าปริมาณสารดับเพลิงที่คำนวณได้ตามวิธีการปล่อยสารดับเพลิงแบบ Total flooding เนื่องจากระบบดับเพลิงที่ออกแบบในงานวิจัยนี้เป็นแบบ Local application ซึ่งมีการปล่อยสารดับเพลิงเข้าไปยังตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้โดยตรง ไม่เหมือนวิธีการปล่อยสารดับเพลิงแบบ Total flooding ที่ใช้วิธีการปล่อยสารดับเพลิงเข้าไปให้ฟุ้งกระจายตัวไปทั่วทั้งปริมาตรของพื้นที่ป้องกันเพื่อดับไฟ ซึ่งปริมาณของสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ในระบบดับเพลิงที่ใช้ในห้องเครื่องยนต์รถยนต์นั่งส่วนบุคคลนี้จะหาจากการเก็บค่าการเก็บตัวอย่างจากระถางที่มีขนาดห้องเครื่องใหญ่ที่สุดที่ทำการเก็บค่าอุณหภูมิการทำงานปรกติของเครื่องยนต์ คือรถยนต์ Mercedes Benz รุ่น 380 SEL ที่มีปริมาตรรวมของห้องเครื่องเท่ากับ 1.6 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณของสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ในการดับเพลิงเมื่อใช้วิธีการปล่อยสารดับเพลิงแบบ Total flooding จะหาได้จาก

ปริมาณสารดับเพลิง = (Application rate x ปริมาตรพื้นที่ป้องกัน) + ปริมาณที่ชดเชยการรั่วไหล

โดยที่

1) Application rate ของการใช้ Dry chemical แบบ Total flooding
= 0.0385 ปอนด์ ต่อ ลูกบาศก์ฟุต

2) ปริมาตรของพื้นที่ป้องกัน = 1.6 ลูกบาศก์เมตร (56.5 ลูกบาศก์ฟุต)

3) พื้นที่ส่วนปิดล้อมของห้องเครื่องยนต์ = 9 ตารางเมตร (96.9 ตารางฟุต)

4) พื้นที่เปิดของห้องเครื่องยนต์ = 1 ตารางเมตร (10.765 ตารางฟุต)

5) ปริมาณสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ชดเชยการรั่วไหล = อัตราการชดเชย x พื้นที่เปิด

6) อัตราการชดเชยการรั่วไหลในกรณีพื้นที่เปิดมากกว่าร้อยละ 5 = 1 ปอนด์ ต่อ พื้นที่เปิด 1 ตารางฟุต

ปริมาณของสารดับเพลิงเคมีแห้งอย่างมากที่สุดที่ใช้ดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถยนต์นั่ง
= $(0.0385 \times 96.9) + (1 \times 10.765)$
= 14.498 ปอนด์ (6.59 กิโลกรัม)

ซึ่งปริมาณสารที่คำนวณได้ ทำให้ระบบสามารถใช้กับถังสารเคมีแห้งแบบ ABC ขนาด 15 ปอนด์ (6.81 กิโลกรัม) ที่มีจำหน่ายทั่วไปได้

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาเฉพาะรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น โดยมีคำจำกัดความดังต่อไปนี้

1.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1) เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน

ที่มา: ฝ่ายสถิติ กลุ่มวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก (2551)

1.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2) เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร และความยาวของตัวถังวัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลังถึงท้ายรถต้องไม่เกิน 2 ใน 3 ของความยาววัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหน้าถึงศูนย์กลางเพลาล้อหลัง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน

ที่มา: ฝ่ายสถิติ กลุ่มวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก (2551)

2. ศึกษาการทำงานของระบบตรวจจับความร้อน และระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติศึกษาโปรแกรมทางด้านการสั่งงานการควบคุม(Program C, MCS-51) เพื่อหาวิธี การเขียนโปรแกรมการสั่งงานระบบควบคุมการตรวจจับความร้อน และการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัติ
3. ศึกษาการดับเพลิงของสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง
4. ทำการทดสอบหาค่าทางสถิติของอุณหภูมิในห้องเครื่องของรถยนต์นั่งประเภทต่างๆ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิเพื่อหาค่าการตั้งอุณหภูมิ และตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่สามารถตรวจจับความร้อนได้ดีที่สุด
5. การออกแบบการดับเพลิงอัตโนมัติภายในรถยนต์นั่งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 17 Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems 2002 Edition
6. ศึกษาการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (การชน) และปัจจัยภายในอุปกรณ์ของตัวรถยนต์เอง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์นั่ง
2. ได้ทราบถึงการวิเคราะห์ และออกแบบระบบดับเพลิงอัตโนมัติในรถยนต์นั่งที่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ช่วยลดความสูญเสียต่อชีวิต อันเกิดจากอัคคีภัยภายในรถยนต์
4. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบดับเพลิงอัตโนมัติเพื่อใช้ในรถยนต์นั่งต่อไป

การตรวจเอกสาร

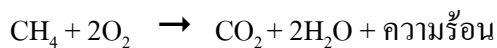
ในการศึกษาวิจัย เรื่อง ระบบดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของเพลิงไหม้
2. องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้
3. กระบวนการเกิดเพลิงไหม้
4. กลไกการถ่ายเทความร้อน
5. แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้
6. การแบ่งประเภทของไฟ
7. กลไกการดับไฟ
8. การดับเพลิงด้วยสารดับเพลิงเคมีแห้ง
9. ถังดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)
10. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
11. แนวโน้ม และรูปแบบของการเกิดเพลิงไหม้รถยนต์บนทางหลวงประเทศสหรัฐอเมริกา
12. วิธีการดับเพลิงในรถยนต์
13. หลักการทำงานของ ANSUL (Fire Detection/ Suppression System Operation)

1. ความหมายของเพลิงไหม้

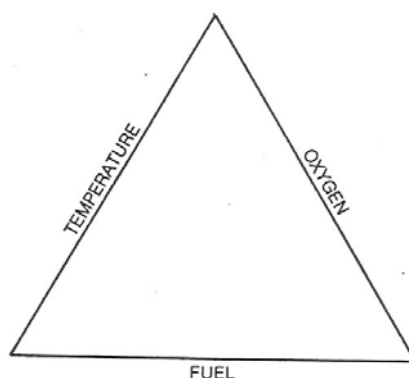
สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่าเพลิงไหม้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ที่เกิดอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ในขณะที่เกิดปฏิกิริยานั้น จะมีความร้อนและแสงสว่างเกิดขึ้นด้วย ซึ่งหมายความว่าเพลิงไหม้จะเป็นกระบวนการทางเคมีที่มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วของเชื้อเพลิง และมีผลผลิตออกมาเป็นความร้อนและแสงสว่าง นิยามของปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดระหว่างสารใดๆ กับออกซิเจน และทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น และความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้นี้ จะเป็นแหล่งความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การลุกลามของไฟดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

ตัวอย่างของปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่มีมีเทน (CH_4) เป็นเชื้อเพลิง



2. องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้

Cote and Bugbee (1990) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบพื้นฐานของการเกิดเพลิงไหม้ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ เชื้อเพลิง, ความร้อนหรือพลังงาน และออกซิเจน โดยที่ปริมาณองค์ประกอบในการเกิดเพลิงไหม้แต่ละชนิดจะไม่แน่นอน โดยจะแตกต่างกันไปตามสถานะของการเกิดเพลิงไหม้และคุณสมบัติเชื้อเพลิง ปริมาณขององค์ประกอบในการเกิดเพลิงไหม้แต่ละองค์ประกอบจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามส่วนนี้เป็นที่รู้จักกันดีในนามของสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Triangle) แสดงในภาพที่ 5 หากสามเหลี่ยมนี้ขาดองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งไป ไฟก็ไม่สามารถลุกติดขึ้นได้



ภาพที่ 5 สามเหลี่ยมของไฟ

ที่มา: Cote and Bugbee (1990)

3. กระบวนการเกิดเพลิงไหม้

Tuve (n.d.) (Cote) การที่ไฟสามารถลุกติดได้นั้นนอกจากจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ส่วนแล้ว องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ไฟนั้นลุกติดได้อย่างต่อเนื่องต่อไป คือ ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ ทั้งนี้ปฏิกิริยาการรวมตัวกับออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็ว เพียงพอที่จะทำให้เกิดพลังงานส่วนเกินที่เปลี่ยนเป็นความร้อน และแสง

จากแนวคิดนี้สามารถแสดงให้เห็นได้โดยการนำสามเหลี่ยมของไฟ มาขยายเป็นรูปทรงสามเหลี่ยมที่มี 4 หน้า หรือ ปริซึมสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Tetrahedron) ดังภาพที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นการเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ระหว่างเชื้อเพลิง, ความร้อนหรือพลังงานความร้อน, ออกซิเจน และปฏิกิริยาลูกโซ่ ออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ จะทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงซึ่งโดยมากก็จะเป็นสารที่มีธาตุคาร์บอนหรือไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบ เกิดเป็นการเผาไหม้ติดไฟขึ้นมาได้เมื่อเป็นการทำปฏิกิริยากันที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงต้องมีความร้อนหรือแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อทำให้เกิดเป็นไฟที่สมบูรณ์ได้ สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสามารถกระตุ้นตัวเองหรือเกิดได้ต่อเนื่องโดยปราศจากแหล่งความร้อนจากภายนอกจะต้องมีปริมาณเชื้อเพลิงและออกซิเจนอย่างเหมาะสม และทำปฏิกิริยาในอัตราที่สามารถให้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้มากระตุ้นปฏิกิริยาของตัวเองอย่างต่อเนื่องได้



ภาพที่ 6 องค์ประกอบเกิดการเกิดเพลิงไหม้ (ปริซึมสามเหลี่ยมของไฟ)

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

การลุกไหม้ของไฟนี้ เชื้อเพลิงจะต้องอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับก๊าซออกซิเจนและอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสมในการจุดประกายไฟ และการเผาไหม้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเชื้อเพลิงหมดไป มีการรวมตัวกับออกซิเจนลดลงต่ำกว่าระดับที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ เชื้อเพลิงเย็นตัวลงต่ำกว่าอุณหภูมิของการเกิดการเผาไหม้ หรือปฏิกิริยาถูกขัดขวางการหยุดชะงัก นอกจากนี้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ถูกนำมาพิจารณาแยกประเภทของสารไวไฟ คือ จุดเดือด (Boiling point) และจุดวาบไฟ (Flashpoint) ส่วนมากแล้วเชื้อเพลิงจะไม่สามารถเผาไหม้ได้ในสถานะของแข็งหรือของเหลว ต้องสลายตัวให้อยู่ในสถานะไอก่อน ภายใต้การกระทำจากความร้อน ในสถานะของแข็งกระบวนการสลายตัวดังกล่าวเรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ส่วนสถานะของเหลวเรียกว่ากระบวนการเกิดไอ (Vaporization) ของของเหลวนี้ทำให้เกิดเป็นไอของของผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ (ออกซิเจน) ที่พร้อมจะติดไฟได้ ณ อุณหภูมิหนึ่ง อุณหภูมินี้จะเรียกว่า จุดวาบไฟ และเป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้เกิดกลุ่มไอผสมพร้อมติดไฟได้ตลอดบริเวณผิวของของเหลว การเกิดเพลิงไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีการให้ความร้อนล่วงหน้า (Preheated Fuel) จะใช้แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการลุกติดไฟในปริมาณที่น้อยกว่า การเกิดเพลิงไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่ได้ให้ความร้อนล่วงหน้า เช่น น้ำมันเบนซินรั่วไหลลงบนพื้นปูนในบริเวณที่มีอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส จะเกิดการลุกติดไฟยากกว่าน้ำมันเบนซินที่เกิดการรั่วไหลในลักษณะเดียวกันแต่เกิดในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ในบริเวณที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่หนาแน่น (Oxygen-Enriched Atmosphere) เชื้อเพลิงจะสามารถเกิดการลุกติดไฟได้ง่ายกว่า บริเวณที่มีออกซิเจนอยู่เบาบางกว่า และการเปลี่ยนแปลงปริมาณขององค์ประกอบในการเกิดเพลิงไหม้ องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบที่เหลือเสมอ นอกจากออกซิเจนที่เป็นองค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้จะเกิดจากก๊าซออกซิเจนแล้ว ยังสามารถพิจารณาสารเคมีอื่นหรือออกซิเจนจากแหล่งอื่นเป็นออกซิเจนได้ด้วย สารเคมีบางตัวจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับออกซิเจน เช่น คลอรีน ซึ่งเมื่อคลอรีนเป็นส่วนประกอบของสารใด ก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้สารนั้นเกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย เนื่องจากคลอรีนจะเป็นตัวออกซิไดซ์ กล่าวคือ เมื่อมีการลุกไหม้กับสารเคมีกลุ่มนี้ จะทำให้เกิดออกซิเจนขึ้นในกระบวนการเผาไหม้ ดังนั้นในการลุกไหม้กับสารเคมีกลุ่มนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ยังมีสารบางชนิด เช่น แอมโมเนียมไนเตรด จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากเพียงพอที่จะไม่ต้องพึ่งออกซิเจนจากภายนอกในการทำให้เกิดเพลิงไหม้

4. กลไกการถ่ายเทความร้อน

กลไกการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ถูกแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

4.1 การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ

4.2 การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอมและโมเลกุลของสารซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ ส่วนของแข็งนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และการแผ่รังสีเท่านั้น การพาความร้อนจึงมักเกิดขึ้นในบรรยากาศ และมหาสมุทร รวมทั้งภายในโลก และดวงอาทิตย์

4.3 การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทุกทาง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ดังเช่น การนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสีสามารถถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศได้ วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า -273°C หรือ 0 K (เคลวิน) ย่อมมีการแผ่รังสี วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงแผ่รังสีคลื่นสั้น วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำแผ่รังสีคลื่นยาว

5. แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่า แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ของไฟสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามที่มาของแหล่งกำเนิดความร้อน คือ

5.1 แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเชิงกล

แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเชิงกลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

5.1.1 การเสียดสี

การเสียดสีจะเกิดการสัมผัสกันระหว่างพื้นผิวสองพื้นผิว โดยที่พื้นผิวอย่างน้อยหนึ่งพื้นผิวต้องมีการเคลื่อนที่ การเสียดสีจะทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งความร้อนดังกล่าวสามารถทำให้อัตราที่ตัวที่สามารถติดไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้น นอกจากนี้การเสียดสียังสามารถทำให้เกิดการลุกติดไฟได้ หากว่าการเสียดสีนั้นทำให้เกิดประกายไฟขึ้น

5.1.2 การอัดตัว

การอัดตัวเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความร้อนในการลุกติดไฟที่ได้ จากกฎของก๊าซ (Gas Law) ตามหลักทางเคมี เมื่อก๊าซถูกอัดตัวจะทำให้ก๊าซนั้นมีความดันเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิของก๊าซก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น ในระหว่างที่ก๊าซถูกอัดตัว มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความร้อนที่สูงเพียงพอที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราที่ตัวที่สามารถติดไฟได้เกิดการลุกติดไฟ หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลก็จะใช้หลักการของการอัดตัวของก๊าซในการจุดระเบิดเครื่องยนต์เช่นกัน

5.2 แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า จะเกิดขึ้นได้ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้

5.2.1 ความต้านทานในวงจรไฟฟ้า

ความต้านทานในวงจรไฟฟ้าจะมีลักษณะคล้ายกับแรงเสียดทานที่ทำให้เกิดความร้อน ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่สามารถดึงเอาแรงเสียดทานระหว่างอะตอมในขณะที่กระแสไฟฟ้าเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง ซึ่งสาเหตุนี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความต้านทานในการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า โดยความต้านทานนี้จะเปลี่ยนเป็นความร้อน ปริมาณของความร้อนที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ตัวนำไฟฟ้านั้นมีการหุ้มฉนวนหรือไม่ ขนาดของตัวนำไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ผลิตตัวนำไฟฟ้า และความไวในการกระจายตัวของความร้อนที่เกิดขึ้น เป็นต้น ตัวอย่างของการเกิดเพลิงไหม้ในลักษณะนี้ คือ การเกิดเพลิงไหม้ในแผงวงจรไฟฟ้า เนื่องจากตัวนำไฟฟ้ารับกระแสไฟฟ้ามากกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความร้อนสูงมาก

5.2.2 ประกายไฟ

ประกายไฟสามารถเกิดได้ตลอดเวลาและถ้าหากวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่อยู่ถูกกีดขวางจะทำให้เกิดประกายไฟขึ้นเนื่องจากกระแสไฟฟ้าพยายามเคลื่อนที่ ความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดจากประกายไฟจะเกิดจากปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ถูกกีดขวาง และลักษณะของการกีดขวางกระแสไฟฟ้าการเปิดสวิตช์ไฟจะทำให้เกิดประกายไฟขนาดเล็ก

5.2.3 ไฟฟ้าสถิตย์

ไฟฟ้าสถิตย์จะทำให้เกิดการเรียงตัวของประจุไฟฟ้าบนพื้นผิวของวัตถุ 2 วัตถุ โดยที่วัตถุหนึ่งมีลักษณะเป็นขั้วบวก อีกวัตถุที่เหลือเป็นขั้วลบ และถ้าวัตถุทั้งสองอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ประจุไฟฟ้าที่อยู่บนพื้นผิวของวัตถุทั้งสอง จะทำให้เกิดประกายไฟระหว่างพื้นผิวทั้งสองขึ้น และในกรณีที่วัตถุทั้งสองเป็นน้ำมันเบนซินและพื้นผิวของถังเก็บ เมื่อมีการถ่ายเทน้ำมันเบนซินเข้าออกจากถัง ก็สามารถเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ เนื่องจากว่าเวลาที่วัตถุต่างชนิดกันเคลื่อนที่ใกล้กันจะทำให้มีไฟฟ้าสถิตย์เกิดขึ้น

5.2.4 ไฟผ่า

ไฟผ่า จะเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ไฟผ่าจะเกิดจากการก่อตัวของประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆกับพื้นโลก เมื่อประจุไฟฟ้าก่อตัวถึงจุดที่มีพลังงานที่เพียงพอจะเกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าและทำให้เกิดไฟผ่าขึ้น ซึ่งไฟผ่านี้จะทำให้เกิดความร้อนในปริมาณที่สูงมาก

5.3 แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี จะเกิดขึ้นได้ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้

5.3.1 กระบวนการเผาไหม้

กระบวนการเผาไหม้จะเกิดเมื่อมีการลุกไหม้เกิดขึ้น และในการลุกไหม้ก็ย่อมมีความร้อนเกิดขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้การลุกไหม้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

5.3.2 กระบวนการสลายตัว

ในกระบวนการสลายตัว ความร้อนจะเกิดขึ้นจากวัตถุที่กำลังสลายตัว กระบวนการสลายตัวจะเหมือนกระบวนการเผาไหม้ที่ต้องอาศัยความร้อนในการเริ่มต้นกระบวนการ แต่กระบวนการนี้จะเกิดช้ากว่ากระบวนการเผาไหม้มาก แหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะสร้างปัญหาเฉพาะกับวัตถุที่จัดเก็บในลักษณะที่เป็นกองขนาดใหญ่

5.3.3 กระบวนการย่อยสลาย

ความร้อนที่เกิดจากการทับถมจะมีลักษณะใกล้เคียงกับความร้อนที่เกิดจากการสลายตัวอย่างมากแต่จะต่างกันคือ การย่อยสลายไม่ต้องอาศัยความร้อนจากภายนอก สำหรับวัตถุบางชนิดที่อุณหภูมิห้องจะมีอัตราการออกซิเดชันที่รวดเร็วเพียงพอที่จะทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้น

5.4 แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เกิดขึ้นโดยการทำปฏิกิริยากันของอะตอมในสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ยูเรเนียม หรือ พลูโตเนียม เป็นต้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี 2 ลักษณะ คือ กระบวนการฟิชชัน และฟิวชัน

6. การแบ่งประเภทของไฟ

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) ได้แบ่งประเภทของชนิดเพลิงไหม้เป็น 4 ประเภท ตามชนิดของเชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้ การแบ่งชนิดของเชื้อเพลิงจะช่วยให้สามารถประเมินถึงอันตราย และกำหนดวิธีการดับเพลิงไหม้รวมถึงการเลือกใช้สารดับเพลิงได้อย่างเหมาะสม

6.1 ไฟประเภท ก (Class A)

ไฟประเภท ก จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชนิดทั่วไป เช่น ไม้ กระดาษ และเสื้อผ้า เป็นต้น การลุกลไหม้ของไฟประเภท ก ในตอนเริ่มต้นมักจะเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากเชื้อเพลิงมีสถานะเป็นของแข็งทำให้สามารถกักเก็บเชื้อเพลิงชนิดนี้ได้ง่าย เมื่อเชื้อเพลิงของไฟประเภท ก ถูกเผาไหม้ไปหมดจะเหลือเป็นเถ้าถ่าน

6.2 ไฟประเภท ข (Class B)

ไฟประเภท ข จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) ของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) และเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซ ตัวอย่างของเชื้อเพลิงของไฟประเภท ข ได้แก่ น้ำมันเบนซิน โพรเพน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยปกติแล้วเชื้อเพลิงชนิดนี้จะลุกลไหม้ได้อย่างรวดเร็ว เชื้อเพลิงของไฟประเภท ข จะเป็นของเหลว (Fluid) ซึ่งจะทำให้เชื้อเพลิงของไฟประเภทนี้เกิดการไหล หรือการเคลื่อนที่ได้ทำให้การจัดการกับเชื้อเพลิงของไฟประเภท ข ยากกว่าการจัดการกับเชื้อเพลิงของไฟประเภท ก เชื้อเพลิงของไฟประเภท ข เมื่อเผาไหม้แล้วจะไม่เหลือเถ้าถ่าน

6.3 ไฟประเภท ค (Class C)

ไฟประเภท ค จะมีเชื้อเพลิงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ และเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้า เป็นต้น ไฟประเภท ค นี้จะเป็นไฟประเภทเดียวที่ถูกจำแนก โดยที่ไม่เกี่ยวกับชนิดเชื้อเพลิงโดยตรง แต่ใช้กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในเชื้อเพลิงเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยที่เชื้อเพลิงที่เกิดการลุกลไหม้อยู่อาจจะเป็นไฟประเภทอื่นๆ เมื่อใดที่กระแสไฟฟ้าถูกตัดออกจากเชื้อเพลิง ก็จะไม่พิจารณาไฟที่กำลังลุกลไหม้อยู่เป็นไฟประเภท ค อีกต่อไป ในการพิจารณาถึงเพลิงไหม้ประเภท ค จะไม่สนใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้า นั้นอยู่ในสถานะที่เปิดหรือปิดอยู่ แต่จะพิจารณาว่ามีการต่อกระแสไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้างกล่าวหรือไม่ ถ้าหากว่ามีการต่อกระแสไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้างกล่าวก็จะพิจารณาว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านี้เป็นเชื้อเพลิงของไฟประเภท ค

6.4 ไฟประเภท ง (Class D)

ไฟประเภท ง จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่เป็นโลหะที่สามารถติดไฟได้ เช่น แมกนีเซียม ไททเนียม และเซโรโคเนียม เป็นต้น โดยปกติแล้วเชื้อเพลิงประเภทนี้จะติดไฟยาก แต่เมื่อเกิดการลุกไหม้ขึ้นแล้วจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ที่มีความรุนแรงมาก เพลิงไหม้ประเภท ง จะทำการดับเพลิงค่อนข้างยาก แต่เชื้อเพลิงของไฟประเภท ง จะไม่มีใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป

6.5 ไฟประเภท จ (Class K)

ไฟประเภท จ จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเพลิงที่เกิดจากเครื่องปรุงอาหารประเภทน้ำมัน สำหรับทอดอาหาร ไอร้อนจากการปรุงอาหารที่สะสมจับตัวกันเป็นยางเหนียวเกาะติดตามผนังท่อระบายควันการดับจะใช้สารโพแทสเซียมอะซิเตทผสมน้ำ เรียกว่า Wet Chemical เป็นเครื่องดับเพลิงที่มีสัญลักษณ์ตัวอักษร K สีขาวบนรูปแปดเหลี่ยมสีดำ เครื่องดับเพลิงชนิดนี้สามารถดับเพลิงประเภท ก ข และ ค ได้ด้วย

7. กลไกการดับไฟ

วิธีการดับไฟ คือ การตัดองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งของปฏิกิริยาสามเหลี่ยมของไฟออกไป จะทำให้เพลิงที่ลุกไหม้อยู่ก็จะสามารถดับลงได้ สารเคมีที่ใช้ดับเพลิงแต่ละชนิดจึงมุ่งที่จะทำลายองค์ประกอบเหล่านั้น ในการเลือกใช้งาน นอกจากจะต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับชนิดของเชื้อเพลิงแล้ว ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานดับเพลิงในแบบนั้นๆ โดยไม่มีอันตรายอื่นที่เกิดจากการดับไฟซึ่ง Gagnon (1998) ได้แบ่งกลไกการดับไฟไหม้ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

7.1 กลไกการดับไฟ

7.1.1 กลไกการดับไฟโดยการลดความร้อน (Heat Reduction)

การดับไฟด้วยการใช้น้ำเป็นพื้นฐานจะช่วยลดอุณหภูมิโดยการดูดความร้อน เนื่องจากน้ำจะช่วยดูดซับความร้อนบนพื้นผิวที่เป็นโอของเชื้อเพลิงให้ต่ำลงจนกระทั่งไม่สามารถทำให้เกิดโอเชื้อเพลิงในปริมาณที่เพียงพอต่อการลุกไหม้ นอกจากนี้ คาร์บอนไดออกไซด์สามารถช่วยลดอุณหภูมิจากไฟและลดอุณหภูมิของเปลวไฟ

7.1.2 กลไกการดับไฟโดยการกำจัดออกซิเจน(Oxygen Deprivation)

Cote and Bugbee (1990) ได้กล่าวว่า การเจือจางของออกซิเจนจะช่วยหยุดการเผาไหม้ที่กำลังเกิดขึ้นกับเชื้อเพลิง โดยปกติแล้วก๊าซไฮโดรคาร์บอน และไอก๊าซจะไม่เกิดการเผาไหม้เมื่อระดับออกซิเจนต่ำกว่า 15% วิธีการทั่วไปในการดับเพลิงนั้นทำได้โดยการเจือจางหรือเคลื่อนย้ายออกซิเจนโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซเฉื่อยปล่อยเข้าไปในพื้นที่นั้นๆ

7.1.3 กลไกการดับไฟโดยการกำจัดเชื้อเพลิง

Cote and Bugbee (1990) การดับไฟวิธีนี้สามารถทำได้โดยการเคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงออกจากบริเวณที่มีเพลิงไหม้ หรือโดยการกำจัดตัวนำส่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้การดับไฟสามารถทำได้โดยการปิดกั้นไอเชื้อเพลิง การใช้โฟมและสารเคมีแห้งจะช่วยให้การปิดกั้นไฟได้เป็นอย่างดี

7.1.4 การดับไฟโดยการหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่

วริทธิ์ (2526) กล่าวว่า ในการดับไฟจะต้องใช้สารซึ่งไปทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ คือ ทำให้เชื้อเพลิงเย็นลงจนไม่ถึงจุดติดไฟ ไปคลุมคลุมเชื้อเพลิงไม่ให้สัมผัสกับอากาศ โดยใช้สารเคลือบที่ไม่ติดไฟ หรือ ไปขจัดหรือขับไล่ออกซิเจนตรงส่วนที่ติดไฟให้น้อยลง หรือหมดไประบบดับเพลิงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่หลายแบบ และมีความเหมาะสมกับวัสดุเชื้อเพลิงและลักษณะการใช้สอยของอาคารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ระบบดังกล่าวอาจจะจำแนกได้ดังนี้

7.2 ระบบดับเพลิง

7.2.1 ระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดสายสูบ (Hydrant and Standpipe System)

7.2.2 ระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดโปรยน้ำฝอย (Sprinkler System)

7.2.3 ระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดพ่นน้ำฝอย (Water Spray System)

7.2.4 ระบบน้ำยาสร้างฟองอากาศ (Foam system)

7.2.5 ระบบใช้สารดับเพลิงสะอาด (Clean Agent system)

7.2.6 ระบบที่ใช้ผงเคมีชนิดแห้ง (Dry Chemical System)

7.2.7 ระบบที่ใช้ผงเคมีชนิดเปียก (Wet Chemical System)

8. การดับเพลิงด้วยสารดับเพลิงเคมีแห้ง

8.1 ลักษณะทั่วไปของสารดับเพลิงเคมีแห้ง

สารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง มีลักษณะเป็นผงเคมีแห้งที่เป็นสารเคมีที่มีสถานะเป็นผงแป้ง โดยมีสีส้มแตกต่างกันตามสีของสารเคมีชนิดนั้นๆ ที่บรรจุอยู่ในถังบรรจุแรงดันโดยก๊าซไนโตรเจน เป็นตัวสร้างแรงดันภายในถังโดยในถังบรรจุจะมีแกนท่อนำสารเคมีแห้งเพื่อนำผงเคมีออกมาพร้อมแรงดันเมื่อวาล์วหัวถังเปิดในเวลาที่ใช้งาน

8.2 ประเภทของสารดับเพลิงเคมีแห้ง

สารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง ได้ทำการแบ่งประเภทตามประเภทเชื้อเพลิงที่สารเคมีแห้งชนิดนั้นๆ ใช้ทำการดับได้ โดยแยกประเภทของเชื้อเพลิงเป็น เชื้อเพลิงประเภท A B และ C โดยแต่ละชนิด ก็จะมีตัวเลขข้างหน้ากำกับอยู่ที่แสดงถึงประสิทธิภาพการดับเพลิงที่ทำได้ เช่น 10 A – 40 BC เป็นต้น ซึ่งค่าด้านหน้าตัวอักษรแต่ละตัว ยิ่งค่าด้านหน้ามากจะแสดงถึงค่าการดับเพลิงที่สูงตามไปด้วย

9. ถังดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)

ถังดับเพลิงแบบมือถือมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้ดับเพลิงที่เกิดขึ้นในขั้นต้น ซึ่งเพลิงไหม้นั้นยังไม่มีควมรุนแรงมากนัก ฉะนั้นการเลือกใช้ประเภทของสารดับเพลิงที่บรรจุอยู่ภายในถังดับเพลิงแบบมือถือให้ถูกต้องตรงกับประเภทของไฟที่เกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดับเพลิงขั้นต้น

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2545) ระบุมาตรฐานการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ โดยครอบคลุมถึงการเลือกประเภทและการทดสอบซึ่งรวมถึงความต้องการในการติดตั้ง เพื่อใช้ดับเพลิงที่เกิดขึ้นในขั้นต้น

9.1 ประเภทของสารเคมีแห้งดับเพลิง

9.1.1 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium Bicarbonate Based) สารเคมีกลุ่มนี้จะมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงที่เกิดกับไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) แต่โดยทั่วไป จะใช้ในการดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหาร

9.1.2 โปแตสเซียม (Potassium Based) สารเคมีดับเพลิงประเภทนี้มีคุณสมบัติในการดับเพลิงสำหรับไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) ได้ดีกว่ากลุ่มโซเดียมไบคาร์บอเนต

9.1.3 โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (Mono Ammonium Phosphate) หรือเรียกว่าสารเคมีแห้งดับเพลิงเอนกประสงค์ (ABC Multi-Purpose Dry Chemical) เหมาะสำหรับไฟประเภท ก (Class A) ไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) แต่ไม่เหมาะกับการดับเพลิงน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหาร เนื่องจากอาจเกิดการลุกไหม้ซ้ำได้ รวมทั้งไม่ใช้ในการดับเพลิงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมูลค่าสูง เนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นเสียหายได้

ในการเลือกใช้ประเภทของสารดับเพลิงในการดับเพลิงแต่ละชนิดนั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากหากเลือกสารที่ไม่เหมาะสม เพลิงที่ลุกไหม้อยู่นั้นก็ไม่สามารถดับลงได้ โดยมีหลักการเลือกใช้สารดับเพลิงให้ถูกประเภทดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถในการดับเพลิงของสารดับเพลิงแต่ละประเภท

ประเภทของสารดับเพลิง (Fire Extinguishing Agents)	ประเภทของไฟ (Fire Classification)				
	ก	ข	ค	ง	จ
	(A)	(B)	(C)	(D)	(K)
น้ำ	✓				
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO ₂)		✓	✓		✓
โฟม(Foam) เช่น AFFF, AR-AFFF เป็นต้น	✓	✓			
ผงเคมีแห้งเอนกประสงค์ (Multipurpose-ABC)	✓	✓	✓		✓
ผงเคมีแห้งกลุ่มโพแทสเซียม		✓	✓		✓
ผงเคมีแห้งกลุ่มโซเดียมไบคาร์บอเนต	✓				
แก๊สดับเพลิง เช่น Halotron-1 เป็นต้น	✓	✓	✓		✓
สารดับเพลิงพิเศษ (Dry-Powder)				✓	

9.2 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิง

9.2.1 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ก (Class A)

ขนาดของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าความสามารถเทียบเท่าที่กำหนด และการติดตั้งสามารถครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้ไม่เกินกว่าที่กำหนด โดยมีระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องดับเพลิงไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ ในกรณีที่พื้นที่ป้องกันแต่ละพื้นที่น้อยกว่าที่กำหนด ให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถืออย่างน้อยที่สุดหนึ่งเครื่องติดตั้งไว้ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงความสามารถของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต่อพื้นที่ป้องกันสูงสุด

ความสามารถเทียบเท่า (UL Rating) ของ เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ Class “A”	พื้นที่ครอบครอง อันตรายน้อย ตารางเมตร(ตารางฟุต)	พื้นที่ครอบครอง อันตรายปานกลาง ตารางเมตร(ตารางฟุต)	พื้นที่ครอบครอง อันตรายมาก ตารางเมตร(ตารางฟุต)
1A	-	-	-
2A	557 (6,000)	280 (3,000)	-
3A	836 (9,000)	418 (4,500)	-
4A	1,045 (11,250)	557 (6,000)	372 (4,000)
6A	1,045 (11,250)	836 (9,000)	557 (6,000)
10A	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)	930 (10,000)
20A	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)
30A	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)
40A	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)	1,045 (11,250)

หมายเหตุ ระยะทางเข้าถึงสูงสุดไม่เกิน 23 เมตร

ที่มา: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2545)

ตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนถังดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้ดับเพลิงกับไฟประเภท ก สามารถคำนวณได้ดังนี้ คือในกรณีที่พื้นที่ป้องกัน ขนาด 6,270 ตารางเมตร จะต้องใช้จำนวนถังดับเพลิงแบบมือถือ จำนวนเท่ากับ $6,270/1,045 = 6$ ถัง โดยมีอัตราการดับเพลิงของแต่ละประเภทของอันตรายแตกต่างกันดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเทียบกับระดับอันตรายแต่ละประเภท

จำนวนเครื่องปรับอากาศ	อัตราการใช้พลังงาน	ระดับอันตราย
6	4A	ต่ำ
6	10A	ปานกลาง
6	20A	สูง

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

9.2.2 ขนาดและการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำหรับประเภท ข (Class B)

ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบมือถือจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าความสามารถเทียบเท่าที่กำหนดและการติดตั้งสามารถครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด ในตารางที่ 6 จะแสดงระยะติดตั้งและความสามารถของเครื่องปรับอากาศประเภท ข ต่อการควบคุมในพื้นที่ครอบครอง โดยมีระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องปรับอากาศไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ โดยไม่ให้ใช้เครื่องปรับอากาศแบบมือถือที่มีความสามารถเทียบเท่าต่ำกว่าจำนวน 2 เครื่อง หรือมากกว่าเพื่อให้ได้ความสามารถป้องกันตามที่กำหนดในตารางจำนวน 3 เครื่อง อาจใช้ได้เต็มความป้องกันพื้นที่ครอบครองอันตรายมาก ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีความสามารถเทียบเท่าสูงกว่าที่ระบุไว้สำหรับป้องกันพื้นที่ป้องกันที่กำหนด ระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องปรับอากาศจะลดลงโดยไม่ให้เกินกว่า 15 เมตร

ตารางที่ 6 แสดงระยะติดตั้งและความสามารถของเครื่องดับเพลิงประเภท ข ต่อประเภทของพื้นที่
ครอบครอง

ประเภทของหรือพื้นที่ครอบครอง	ความสามารถของเครื่องดับเพลิงเทียบเท่า	ระยะทางเข้าถึงเครื่องดับเพลิงสูงสุด
		เมตร(ฟุต)
พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย	5B	9.00 (30)
	10B	15.00 (50)
พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง	10B	9.00 (30)
	20B	15.00 (50)
พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก	40B	9.00 (30)
	80B	15.00 (50)

ที่มา: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2545)

9.2.3 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ค (Class C)

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ซึ่งมีความสามารถเทียบเท่า Class C ให้ใช้กับเพลิงที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสารเคมีที่ใช้จะต้องไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ในกรณีนี้ให้รวมถึงเพลิงที่เกิดขึ้นบริเวณตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าเองด้วย เครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิดใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารดับเพลิงและใช้หัวฉีดปากแตรทำด้วยโลหะ ไม่พิจารณาให้มีความสามารถเทียบเท่าใช้กับเพลิงประเภท ค (Class C)

9.2.4 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ง (Class D)

สารเคมีสำหรับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่มีความสามารถเทียบเท่าเพลิง Class D ให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับเพลิงชนิดนั้นๆ

ตำแหน่งติดตั้งเครื่องดับเพลิงชนิดดังกล่าวจะต้องมีระยะทางเข้าถึงไม่เกินกว่า 23 เมตร ขนาดของเครื่องดับเพลิงให้พิจารณาพื้นที่ครอบคลุมที่จะป้องกัน, ปริมาณของวัตถุดิบไฟ และจากคำแนะนำของผู้ผลิต

9.2.5 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท จ (Class K)

10. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่า ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบที่ใช้ในการตรวจสอบควันไฟ ความร้อน หรือเปลวไฟภายในพื้นที่ป้องกันว่ามีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้นหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

10.1 อุปกรณ์เริ่มต้น (Initiating Device)

อุปกรณ์เริ่มหมายถึง อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ควันไฟ เปลวไฟ และอุปกรณ์ที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณเตือนภัยที่ติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น วาล์วประกอบสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง วาล์วในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ เป็นต้น อุปกรณ์เริ่มต้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

10.1.1 แบบมือ (Manual Type)

เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ โดยการกระตุ้นด้วยการดึง (Pull Manual Station) หรือการทุบกระจก (Break Glass) และกดปุ่มสัญญาณด้วยคน เมื่อมีการกระตุ้นโดยวิธีการดึงหรือกดจะทำให้สวิทช์ทำงานและส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม โดยปกติอุปกรณ์เริ่มต้นแบบมือนี้จะติดตั้งสูงจากพื้นไม่เกิน 1.50 เมตร และติดตั้งห่างกันไม่เกิน 65 เมตร

10.1.2 แบบอัตโนมัติ (Automatic Type)

เป็นอุปกรณ์เริ่มต้นที่ทำการส่งสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้โดยอัตโนมัติ อุปกรณ์เริ่มต้นอัตโนมัติดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ และอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ เป็นต้น

ก. อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้

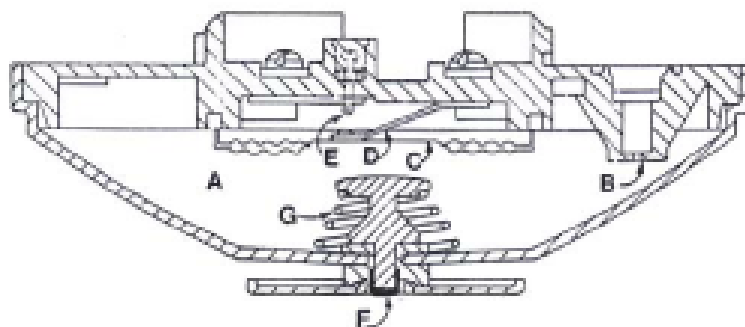
1) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) เป็นอุปกรณ์เริ่มต้นที่ทำให้การตรวจจับความร้อนแบบคงที่ (Fixed Temperature) หรือแบบอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate of Rise) ภายในพื้นที่ป้องกัน ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างภายในของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบรวม (Combination Heat Detector) ซึ่งมีการตรวจจับความร้อนแบบคงที่ และแบบการเพิ่มของอุณหภูมิรวมอยู่ภายในอุปกรณ์เดียวกัน



ภาพที่ 7 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบคงที่ (Fixed Temperature Heat Detector)

ที่มา: บริษัทไทโก้ ไฟร์ ซิเคียวริตี้ แอนด์ เซอร์วิสเชส (ประเทศไทย) จำกัด (2550)

ภาพที่ 8 การทำงานของอุปกรณ์แบบความร้อนคงที่นั้น อุปกรณ์จะทำงานเมื่อความร้อนถึงจุดที่กำหนดไว้ทำให้โลหะที่จับยึดที่จุด F เกิดการหลอมละลาย ซึ่งสปริงที่จุด G จะทำงาน ทำให้แกนเลื่อนตัวไปกระทบกับจุด D ซึ่งทำให้หน้าสัมผัสของจุด D และจุด E เชื่อมต่อกันทำให้ระบบทำงาน สำหรับการทำงานแบบ การเพิ่มอุณหภูมิความร้อนนั้น อุปกรณ์จะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในพื้นที่ 8 องศาเซลเซียสภายในเวลา 1 นาที จะทำให้อากาศที่อยู่ภายในห้อง A เกิดการขยายตัว ซึ่งมีผลทำให้แผ่นไดอะแฟรมที่จุด C มีการเคลื่อนตัวขึ้นทำให้หน้าสัมผัสของจุด D และจุด E สัมผัสกัน ซึ่งจะส่งสัญญาณกลับไปที่ระบบควบคุมต่อไป



ภาพที่ 8 แสดงชิ้นส่วนภายในของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบรวม

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

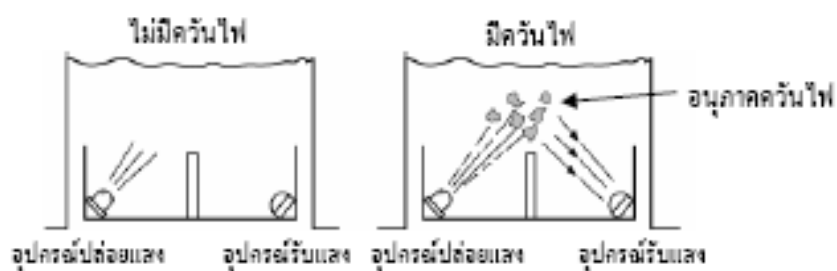
2) อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์เริ่มต้นที่ทำให้การตรวจจับควันไฟที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท โดยแยกตามวิธีการตรวจจับควันไฟ คือ แบบประจุไฟฟ้า (Ionization Type) และแบบพลังแสง (Photoelectric Type) ซึ่งแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบพลังแสง (Photoelectric Spot Type Smoke Detector)

ที่มา: บริษัทไทโก้ไฟร์ ซิเคียวริตี้ แอนด์ เซอร์วิสেস (ประเทศไทย) จำกัด (2550)

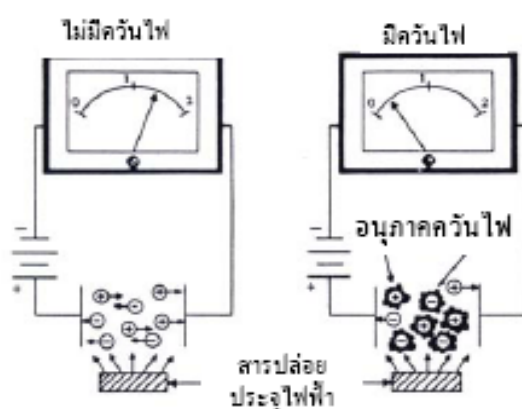
สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับแบบพลังงานแสงนั้น สามารถแบ่งลักษณะการตรวจจับเป็นแบบจุด (Spot Type) และแบบต่อเนื่อง (Linear Type) ภาพที่ 10 นี้แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแต่ละแบบ ซึ่งแบบพลังงานแสงนั้น จะมีการทำงานโดยอาศัยการหักเหของแสงที่ตกกระทบทำให้ระบบทำงาน



ภาพที่ 10 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบพลังงานแสง

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

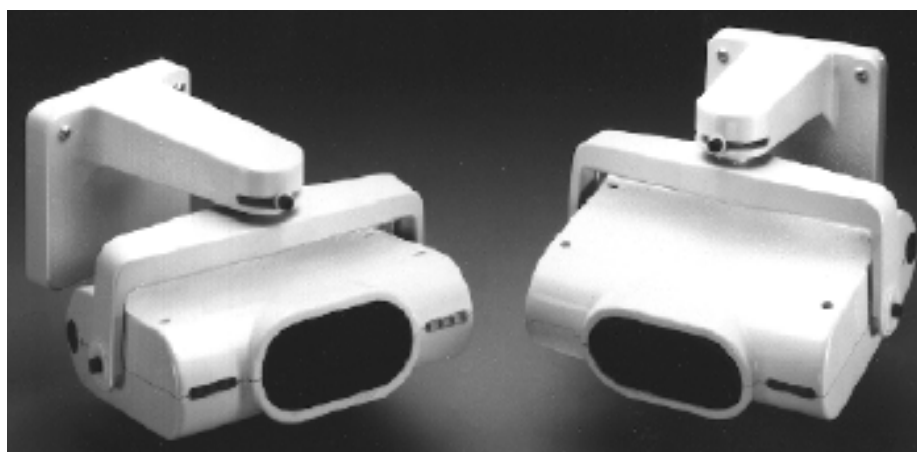
แต่อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบประจุไฟฟ้านั้น จะมีการทำงานโดยอาศัยการตรวจวัดการนำกระแสไฟฟ้าตลอดเวลา เมื่อมีควันไฟผ่านเข้ามาในห้องตรวจ (Detection Chamber) ของอุปกรณ์จะทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีค่าลดลง โดยในภาพที่ 11 นี้ จะแสดงหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบประจุไฟฟ้า



ภาพที่ 11 แสดงหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบประจุไฟฟ้า

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบต่อเนื่องนั้น มีหลักการทำงาน โดยการยิงลำแสงจากอุปกรณ์ส่งแสงไปยังอุปกรณ์รับแสง ดังนั้นถ้ามีควันไฟลอยตัดผ่านลำแสงดังกล่าว จะทำให้ลำแสงมีการหักเห ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์รับแสงทราบว่ามีความควันไฟเกิดขึ้นในพื้นที่ และส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังตู้ควบคุมต่อไปดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแบบต่อเนื่อง

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548)

3) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) เป็นอุปกรณ์เริ่มต้นที่ทำการตรวจจับรังสีอินฟราเรด และรังสีอุลตราไวโอเลตที่เกิดจากเปลวไฟของเพลิงไหม้ การเลือกอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟเพื่อติดตั้งในพื้นที่ป้องกันควรปรึกษาผู้ผลิตในการเลือกประเภทของการตรวจจับเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพงานจริงๆ ที่จะทำการติดตั้ง การเลือกผิดประเภทจะทำให้การตรวจจับเปลวไฟมีความผิดพลาดและเกิดการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดเช่นกัน

10.2 อุปกรณ์แจ้งเตือน (Notification Device)

10.2.1 อุปกรณ์แจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียงประกอบด้วย กระดิ่งไฟฟ้า (Alarm Bell) แตร (Horn) ลำโพง (Loudspeaker) และออด (Buzzer) (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 อุปกรณ์แจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (Strobe with Horn Alarm device)

ที่มา: บริษัทไทโก้ ไฟร์ ซิเคียวริตี้ แอนด์ เซอร์วิสেস (ประเทศไทย) จำกัด (2550)

10.2.2 อุปกรณ์แบบแสงประกอบด้วยแสงกระพริบ (Flash Light) และกล่องป้ายไฟ (Fire Text Box)

10.3 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply)

โดยปกติแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

10.3.1 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลัก คือ จะต้องมีความคงที่และสม่ำเสมอตลอดการใช้งาน แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลักจะต้องต่อจากวงจรย่อยที่ใช้สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เท่านั้น

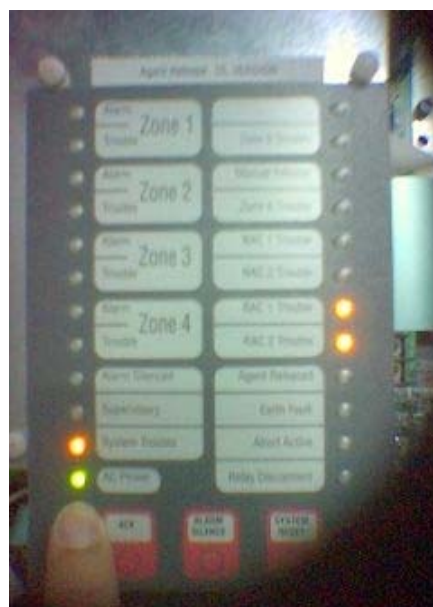
10.3.2 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรอง ก็จะต้องสามารถสับเปลี่ยนทดแทนแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลัก ได้โดยอัตโนมัติภายในเวลา 30 วินาที หลังจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลักเสียหรือเมื่อแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 85% โดยแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองนี้จะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างปกติไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และเมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับ

อุปกรณ์แจ้งเตือนได้อีกไม่น้อยกว่า 5 นาที แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองปกติเลือกใช้เป็นแบตเตอรี่แบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น (Free Maintenance) ซึ่งขนาดของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้จะต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบได้นานไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

10.4 ตู้ควบคุม (Control Panel)

คือส่วนควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบและอุปกรณ์ประกอบระบบทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยวงจรตรวจสอบการทำงานของระบบและอุปกรณ์ประกอบระบบ วงจรป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร วงจรแจ้งเตือนทั้งในสภาวะการทำงานปกติ และสภาวะการทำงานที่มีเหตุขัดข้องเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือแผงวงจรดังแสดงในภาพที่ 14

ในการทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้น อุปกรณ์เริ่มต้น เช่น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน คิวไฟ เพลวไฟ และอื่นๆ ที่ติดตั้งอยู่ภายในพื้นที่ป้องกันจะส่งสัญญาณมายังแผงควบคุม เมื่อมีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้นภายในพื้นที่ป้องกัน จากนั้นแผงควบคุมจะประมวลผลและส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่ออพยพคนและแจ้งให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงเข้าดับเพลิงในพื้นที่นั้น



ภาพที่ 14 ตู้ควบคุม (Fire releasing control panel)

ที่มา: บริษัทไทโก้ ไฟร์ ซิเคียวริตี้ แอนด์ เซอร์วิสเชส (ประเทศไทย) จำกัด (2550)

โดยปกติผู้ควบคุมการทำงานของระบบนั้น จะต้องมีการกำหนดประเภทก่อนเสมอ โดยระบบสำหรับผู้ควบคุมนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ แบบสายเดี่ยว (Hard Wire) และแบบสายร่วม (Multiplex) การทำงานของระบบทั้งสองมีความแตกต่างกัน คือ

แบบสายเดียวนั้น จะมีการเดินสายสัญญาณของโซนต่างๆ แยกออกจากกันอย่างชัดเจน และในแต่ละโซนนั้นก็จะมีการจำกัดจำนวนอุปกรณ์ตรวจจับแบบคว้นไฟ โดยเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น ผู้ควบคุมจะสามารถแจ้งตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับได้เป็นเพียงโซนพื้นที่เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจจับได้อย่างชัดเจน

ส่วนระบบแบบสายร่วมนั้น การเดินสายสัญญาณจะใช้เพียงชุดเดียวเท่านั้น โดยสายสัญญาณจะเดินไปหาอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์แจ้งเหตุเป็นแบบอนุกรม ในกรณีที่เมื่อมีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้นผู้ควบคุมจะสามารถระบุตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์ที่ตรวจจับเพลิงไหม้ได้อย่างชัดเจน สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้กับระบบนี้ จะต้องเป็นประเภทระบุตำแหน่งได้เท่านั้น

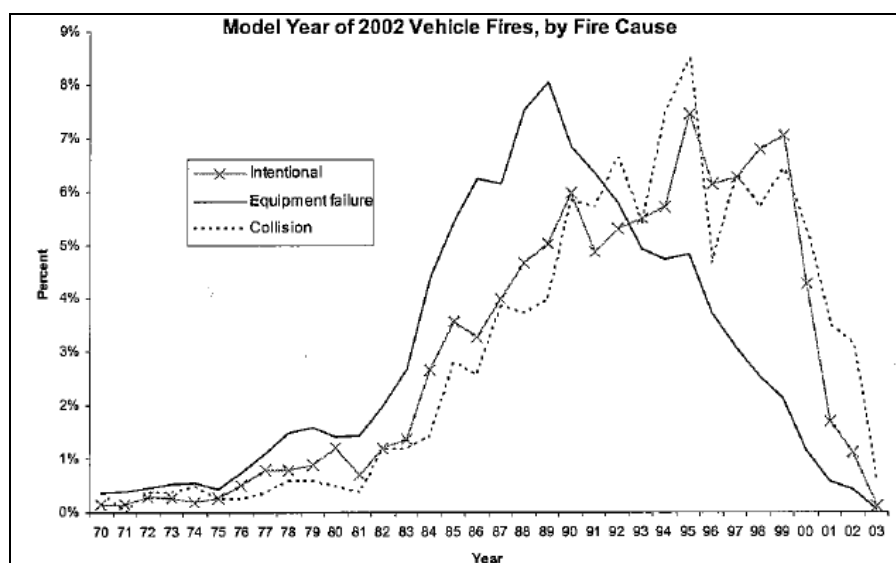
11. แนวโน้ม และรูปแบบของการเกิดเพลิงไหม้รถยนต์บนทางหลวงประเทศสหรัฐอเมริกา

Ahrens (2006) ได้กล่าวว่า จากรายงานของการสำรวจโดย the U.S. Fire Administration's (USFA's) National Fire Incident Reporting System (NFIRS) และ the National Fire Protection Association's (NFPA's) annual fire department พบว่า สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้บนทางหลวง 3 ใน 4 มาจากความบกพร่องของเครื่องยนต์ และระบบไฟฟ้า ส่วนปัจจัยทางด้านการชนและการพลิกคว่ำทำให้เกิดการจุดประกายไฟเพียง 3% นอกจากนี้ 2 ใน 3 หรือ 65% ของการเกิดเพลิงไหม้บนทางหลวงเริ่มต้นที่เครื่องยนต์, ระบบเกียร์ หรือพื้นที่ล้อ และมีเพียง 2% เริ่มต้นที่ถังน้ำมันหรือตัวส่งน้ำมัน

นอกจากนี้ NFPA (2002) ได้รายงานถึงสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะ รวมถึงต้นกำเนิด และชิ้นส่วนแรกที่เกิดประกายไฟ สรุปโดยรวมได้ดังนี้

11.1 ช่วงเวลาของการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ยานพาหนะ ช่วงเวลาที่เกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 3:00 และ 5:59 นาฬิกา และสูงสุดระหว่าง 15:00 และ 17:59 นาฬิกา อย่างไรก็ตามจำนวนคนเสียชีวิตจากเพลิงไหม้ยานพาหนะ โดยเฉลี่ยที่มากที่สุดอยู่ระหว่างเวลา 24:00 และ 2:59 นาฬิกา

11.2 ในทุกๆ 5 ครั้งของการเสียชีวิตจากเพลิงไหม้บนทางหลวงมีสาเหตุมาจากการชนหรือการพลิกคว่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่นำไปสู่การการจุดเพลิงไหม้ เพียง 3% แต่นำไปสู่การเสียชีวิตถึง 57% และโดยประมาณในทุกๆ 26 ครั้งของการเกิดเพลิงไหม้บนทางหลวงจากการชนหรือการพลิกคว่ำเป็นสาเหตุไปสู่การเสียชีวิต ดังนั้นการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะบนทางหลวงที่เกิดจากการชนหรือการพลิกคว่ำจะนำไปสู่การเสียชีวิต จากภาพที่ 15 จะพบว่า ในปีค.ศ. 2002 มากกว่าครึ่งของการเกิดเพลิงไหม้บนทางหลวงมีสาเหตุเริ่มต้นมาจากการชน



ภาพที่ 15 สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะในสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ.1970 ถึง 2003

ที่มา: Fire Analysis and Research, NFPA (2008)

11.3 จากรายงานที่จัดทำโดย Fire Analysis and Research, NFPA (2008) ภาพที่16 การเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะมากกว่า2/3 มีสาเหตุมาจากความบกพร่องทางเครื่องยนต์ หรือระบบไฟฟ้า แต่มีเพียง 11% ที่นำไปสู่การเสียชีวิต โดยที่ความบกพร่องของเครื่องยนต์ เช่น การรั่ว, การแตกหัก, การจุดระเบิดผิดจังหวะ(backfires) หรืออะไหล่ที่เสื่อมสภาพ เป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะบนทางหลวงถึง 48% ส่วนความบกพร่องของระบบไฟฟ้านำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะบนทางหลวง 23%

**Highway Vehicle Fires, by Factor Contributing to Ignition Grouping
1999-2002 Fires Reported to U.S. Fire Departments in NFIRS Version 5.0**

Factor Contributing to Ignition	Fires	Civilian Deaths	Civilian Injuries	Direct Property Damage
Mechanical failure or malfunction	48%	9%	34%	37%
Leak or break	13%	6%	15%	11%
Backfire	6%	1%	7%	3%
Worn out	4%	0%	2%	2%
Unclassified or unknown-type mechanical failure or malfunction	24%	2%	10%	21%
Electrical failure or malfunction	23%	2%	12%	22%
Unspecified short-circuit arc	7%	0%	4%	6%
Short circuit arc from defective or worn insulation	4%	0%	2%	3%
Short circuit arc from mechanical damage	2%	1%	2%	1%
Arc or spark from operating equipment	1%	1%	1%	1%
Unclassified or unknown-type electrical failure or malfunction	9%	1%	3%	9%
Misuse of material or product	11%	16%	25%	11%
Flammable liquid or gas spilled	2%	4%	5%	2%
Heat source too close to combustibles	2%	2%	5%	3%
Abandoned or discarded material	2%	2%	2%	2%
Unclassified or unknown-type misuse of material or product	2%	4%	6%	2%
Flammable liquid used to kindle fire	1%	2%	1%	1%
Cutting or welding too close to combustibles	1%	0%	1%	0%
Improper fueling technique	1%	1%	3%	0%
Operational deficiency	7%	61%	20%	13%
Collision, knock down, run over or roll over	3%	57%	13%	8%
Equipment not being operated properly	1%	2%	3%	1%
Failure to clean	1%	0%	0%	0%
Unclassified or unknown-type operational deficiency	2%	1%	3%	1%
Fire spread or control	6%	5%	4%	11%
Exposure fire	6%	3%	3%	11%
Design, manufacturing or installation deficiency	1%	0%	1%	2%
Installation deficiency	1%	0%	1%	0%
Natural condition	0%	1%	1%	1%
Unclassified factor contributed	6%	12%	7%	10%

ภาพที่ 16 ปัจจัยที่นำไปสู่การลุกไหม้ของเพลิงในยานพาหนะในสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ.1999 ถึง ปี 2002

ที่มา: Fire Analysis and Research, NFPA (2008)

แหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน และทำให้เกิดประกายไฟทำให้เกิดเพลิงไหม้ยานพาหนะบนทางหลวง 22% 2 ใน 3 หรือ 66% ของการเกิดเพลิงไหม้มีสาเหตุเริ่มต้นจากเครื่องยนต์, การเคลื่อนไหวยของเกียร์ หรือบริเวณล้อ ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดเพลิงไหม้ขึ้นบ่อย ดังภาพที่ 17

**U.S. Highway Vehicle Fires, by Area of Fire Origin
1999-2002 Annual Averages**

Area of Fire Origin	Fires	Civilian Deaths	Civilian Injuries	Direct Property Damage (in Millions)
Engine area, running gear, wheel area	176,900 (66%)	150 (40%)	640 (49%)	\$543 (54%)
Operator or passenger area	45,100 (17%)	80 (20%)	240 (18%)	\$235 (23%)
Unclassified vehicle area	10,800 (4%)	40 (11%)	50 (4%)	\$43 (4%)
Exterior, exposed vehicle surface	8,500 (3%)	10 (1%)	40 (3%)	\$28 (3%)
Cargo or trunk area of vehicle	8,000 (3%)	10 (3%)	90 (7%)	\$37 (4%)
Fuel tank or fuel line	4,400 (2%)	60 (17%)	130 (10%)	\$28 (3%)
On or near highway, parking lot or street	3,500 (1%)	10 (2%)	10 (1%)	\$15 (2%)
Unclassified area of origin	3,300 (1%)	10 (3%)	10 (1%)	\$19 (2%)
Separate operator or control area	3,000 (1%)	0 (1%)	10 (1%)	\$18 (2%)
Other known area	6,600 (2%)	10 (3%)	80 (6%)	\$40 (4%)
Total	269,900 (100%)	380 (100%)	1,310 (100%)	\$1,005 (100%)

ภาพที่ 17 ต้นกำเนิดของการเกิดเพลิงไหม้ในยานพาหนะในประเทศสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ. 1999 ถึง 2002

ที่มา: Fire Analysis and Research, NFPA (2008)

โดยที่ จุดที่เกิดประกายไฟเริ่มแรกที่เกิดขึ้นมากที่สุด ดังในภาพที่ 18 เกิดจากระบบไฟฟ้าหรือ ฉนวนหุ้มสายไฟที่ทำให้เกิดการลัดไหม้ 27% ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต 3% บาดเจ็บ 12% และ 26% เกิดประกายไฟจากของเหลวหรือก๊าซ รวมทั้งเชื้อเพลิง เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียชีวิต ถึง 65% และบาดเจ็บ 48%

U.S. Highway Vehicle Fires, by Item First Ignited
1999-2002 Annual Averages

Item First Ignited	Fires	Civilian Deaths	Civilian Injuries	Direct Property Damage (in Millions)
Electrical wire or cable insulation	73,200 (27%)	10 (3%)	150 (12%)	\$197 (20%)
Flammable or combustible liquid or gas, including accelerants, aerosols, and atomized vapor	70,600 (26%)	250 (65%)	620 (48%)	\$255 (25%)
Unclassified item first ignited	41,800 (15%)	40 (11%)	150 (12%)	\$149 (15%)
Multiple items first ignited	29,100 (11%)	40 (10%)	90 (7%)	\$174 (17%)
Vehicle seats or upholstered furniture	19,600 (7%)	20 (5%)	60 (5%)	\$86 (9%)
Tire	5,400 (2%)	0 (0%)	20 (2%)	\$33 (3%)
Unclassified or unknown-type liquid, piping or filter	3,900 (1%)	0 (1%)	30 (2%)	\$10 (1%)
Rubbish, trash, or waste	3,200 (1%)	0 (1%)	10 (1%)	\$7 (1%)
Light vegetation, including grass and leaves	2,200 (1%)	0 (1%)	10 (1%)	\$10 (1%)
Unclassified or unknown-type structural component or finish	1,600 (1%)	0 (1%)	10 (1%)	\$9 (1%)
Drive belt, V-belt or conveyor belt	1,500 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	\$3 (0%)
Other known item	17,900 (7%)	20 (3%)	160 (10%)	\$72 (7%)
Total	269,900 (100%)	380 (100%)	1,310 (100%)	\$1,005 (100%)

ภาพที่ 18 จุดเริ่มต้นของการเกิดประกายไฟที่นำไปสู่การลุกไหม้ของเพลิงในยานพาหนะในประเทศสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ.1999 ถึง 2002

ที่มา: Fire Analysis and Research, NFPA (2008)

12. วิธีการดับเพลิงในรถยนต์

โดยปกติแล้วเพลิงไหม้จะเริ่มต้นจาก 3 จุดของตัวรถคือ

1. ห้องเครื่อง สาเหตุเนื่องจากการรั่วของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำมันหล่อลื่น
2. ใต้แผงหน้าปัด สาเหตุเนื่องจากการลัดวงจรของระบบไฟฟ้า
3. ที่เบาะหลัง สาเหตุเนื่องจากการทิ้งก้นบุหรี่ออกไปนอกรถแต่กลับปลิวไปตกที่บริเวณเบาะหลังโดยไม่รู้ตัว

โดยทั่วไปจะมีถึงดับเพลิงอยู่หลากหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ควรจะมีติดรถไว้ก็คือ
ถึงดับเพลิงชนิด ABC ซึ่งสามารถใช้งานได้หลายวัตถุประสงค์กล่าวคือ

ชนิด A มีคุณสมบัติในการดับเพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงทั่วไปเช่น ไม้ กระดาษ หรือเครื่อง
เบาะของรถ

ชนิด B มีคุณสมบัติในการดับเพลิงที่เกิดจากของเหลวไวไฟเช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมัน
เชื้อเพลิง

ชนิด C มีคุณสมบัติในการดับเพลิงที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร

ข้อเสียของถึงดับเพลิงชนิด ABC ก็คือผงแป้งละเอียดที่ตกค้างหลังจากการใช้งาน จะกีดคร่อน
จุดเชื่อมต่อต่างๆ ของระบบไฟฟ้าและทำความเสียหายกับสมองกลหรือระบบเกียร์อิเล็กทรอนิกส์
ดังนั้นต้องทำความสะอาดอย่างทั่วถึงหลังการใช้งาน

ในการดับไฟนั้น ให้ฉีดผงเคมีไปยังฐาน (ต้นกำเนิด) ของเพลิงที่กำลังลุกไหม้อยู่และกวาด
หัวฉีดกลับไปมาอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งไฟดับลง อย่าพ่นสารเคมีไปยังเปลวไฟที่กำลังลุกไหม้
อยู่ในอากาศเพราะนั่นนอกจากจะดับไฟไม่ได้แล้ว ก็ยังทำให้สิ่งแปลกปลอมส่วนประกอบอันมีค่าของ
เครื่องดับเพลิงไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่หากเกิดไฟไหม้ขึ้นกับเครื่องเบาะรถ ให้ดับไฟที่เบาะด้วย
เครื่องดับเพลิงก่อน แล้วจึงรีบดึงเบาะดังกล่าวออกมาจากรถของท่านเพราะบางทีไฟอาจยังคงคุกรุ่น
อยู่ในส่วนที่ลึกของเบาะ จากนั้นจึงเปิดเบาะออกแล้วฉีดสารเคมีดับเพลิงให้ทั่วถึงต่อไป

หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องดับเพลิงชนิด ABC เพื่อดับไฟในบริเวณที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์และ
อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ถ้าหากทำได้ ในกรณีนี้อุปกรณ์ดับเพลิงชนิดที่เป็น ฮาลอน (Halon) จะเหมาะสม
ที่สุดเนื่องจากหลักการทำงานของอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดนี้คือการเข้าไปไล่ออกซิเจนซึ่งเป็นตัวช่วย
ให้ติดไฟออกไปจนสามารถดับไฟได้ อุปกรณ์ดับเพลิงฮาลอนจะใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
ในบริเวณที่มีพื้นที่แคบและไม่มีการถ่ายเทอากาศ หากมีการถ่ายเทอากาศฮาลอนก็จะถูกลมพัด
กระจายไปจนหมดและทำให้เปลวไฟลุกขึ้นมาได้อีก บริเวณใต้แผงหน้าปัดของรถจะใช้อุปกรณ์ดับ
ชนิดนี้ได้ดี แต่ต้องรีบถอดหัวเบตเตอร์ออกหลังจากไฟดับแล้วเพื่อป้องกันการเกิดลุกไหม้ขึ้นอีก

ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ที่บริเวณห้องเครื่องยนต์นั้น โดยปกติเกิดจากการแตกของท่อน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วน้ำมันรั่วไปโดนเครื่องที่กำลังร้อนอยู่ให้ตรวจสอบท่อน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามี การแตกรั่วก็ให้ทำการเปลี่ยนใหม่ให้เรียบร้อย ข้อนี้สำคัญเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากการพบว่า MTBE ซึ่งเป็นสารเคมีที่เพิ่มเข้าไปในน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น มีส่วนทำให้เกิดการสุกของ ท่อน้ำมันจนทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้น ดังนั้น หากเกิดไฟไหม้ที่ห้องเครื่องยนต์ ให้ดับเครื่องยนต์ โดยทันทีเพื่อหยุดการทำงานของปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงและการไหลเวียนของน้ำมันเชื้อเพลิง การดับไฟที่ห้องเครื่องให้ปลอดภัยและได้ผลนั้นจะต้องใช้คนสองคนด้วยกัน โดยให้คนหนึ่งถืออุปกรณ์ดับเพลิงและเตรียมพร้อม ในขณะที่อีกคนหนึ่งเปิดฝากระโปรงรถขึ้นมา ทันทีที่ฝากระโปรงเปิดขึ้น นั้นจะมีเปลวไฟลุกโชนขึ้นมาเนื่องจากมีอากาศบริสุทธิ์ด้านนอกเข้าไปสัมผัส ดังนั้นคนที่เตรียมพร้อม อยู่นั้นต้องฉีดเคมีดับเพลิงไปยังต้นกำเนิดของเพลิงโดยทันทีทันใดจนกระทั่งไฟดับ ที่สำคัญก็คือ ต้องเปิดฝากระโปรงขึ้นมาโดยเร็ว ก่อนที่ไฟจะไหม้สายเคเบิลสำหรับเปิดฝากระโปรงเสียหายจน ไม่สามารถใช้งานได้ หากเป็นเช่นนั้นแล้วก็จะไม่สามารถดับไฟที่ไหม้ได้เลย การพ่นสารเคมีดับเพลิงผ่านเข้าไปทางหม้อน้ำหรือซุ้มล้อไม่สามารถทำให้เพลิงดับลงได้ การดับเพลิงชนิดนี้ต้องดับที่ต้นกำเนิดของเพลิงเท่านั้น

นอกจากนั้น ถ้าไฟกำลังไหม้รถอยู่ ผู้ดับไฟจะต้องไม่เข้าไปอยู่ในเขตอันตราย นั่นก็คือ พื้นที่รูปกรวยเริ่มจากตำแหน่งของถังน้ำมัน (โดยปกติจะถูกติดตั้งไว้ด้านท้ายของรถ) ไปยัง ด้านหลังของรถ เพราะถ้าหากถังน้ำมันเกิดระเบิดขึ้น จะส่งแรงระเบิด ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิต ออกมาจากทางด้านหลังของรถเป็นระยะทาง 50 ถึง 100 ฟุต (15-30 เมตร)

ชโย (2548) จากการวิจัยการออกแบบระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถโดยสารระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถโดยสารที่ออกแบบให้ใช้กับรถโดยสารประเภทมาตรฐาน 2 ที่มีห้องเครื่องยนต์ตั้งอยู่ด้านท้ายของตัวรถ และใช้เครื่องยนต์ Mezedez-Benz รุ่น V8 (1625) สามารถทำการดับเพลิงไหม้ที่กำหนดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อใช้สารดับเพลิงดับเพลิงอย่างน้อย 3.8 กิโลกรัม และเพื่อค่าความปลอดภัย (Safety factor) คิดเป็นร้อยละ 21 แต่ทั้งนี้ข้อจำกัดของระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถโดยสารที่ออกแบบในงานวิจัยนี้คือ ระบบดับเพลิงนี้จะใช้ได้เฉพาะกับเพลิงไหม้ที่มีตำแหน่งต้นเพลิงอยู่ในห้องเครื่องยนต์เท่านั้น

นอกจากนี้ระบบดับเพลิงที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดอีกข้อหนึ่ง คือ ระบบดับเพลิง นี้จะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อรถหยุดนิ่ง โดยไม่คิดผลกระทบของอากาศไหลผ่านห้องเครื่องยนต์ที่เกิดขึ้นขณะรถเคลื่อนที่ ซึ่งอากาศที่ไหลผ่านเข้าไปในห้องเครื่องยนต์อาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรั่วไหลของสารดับเพลิงเคมีแห้งออกจากห้องเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้การดับเพลิงของระบบมีประสิทธิภาพที่ต่ำลง

13. หลักการทำงานของ ANSUL (Fire Detection/ Suppression System Operation)

13.1 เมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นในห้องเครื่องของรถยนต์ ความร้อนจากไฟจะกระตุ้นตัวตรวจจับทั้งในแบบแนวเส้นตรงและแบบจุด ซึ่งจะเตือนไปยัง CHECKFIRE control module

13.2 Control Module จะส่งเสียงไปยังสัญญาณเตือนภัยทั้งหมด เพื่อให้ทราบว่ามี การตรวจพบการเกิดไฟไหม้ขึ้น หลังจากนั้น Control Module จะทำการส่งนิรภัยของระบบดับเพลิง

A-101

13.3 ไนโตรเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์จากถังแรงดัน จะเป็นตัวขับผงเคมีแห้งดับเพลิง ที่บรรจุอยู่ภายในถังออกมาเพื่อดับเพลิง สารเคมีจะถูกแรงดันขับออกมาทางหัวฉีดสารที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่กำหนด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องพิมพ์
3. โปรแกรม Assembly, Eagle 4.1
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC - 51
5. เครื่องตรวจวัดความร้อน (Thermometer)
6. เครื่องวัดผลทางไฟฟ้า (Multi meter)
7. ชุดวงจรควบคุม และอุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Micro processor)
8. เครื่องวัดเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
9. ชุดประกอบตู้ควบคุมเครื่องฉีดสารดับเพลิงอัตโนมัติ พร้อมอุปกรณ์
10. ชุดจำลองการสั่งฉีดสารดับเพลิงของรถยนต์นั่ง

วิธีการ

1. ขั้นตอนการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 9 ขั้นตอน คือ

- 1.1 ศึกษาข้อมูล ทั้งทางด้านทฤษฎี และสถิติการเกิดเพลิงไหม้ในรถยนต์นั่งที่เกิดขึ้นจริง
- 1.2 ออกแบบระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ
- 1.3 ค้นหาสาเหตุที่แท้จริง และรูปแบบของการเกิดเพลิงไหม้
- 1.4 นำผลวิเคราะห์ที่ได้มาออกแบบระบบ
- 1.5 ทดสอบระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ
- 1.6 สร้างระบบดับเพลิงต้นแบบ และชุดจำลองเพื่อใช้ทดสอบ
- 1.7 ทดสอบระบบดับเพลิงจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น
- 1.8 ทดสอบความถูกต้องของระบบ
- 1.9 สรุปผลการทดสอบ

ผลและวิจารณ์

ผลการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผลการออกแบบระบบดับเพลิง และ ส่วนของผลการทดสอบระบบดับเพลิงที่ออกแบบ

1. ลักษณะของระบบดับเพลิงที่ออกแบบ

การออกแบบระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถนั่งส่วนบุคคล ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบ โดยใช้หลักการและข้อกำหนดของมาตรฐาน NFPA 17 Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems 2002 Edition และจากอุปกรณ์ประเภทเดียวกันจากต่างประเทศเป็นกรอบในการออกแบบ และใช้วิธีการออกแบบอุปกรณ์การสังฆิตสารดับเพลิงอัตโนมัติเพื่อที่จะทำให้ระบบดับเพลิงที่ออกแบบ มีลักษณะเหมาะสมกับการใช้งานจริง และมีประสิทธิภาพที่ดีในการดับเพลิงระบบดับเพลิงที่ ออกแบบนี้ใช้เพื่อดับเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยจะออกแบบให้มีตำแหน่ง การติดตั้งของอุปกรณ์ชุดควบคุมการสังฆิตอยู่ในห้องโดยสารที่มีผู้ขับขี่เป็นผู้ควบคุม ส่วนอุปกรณ์ ตรวจจับความร้อนสำหรับพื้นที่ป้องกันส่วนที่ 1 จะติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มี โอกาสเกิดเพลิงไหม้มากที่สุด และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสำหรับพื้นที่ป้องกันส่วนที่ 2 จะติดตั้ง อยู่ตำแหน่งห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ โดยจะเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งของถังเก็บสารดับเพลิง ที่ติดตั้งเพื่อใช้ในการดับเพลิงห้องเครื่องยนต์ และในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถนั้น จะสมมุติว่าใช้สาร ดับเพลิงเป็นชนิดเคมีแห้งชนิด ABC เป็นสารดับเพลิง และมีพื้นที่ติดตั้งอยู่ภายในพื้นที่ห้องเก็บ สัมภาระท้ายรถยนต์ส่วนบุคคล ระบบดับเพลิงดังกล่าวจะทำงานโดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ในการสั่งให้ระบบทำงานโดยอุณหภูมิทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่สามารถเลือกค่าที่จะ ใช้งานได้ โดยจะทำการตั้งค่าไว้ที่อุณหภูมิเท่ากับ 99 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดของ ห้องเครื่องอยู่ 11 องศาเซลเซียส ปริมาณสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ในระบบดับเพลิงที่ออกแบบไว้ ในงานวิจัยนี้จะสมมุติว่ามีขนาดไม่มากกว่า 6.8 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณสารดับเพลิงเคมีแห้งที่ใช้ ในการดับเพลิง ซึ่งคำนวณด้วยวิธี Total flooding ตามการคำนวณ แต่ในงานวิจัยนี้จะคำนึงถึง ส่วนของชุดถังเก็บ และชุดสังฆิตสารดับเพลิงแบบผงเคมีแห้งเท่านั้น

2. ส่วนประกอบของระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์และในห้องเก็บสำภาระท้ายรถยนต์

2.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนมีหน้าที่ในการตรวจจับการอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของการเกิดเพลิงไหม้และส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมเพื่อสั่งให้ระบบดับเพลิงเริ่มทำงาน โดยมีการกำหนดให้ทำงานเป็นระบบ Cross Zone โดยชุดที่ควบคุมการส่งนิตสารดับเพลิงของห้องเครื่องยนต์จะประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 ส่วนชุดที่ควบคุมการส่งนิตสารดับเพลิงของห้องเก็บสำภาระท้ายรถยนต์ จะประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่ 4

2.2 ชุดควบคุม

ชุดควบคุมมีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบดับเพลิง โดยรับสัญญาณการตรวจจับเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน เพื่อสั่งรีเลย์ควบคุมเปิดโซลินอยด์วาล์วทำการปล่อยสารดับเพลิง และสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ชุดควบคุมยังมีหน้าที่ในการส่งสัญญาณเตือนต่างๆ ไปยังชุดแสดงผลการแจ้งเตือนการทำงานของระบบดับเพลิง เพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่รถยนต์ทราบถึงเหตุที่เกิดขึ้น

2.3 รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์วมีหน้าที่ในการควบคุมการปล่อยสารดับเพลิงเคมีแห้งออกจากถังบรรจุสารดับเพลิงเคมีแห้ง โดยที่รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์วจะถูกควบคุมการทำงานโดยชุดควบคุม (ข้อแนะนำ ควรเลือกรุ่นที่ตัวโซลินอยด์วาล์วที่สามารถปล่อยสารดับเพลิงเคมีแห้งออกจากถังด้วยมือได้โดยตรง เพื่อให้สามารถใช้ในกรณีฉุกเฉินได้)

2.4 รีเลย์ควบคุมชุดตัดการทำงานของเครื่องยนต์

รีเลย์ควบคุมชุดตัดการทำงานของเครื่องยนต์มีหน้าที่ในการตัดการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อดันน้ำมันเชื้อเพลิงไม่ให้เข้าไปในห้องเครื่องยนต์

2.5 ชุดแสดงผลและแจ้งเตือนการทำงานของระบบดับเพลิง

ชุดแสดงผลและแจ้งเตือนการทำงานของระบบดับเพลิงมีหน้าที่ในการแจ้งเตือนให้พนักงานขับรถทราบถึงเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และแจ้งให้ทราบถึงสถานะการทำงานของระบบดับเพลิง ซึ่งจะประกอบด้วย

2.5.1 ชุดแสดงผล จะประกอบไปด้วยไฟแสดงสถานะ 6 ดวง คือ

- 1) ไฟแสดงการตรวจจับเพลิงไหม้ (Alarm LED) ในขั้นตอนไฟดวงนี้จะติดเมื่อชุดควบคุมได้รับสัญญาณการตรวจจับเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวใดตัวหนึ่งในสี่ตัว
- 2) ไฟแสดงปัญหาที่เกิดกับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Trouble LED) ไฟดวงนี้จะติดเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นกับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
- 3) ไฟแสดงการเลือกใช้ระบบการสั่งงานด้วยมือ (Auto/Manual LED) ไฟดวงนี้จะติดเมื่อทำการกดปุ่ม Auto/Manual เพื่อทำการเลือกการสั่งงานด้วยมือเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานพร้อมกันทั้งสองตัวเป็นตำแหน่ง Cross zone ที่กำหนด
- 4) ไฟแสดงสถานะของระบบสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ไฟดวงนี้จะติดเมื่อระบบตรวจจับสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์
- 5) ไฟแสดงการเริ่มการทำงานของระบบดับเพลิงเมื่อส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ของห้องเครื่องยนต์ ไฟดวงนี้จะติดเมื่อชุดควบคุมได้ส่งสัญญาณส่งนิตสารดับเพลิงเคมีแห้งเข้าไปในพื้นที่ของห้องเครื่องยนต์
- 6) ไฟแสดงการเริ่มการทำงานของระบบดับเพลิงเมื่อส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ของห้องเก็บสารทำรถยนต์ ไฟดวงนี้จะติดเมื่อชุดควบคุมได้ส่งสัญญาณส่งนิตสารดับเพลิงเคมีแห้งเข้าไปในพื้นที่ของห้องเก็บสารทำรถยนต์

2.5.2 สัญญาณเสียงแจ้งเตือน จะประกอบไปด้วยสัญญาณ 2 ลักษณะ

- 1) สัญญาณแจ้งเตือนการตรวจจับเพลิงไหม้ในขั้นต้น สัญญาณนี้จะกำหนดให้มีลักษณะดังเป็นช่วงๆ โดยที่จะดังพร้อมๆ กับที่ไฟแสดงการตรวจจับเพลิงไหม้ในขั้นต้นติด เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวใดตัวหนึ่งตรวจจับสัญญาณการเกิดเพลิงไหม้ได้
- 2) สัญญาณแจ้งเตือนการทำงานของระบบดับเพลิงสัญญาณนี้จะกำหนดให้มีลักษณะดังยาวต่อเนื่อง โดยที่จะดังพร้อมๆ กับที่ไฟแสดงการเริ่มการทำงานของระบบดับเพลิงติด เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสามารถตรวจจับสัญญาณการเกิดเพลิงไหม้ได้ครบทั้ง 2 ตัว

2.5.3 หน้าจอแสดงผลแบบ LCD จะทำการแสดงผลตั้งแต่การเริ่มการทำงานของระบบ ตั้งแต่การตั้งโปรแกรมอุณหภูมิของอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนในแต่ละตัว การตั้งกำหนดเวลาของการตัดระบบการทำงานของเครื่องย่นต์ และการตั้งเวลาหนึ่งของระบบส่งข่าวสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง รวมถึงการแสดงค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ในตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อน ในตำแหน่งต่างๆ การแจ้งเหตุของตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนที่มีเพลิงไหม้รวมถึงสถานะของระบบ

ชุดจำลองเครื่องควบคุมการส่งข่าวสารดับเพลิงอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แสดงชุดปั๊มควบคุมพร้อมส่วนแสดงผลจอ LCD และหลอดไฟ LED

2.5.4 ชุดปั๊มควบคุมการโปรแกรม (Program Set) ในชุดนี้จะมีปั๊มควบคุมอยู่ 4 ปั๊มคือ

1) ปั๊มควบคุมการเลื่อนขึ้น (Up Button) ปั๊มควบคุมนี้จะควบคุมการเพิ่มค่าของระบบ เช่นการเพิ่มค่าการตั้งอุณหภูมิ การเพิ่มค่าของการหน่วงเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และการเพิ่มค่าของการหน่วงเวลาการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง

2) ปั๊มควบคุมการเลื่อนลง (Down Button) ปั๊มควบคุมนี้จะควบคุมการลดค่าของระบบ เช่นการลดค่าการตั้งอุณหภูมิ การลดค่าของการหน่วงเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และการลดค่าของการหน่วงเวลาการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง

3) ปั๊มโปรแกรม (Program Button) ปั๊มควบคุมนี้จะใช้เมื่อต้องการที่จะเข้าไปยังคำสั่งการตั้งค่าควบคุมของระบบ

4) ปุ่มป้อนค่าโปรแกรม (Enter Button) ปุ่มควบคุมนี้จะใช้เมื่อต้องการป้อนค่าคำสั่งเพื่อผ่านการทำงานไปยังหัวข้อถัดไป

ชุดปุ่มควบคุมการโปรแกรม (Program Set) และพื้นที่ตั้งนิคในห้องสัมภาระ
ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 แสดงชุดปุ่มควบคุมการโปรแกรม 4 ปุ่ม และหลอด LED พื้นที่ตั้งนิคในห้องสัมภาระ

2.5.5 ชุดปุ่มควบคุมระบบ (System Set) ในชุดนี้จะมีปุ่มควบคุมอยู่ 3 ปุ่มคือ

1) ปุ่มควบคุมการเลือกใช้ระบบการสั่งงานด้วยมือ (Auto/Manual Button) ทำการกดปุ่ม Auto/Manual เพื่อทำการเลือกการสั่งงานด้วยมือเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานพร้อมกันทั้งสองตัวเป็นตำแหน่ง Cross zone ที่กำหนด ระบบจะสั่งหยุดการสั่งการตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และหยุดการส่งนิคสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง

2) ปุ่มรับรู้สถานะแจ้งเหตุของระบบ (Alarm Acknowledge Button) ปุ่มควบคุมนี้จะรับค่าของระบบ แจ้งเหตุ ทำให้สัญญาณเสียงแจ้งเตือนในครั้งที่ 1 นั้นเงียบ

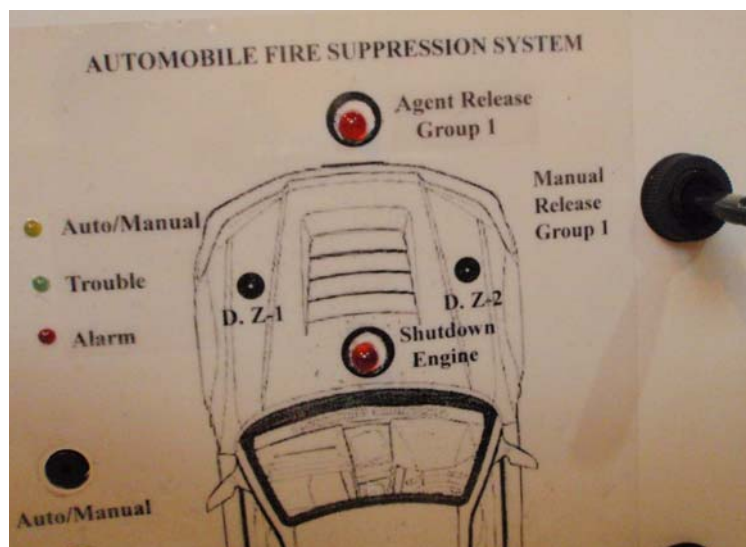
3) ปุ่มเริ่มต้นการทำงานของระบบใหม่ (Reset Button) ปุ่มควบคุมนี้จะใช้เมื่อต้องการที่จะลบค่าต่างๆ รวมถึงสถานะการแจ้งเหตุ และสัญญาณเสียงเตือน เพื่อเริ่มต้นการทำงานของระบบใหม่

ทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมการส่งข่าวสารดับเพลิงอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แสดงการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์วัดความร้อนโซนที่ 2

ชุดปั๊มควบคุมและพื้นที่ส่งฉีดในห้องเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 แสดงชุดปั๊มควบคุม และหลอด LED แสดงสถานะพื้นที่ส่งฉีดในห้องเครื่องยนต์

มาตรฐาน NFPA 72 National Fire Alarm Code 2002 Edition กำหนดให้อุณหภูมิทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Fixed temperature ที่เลือกใช้จะต้องสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ระดับเพดานในสถานะปกติอย่างน้อย 11 องศาเซลเซียส

3. การส่งงานระบบดับเพลิง วิธีการส่งงานของระบบทำได้ 2 วิธี

3.1 การส่งงานแบบอัตโนมัติ

โดยปกติการส่งงานของระบบดับเพลิงที่ออกแบบในงานวิจัยนี้จะเป็นการส่งงานแบบอัตโนมัติการส่งงานของระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนเป็นตัวตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้และส่งให้ระบบดับเพลิงทำงาน โดยที่ในการตรวจจับจะใช้ระบบการตรวจจับที่เรียกว่า Cross zone ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ป้องกันออกเป็น 2 โซน โดยที่แต่ละโซนของการตรวจจับจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน 1 ตัวเมื่อมีเพลิงไหม้เกิดขึ้น และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวใดตัวหนึ่งจับสัญญาณได้ จะส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมและชุดควบคุมก็แจ้งเตือนให้พนักงานขับรถทราบด้วยสัญญาณไฟและสัญญาณเสียง ไฟแสดงการตรวจจับเพลิงไหม้ในขั้นต้นจะติดและเสียงสัญญาณที่ดังเป็นช่วงๆ จะดังขึ้น แต่ในขณะนั้นชุดควบคุมจะยังไม่ส่งนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้งและยังไม่สั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ในเวลานั้นผู้ขับขี่รถยนต์มีเวลาที่จะหยุดรถและลงไปตรวจสอบถึงสาเหตุที่ทำให้ไฟแสดงการตรวจจับเพลิงไหม้ในขั้นต้นติด ว่ามีสาเหตุมาจากเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในห้องเครื่องยนต์จริง หรือเป็นเพราะการทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Fault alarm) หากพบว่าเกิดเพลิงไหม้จริงและชุดควบคุมยังไม่ส่งนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้ง พนักงานขับรถก็สามารถใช้วิธีการส่งงานด้วยมือเพื่อส่งนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้งได้ทันที ถ้าหากว่าไม่มีการส่งนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้งด้วยมือ ชุดควบคุมจะรอจนอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เหลืออีกตัวตรวจจับสัญญาณการเกิดเพลิงไหม้ได้ จึงจะสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และเริ่มขั้นตอนในการนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้งเข้าไปในห้องเครื่องยนต์ โดยจะเริ่มนับเวลาหน่วงถอยหลังเป็นเวลา 10 วินาที (ขึ้นอยู่กับที่ตั้งเวลา) โดยในช่วงที่นับเวลาหน่วงถอยหลังนี้ผู้ขับขี่รถยนต์มีเวลาเพียงพอที่จะหยุดรถหรือชะลอความเร็วลงก่อนที่ระบบดับเพลิงจะทำการนิรภัยดับเพลิงเคมีแห้ง การหยุดรถนั้นทำเพื่อที่จะช่วยให้ระบบดับเพลิงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าหากทำการนิรภัยดับเพลิงในขณะที่รถกำลังวิ่งด้วยความเร็วสูงจะทำให้สารดับเพลิงรั่วไหลออกจากห้องเครื่องยนต์มาก และส่งผลให้การดับเพลิงมีประสิทธิภาพที่ต่ำลง

3.2 การสั่งงานด้วยมือ

การสั่งงานด้วยมือจะทำโดยปุ่มกดที่อยู่บนแผงชุดควบคุมระบบดับเพลิงอัตโนมัติ การสั่งงานด้วยมือจะทำให้ทันทีหากมีการตรวจพบแล้วว่ามีเพลิงไหม้เกิดขึ้นแต่ชุดควบคุมยังไม่สั่งให้ปล่อยสารดับเพลิงเคมีแก่การสั่งงานด้วยมือที่ปุ่มกดบริเวณที่นั่งพนักงานขับรถกับการสั่งงานด้วยมือที่โซลินอยด์แล้ว จะมีจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน คือ ปุ่มกดบริเวณที่นั่งพนักงานขับรถจะถูกออกแบบให้ใช้งานในสถานการณ์ที่มีการตรวจพบว่ามีเพลิงไหม้เกิดขึ้นในขณะที่รถยนต์กำลังวิ่งอยู่ (มีการตรวจจับเพลิงไหม้ในขั้นต้นได้พร้อมกับตรวจพบกลุ่มควันไฟที่ลอยมาจากห้องเครื่องยนต์) แต่ระบบดับเพลิงยังไม่เริ่มกระบวนการฉีดสารดับเพลิง (สั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และเริ่มนับเวลาหน่วงถอยหลัง) ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการที่อุณหภูมิที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนยังไม่ถึงอุณหภูมิทำงาน หรือจากการที่เกิดความขัดข้องของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนหรืออุปกรณ์ในระบบ ในสถานการณ์นี้ผู้ขับขี่รถยนต์สามารถกดปุ่มเพื่อเริ่มกระบวนการฉีดสารดับเพลิงได้ทันที

4. ขั้นตอนการทำงานของระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถยนต์

4.1 ขั้นตอนในการทำงานของระบบดับเพลิงเมื่อใช้การสั่งงานแบบอัตโนมัติ

- 1) มีเพลิงไหม้เกิดขึ้นในห้องเครื่องยนต์รถยนต์
- 2) อุณหภูมิที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวใดตัวหนึ่ง เพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิทำงาน
- 3) มีการแจ้งเตือนการตรวจจับเพลิงไหม้เบื้องต้นไปยังผู้ขับขี่รถยนต์
- 4) ผู้ขับขี่รถยนต์พยายามจอดรถเพื่อตรวจสอบสาเหตุของการแจ้งเตือน
- 5) เพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นทำให้อุณหภูมิที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ตัวที่เหลืออยู่ เพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิทำงาน

6) มีการแจ้งเตือนการทำงานของระบบดับเพลิง ชุดควบคุมจะสั่งหยุดการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อตัดการจ่ายน้ำมัน และเริ่มต้นกระบวนการฉีดสารดับเพลิงเคมีแห้ง โดยเริ่มนับถอยหลังตามระยะเวลาหน่วง (Delay time) ที่ออกแบบไว้ ซึ่งจะเท่ากับ 10 วินาที (ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าเวลาที่เหมาะสม)

7) เครื่องยนต์ดับ ผู้ขับเครื่องยนต์จอดรถในบริเวณที่ปลอดภัย

8) เมื่อชุดควบคุมนับเวลาถอยหลังครบ 10 วินาที (ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าเวลาที่เหมาะสม) ก็จะส่งสัญญาณไปที่รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว เพื่อสั่งให้ทำการฉีดสารดับเพลิงเคมีแห้งเข้าไปในห้องเครื่องยนต์

4.2 ขั้นตอนในการทำงานของระบบดับเพลิงเมื่อใช้การสั่งงานด้วยมือที่ปุ่มกดบนแผงควบคุม

1) มีเพลิงไหม้เกิดขึ้นในห้องเครื่องยนต์รถยนต์

2) อุณหภูมิที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวใดตัวหนึ่ง เพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิทำงาน

3) มีการแจ้งเหตุการตรวจจับเพลิงไหม้เบื้องต้นไปยังผู้ขับเครื่องยนต์

4) ผู้ขับเครื่องยนต์ตรวจพบว่าสัญญาณแจ้งเตือนการตรวจจับเพลิงไหม้เบื้องต้นมีสาเหตุจากเพลิงไหม้ โดยจะสังเกตได้จากควันไฟที่เกิดขึ้น

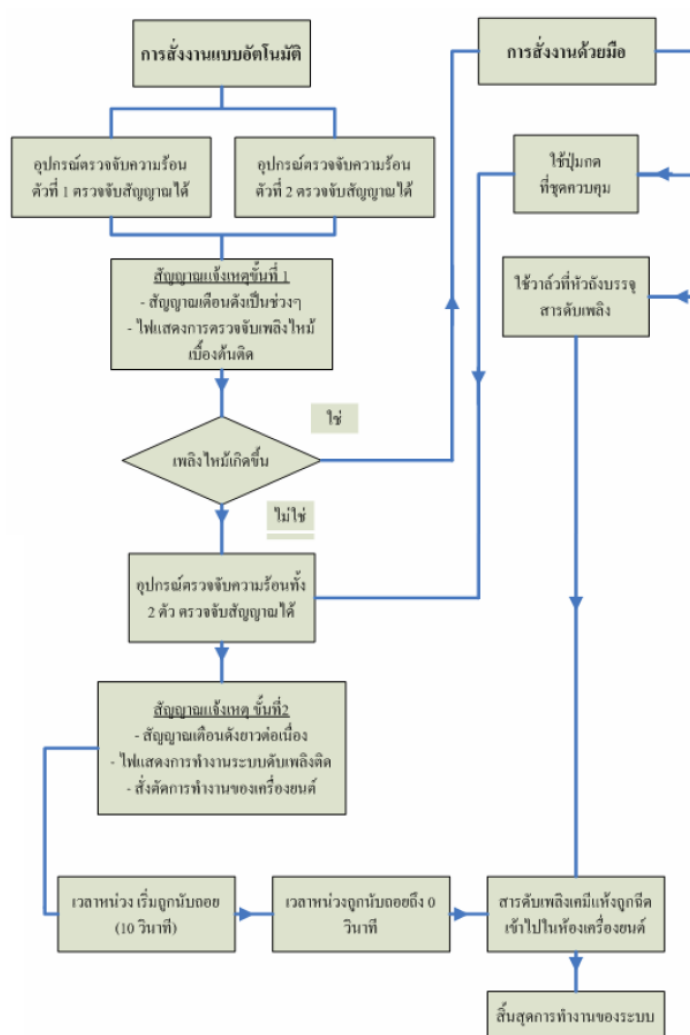
5) ผู้ขับเครื่องยนต์กดปุ่มฉีดสารดับเพลิง และพยายามจอดรถ

6) ชุดควบคุมจะสั่งหยุดการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อตัดการจ่ายน้ำมัน และเริ่มต้นกระบวนการฉีดสารดับเพลิงเคมีแห้ง โดยเริ่มนับถอยหลังตามระยะเวลาหน่วง (Delay time) ที่ออกแบบไว้ ซึ่งจะเท่ากับ 10 วินาที (ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าเวลาที่เหมาะสม)

7) เครื่องยนต์ดับ ผู้ขับเครื่องยนต์จอดรถในบริเวณที่ปลอดภัย

8) เมื่อชุดควบคุมนับเวลาถอยหลังครบ 10 วินาที (ขึ้นอยู่กับค่าเวลาที่เหมาะสม) ก็จะส่งสัญญาณไปที่รีเลย์ควบคุมโซลินอยด์วาล์วของถังบรรจุสารดับเพลิงเคมีแห้ง เพื่อสั่งให้ทำการฉีดสารดับเพลิงเคมีแห้งเข้าไปในห้องเครื่องยนต์

แผนผังแสดงการทำงานของระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 แสดงผังการทำงานของระบบดับเพลิงอัตโนมัติทั้ง 2 แบบ

ผลการทดลอง

1. การสอบเทียบค่าการวัดอุณหภูมิของชุดทดลองอุปกรณ์เครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงอัตโนมัติโดยทำการทดลองเทียบค่าของอุปกรณ์โดยการเปรียบเทียบค่าการวัดอุณหภูมิกับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ เทอร์โมมิเตอร์ ของ UNI-T รุ่น UT60G โดยทำการเทียบค่าในช่วงอุณหภูมิช่วงต่างๆ เป็นจำนวน 5 ครั้ง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการทดสอบเทียบค่าอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

การเก็บค่าครั้งที่	เครื่องวัดอุณหภูมิ	ชุดทดลอง	หมายเหตุ
1	26°C	26°C	
2	30°C	30°C	
3	50°C	50°C	
4	80°C	80°C	
5	100°C	100°C	

จะเห็นว่าค่าของการวัดอุณหภูมิที่ได้ของชุดทดลองมีค่าไม่แตกต่างจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่นำมาเทียบค่า จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์มีค่าการทำงานในการวัดอุณหภูมิมาตรฐานที่เทียบเคียงเครื่องมือวัดเท่าไปได้

จากการเก็บตัวอย่าง ในวันวันที่ 21 เมษายน 2551 ที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 14 นาฬิกาซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด โดยทำการทดลองวัดค่าอุณหภูมิในห้องเครื่องรถยนต์ที่บริเวณส่วนใกล้ท่อไอเสียของรถยนต์ทั้งหมดที่ทำการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากรถยนต์แต่ละรุ่นมีการวางเครื่องยนต์ที่ต่างกัน ทำให้ตำแหน่งของท่อไอเสียในเครื่องยนต์มีการจัดวางแตกต่างกันด้วย ดังนั้นการทดสอบ จึงเป็นการหาค่าในบริเวณที่ห้องเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงสุดเท่านั้น การทดสอบจะทำการติดเครื่องยนต์ของรถยนต์แต่ละรุ่นเป็นระยะเวลา 20 นาที แล้วทำการวัดค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ โดยการจอร์รถยนต์นั่งอยู่กับที่และปิดแอร์เพื่อป้องกันไม่ให้พัดลมแอร์ทำงาน เพราะจะมีผลกระทบทำให้อุณหภูมิของเครื่องยนต์ลดลง ดังแสดงภาพการทดสอบการวัดค่ากับรถยนต์ Toyota รุ่น Trueno .ในภาพที่ 24-27



ภาพที่ 24 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิในห้องเครื่องบริเวณท่อไอเสีย



ภาพที่ 25 แสดงการวางตำแหน่งเครื่องวัดอุณหภูมิในตำแหน่งบริเวณท่อไอเสีย



ภาพที่ 26 แสดงทำการปิดฝากระโปรงทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้ววัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 27 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้

การทดสอบการวัดค่าได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิการทำงานของรถยนต์ที่นิ่ง แบ่งตามผู้ผลิต และรุ่น

ลำดับ ที่	ผู้ผลิต / รุ่น	เครื่องยนต์	ประเภท เชื้อเพลิง	อุณหภูมิที่วัดได้ในห้องเครื่อง (องศาเซลเซียส)			หมายเหตุ
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	Toyota / Trueno	1,600 cc.	น้ำมัน เบนซิน 95	80	79	81	
2	Toyota / Vigo 4x4	3,000 cc.	NGV	80	79	79	
3	Benz / 380 SEL	3,000 cc. / Turbo	LPG	87	88	88	
4	Benz / 190 E	2,000 cc.	LPG	87	88	88	
5	Benz / 230 E	2,500 cc. Turbo	LPG	88	88	88	
6	Mazda 3	1,600 cc.	LPG	78	78	80	
7	BMW 318 I	1,800 cc.	LPG	82	83	82	

จากผลการเก็บข้อมูลจะเห็นว่า รถยนต์ที่ผลิตมาจากเครือประเทศยุโรปจะให้ค่าความร้อนในห้องเครื่อง มากกว่า รถยนต์ที่ผลิตมาจากประเทศญี่ปุ่น รวมถึงรถยนต์ที่ทำการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงประเภทแก๊สชนิด LPG และ NGV จะทำให้อุณหภูมิห้องเครื่องยนต์สูงขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ซึ่งการทดสอบรถยนต์ที่สามารถใช้เชื้อเพลิงได้ทั้งสองชนิดคือทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สได้นั้น จะเลือกทำการเก็บค่าเฉพาะเมื่อรถยนต์ใช้เชื้อเพลิงประเภทแก๊สชนิด LPG และ NGV เท่านั้น เนื่องจากจะได้ค่าอุณหภูมิที่สูงกว่า

ทั้งนี้ จากการเก็บข้อมูล ได้ค่าสูงสุดอยู่ที่อุณหภูมิ 88 องศาเซลเซียสในรถที่ผลิตจาก BENZ รุ่น 190 E ที่ใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง จึงได้พิจารณาอุณหภูมิที่คาดว่าจะเกิดเหตุเพลิงไหม้ในห้องเครื่อง คือ 100 องศาเซลเซียสตามมาตรฐานการออกแบบของ NFPA แล้วจึงเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอีก 11 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดที่อุปกรณ์ในห้องเครื่องยนต์จะทนได้

การออกแบบระบบชุดควบคุมการดับเพลิงในรถยนต์

การออกแบบจะใช้หลักการทำงานของเครื่องควบคุมระบบดับเพลิงตามมาตรฐานสากล NFPA โดยใช้ระบบชุดควบคุมที่ทำมาจาก ชุด Micro Controller รุ่น MCS-51 ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และมีเขียนโปรแกรม Assembly ในการควบคุมส่วนของอุปกรณ์การตรวจจับ ความร้อน จะใช้การออกแบบ IC รุ่น DS 1820 เป็นตัววัดอุณหภูมิ เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยัง Micro Controller เพื่อแสดงผล ทั้งนี้ยังสามารถวัดอุณหภูมิได้เป็นช่วงเวลาจริงๆ (Real Time)

ข้อได้เปรียบของเครื่องควบคุมการดับเพลิงในรถยนต์โดยอัตโนมัติ มีดังนี้

1. สามารถวัดอุณหภูมิของ SENSOR ตัว IC รุ่น DS 1820 เป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง แบบช่วงเวลาจริงๆ (Real Time) แสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นได้ก่อนที่เครื่องยนต์จะเกิดความเสียหายจากจอ LCD
2. สามารถตรวจสอบการทำงานของ SENSOR ตัว IC ได้ ถ้ามีการเสียหาย หรือสายขาด จะมีการแสดงผล “System Trouble” แบ่งแยกในแต่ละโซน
3. มีการทำงานแบบ Cross Zone ได้ 2 โซนพื้นที่ป้องกัน ซึ่งการทำงานแบบ Cross Zone นั้นจะเป็นการทำงานเพื่อป้องกันการส่งนิรภัยดับเพลิงโดยไม่ได้ตั้งใจ หรือจากระบบการตรวจจับขัดข้อง

หลักการทำงานแบบ Cross Zone จะมีการส่งนิรภัยดับเพลิงเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนในตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 ทำงานทั้งคู่จึงจะเข้าสู่โปรแกรมนับถอยหลัง เพื่อตัดระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (ดับเครื่องยนต์) และส่งนิรภัยเข้าไปในโซนพื้นที่ป้องกัน ซึ่งในการออกแบบจะแบ่งตัว SENCOR ตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 เพื่อใช้สำหรับควบคุมการส่งนิรภัยในพื้นที่ควบคุมที่ 1 คือ

พื้นที่ในส่วนห้องเครื่องยนต์ และ ตัว SENSOR ตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่ 4 เพื่อใช้สำหรับควบคุมการสั่งฉีดในพื้นที่ควบคุมที่ 2 คือพื้นที่ในส่วนท้ายรถยนต์ ซึ่งเป็นพื้นที่ติดตั้งเชื้อเพลิงประเภทแก๊ส หรือถังน้ำมัน

1. มีโปรแกรมควบคุมการสั่งฉีด โดยผู้ควบคุม มีสวิทช์ “Auto/Munual” ใช้ในการตัดระบบการทำงานของเครื่องยนต์ และระบบการสั่งฉีดสารดับเพลิง แบบอัตโนมัติ และยังสามารถสั่งงานข้ามระบบการตัดการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อใช้ระบบสั่งฉีดสารดับเพลิง แบบ Manual Release สวิทช์ได้

2. สามารถสั่งฉีดสารดับเพลิงได้ทั้ง 2 พื้นที่ควบคุมได้โดยตรงด้วยปุ่ม Manual Release โดยไม่มีผลต่อการตัดการทำงานของเครื่องยนต์

2. การทดสอบการทำงานของชุดทดลองอุปกรณ์เครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงอัตโนมัติ

2.1 การโปรแกรมตั้งค่าอุณหภูมิ

การเข้าสู่โปรแกรมการตั้งค่าอุณหภูมินั้น สามารถตั้งค่าอุณหภูมิของตัวตรวจวัดอุณหภูมิได้ทั้ง 4 ตำแหน่ง โดยการปุ่มโปรแกรม (Program Button) แล้วทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 1 แล้วกดปุ่มป้อนค่าโปรแกรม (Enter Button) เพื่อเลื่อนไปป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 2 ต่อไปจนถึง ตำแหน่งที่ 4 แล้วตามด้วยกดปุ่มป้อนค่าโปรแกรม (Enter Button) เพื่อเลื่อนไปยังการตั้งโปรแกรมหน่วงเวลาการสั่งฉีดการแสดงผลหน้าจอเมื่อเริ่มการทำงาน รวมถึงการป้อนค่าอุณหภูมิของระบบดับเพลิงอัตโนมัติ จะแสดงให้เห็น ดังภาพที่ 28 - 31



ภาพที่ 28 แสดงผลเมื่อเริ่มต้นทำการเปิดการทำงานของระบบ



ภาพที่ 29 เมื่อทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 1



ภาพที่ 30 เมื่อทำการกดปุ่มป้อนค่าโปรแกรม (Enter Button) ในตำแหน่งที่ 1 หน้าจอจะปรากฏให้ป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 2 แล้วทำซ้ำจนครบทั้ง 4 ตำแหน่ง โดยสามารถตั้งค่าอุณหภูมิช่วงใช้งานได้ตั้งแต่ 10°C ถึง 120°C



ภาพที่ 31 เมื่อทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ 100°C ให้อุปกรณ์ทำการแจ้งเตือนตำแหน่งที่ 3

การตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ โดยกำหนดอุณหภูมิตามตำแหน่งต่างๆ ดังนี้
 ตำแหน่งที่ 1 = 30°C และ ตำแหน่งที่ 2 = 30°C สำหรับพื้นที่เสี่ยงในห้องเครื่องยนต์
 ตำแหน่งที่ 3 = 100°C และตำแหน่งที่ 4 = 50°C สำหรับพื้นที่เสี่ยงในห้องสำภาระท้ายรถ

2.2 การโปรแกรมตั้งค่านวเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์

หลังจากทำการป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการครบทั้ง 4 ตำแหน่ง ส่วนของการตั้งเวลาการตัดการทำงานของเครื่องยนต์จะปรากฏอยู่ที่หน้าจอ สามารถป้อนค่าการหน่วงเวลาในการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ได้ทั้ง 2 พื้นที่ คือ พื้นที่ 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเครื่องยนต์ และ พื้นที่ 2 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเก็บสัมภาระท้ายรถ โดยสามารถตั้งค่าการหน่วงเวลาในช่วงใช้งานได้ 0 วินาที ถึง 60 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 32-33



ภาพที่ 32 เมื่อทำการป้อนค่านวเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์สำหรับพื้นที่การเสี่ยง 1 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเครื่องยนต์



ภาพที่ 33 เมื่อทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องย่นต์ 5 วินาทีให้กับพื้นที่การสั่งฉีดที่ 2 ซึ่งกำหนดให้เป็นภายในห้องเก็บสำภาระท้ายรถ

2.3 การโปรแกรมตั้งค่าหน่วยเวลาการสั่งฉีด

หลังจากทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องย่นต์ที่ต้องการครบทั้ง 2 ตำแหน่งแล้ว ส่วนของการตั้งเวลาการสั่งฉีดจะปรากฏอยู่ที่หน้าจอ สามารถป้อนค่าการหน่วยเวลาในการสั่งฉีดสารดับเพลิง ซึ่งพื้นที่การสั่งฉีดที่ 1 ภายในห้องเครื่องยนต์ และพื้นที่การสั่งฉีดที่ 2 ภายในห้องเก็บสำภาระท้ายรถ ทั้งสองพื้นที่จะใช้ค่าการตั้งเวลาการสั่งฉีดเดียวกัน โดยระบบจะเริ่มนับหลังจากได้ทำการตัดการทำงานของเครื่องย่นต์แล้ว และตั้งค่าการหน่วยเวลาในช่วงใช้งานได้ 0 วินาที ถึง 60 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 34



ภาพที่ 34 เมื่อทำการป้อนค่าหน่วยเวลาการสั่งฉีดสารดับเพลิงหลังจากระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ 8 วินาที

2.4 การทดสอบการวัดอุณหภูมิของชุดทดลองเครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงอัตโนมัติ หลังจากทำการป้อนค่าทั้งหมดแล้วนั้น ระบบจะกลับมาสู่การทำงานโดยอัตโนมัติ โดยที่จะแสดงอุณหภูมิในตำแหน่งต่างครบทั้ง 4 ตำแหน่งหมุนเวียนกัน โดยแสดงผลตำแหน่งละ 2 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 35



ภาพที่ 35 แสดงอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2

2.4.1 การทดสอบการทำงานของชุดทดลองเครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงอัตโนมัติ

การทำงานแบบอัตโนมัติมีการทำงานของระบบเป็นระบบ Cross Zone ของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนก็ต้องให้ชุดตรวจจับความร้อนทั้ง 2 ตำแหน่งในแต่ละพื้นที่สั่งฉีดสารดับเพลิงทำงาน ระบบถึงจะเริ่มการทำงานนับถอยหลังเพื่อทำการตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และสั่งฉีดสารดับเพลิงโดยที่ ชุดที่ควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงของห้องเครื่องยนต์ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2

ส่วนชุดที่ควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงของห้องเก็บสำภาระท้ายรถยนต์ จะประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่ 4

กำหนดค่าเวลาที่ตั้งไว้สำหรับตัดการทำงานของเครื่องยนต์ทั้ง 2 พื้นที่เท่ากับ 5 วินาที และเวลาการสั่งฉีดสารดับเพลิงหลังจากระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์เท่ากับ 8 วินาที

ตารางที่ 9 แสดงผลทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติของชุดทดลอง

การทดสอบตัววัดอุณหภูมิ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
พื้นที่ 1 ห้องเครื่องยนต์		
1. ตำแหน่งที่ 1	จอ LCD แสดงผล zone 1 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ1 ดัง
2. ตำแหน่งที่ 1 และ 2	จอ LCD แสดงผล zone 1,2 และ ไฟ LED Alarm ติด ระบบเริ่มนับถอยหลังตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ระบบเริ่มนับถอยหลังเพื่อสั่งฉีดสารดับเพลิงพื้นที่ 1	สัญญาณ2 ดัง 8 วินาที +5 วินาที
พื้นที่ 2 ห้องสำภาระ		
3. ตำแหน่งที่ 3	จอ LCD แสดงผล zone 3 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ1 ดัง
4. ตำแหน่งที่ 3 และ 4	จอ LCD แสดงผล zone 3,4 และ ไฟ LED Alarm ติด ระบบเริ่มนับถอยหลังตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ระบบเริ่มนับถอยหลังเพื่อสั่งฉีดสารดับเพลิงพื้นที่ 1	สัญญาณ2 ดัง 8 วินาที +5 วินาที

จากการทดสอบระบบสามารถทำงานในข้อทดสอบอัตโนมัติได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์การทำงานทั้งหมดไม่ปรากฏข้อผิดพลาดในการทดสอบ ดังแสดงผลการทำงานในขั้นตอนการทดสอบต่างๆ ดังภาพที่ 36-39



ภาพที่ 36 แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 พร้อมแสดงสถานะ Alarm



ภาพที่ 37 แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ 2 พร้อมไฟสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 38 แสดงการส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์หลังตัดการทำงานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 39 แสดงชุดจำลอง แสดงไฟ LED ของการส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์ และไฟ LED ของการตัดการทำงานของเครื่องยนต์

2.4.2 การทดสอบการทำงานของชุดทดลองเครื่องควบคุมการส่งนิตสารดับเพลิงแบบสั่งงานด้วยมือ

การควบคุมการส่งนิจสารดับเพลิงแบบสั่งงานด้วยมือของอุปกรณ์ ระบบต้องทำการรอให้ชุดตรวจจับความร้อนทั้ง 2 ตำแหน่งในแต่ละพื้นที่ทำงานพร้อมกันทั้งสองตัวเป็นตำแหน่ง Cross zone ที่กำหนด ถึงจะสามารถเริ่มการทำงานแบบการสั่งงานด้วยมือได้โดย ทำการกดปุ่ม Auto/Manual เพื่อทำการเลือกการสั่งงานด้วยมือ ระบบจะสั่งหยุดการส่งการตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และหยุดการส่งนิจสารดับเพลิงแบบเคมีแห้ง โดยจะรอคำสั่งการทำงานจากสวิทช์ส่งนิจสารดับเพลิงเท่านั้น โดยที่มีสวิทช์ส่งนิจสารดับเพลิงอยู่ทั้ง 2 พื้นที่คือชุดที่ควบคุมการส่งนิจสารดับเพลิงของห้องเครื่องยนต์ และควบคุมการส่งนิจสารดับเพลิงของห้องเก็บสำภาระท้ายรถยนต์

ตารางที่ 10 แสดงผลทดสอบการทำงานด้วยมือของชุดทดลอง

การทดสอบ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
พื้นที่ 1 ห้องเครื่องยนต์		
1. ตำแหน่งที่ 1	จอ LCD แสดงผล zone 1 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ 1 ดัง
2. ตำแหน่งที่ 1 และ 2	จอ LCD แสดงผล zone 1,2 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ 2 ดัง
3. กดปุ่ม Auto/Manual	ไฟ LED Auto/Manual ติด ระบบยกเลิกตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ระบบยกเลิกการส่งนิจสารดับเพลิงพื้นที่ 1	
4. กดสวิทช์ Release Zone1	ไฟ LED Release Zone1 ที่ชุดทดลองติด	
พื้นที่ 2 ห้องสำภาระท้ายรถ		
1. ตำแหน่งที่ 3	จอ LCD แสดงผล zone 3 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ 1 ดัง
2. ตำแหน่งที่ 3 และ 4	จอ LCD แสดงผล zone 3,4 และ ไฟ LED Alarm ติด	สัญญาณ 2 ดัง
3. กดปุ่ม Auto/Manual	ไฟ LED Auto/Manual ติด ระบบยกเลิกตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ระบบยกเลิกการส่งนิจสารดับเพลิงพื้นที่ 2	
4. กดสวิทช์ Release Zone1	ไฟ LED Release Zone2 ที่ชุดทดลองติด	

ระบบสามารถทำงานในข้อทดสอบอัตโนมัติได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ การทำงานทั้งหมดไม่ปรากฏข้อผิดพลาดในการทดสอบ ดังแสดงผลการทำงานในขั้นตอนการทดสอบต่างๆ ดังภาพที่ 40-45



ภาพที่ 40 แสดงการทดสอบตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 พร้อมแสดงสถานะ Alarm



ภาพที่ 41 แสดงตัววัดอุณหภูมิในตำแหน่งที่ 1 และ 2 ทำงานพร้อมไฟ Auto/Manual ติด หลังกดสวิทช์



ภาพที่ 42 แสดงระบบหยุดการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ พร้อมหยุดระบบสั่งฉีดสารดับเพลิง



ภาพที่ 43 แสดงการสั่งฉีดสารดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์โดยสวิทช์ Manual Release Zone1



ภาพที่ 44 แสดงการส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์โดยสวิตซ์ Manual Release Zone1 และ 2



ภาพที่ 45 ไฟ LED แสดงการส่งนิตสารดับเพลิงในพื้นที่ห้องเครื่องยนต์และห้องเก็บสัมภาระของ โมเดลดังกล่าวสวิตซ์ Manual Release Zone1 และ 2

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการทดสอบชุดทดลองของเครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยชุดตัวตรวจวัดอุณหภูมิ 4 ตำแหน่งและชุดควบคุมการสั่งฉีดที่สั่งงานได้ 2 พื้นที่ มีหน้าจอแสดงผลข้อมูลและไฟแสดงสถานะต่างๆที่ครบถ้วน รวมถึงสามารถโปรแกรมตั้งค่าต่างๆ เช่น อุณหภูมิที่ต้องการให้ระบบแจ้งเตือน ตั้งค่าการหน่วงเวลาการสั่งตัดการทำงานของเครื่องยนต์ และการตั้งค่าการหน่วงเวลาการสั่งฉีดสารดับเพลิง พร้อมทั้งสามารถเลือกการทำการสั่งงานด้วยมือได้นั้น การทดสอบทั้งหมด ตัวอุปกรณ์สามารถทำงานได้ถูกต้อง และแม่นยำตามความต้องการที่ได้กำหนดไว้ ทำให้เครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัตินี้มีความสะดวกสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันในรถยนต์แต่ละรุ่นที่มีค่าอุณหภูมิ และพื้นฐานการทำงานที่แตกต่างกัน ทั้งหมดนี้เป็นจุดเด่นของเครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัติที่นอกเหนือจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถหาได้ในประเทศ ซึ่งจะทำให้ภายในอนาคตอันใกล้จะมีเครื่องควบคุมการสั่งฉีดสารดับเพลิงแบบอัตโนมัติในรถยนต์ที่ทำให้การใช้รถยนต์มีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การดับเพลิงไหม้ในรถยนต์. แหล่งที่มา: <http://www.4x4.in.th/tips/tipsfire.html>, 31 ตุลาคม 2550.

กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการวางแผน ฝ่ายสถิติ. 2544.

กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการวางแผน ฝ่ายสถิติ.

แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/st1/accident.xls, 2 มกราคม 2552.

คณะกรรมการร่างมาตรฐานความปลอดภัยด้านอัคคีภัย 2002 ประจำปี 2543-2544. 2543.

มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
ม.ป.ท.

ชโย คุณาไทย. 2548. การออกแบบระบบดับเพลิงในห้องเครื่องยนต์รถโดยสาร. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผู้จัดการ. 2550. เจ้าหน้าที่ห้องวิทยุ 191 สภ.เมืองพิษณุโลก. หนังสือพิมพ์ผู้จัดการ, วันที่ 21

กุมภาพันธ์ 2551. แหล่งที่มา: <http://www.gasthai.com/boardgas/Question.asp?ID=A33127>,
27 กุมภาพันธ์ 2551.

ฝ่ายสถิติ กลุ่มวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก. 2552.

ฝ่ายสถิติ กลุ่มวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก.

แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/definition/car.doc, 2 มกราคม 2552.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์. 2549. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 15. วิศวกรรมสถาน
แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. 2550. สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/st1/accident.xls, 31 ตุลาคม 2550.

ไทยรัฐ. 2550. เกิดเหตุไฟไหม้รถยนต์ หลังติดก๊าซแอลพีจี โชคดีไม่มีใครได้รับบาดเจ็บ.
หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, วันศุกร์ที่ 14 ธันวาคม 2550. แหล่งที่มา: <http://www.TV5.co.th>,
21 กุมภาพันธ์ 2552.

Trend and Patterns of U.S. Fire Loss, Marty Ahrens, Fire Analysis and Research Division. 2007.
National Fire Protection Association. September 2007.

National estimates based on NFIRS and NFPA survey. 2008. **National estimates based on
NFIRS and NFPA survey.** Available Source: www.nfpa.org, February 21, 2008

National Fire Protection Association. 2002a. **NFPA 10 Standard for Portable fire
Extinguishers 2002 Edition.** National Fire Protection Association, Quincy,
Massachusetts.

_____. 2002b. **NFPA 17 Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems 2002 Edition.**
National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายพสิน งามวงศ์ชน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 4 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมความปลอดภัย