

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้

CENTRAL FIRE ALARM AND CONTROL SYSTEM



H000447

โดย

อุดม ทรายานุกูล

UDOM SARAVUTTANUKUL

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จันทร์บุรณม์ สติทวีริยวงศ์

๒๖/๑๒/๒๕๖๔

๒๖/๑๒/๒๕๖๔

วัน เดือน ปี ๐๔ ส.ค ๒๕๖๓  
เลขทะเบียน H000447  
เลขเรียกหนังสือ อพ. ๑ ๗๘๖ 2549  
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษาระดับพิเศษ  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# CENTRAL FIRE ALARM AND CONTROL SYSTEM



**A SPECIAL STUDY PROJECT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2007**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย  
นอกจากนี้ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ชื่อหัวข้อ	ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้
นักศึกษา	นายอุดม สรวุฒานุกูล
รหัสนักศึกษา	47066734
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. จันทร์บุรณ์ สลิตวิริยวงศ์

### บทคัดย่อ

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการบิน ด้านการขนส่งทางอากาศ โดยมีภารกิจหลัก คือ ให้บริการแก่สายการบิน ในการรับส่งผู้โดยสาร สินค้า และไปรษณีย์ภัณฑ์ สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ การให้ความปลอดภัยแก่ผู้มาใช้บริการ ดังนั้นระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Central Fire Alarm and Control System) จึงเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อมุ่งเน้นในเรื่องการเป็นศูนย์กลางในการรับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคารต่างๆ ของ ทอท. ภายในท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ทศก.) โดยผ่านเครือข่ายกลาง ไปยังฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ทศก. เพื่อให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิง ทอท.สามารถรับทราบเหตุเกิดเพลิงไหม้และตอบสนองเหตุการณ์ดังกล่าวได้ในเวลาอันรวดเร็ว

<b>Title</b>	Central Fire Alarm and Control System
<b>Student</b>	Mr. Udom Saravuttanakul
<b>Student ID.</b>	47066734
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Information Technology Management
<b>Academic Year</b>	2006
<b>Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Chanboon Sathitwiriya Wong

### ABSTRACT

Airports of Thailand Public Co., Ltd. is a company that serves an aviation business which has the major core of services in the area of airlines services, passenger service, freight and mail services. Passengers or goods will be safe during travel. So every airport should have security systems. One of them is the Central Fire Alarm and Control System. Suvannapumi airport have many building arounded. The fire alarm system is built in every building, the cables are linked to each others, control by central network, In any cases of fires, the signal will be sent to the fire station in Suvannapumi airport and then the fire fighters will be sent out.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษากรณีพิเศษฉบับนี้ ได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.จันทร์บุรณัฐ สถิตวิริยวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้เป็นอย่างดี จึงขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานนี้ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) (ทอท.) ที่กรุณาสับสนุนทุนการศึกษาต่อระดับปริญญาโท และขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาของส่วนงาน ทอท. ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำระบบงานที่เหมาะสมในการนำมาใช้ศึกษาในโครงการศึกษากรณีพิเศษ ซึ่งนับได้ว่าเป็นระบบงานที่มีความสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับภารกิจหลักขององค์กรได้เป็นอย่างดี สุดท้ายขอขอบคุณภรรยาและบุตรสาวทั้งสอง ที่เป็นกำลังใจตลอดมาในการศึกษาครั้งนี้

อุดม ศรวรานุกูล

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 ที่มาของการพัฒนาระบบ.....	1
1.3 วัตถุประสงค์.....	1
1.4 เป้าหมาย.....	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	4
2.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คืออะไร.....	4
2.2 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	5
2.2.1 ชุดจ่ายไฟฟ้า.....	5
2.2.2 ชุดควบคุม.....	5
2.2.2.1 วงจรเดินสายสัญญาณ แบบ Two-wire Loop (class B).....	6
2.2.2.2 วงจรเดินสายสัญญาณ แบบ Four -wire Loop (class A).....	6
2.2.2.3 เทคนิคการรับ-ส่งสัญญาณ.....	7
2.2.2.4 สายสัญญาณระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	8
2.2.3 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ.....	9
2.2.4 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ.....	11
2.2.5 อุปกรณ์ประกอบ.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	15
2.3.1 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน.....	16
2.3.2 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	17
2.3.3 การออกแบบติดตั้ง Flame Detector.....	18
2.3.4 การออกแบบติดตั้ง Manual Station.....	18
2.3.5 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นแบบโซน.....	18
2.4 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	18
บทที่ 3 ทฤษฎีเครือข่ายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	20
3.1 เทคโนโลยีเครือข่ายแบบ Token Ring.....	20
3.2 ลักษณะการแพร่ของข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย.....	21
3.2.1 การแพร่ข่าวสารแบบ Base band.....	21
3.2.2 การแพร่ข่าวสารแบบ Broadband.....	23
3.2.3 ทฤษฎีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อใช้งาน.....	24
3.2.4 การเชื่อมต่อแบบ Ring Topology.....	25
3.3 ระบบเครือข่าย Token Ring ตามมาตรฐาน IEEE 802.5.....	25
3.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเครือข่าย Token Ring.....	29
บทที่ 4 การศึกษาและวิเคราะห์งานปัจจุบัน.....	34
4.1 ระบบงานปัจจุบัน.....	34
4.2 ปัญหา.....	37
4.3 ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study).....	37
4.4 แนวทางการดำเนินงาน.....	40
บทที่ 5 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบงานใหม่.....	46
5.1 แผนภาพยูสเคส.....	46
5.2 แผนภาพซีเควนซ์.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 แผนภาพคลาส.....	49
5.4 แผนภาพอีอาร์.....	51
5.5 พจนานุกรมข้อมูล .....	52
5.6 การออกแบบสถาปัตยกรรม.....	56
บทที่ 6 การพัฒนาระบบ.....	57
6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	57
6.2 การพัฒนาระบบ.....	57
6.3 การออกแบบหน้าจการทำงาน.....	57
บทที่ 7 บทสรุป.....	65
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	65
7.2 ปัญหาและข้อขัดข้อง.....	65
7.3 การพัฒนาระบบงานในอนาคต.....	66
บรรณานุกรม.....	67
ประวัติผู้เขียน.....	68

# สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	Wire Resistance.....	8
2.2	คำนวณระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์และความสูง.....	15
4.1	เปรียบเทียบราคา.....	38
4.2	กระบวนการทำงานจาก Local Fire Alarm and Control System ไปยัง CFDA:.....	44
4.3	กระบวนการทำงานจาก CFDA ไปยัง Local Fire Alarm and Control System.....	44
4.4	การรับสัญญาณจาก Local Fire Alarm and control System ไปยัง CFDA.....	45
5.1	แสดงรายละเอียดของอาคาร (Building).....	53
5.2	แสดงเหตุการณ์ (Event).....	53
5.3	แสดงพื้นที่ (Area).....	54
5.4	แสดงการแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ (Alarm Type).....	54
5.5	แสดงรูปภาพ (Picture).....	54
5.6	แสดงผู้ใช้งานระบบ (User).....	55
5.7	แสดงรหัสของอาคาร (Building Code).....	55
5.8	แสดงรหัสของพื้นที่ (Area Code).....	55
5.9	แสดงรหัสของการแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ (Alarm Code).....	56

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	5
2.2 วงจรเดินสายแบบ Two-Wire Loop.....	6
2.3 วงจรเดินสายแบบ Four-Wire Loop.....	7
2.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Ionization Smoke Detector.....	9
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	10
2.6 อุปกรณ์ Manual Station.....	10
2.7 อุปกรณ์ตรวจสอบควันไฟ.....	11
2.8 อุปกรณ์กำเนิดเสียง (ก)แบบกระดิ่ง (ข)แบบลำโพง.....	11
2.9 อุปกรณ์ที่ระบายอากาศในกรณีที่ดูดควันออกในกรณีจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน.....	12
2.10 Flow Switch ที่ใช้ตรวจสอบแรงดันของน้ำในท่อน้ำกรณีที่มีการใช้ท่อน้ำสำหรับดับเพลิงของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	13
2.11 Supper Visory เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ให้ปิดวาล์วน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	13
2.12 ป้อนน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้.....	14
2.13 พัดลมดูดควันไฟในกรณีเพลิงไหม้ซึ่งควบคุมโดยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	14
2.14 การติดตั้ง Smoke Detector ควรให้ส่วนหนึ่งติดตั้งกับเพดานและอีกส่วนหนึ่งติดต่ำกว่าเพดาน.....	16
2.15 การคำนวณการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนบนฝ้าเพดาน.....	17
3.1 การเชื่อมต่อของ LAN แบบที่ที่มีการไหลของข้อมูล 2 ทิศทาง.....	22
3.2 การส่งข้อมูลแบบ TDM บน LAN.....	22
3.3 การเชื่อมต่อแบบ Broadband บนเครือข่าย LAN.....	23
3.4 การเชื่อมต่อ Broadband ที่คอมพิวเตอร์ต่างก็มีสัญญาณของตนเอง.....	23
3.5 การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบวงแหวน.....	25
3.6 การทำงานของโทเคนริง.....	26
3.7 การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยี Token Ring ส่งผ่าน Port RS-485.....	29

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8	การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่าย..... 29
3.9	การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่ายเมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B..... 30
3.10	เมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B เสร็จเรียบร้อยเครือข่ายก็จะกลับมาส่งข้อมูลเป็น Free Token อีกครั้งหนึ่ง..... 30
3.11	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่ เมื่อสายขาดระบบคงยังทำงานได้เหมือนปกติและทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนว่าเปิดวงจรหรือลัดวงจร..... 31
3.12	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อสายขาด 2 ทาง ระบบก็สามารถทำงานได้เหมือนปกติ และ ทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนเป็นเปิดวงจรหรือลัดวงจร..... 31
3.13	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อชุดควบคุมในเครือข่ายเกิดข้อขัดข้องเครือข่ายก็ยังทำงานได้เป็นปกติ..... 32
3.14	ตำแหน่งอุปกรณ์ตามจุดต่างๆ ที่แสดงโดยคอมพิวเตอร์กราฟิก..... 32
4.1	โครงสร้างองค์กร..... 35
4.2	ภาพของอาคารต่าง ๆ ภายในสนามบินสุวรรณภูมิ..... 37
4.3	รูปแบบการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปที่สถานีหลักของ ฝดก..... 39
4.4	ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ Edward ที่อาคาร PTC..... 40
4.5	การเชื่อมต่อชุดควบคุมแต่ละอาคารผ่าน Gateway..... 41
4.6	Gateway Type 1 (GW1)..... 43
4.7	Gateway Type 2 (GW1)..... 43
4.8	การ Interfacing FDA..... 44
5.1	แผนภาพยูสเคส ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้..... 46
5.2	แผนภาพซีเควนซ์ การตรวจสอบการแจ้งเหตุเพลิงไหม้..... 48
5.3	แผนภาพซีเควนซ์ การแจ้งเหตุเพลิงไหม้..... 49
5.4	แผนภาพคลาส ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้..... 50
5.5	แผนภาพอ็อบเจกต์ ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้..... 51

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.1 หน้าจอแสดงการ Login เข้าสู่ระบบ.....	58
6.2 หน้าจอमुखหลัก.....	58
6.3 หน้าจอการแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	59
6.4 หน้าจอแสดง Trouble.....	59
6.5 หน้าจอแสดงเฉพาะภาพของอาคาร.....	60
6.6 หน้าจอการ Alarm ที่อาคาร PTC.....	60
6.7 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่ Concourse A.....	61
6.8 หน้าจอแสดงผังของ Concourse A.....	62
6.9 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AOB.....	62
6.10 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AOB.....	63
6.11 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AMF.....	63
6.12 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AMF.....	64

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันมีสิ่งปลูกสร้าง อาคาร สำนักงาน โรงงานเกิดขึ้นมากมาย รวมทั้งท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ทสภ.) ที่เปิดใช้งานแล้ว ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ประกอบการและผู้มาใช้บริการที่สนามบิน เป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญอย่างมาก ภัยอย่างหนึ่งที่สร้างความสูญเสียก็คือ อัคคีภัย ดังนั้นระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จึงจำเป็นต้องติดตั้งใช้งานและให้ความสำคัญในการดูแลรักษาความปลอดภัยภายในสนามบิน

แต่เนื่องจากสนามบินสุวรรณภูมิมีพื้นที่กว้างขวางและมีอาคารพร้อมผู้ประกอบการจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละอาคารก็มีระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ติดตั้งใช้งานและสามารถแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้เฉพาะในอาคารของตัวเองเท่านั้น ดังนั้นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ในอาคารดังกล่าว การรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัยของ ทสภ. ไม่สามารถรับทราบได้ในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งนับเป็นจุดอ่อนในการให้ความสำคัญต่อชีวิตและทรัพย์สิน

### 1.2 ที่มาของการพัฒนาระบบ

ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ทสภ. มีหน้าที่รับแจ้งเหตุเพลิงไหม้และทำการดับเพลิงไหม้ ที่อากาศยานที่ลงจอดและตัวอาคารต่างๆ ภายใน ทสภ. ซึ่งการดับเพลิงให้ได้ในเวลาอันรวดเร็ว นอกจากคนและเครื่องมือดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพแล้ว การรับทราบเหตุเพลิงไหม้ในเวลาที่สุดเร็ว ก็มีผลสำคัญในการดับเพลิงดังกล่าว เพราะว่าการเข้าถึงจุดหรือต้นกำเนิดเพลิงที่เพิ่งเริ่มก่อตัว จะทำให้ควบคุมและดับเพลิงได้ง่ายกว่าเพลิงที่ไหม้อยู่เป็นเวลานาน แต่การจะรับทราบเหตุเพลิงไหม้ได้ในเวลาอันสั้น จำเป็นต้องมีระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ติดตั้งที่ ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ทสภ. โดยสามารถรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคารต่างๆ ได้ในเวลาเดียวกับชุดควบคุมของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่อาคารดังกล่าวรับทราบ

### 1.3 วัตถุประสงค์

- 1.3.1 เป็นศูนย์กลางในการควบคุมและรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
- 1.3.2 เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการดับเพลิงของเจ้าหน้าที่ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ทสภ.
- 1.3.3 เพื่อสนองตอบนโยบายขององค์กรในด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อสาธารณะ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 เป้าหมาย

- 1.4.1 ดัดตั้งระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ ทสภ. และเชื่อมต่อกับกลุ่มอาคารของ ทอท. ภายในเดือน พ.ค.2550
- 1.4.2 พัฒนาระบบฯ อย่างต่อเนื่อง เพื่อเชื่อมต่อกับกลุ่มอาคารผู้ประกอบการและส่วนราชการภายในปี 2550
- 1.4.3 เพิ่มขีดความสามารถในการดูแล ด้านความปลอดภัยในชีวิต และทรัพย์สินให้แก่ อากาศยาน และผู้โดยสาร

## 1.5 ขอบเขตการศึกษา

- 1.5.1 เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินภายใน ทสภ. โดย ทอท. เป็นผู้รับผิดชอบลงทุนในส่วนของการพัฒนาระบบ การเชื่อมต่อ รวมถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครือข่าย เฉพาะในส่วนของอุปกรณ์และโปรแกรม ที่จะติดตั้งใช้งานที่ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ทสภ. เท่านั้น
- 1.5.2 ระบบนี้จะวิเคราะห์และออกแบบระบบ เฉพาะอาคารที่อยู่ในความรับผิดชอบของ ทอท. ก่อน และเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลา ดังนั้น การออกแบบแอปพลิเคชัน จึงเป็นลักษณะของการจำลองการทำงานของระบบ ศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลักดังนี้
  - (1) กำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งานระบบ
  - (2) รับข้อมูลการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จากชุดควบคุมเพลิงไหม้ที่ติดตั้งภายในกลุ่มอาคารต่าง ๆ เพื่อแสดงผลเท่านั้น โดยไม่มีการส่งข้อมูลกับไปที่ชุดควบคุมดังกล่าว
  - (3) แสดงผลข้อมูลที่ได้รับจากระบบฯ ให้เจ้าหน้าที่ ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัยรับทราบ

## 1.6 ขั้นตอนการศึกษา

- 1.6.1 ขั้นที่หนึ่ง การศึกษาสภาพปัจจุบันของระบบที่กำลังดำเนินอยู่ เพื่อให้ทราบถึงระเบียบปฏิบัติ ข้อกำหนด กฎหมาย และลักษณะการทำงาน รูปแบบรายงานที่ใช้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ ทอท. ส่วนราชการ และผู้ประกอบการต่างๆ ภายใน ทสภ.
- 1.6.2 ขั้นที่สอง การวิเคราะห์ความต้องการของข้อมูลในระบบ และศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้งาน
- 1.6.3 ขั้นที่สาม ออกแบบระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Central Fire Alarm and Control System) โดยใช้แนวคิดเชิงวัตถุ (Object Oriented) ออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้พัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ตลอดจนการจัดทำพจนานุกรมข้อมูล การกำหนดรูปแบบการนำเข้า การประมวลผล และรายงานต่าง ๆ
- 1.6.4 ขั้นที่สี่ การพัฒนาระบบตามการออกแบบในขั้นตอนที่สาม
- 1.6.5 ขั้นที่ห้า การทดสอบระบบที่พัฒนา ตลอดจนการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขระบบ

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.7.1 เพิ่มประสิทธิภาพในการดับเพลิงของเจ้าหน้าที่ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย
- 1.7.2 เพิ่มความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินให้กับผู้ประกอบการและผู้มาใช้บริการที่ ทสภ.

## บทที่ 2

# ทฤษฎีพื้นฐานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### 2.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คืออะไร

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้หมายถึงวงจรเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณเตือนภัยในการป้องกันชีวิตและทรัพย์สินอันเนื่องมาจากการเกิดอัคคีภัยซึ่งจะต้องตอบสนองได้ในทันทีทันใด การที่จะศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในระบบดังกล่าวควรจะทำความเข้าใจถึงการเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเชื้อเพลิงจะเป็นวัสดุแข็งซึ่งการเผาไหม้จะเกิดขึ้นตามลำดับเป็น 4 ระยะด้วยกันดังนี้

(1) ระยะเริ่มต้น เกิดจากการสลายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุที่ไหม้ไฟได้จะเกิดอนุภาคเล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีทั้งอนุภาคของแข็งและของเหลวซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนซึ่งยังไม่ไหม้ไฟ ไอน้ำ และก๊าซต่างๆ อนุภาคเหล่านี้ในระยะเริ่มต้นจะมีขนาดเล็กมากน้อยกว่า 1 ไมครอน (หนึ่งในล้านของเมตร) ซึ่งตาของมนุษย์โดยทั่วไปแล้วไม่อาจมองเห็นได้ ดังนั้นการเกิดการเผาไหม้ในระยะเริ่มต้นนี้จึงยังมองไม่เห็น

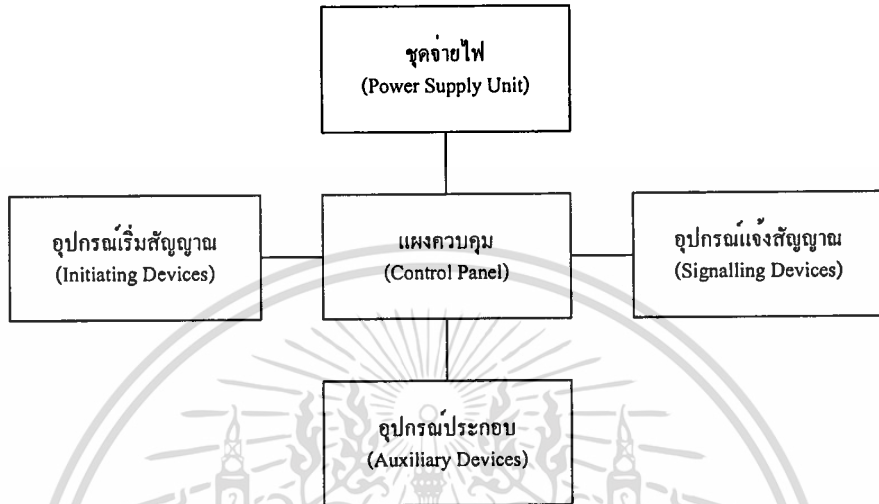
(2) ระยะเกิดควัน ถ้าความร้อนที่สลายเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งยังคงดำเนินต่อไปมันจะถึงระยะที่เกิดเป็นควันขึ้น การเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่ทำให้ทั้งปริมาณและมวลสารรวมกันจนเกิดเป็นควันที่มองเห็นได้ในระยะนี้ความร้อนที่ออกมาจะเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่มาก

(3) ระยะเกิดเปลวไฟ ระยะนี้จะมีปริมาณความร้อนมากพอที่จะจุดทั้งก๊าซและอนุภาคที่ยังไม่ไหม้ไฟของวัสดุ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวเนื่องจากความร้อนที่ถูกไหม้ขึ้นเมื่อไฟเข้ามาถึงระยะที่ทำให้เกิดเปลวไฟแล้วมันจะเกิดพลังงานพอเพียงที่จะทำให้เกิดการลุกไหม้ต่อไปด้วยตัวของมันเอง และความร้อนจะสูงขึ้นตราบใดที่ยังมีเชื้อเพลิง ออกซิเจน และอุณหภูมิสูงเกินกว่าจุดติดไฟของเชื้อเพลิงนั้นอยู่

(4) ระยะเกิดความร้อนสูง ระยะนี้เป็นระยะสุดท้ายของเพลิงเป็นช่วงที่เกิดความร้อนสูงตามมาอย่างรวดเร็ว ถ้าเพลิงลุกลามขึ้นมาถึงขั้นนี้ก็จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากและยากที่จะทำการดับลงได้

## 2.2 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มี 5 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### 2.2.1 ชุดจ่ายไฟ

ชุดจ่ายไฟเป็นชุดที่แปลงไฟสลับมาเป็นไฟกระแสตรง 24 Volt แล้วจ่ายให้กับส่วนต่างๆ ของชุด Control Panel ทั้งนี้กำลังไฟที่จ่ายให้ระบบจะต้องเพียงพอที่จะทำให้ Indicating Devices (Bell, Horn หรือ Siren) ดังได้ข้อเพียงพอในสถานะแจ้งสัญญาณอัคคีภัย (Alarm Condition) รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดแผงแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Mimic Panel หรือ Graphic Annunciator) ด้วย เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่เป็นชุดแปลงไฟสลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อชาร์ตให้แบตเตอรี่เต็มอยู่ตลอดเวลาแบตเตอรี่จะใช้งานในกรณีที่ไฟฟ้าสลับถูกตัดออกไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะจ่ายทดแทนให้กับระบบพร้อมทั้งแจ้งสัญญาณ Trouble สัญญาณจะหายไปเมื่อไฟฟ้าสลับกลับคืนมา

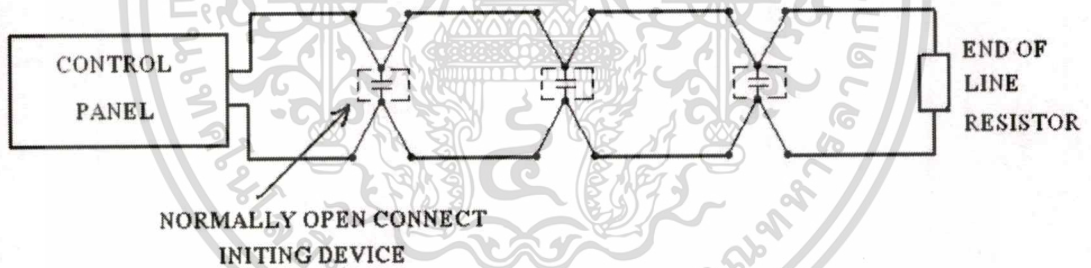
### 2.2.2 ชุดควบคุม

ชุดควบคุม (Controller) เป็นชุดควบคุมและตรวจสอบการทำงานทั้งหมดของระบบ ซึ่งจะมีการแสดงผลสถานะต่างๆ ของระบบออกมาเป็นรูปของหลอด LED หรือ ตัวหนังสือบนจอ LCD (Liquid Crystal Display) และมีสวิตช์ Keypad สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ ชุดควบคุมนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังนี้ วงจรเริ่มสัญญาณ (Initiating Circuit) เป็นวงจรที่เริ่มแสดงผลของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณทั้งหลาย นอกจากสายไฟที่เดินไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวในกรณีที่สายขาดหรือลงดินของสายไฟนั้นๆ ดังนั้นส่วนนี้สามารถแจ้งสถานะของตัวเองได้ถึง 3 สถานะ คือ สถานะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติสถานะขัดข้อง (Trouble) และสถานะแจ้งเหตุ (Alarm) วงจรแจ้งสัญญาณ (Indicating Circuit) เป็นวงจรที่รับแสดงผล และควบคุมอุปกรณ์แจ้งสัญญาณทั้งหลาย ทั้งนี้ยังมีการตรวจสอบ (Supervise) เหตุขัดข้อง เนื่องจากสายไฟที่เดินไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวในกรณีที่สายขาด ลัดวงจร หรือแตะดิน ของสายไฟนั้น ดังนั้นส่วนที่สามารถแจ้งสถานะของตัวเองได้ถึง 3 สถานะเหมือนกับ วงจรเริ่มสัญญาณ Auxillary Relay Circuit เป็นวงจรที่ทำงานเมื่อเกิดการแจ้งสัญญาณของระบบ แล้วมีการเชื่อมโยงการทำงาน โดยการส่งงานไปยังระบบอื่นๆ เช่น การปิดพัดลมในระบบปรับอากาศ, เปิดพัดลมเพื่อควบคุมไฟฟ้า ควบคุมการเปิดประตูทางออกฉุกเฉิน เปิดประตุน้ำไฟ ปิดประตูกันควันไฟ เปิดระบบดับเพลิง ควบคุมลิฟต์ วงจรเดินสาย (Wiring Diagram) วงจรเดินสายไฟของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้นมีความแตกต่างไปตามมาตรฐานผู้ผลิตซึ่งพอแบ่งออกได้ เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มยุโรปและอเมริกา ซึ่งวงจรการเดินสายไฟที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังต่อไปนี้

**2.2.2.1 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Two-wire Loop (class B)**

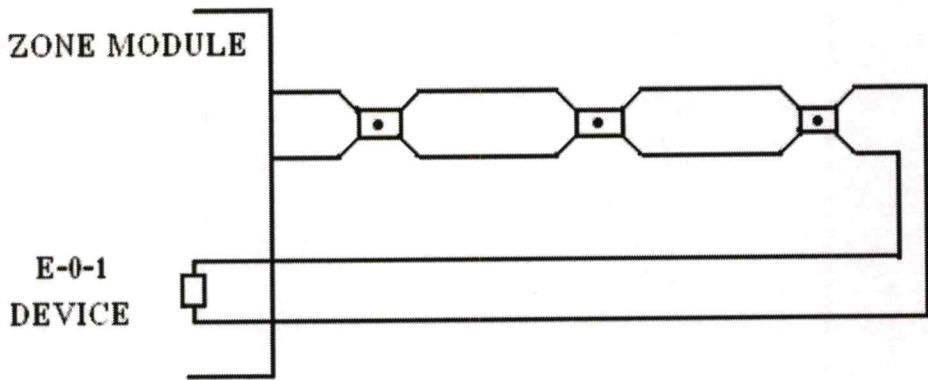
การเดินสายแบบนี้จะมีอุปกรณ์ End of line Resistor ติดไว้ที่ปลายสายเพื่อเป็นการตรวจเช็คกระแสในลูปหากมีสายขาดก็จะมีสัญญาณขัดข้อง (Trouble signal) ดังขึ้นและเมื่อมีสายลัดวงจรจะมีสัญญาณแจ้งเตือนดังขึ้น ซึ่งลักษณะของวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรเดินสายแบบ Two-Wire Loop

**2.2.2.2 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Four-wire loop (class A)**

การเดินสายแบบ 4 เส้นนี้ ถ้ามีสายขาดจะมีสัญญาณขัดข้อง ดังนั้นอุปกรณ์เริ่มสัญญาณที่ต่อไว้ก็ยังคงสามารถใช้งานได้เหมือนเดิมโดยอาศัยวงจรจากสายอีก 2 เส้นที่เหลือและเมื่อมีสายลัดวงจรก็จะมีสัญญาณเตือนภัยดังขึ้น ซึ่งลักษณะของวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรเดินสายแบบ Four-Wire Loop

จากรูปที่ 2.3 จะสังเกตว่าในการเดินสายนี้ผู้ติดตั้งไม่ต้องใช้ End of line Resistor ต่อเข้ากับปลายสายเลย ทั้งนี้ในการเดินสายกลับมาที่ Control panel ได้ต่อปลายสายเข้ากับ End of line ซึ่งมีอยู่ใน Control Panel เรียบร้อยแล้ว

### 2.2.2.3 เทคนิคการรับส่งสัญญาณ

ระบบนี้ได้พัฒนานำเอาเทคนิคการส่ง การรับสัญญาณ Multiplexing มาใช้ในการส่งข้อมูลระหว่าง Main Control Panel และ Field panel ทั้งหลายซึ่งแต่ละ Field panel ก็จะมี Address ประจำตัว เพื่อง่ายและไม่สับสนในการแสดงผลและควบคุมโดย Main Control Panel จะเห็นได้ว่าลักษณะการเดินสายไฟจาก Zone ต่างๆ มายัง Main Control Panel หรือ Field panel แต่ละแผงนั้นเหมือนกับระบบ Hardwired ทั้งสิ้น ยกเว้น ระหว่าง Main Control Panel ไปยัง Field panel และต่อไปยัง Field panel ตัวต่อไปนี้จะต้องถึงกันด้วยสายตีเกลียวที่มีชีลด์ (Twisted pair with shield) ซึ่งตรงนี้เป็น การส่ง/รับ ข้อมูล แบบ Multiplexing โดย Main Control Panel จะเป็นผู้รับสัญญาณ Input จาก Field panel ทุกตัวและดำเนินการส่งคำสั่งไปยัง Field panel ต่างให้ปฏิบัติตามข้อมูลที่ได้ Record ไว้ก่อนแล้วแต่ถ้าการติดต่อระหว่าง Main Control Panel และ Field panel ขาดหายไป Field panel จะปรับตัวเองเข้าสู่ Stand alone mode ซึ่งถ้าหากมีการแจ้งสัญญาณจาก Initiating Device ของตัวเองแล้วสามารถส่ง Alarm signal ได้โดยไม่ต้องรอ คำสั่งจาก Main Control Panel ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในตัว Field panel เองก็ต้องมี CPU Memory Power Supply change และ Battery ของตัวเองในแต่ละชุด ซึ่งทำให้ราคาของระบบนี้ค่อนข้างจะสูง แต่ในการเพิ่มเติมระบบภายหลังการติดตั้งแล้วนั้นก็กลับสะดวกมากกว่าระบบ Hardwired เพราะสามารถต่อส่วนเพิ่มเติมเข้ากับ Field panel ได้ทันที และเพียงเปลี่ยนแปลง Software ที่ Main Control Panel ก็สามารถใช้งานได้แล้ว

ระบบ Addressable นี้มีลักษณะการเดินสาย Main เป็น loop โดยใช้สาย Twisted pair with shield ไปยัง Addressable Module หรือ Addressable Detector ซึ่งแต่ละ Module/ Detector ที่ต่ออยู่ใน Loop นี้จะมี Addressable เฉพาะตัวในการแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษที่จอ LCD (Liquid Crystal Display) ในตัว Control panel หรือ Printer หรือ Compatible Computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการ ส่ง/รับ ข้อมูลนี้ใช้เทคนิคแบบ Multiplexing ใน 1 Loop นั้นจะมี Capacity รับ Addressable Devices ได้ตั้งแต่ 1-127 Addressable ขึ้นอยู่กับการออกแบบของแต่ละโรงงานผู้ผลิตในแต่ละ Addressable สามารถกำหนดคุณลักษณะความไวในการรับสัญญาณ (Sensitivity) หรือเปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนแปลง Software เท่านั้น สำหรับ Addressable Module นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ Monitor Module หรือ Detector Module สามารถต่อกับ Smoke/Heat หรือ Manual Station แบบธรรมดาได้โดยการเดินสายแบบ Hardwired หรือ ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ Monitor หรือ Supervise สถานะต่างๆ เช่น Door Switch หรือ Flow Switch เป็นต้น และ Control Module สามารถต่อเข้ากับระฆัง ถ้าโพง หรือ Telephone Jack ตามมาตรฐานของผู้ผลิตส่วนการเดินสายไฟยังคงเป็นลักษณะเดียวกันกับ Hardwired System

#### 2.2.2.4 สายสัญญาณสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การเดินสาย (Wiring) สำหรับ Fire alarm system นั้น National Electrical Code (NEC) ได้ระบุให้ใช้ Gauge wire ที่ถูกต้องดังนี้ ถ้าเป็น Single Conductor wire จะต้องไม่ต่ำกว่า 16 Gauge ถ้าเป็น Two Conductor จะต้องไม่ต่ำกว่า 19 Gauge ถ้าเป็น Five Conductor หรือมากกว่านั้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 22 Gauge สามารถใช้สาย Solid Copper หรือ Bunch-Tinned Stranded Copper Conductors ได้ การกำหนดของ Cable นั้น ในขั้นแรกต้องทราบว่าวงจรนั้นๆ สามารถรับ Loop Resistance ได้ไม่เกินเท่าไรแล้วนำมาเปรียบเทียบกับตาราง Wire Resistance ดังตัวอย่าง เช่นวงจรสามารถรับ Loop Resistance ได้ไม่เกิน 50 ohms.

ตารางที่ 2.1 Wire Resistance

Wire Resistance per 1,000 ft	
Wire Sign (AWG)	Resistance/1,000 ft
18	6.5
16	4.1
14	2.8

หากใช้สาย 20 AWG ซึ่งมี Resistance = 13.35/1,000 ft

จะสามารถเดินสายได้ไกลไม่เกิน =  $\frac{50 \times 1,000}{13.35} = 3,754.31$  ft

หากใช้สาย 16 AWG ซึ่งมี Resistance = 4.1/1,000 ft

จะสามารถเดินสายได้ไกลไม่เกิน =  $\frac{50 \times 1,000}{4.1} = 12,195.12$  ft

### 2.2.3 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ

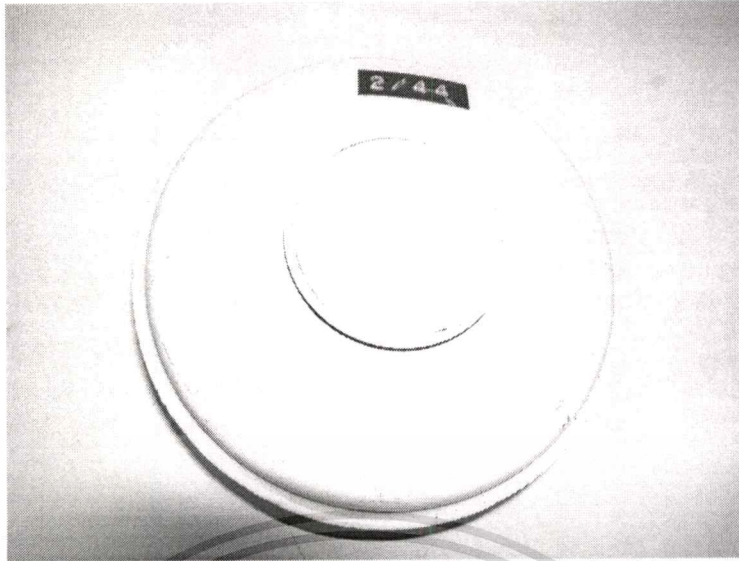
อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือการทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้า โดยใช้สารกัมมันตภาพรังสี ชนิด AMERICIUM 241 เป็นปริมาณน้อยมากสาร AMERICIUM 241 ซึ่งจะอยู่ใน Chamber ซึ่งจะเกิดควมนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีผลทำให้กระแสสามารถไหลผ่านได้ โดยที่อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับ อีออน จะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วย ซึ่งสถานะเช่นนี้ทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วยทำให้ตัวตรวจจับควันแจ้งสถานะแจ้งเหตุทันทีและการทำงาน โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสง (Light Source) ซึ่งฉายลำแสงตรงไปยังอุปกรณ์ไวแสง (Photo Sensitive Device) ในสภาวะปกติ เมื่อมีควันเข้ามาบดบังลำแสงที่ฉาย ตรงไปจะทำให้ปริมาณแสงที่ไปตกกระทบอุปกรณ์ไวแสงลดลงจนถึงจุดพิคัดที่กำหนด ทำให้ตัวตรวจจับควันเริ่มแจ้งสถานะแจ้งเตือนทันที นอกจากนี้ควันที่ตัวตรวจจับควันสามารถตรวจจับได้แล้วยังมีสิ่งที่เป็นอนุภาคเล็กๆ คล้ายควัน เช่นฝุ่นละอองหรือละอองไอน้ำ ตัวตรวจจับควันก็สามารถตรวจจับได้ด้วย ซึ่งตัวตรวจจับควันแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Ionization Smoke Detector

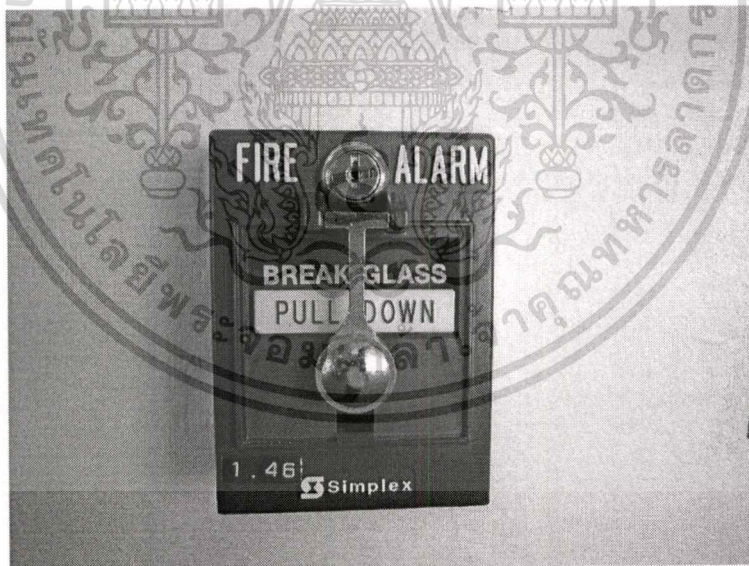
ตัวตรวจจับความร้อน (Heat Detector) มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คืออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate-of-Rise) อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำงานเมื่อมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิได้เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 15 องศาฟาเรนไฮน์หรือ 8.3 องศาเซลเซียสทุกๆ 1 นาที ตัวตรวจจับความร้อนจะแจ้งสถานะแจ้งเตือนทันทีและอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอุณหภูมิคงที่ อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำงานเมื่ออุณหภูมิของตัวตรวจจับสูงถึงจุดที่กำหนดไว้คือ 135 องศาฟาเรนไฮน์ ตัวตรวจจับความร้อนจะแจ้งสถานะแจ้งเตือนทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



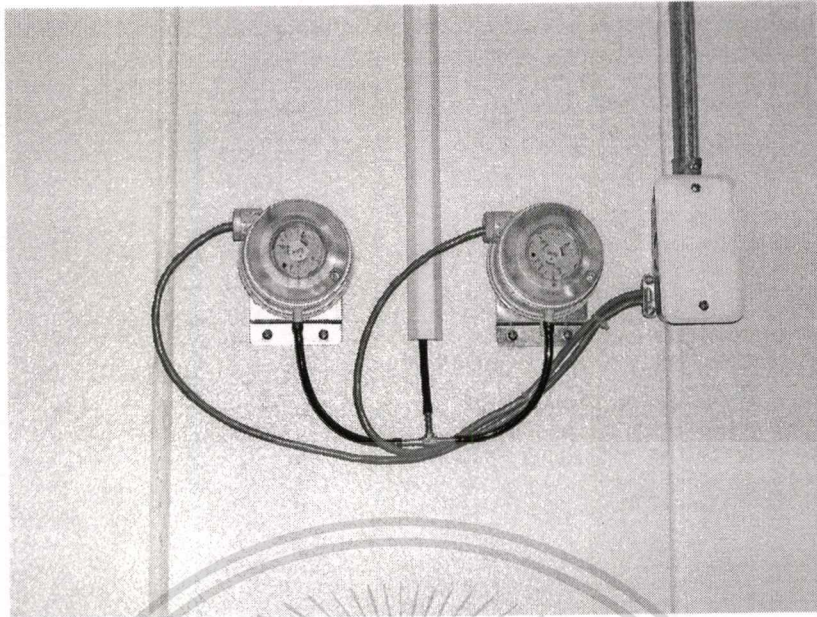
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Manual Station เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ดึงหรือทุบเพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยจะทำการติดตั้งในบริเวณที่สามารถพบเห็นได้สะดวกและผลิตด้วยวัสดุสีแดง เพื่อให้ง่ายในการสังเกต



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ Manual Station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ตรวจสอบควันไฟ

#### 2.2.4 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ

อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Indicating Devices) อุปกรณ์ส่งสัญญาณนับได้ว่าเป็นเอาต์พุตซึ่งหลังจากที่ตัวตรวจสอบควันไฟ, ตัวตรวจจับความร้อน, MANUAL STATION ทำงานแล้วส่งสัญญาณมายังชุดควบคุมกลาง แล้วจึงส่งสัญญาณออกมาโดยผ่านอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ เช่น กระดิ่งที่นิยมใช้จะมีขนาด 6 นิ้ว และ 10 นิ้ว ลำโพงและไฟกระพริบ



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.8 อุปกรณ์กำเนิดเสียง (ก) แบบกระดิ่ง (ข) แบบลำโพง

ลำโพงต้องใช้ควบคู่กับชุดขยายเสียง ซึ่งมีระบบสัญญาณ ขนาด 70 หรือ  $2.5V_{RMS}$  เสียงที่ออกมาจากลำโพงนั้นเป็นเอาต์พุตที่ผลิตจาก Tone Generator หรือ จะเป็นเสียงพูดจากไมโครโฟนก็ได้ ไฟกระพริบเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยใช้ หลักการคายประจุของพลังงาน (Energy Discharge Principle) ซึ่งทำให้เกิดความเข้มการส่องสว่างสูง ในช่วงเวลานั้นๆ โดยปกติจะมี ช่วงสว่างประมาณ 1 วินาที และดับ 1 วินาที ไม่ควรใช้หลอดไส้ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-5 ครั้งต่อวินาที ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิดต้องมีระบบการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) หรือ National Fire Protection Association (NFPA) ของสหรัฐอเมริกา การติดตั้งและเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือ NEC (National Electrical Code) ของสหรัฐอเมริกา

### 2.2.5 อุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบ คืออุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และช่วยในการระงับเหตุเพลิงไหม้เบื้องต้นประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ที่ระบายนอกอากาศในกรณีที่เกิดควันออกในกรณีจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน

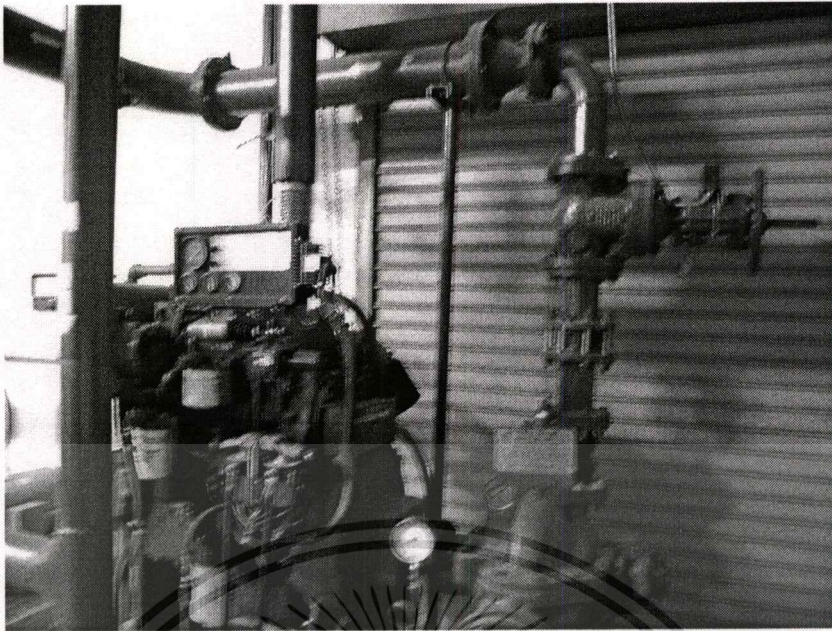


รูปที่ 2.10 Flow Switch ที่ใช้ตรวจสอบแรงดันของน้ำในท่อน้ำกรณีที่มีการใช้ท่อน้ำสำหรับดับเพลิงของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 2.11 Supper Visory เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ให้ปิดวาล์วน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา. และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ปั้มน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 2.13 พัดลมดูดควันไฟในกรณีเพลิงไหม้ซึ่งควบคุมโดย ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

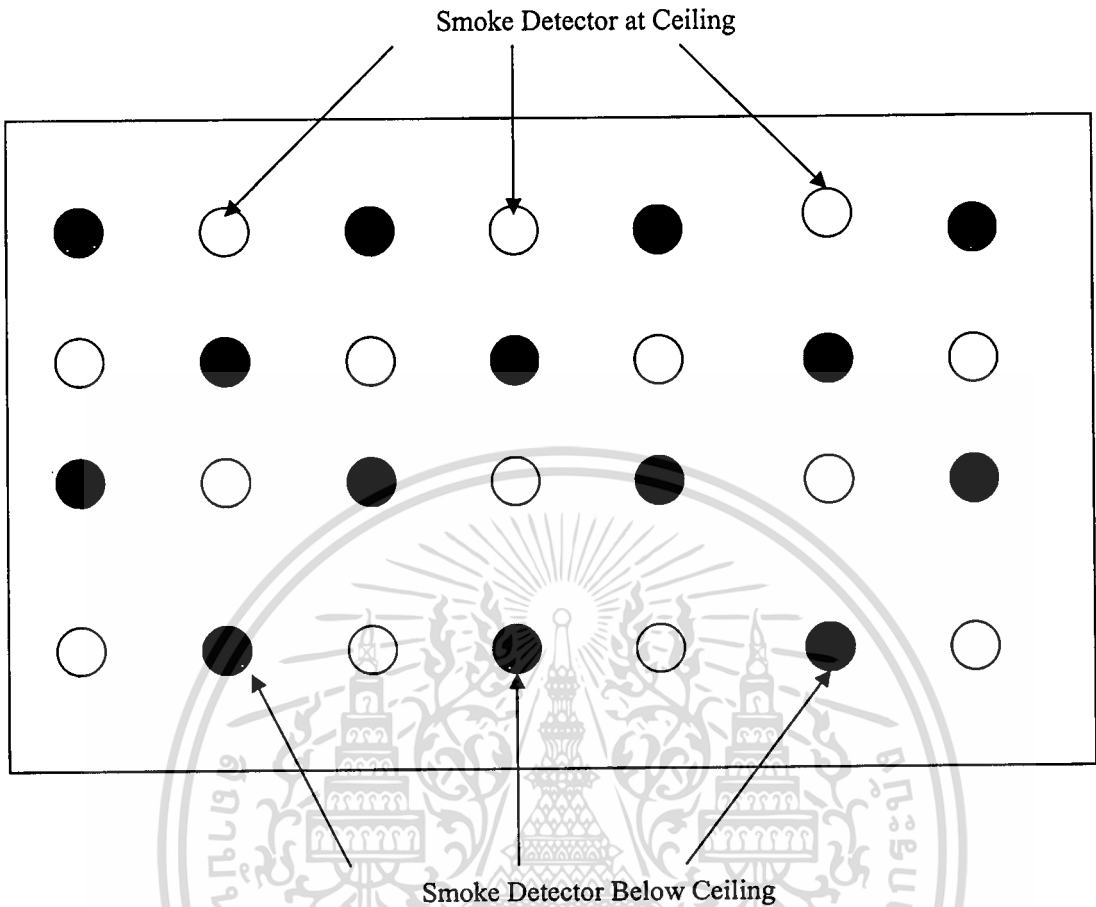
Ceiling Height ความสูงของเพดานเรียบมีผลมาก ในการจับสัญญาณควันและความร้อน กล่าวคือความสูงของเพดานที่มากขึ้น จะต้องใช้ปริมาณควัน และความร้อนจากไฟมากขึ้น เพื่อให้ Detector บนเพดานนั้น ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์แต่ละตัวไม่เกินกว่าที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้ ทั้งนี้ ความสูงจะต้องไม่เกิน 10 ft (3m) แต่ถ้าความสูงอยู่ในระยะ 3-9 เมตร จะต้องลดระยะห่างระหว่าง อุปกรณ์ ดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางคำนวณระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์และความสูง

Ceiling Height (ft)		Percent of Listed Spacing
Above To	Up	
0	10	100
10	12	91
12	14	84
14	16	77
16	18	71
18	20	64
20	22	58
22	24	52
24	26	46
26	28	40
28	30	34

Stratification การแบ่งตัวเป็นชั้นๆ ของอากาศ อาจจะเป็นเครื่องกีดขวางไม่ให้ Smoke Particle ไม่ให้ไปถึงตัว Detector ที่ติดอยู่บนเพดานได้ การแบ่งตัวเป็นชั้นของอากาศจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศที่มี Smoke Particle ร้อนมากขึ้น เนื่องจากการเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้ความหนาแน่นต่ำกว่า อากาศรอบข้าง ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นอากาศส่วนนี้จะลอยขึ้นจนถึงจุดที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ อากาศรอบข้าง ทำให้เกิดการแบ่งเป็นชั้นของอากาศ ดังนั้นการติดตั้ง Smoke Detector จึงควรให้ ส่วนหนึ่งติดตั้งกับเพดานและอีกส่วนหนึ่ง ติดต่ำกว่าเพดาน

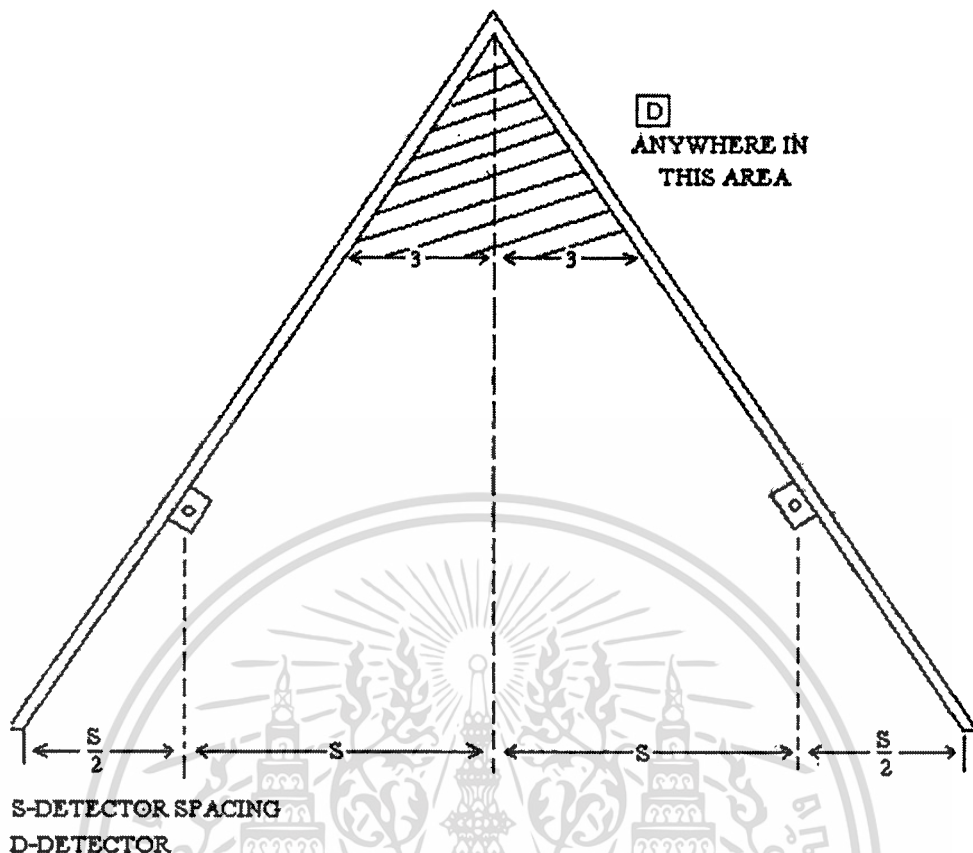
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การติดตั้ง Smoke Detector ควรให้ส่วนหนึ่งติดตั้งกับเพดานและอีกส่วนหนึ่งติดตั้งต่ำกว่าเพดาน

**2.3.1 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน**

ระยะห่างของอุปกรณ์ตรวจจับควันให้ใช้ระยะห่างไม่เกิน 30 ฟุต ทั้งนี้บริเวณนั้นจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างบริเวณที่จะตรวจจับและตัว Detector เอง ทั้งนี้เพดานนั้นจะต้องสูงไม่เกิน 15 ฟุต หรือ (4.5 เมตร) ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกน้อยกว่า 8 นิ้ว ถือว่าเป็นเพดานเรียบสามารถติดตั้ง Detector ได้คาน ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกมากกว่า 8 นิ้ว จะทำให้การไหลของควันช้าลงเนื่องจากคานดังกล่าวให้ลดระยะห่างลงเหนือครึ่งหนึ่งของระบบปกติ ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกน้อยกว่า 18 นิ้ว และช่วงคานเกินกว่า 8 ฟุต ให้แยกเป็นอิสระและติดตั้ง Detector อย่างน้อย 1 ตัว ถ้าเพดานเป็นเพดานฉั่วให้ติด Detector แถวแรกภายในระยะ 1 เมตร วัดจากแนวระดับจากฉั่ว



รูปที่ 2.15 การคำนวณการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนบนฝ้าเพดาน

การติดตั้ง Detector ควรห่างจากฝ้าผนังไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือ ติดบนฝ้าผนังในช่วง 4-12 นิ้วไม่ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันในบริเวณอาคารที่มีฝุ่นหรือการรมควัน

### 2.3.2 การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

Spacing ของตัวตรวจจับความร้อน = 30 ฟุต ที่ความสูงเพดานไม่เกิน 10 ฟุต หากเพดานสูงตั้งแต่ 10-30 ฟุต จะต้องลดระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เป็นร้อยละของแต่ละช่วงปกติ ถ้าเพดานมีความลึกไม่เกิน 4 นิ้ว ให้ถือว่าเป็นเพดานเรียบสามารถติดตั้งตัวตรวจจับความร้อนได้คานได้ ถ้าเพดานมีความลึกอยู่ในช่วง 4-18 นิ้ว ระยะห่างจะต้องไม่เกิน  $2/3$  ของระยะปกติ ถ้าเพดานมีความลึกเกินกว่า 18 นิ้ว และระยะช่วงคานเกิน 8 ฟุต ให้แยกเป็นอิสระและติดตั้งตัวตรวจจับความร้อนอย่างน้อย 1 ตัว ถ้าเพดานเป็นเพดานจั่ว ให้ติดตั้งตรวจจับแถวแรกภายในระยะ 3 ฟุต วัดจากแนวระดับจากจั่วการติดตั้งตัวตรวจจับควรห่างจากฝ้าผนังไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือติดบนฝ้าผนังในช่วง 4-12 นิ้ว ทุกจุดบนเพดานเรียบควรห่างจากตัวตรวจจับความร้อนไม่เกิน 0-7 เท่าของระยะปกติ

### 2.3.3 การออกแบบติดตั้ง Flame Detector

ระยะห่าง (Spacing ของ Flame Detector ควรจะปรึกษาผู้ผลิต) โดยบริเวณที่ดักจับเปลวไฟ ควรจะอยู่แนวเส้นตรง (Line-of-sight) ไม่ควรมีสิ่งกีดขวางและบริเวณที่ติดตั้งไม่ควรจะมี Flickering light Sources และไม่ควรติดตั้งที่มีการเชื่อม โลหะ

### 2.3.4 การออกแบบติดตั้ง Manual Station

ติดตั้งสูงจากพื้น 1.1–1.4 เมตร ติดตั้งให้ทั่วบริเวณและไม่ควรมีสิ่งบดบังสายตา การติดตั้ง ควรติดตั้งใกล้ทางออก ทางหนีไฟที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยติดตั้งอย่างน้อย 1 ชุดต่อ 1 ชั้น และระยะห่างแต่ละตัวจะต้องไม่เกิน 61 เมตร (200 ฟุต)

### 2.3.5 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นแบบโซน

การที่สามารถค้นหาจุดที่เกิดเหตุได้เร็วเท่าไร นั้นหมายความว่า ความสามารถการระงับเหตุ ก็จะมากขึ้นด้วย ดังนั้น การจัด โซนจึงมีความสำคัญมากในการออกแบบระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ถึงแม้จะไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการจัดโซน แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบควรจะยึดถือแนวทาง ดังต่อไปนี้ ต้องจัดโซนอย่างน้อย 1 โซนต่อ 1 ชั้น ควรจะแบ่งโซนจากพื้นที่บริเวณที่ไม่เกี่ยวข้อง หรืออยู่ห่างกันมาก เช่น การแบ่งปีก ซ้ายขวาของอาคารเป็นปีกละ 1 โซน เป็นต้น ไม่ควรจัดโซน โดยราบพื้นที่ ที่ทำให้การค้นหาจุดเกิดเหตุได้ยาก เช่น ไม่ควรจัดให้ในโซนเดียวกัน ประกอบด้วย หลายอาคาร หลายชั้น เป็นต้น ไม่ควรออกแบบให้มี Detector มากกว่า 20 ตัวใน 1 โซน ยกเว้นว่า ในโซนนั้นเป็นบริเวณที่กว้าง สามารถมองเห็นได้อย่างรวดเร็ว

## 2.4 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

โดยปกติการสื่อสารระหว่างตู้ควบคุมหลัก และตู้ควบคุมย่อยจะสื่อสารด้วยสัญญาณแบบ อนุกรม โดยเฉพาะของระบบฯซึ่งเรียกว่า Digital Communication (DC) แต่มีข้อจำกัดที่ สายสัญญาณในแนวเดียวกันจะส่งสัญญาณได้ไม่เกิน 10000 ฟุต 3 กม. ดังนั้นในกรณีที่มี สายสัญญาณเกินกว่า 3 กม. จึงต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณให้สื่อสารได้ไกล ขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้คือ FSK โมเด็ม แต่เนื่องจากโมเด็มนั้นจะส่งสัญญาณในรูปแบบโปรโตคอล มาตรฐานอนุกรมแบบ RE-232 เท่านั้น จึงต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณ DC ให้เป็น RS 232 โดย อุปกรณ์ DC TO RS232 CONVERTER และเมื่อสื่อสารผ่านโมเด็มแล้วจะต้องแปลงสัญญาณกลับ เป็น DC อีกครั้งโดยใช้ RS232 TO DC CONVERTER เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับตู้ควบคุมย่อยที่ต้องการ

โดยการใช้โมเด็มในการสื่อสารนี้จะทำให้ชุดสัญญาณในเส้นทางเดียวกัน (ROUTE) สามารถ ต่อเชื่อมกันได้ไกลชุดละ 3 กม. และสามารถใส่ชุดโมเด็มได้ถึง 4 ชุด ต่อ CONVERTER 1 ชุด ทั้งนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารระหว่าง FSK โมเด็ม สามารถใช้สายสื่อสาร ชนิด Direct Connect ได้ทุกชนิดที่มีขนาด ไม่น้อยกว่า # 22 AWG โดยไม่จำเป็นต้องใช้สายที่ชิลด์ (Shield) หรือสายชนิดตีเกลียวหรือใช้ สายโทรศัพท์ที่ต่อตรงถึงกันโดยไม่มีเลขหมาย ไม่มีกระแส ทั้งนี้โมเด็มที่ใช้ในระบบยังสามารถใช้ สื่อสารข้อมูลชนิด RS-232 สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ ได้เช่น จอภาพแสดง เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีการแจ้งเตือนขึ้นซึ่งอาจจะเกิดจากการทำงานของตัวตรวจจับควันที่ตัวตรวจจับควันได้ ตัว ตรวจจับความร้อนที่ตรวจจับความร้อนได้ หรือ Manual Station ถูกดึงก็จะมีสัญญาณไปแจ้งเตือน ยังชุดควบคุมย่อยเพื่อให้รับทราบบริเวณที่เกิดเหตุ จากนั้นชุดควบคุมย่อยก็จะทำการติดต่อกับชุด ควบคุมหลักโดยใช้การส่งสัญญาณผ่าน Port RS-232 ซึ่ง Port RS-232 จะเชื่อมต่ออยู่กับโมเด็ม ซึ่ง จะทำการแปลงสัญญาณดิจิทัลที่ออกจาก Port RS-232 ให้อยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกแล้ว ส่งผ่านขั้วสายโทรศัพท์ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ติดตั้งอยู่แล้ว จากนั้นสัญญาณจะผ่าน ไปยังโมเด็ม ปลายทาง และเข้าทางด้านรับของชุดควบคุมหลัก เพื่อประมวลผล ถ้าชุดควบคุมย่อยที่มีระยะทาง ไกลๆ ก็สามารถติดต่อกับชุดควบคุมหลักได้เลย โดยไม่ต้องใช้โมเด็ม ซึ่งจากระบบจะเห็นว่าชุด ควบคุมหลักเพียงชุดควบคุมเดียว ในการสั่งการให้ชุดควบคุมย่อยที่เหลือนำงาน ซึ่งถ้าชุดควบคุม หลักเกิดความเสียหาย หรือระบบใช้งานไม่ได้ก็จะไม่สามารถควบคุมชุดควบคุมย่อยได้ที่เหลือและ ข้อเสียอีกประการคือ เมื่อโมเด็มเสียหรือสายสัญญาณขาดจะทำให้ชุดควบคุมหลัก และชุดควบคุม ย่อยไม่สามารถติดต่อกันได้ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ก็ไม่สามารถแจ้งเตือนได้

ในส่วนขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เกิด ALARM ซึ่งเกิดจากการทำงาน ของตัวตรวจจับควันที่ตรวจจับควันได้ ตัวตรวจจับความร้อนที่ตรวจจับความร้อนได้หรือ MANUAL STATION ถูกดึง จะทำให้มีเสียงแจ้งเตือนที่เกิดจากระดิ่งหรือลำโพงและแสงจาก STROBE LIGHT ที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่เกิด ALARM ดังขึ้นทันทีใน ขณะเดียวกันชุดควบคุมหลัก ที่ติดตั้งอยู่ที่ห้องศูนย์รับ-ส่งข่าวอาคารสถานีนดับเพลิง ฝ่ายดับเพลิง และกู้ภัย จะแสดงสถานที่ที่เกิด ALARM พร้อมกัน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้รับทราบทันที เจ้าหน้าที่ จะติดต่อประสานกันเพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของการเกิด ALARM โดยฝ่ายรักษาความปลอดภัย จะ ติดต่อประสานเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบพื้นที่ บริเวณที่ระบบ ฯ เกิด ALARM และฝ่ายดับเพลิงและ กู้ภัยจะนำรถดับเพลิงขนาดเล็กออกตรวจสอบพื้นที่ทันที หากตรวจพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ก็จะทำ การดับเพลิงต่อไปหากตรวจสอบพบว่าการเกิด ALARM มีสาเหตุจากการกระทำของผู้ประกอบการ หรือผู้อยู่อาศัยในอาคาร ซึ่งไม่เกิดเหตุเพลิงไหม้ เจ้าหน้าที่แนะนำการทำงานของอุปกรณ์ให้ ผู้ประกอบการหรือผู้อยู่อาศัยได้รับทราบแต่หากไม่เชื่อฟังอาจจะว่ากล่าวตักเตือนหรือพิจารณา ดำเนินการตาม บทลงโทษตามพระราชบัญญัติ ป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2542 ต่อ ไป

## บทที่ 3

# ทฤษฎีเครือข่ายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### 3.1 เทคโนโลยีเครือข่ายแบบ Token Ring

เทคโนโลยีเครือข่ายแบบโทเคนริง (Token Ring) ประกอบไปด้วยสองมาตรฐานที่สำคัญ มาตรฐานแรกเป็นของบริษัท IBM อีกมาตรฐานหนึ่งเป็นของสถาบัน IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ใช้ชื่อมาตรฐานว่า IEEE 802.5 โดยพัฒนามาจากมาตรฐานของ IBM ทั้งสองมาตรฐานมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือมาตรฐาน IBM มีการกำหนดโทโปโลยีเป็นแบบดาวโดยใช้สายคู่พันเกลียว ส่วนมาตรฐานของ IEEE นั้นไม่ได้กำหนดมาตรฐานโทโปโลยีว่า จะต้องเป็นแบบใด เครือข่าย LAN แบบโทเคนริงตามมาตรฐานของ IEEE นั้นกำหนดให้ใช้โทโปโลยีแบบวงแหวน โดยมีข้อมูลสื่อสารสั้นๆ ที่เรียกว่าโทเคน (Token) เป็นตัวกำหนดว่าเครื่องใดสามารถส่งข้อมูลได้ (โดยเฟรมบนเครือข่ายจะประกอบไปด้วยโทเคนริงและข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่ง อาจจะเป็นข้อมูลของผู้ใช้งานหรือข้อมูลของระบบที่ใช้ในการควบคุมการจัดการเครือข่ายแบบโทเคนริง) โทเคนจะถูกส่งให้วิ่งไปรอบๆ เครือข่ายถ้าเครื่องใดสามารถครอบครองโทเคนได้จะสามารถส่งข้อมูลได้ หากเครื่องใดได้โทเคนแต่ไม่มีข้อมูลที่จะส่งก็จะผ่านโทเคนไปยังเครื่องอื่นที่อยู่ถัดไป ซึ่งเครือข่ายแบบอีเทอร์เน็ตจะไม่มีกระบวนการทำงานแบบนี้ โดยในเครือข่ายแบบอีเทอร์เน็ตจะอาศัยการตรวจจับการชนกันของสัญญาณในขณะที่ทำการส่งแทนที่จะเป็นการป้องกันการชนกันของข้อมูลก่อน ซึ่งข้อมูลบนเครือข่ายแบบโทเคนริงนี้การชนกันของข้อมูลในขณะที่ส่งจะไม่เกิดขึ้น โทเคนที่ไม่ว่าง (โทเคนที่ถูกทำเครื่องหมายว่ากำลังถูกใช้งานในการส่งข้อมูล) จะถูกส่งต่อไปรอบวงจนกระทั่งถึงเครื่องปลายทางที่กำหนดเป็นผู้รับ เครื่องที่เป็นผู้รับจะทำการยืนยันว่าได้รับข้อมูลแล้วโดยทำเครื่องหมายลงในโทเคนนั้น จากนั้นโทเคนก็จะเดินทางไปจนถึงเครื่องต้นทางที่เป็นผู้ส่ง เครื่องที่เป็นผู้ส่งก็จะทำการลบข้อมูลที่ติดอยู่กับโทเคนนั้น แล้วตามด้วยการลบเครื่องหมายที่แจ้งว่าไม่ว่าง ออกไป จากนั้นก็จะปล่อยโทเคนเป็นอิสระสู่เครือข่ายเพื่อให้เครื่องอื่นได้มีโอกาสใช้งานได้ต่อไป

เครือข่ายแบบโทเคนริงของ IBM จะมีลักษณะการทำงานดังที่กล่าวมาแล้วทุกประการ แต่เนื่องมาจากรูปแบบโทโปโลยีที่แตกต่างกัน การเดินทางของโทเคนจึงเป็นไปในอีกรูปแบบหนึ่งแทนที่จะเชื่อมต่อกันเป็นวงแหวนจริงๆ (เชิงกายภาพที่มองเห็นลักษณะสายสัญญาณเดินเป็นวงแหวน) แต่เครื่องต่างๆ จะถูกเชื่อมต่อกันเป็นแบบรูปดาวโดยใช้อุปกรณ์ตัวกลางที่เรียกว่า MultiStation Access Unit (MSAU) หรืออาจเรียกว่า Smart MultiStation Access Unit (SMAU) ในลักษณะของวงกลมแบบทางเดียว นั่น MSAU จะส่งผ่านข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามเส้นทางของเครือข่ายรูปดาว โดยอุปกรณ์ MASU แต่ละตัวจะสามารถรองรับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 8 เครื่องและสามารถต่อพ่วง MASU เข้าหากันได้สูงสุดถึง 33 เครื่อง เพื่อขยายขอบเขตของเครือข่ายออกไป

เครือข่ายแบบโทเคนริงนั้น ยังมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทำงานได้ ในกรณีที่เกิดความผิดพลาด (มีความคงทนต่อความผิดพลาดหรือ Fault-tolerant) เช่นการกำหนดคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งให้ทำหน้าที่เป็นมอเนเตอร์ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าจะต้องมีสัญญาณโทเคนอยู่ตลอดเวลาและควบคุมให้มีเพียงโทเคนเดียวเท่านั้นในเครือข่าย นอกจากนี้ทุกเครื่องในเครือข่ายเองก็มีส่วนช่วยในการแบ่งแยกจุดที่ผิดพลาดออกจากเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์ใดที่ทราบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจะส่งสัญญาณพิเศษที่เรียกว่า Beacon จากเครื่องออกมาสู่เครือข่ายไปยังเครื่องถัดไปโดยสัญญาณที่ส่งออกไปจะถูกส่งต่อไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเครื่องต้นกำเนิดสัญญาณได้รับสัญญาณ Beacon นี้จากเครื่องที่อยู่ก่อนหน้าตนเอง กรณีนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่หลังจากจุดที่เกิดปัญหาก็คือเครื่องทำหน้าที่ส่งสัญญาณ ด้วยเหตุที่ว่าสัญญาณ Beacon เป็นตัวบ่งชี้เครื่องผู้ส่งสัญญาณออกมา ซึ่งก็จะแสดงว่าเครื่องที่อยู่ถัดขึ้นไปเป็นเครื่องที่มีปัญหา ข้อมูลที่ได้จาก Beacon นี้เองที่นำมาปรับปรุงข้อมูลของเครือข่ายและตัดจุดที่มีปัญหาออกไป อุปกรณ์ MSAU เองก็ใช้สัญญาณ Beacon ตรวจสอบเครื่องที่มีปัญหา เครื่องใดเปิดทำงาน และส่วนของเครือข่ายส่วนที่ผิดปกติ (รวมถึงสายสัญญาณที่มีปัญหาด้วย) โดยหากพบจะตัดจุดที่เกิดปัญหานั้นออกจากเครือข่าย

มาตรฐาน IEEE 802.5 และ IBM ขนาดของโทเคนจะมีขนาด 3 ไบต์ไบต์แรกกำหนดจุดเริ่มต้นของโทเคนริงไบต์ต่อมาคือ Access Control Byte จะเป็นไบต์ที่กำหนดความสำคัญและค่าสงวนให้กับโทเคนของเครือข่ายระดับความสำคัญนั้นมีไว้เพื่อให้เครื่องบางเครื่องบนเครือข่ายมีสิทธิพิเศษในการรับ/ส่งข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งปกติแล้วเครื่องทุกเครื่องจะมีค่ามาตรฐานของตนเองอยู่ค่าหนึ่ง แต่เครื่องที่มีค่านี้สูงกว่าเครื่องอื่นๆ ก็จะสามารถถือโทเคนในเครือข่ายเพื่อใช้ส่งข้อมูลได้ก่อน ไบต์สุดท้ายเป็นตำแหน่งปิดท้ายจะเป็นตัวบ่งชี้จุดสิ้นสุดของโทเคนริง เครือข่าย LAN แบบโทเคนริงนั้นเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการรับประกันอัตราความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูล รวมทั้งงานที่ต้องการระบบความแน่นอนที่สามารถใช้งานได้ดี แม้มีปัญหาก่เกิดขึ้นกับระบบโดยทั่วไปแล้วความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูลตามมาตรฐานโทเคนริงจะอยู่ที่ 4-16 Mbps

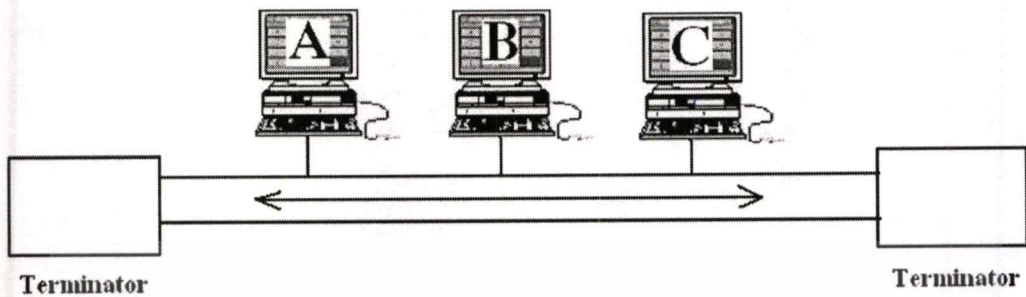
## 3.2 ลักษณะการแพร่ของข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย

### 3.2.1 การแพร่ข่าวสารแบบ Base band

มีลักษณะพิเศษ ได้แก่การแพร่ข่าวสารในรูปแบบสัญญาณดิจิทัล ตัวอย่าง การแพร่ข่าวสารบนระบบเครือข่าย LAN เช่น 10 Base หมายถึงการแพร่ข่าวสารแบบ Base Band ที่มีความเร็ว 10 Mbps นอกจากนี้ สัญญาณแบบ Base band มีลักษณะการไหลของข้อมูลข่าวสารแบบ

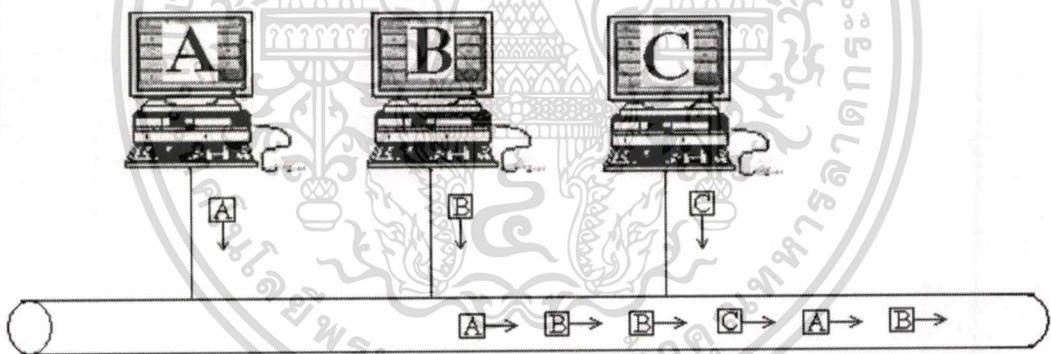
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ทิศทาง เช่นเดียวกับระบบ เครือข่าย LAN แบบ Ethernet ชูด 10Base 100Base หรือ 1000Base ต่างก็มีทิศทางการไหลของข้อมูลบนเครือข่ายแบบ 2 ทิศทาง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อของ LAN แบบที่ที่มีการไหลของข้อมูล 2 ทิศทาง

ยิ่งไปกว่านั้นคำว่า Base band หมายถึง สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจาก เครื่องคอมพิวเตอร์บน เครือข่าย จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากต้นทางเป็นอย่างไร เมื่อ สัญญาณ ไปถึงปลายทางก็เป็นอย่างนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



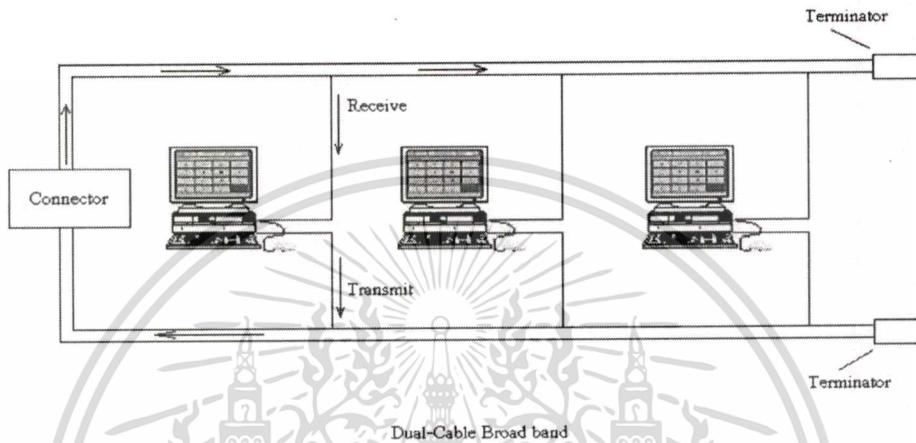
รูปที่ 3.2 การส่งข้อมูลแบบ TDM บน LAN

นอกจากนี้การแพร่ของข้อมูลบนเครือข่าย ที่ใช้ Base band ก็มีกฎอยู่ว่า ในเวลาหนึ่งมีเพียง คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวในเครือข่ายเท่านั้นที่สามารถแพร่ข้อมูลข่าวสารในขณะนั้น หมายความว่า ในเวลาเดียวกัน หากมีคอมพิวเตอร์หลายเครื่องแพร่ข้อมูลข่าวสารออกมาที่เดียวพร้อมกัน ก็ จะเกิดปัญหาการชนกันของสัญญาณ (Collision) เราเรียกเงื่อนไขการแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบนี้ว่า เงื่อนไขการแพร่ข้อมูลแบบ Time Division Multiplexing หรือ TDM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

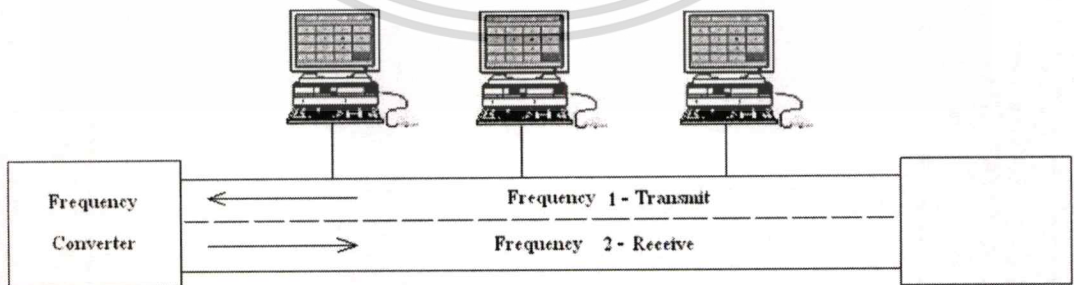
### 3.2.2 การแพร่ข่าวสารแบบ Broadband

ลักษณะพิเศษการแพร่ของข้อมูลข่าวสารแบบ Broadband ได้แก่เป็นทิศทางการไหลของข้อมูลข่าวสารแบบทิศทางเดียว นอกจากนี้สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากแหล่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะไปถึงผู้รับก็เป็นได้ ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลแบบนี้บนเครือข่ายแบบ LAN ใช้สายสัญญาณถึง 2 เส้นมาเชื่อมต่อกันแบบหัวท้าย ทั้งนี้เพื่อให้เป็นสัญญาณที่ไปและกลับ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อแบบ Broadband บนเครือข่าย LAN

นอกจากนี้การแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบ Broadband จะต่างกับการแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบ Base band ตรงที่ในเวลาหนึ่งๆ สามารถมีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องที่สามารถแพร่ข้อมูลข่าวสารได้พร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งเราจะเรียกวิธีการแพร่ข้อมูลข่าวสารนี้ว่า Frequency Division Multiplexing (FDM)



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อ Broadband ที่คอมพิวเตอร์ต่างก็มีสัญญาณของตนเอง

### 3.2.3 ทฤษฎีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อใช้งาน

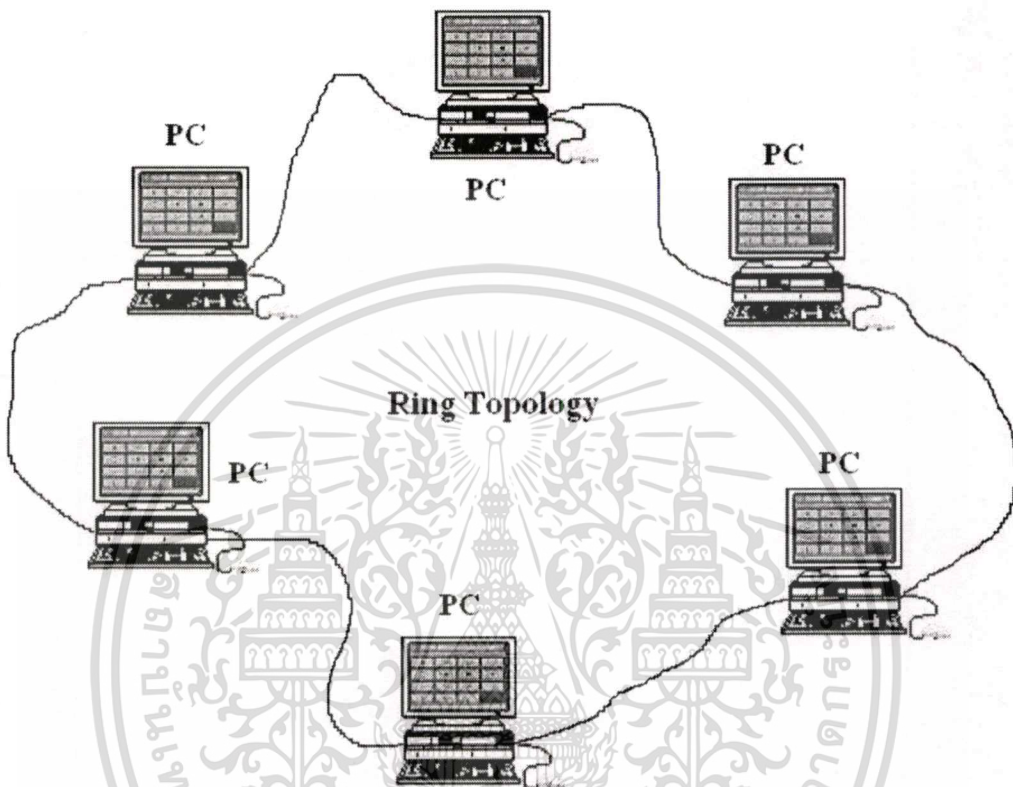
วิธีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อการใช้งาน หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันได้ ในการนี้จะต้องมีข้อกำหนดที่ใช้ควบคุมและจัดระเบียบการสื่อสาร ข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันบนเครือข่ายเรียกว่าโปรโตคอล วิธีการเข้าถึงเพื่อการใช้งานบนเครือข่าย เราสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้ แบบ Random เป็นลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายสามารถเข้าสู่เครือข่ายแบบไม่ต้องรอคิวหรือไม่ต้องรอคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด ๆ บนเครือข่ายเพื่อทำการแพร่ข้อมูลซึ่งการเข้าถึงเครือข่ายแบบนี้ อาจทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า Collision ขึ้นมาได้ ตัวอย่างของโปรโตคอล ที่ใช้ในที่นี่ได้แก่ CSMA/CD (เป็นโปรโตคอล ที่ใช้กับเครือข่ายระบบ Ethernet) แบบ Distributed เป็นลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย จะสามารถเข้าถึงเครือข่ายได้จำเป็นต้องรอคิวเสียก่อน หมายความว่า จะต้องรอให้มีสัญญาณมาสั่งการ หรือให้สัญญาณแก่คอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะใช้งานบนเครือข่าย เสียก่อนจึงจะสามารถส่งข้อมูลกันได้ ตัวอย่างของ โปรโตคอลที่ใช้ในที่นี่ได้แก่ Token Ring ซึ่งเป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อแบบวงแหวนซึ่งอาศัยสัญญาณที่ชื่อว่า Token ซึ่งล่องลอยแบบหมุนเวียนบนเครือข่าย ให้วิ่งไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเข้าสู่การใช้งานเครือข่ายเสียก่อน และเช่นเดียวกันเครือข่ายแบบ Token Ring นี้อาศัย Token ในการส่งข้อมูลบนเครือข่าย แบบรวมศูนย์ Centralized การเข้าเครือข่ายแบบนี้เป็นลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ บนเครือข่ายจะสามารถแพร่ข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายได้ ต้องได้รับการอนุญาตจากคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์หลักที่ควบคุมการเข้าถึงเครือข่ายตัวอย่างของระบบที่เป็นแบบรวมศูนย์ ได้แก่แบบ Polling แบบนี้จะต้องมีคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวหลัก(Master) บนเครือข่าย ที่จะทำการส่งสัญญาณไปตามคอมพิวเตอร์ต่างๆ แบบมีลำดับเรียงกันไปโดยที่คอมพิวเตอร์ใดที่ได้รับสัญญาณนี้ก็จะมียสิทธิ์ในการส่งข้อมูลได้ ตัวอย่างของระบบ Polling ได้แก่ เครือข่ายที่ใช้ โปรโตคอล Synchronous Data Link Control หรือ SDLC ที่ใช้บนเครือข่าย Mainframe ของ IBM แบบ Circuit Switching เป็นระบบเครือข่ายที่มีการควบคุมการเข้าถึงเครือข่ายแบบรวมศูนย์ ที่เหมาะกับเครือข่ายที่มีลักษณะการเชื่อมต่อแบบ Star บนเครือข่าย เช่นนี้คอมพิวเตอร์ใดที่ต้องการจะส่งข้อมูล จะต้องร้องขอเพื่อให้มีการจัดตั้งวงจรการเชื่อมต่อในทางกายภาพขึ้น หลังจากที่มีการจัดตั้งเสร็จแล้ว การแพร่ของข้อมูลข่าวสารก็สามารถทำได้ทันที ในขณะที่คอมพิวเตอร์ทั้งผู้รับและผู้ส่งกำลังทำงานอยู่นั้น สายสัญญาณจะถูกถือเอาไว้สำหรับคอมพิวเตอร์ทั้งสอง เช่นกัน ตัวอย่างของเครือข่ายชนิดนี้เรียกว่า PBXs แบบ Time Division Multiple Access หรือ TDMA เป็นระบบที่มีการเข้าถึงเครือข่ายแบบรวมศูนย์ที่สามารถใช้งานบนเครือข่ายระบบ Bus ได้เป็นอย่างดี โดยเทคนิคนี้ คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่อยู่บน Bus ต่างก็มีเวลาที่ระบบเจียดไว้ให้ใช้อยู่จำนวนหนึ่งเป็นประจำ สำหรับการแพร่ข้อมูลในแต่ละครั้ง เรียกว่า Time Slot หากเมื่อถึงเวลาส่งที่ข้อมูล แต่คอมพิวเตอร์เครื่องนั้น ไม่มีอะไรจะส่ง ก็ถือว่า Time Slot นั้นไม่ได้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 การเชื่อมต่อแบบ Ring Topology

เป็นการเชื่อมต่อแบบวงแหวนหรือลูปโดยที่แต่ละ โหนดบนเครือข่ายมีจุดเชื่อมต่อทั้งสอง ด้านเพื่อเชื่อมต่อ โหนดต้นทางและปลายทางเข้าหากันเป็นลูปดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบวงแหวน

ตัวอย่างของเครือข่ายชนิดนี้ ได้แก่ IBM Token Ring ซึ่งมีวิธีการเข้าถึงเครือข่ายแบบ Distributed และสัญญาณที่วิ่งภายในเครือข่าย จะเป็นลักษณะแบบวนไปมา สัญญาณดังกล่าว เรา เรียกว่า Token ซึ่งคอมพิวเตอร์เครื่องใดที่ได้รับ Token ก็สามารถส่งข้อมูลได้ทันที นอกจากนั้น Token ยังถูกนำมาใช้เพื่อนำส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ ภายในเครือข่าย Token Ring ได้อีกด้วย

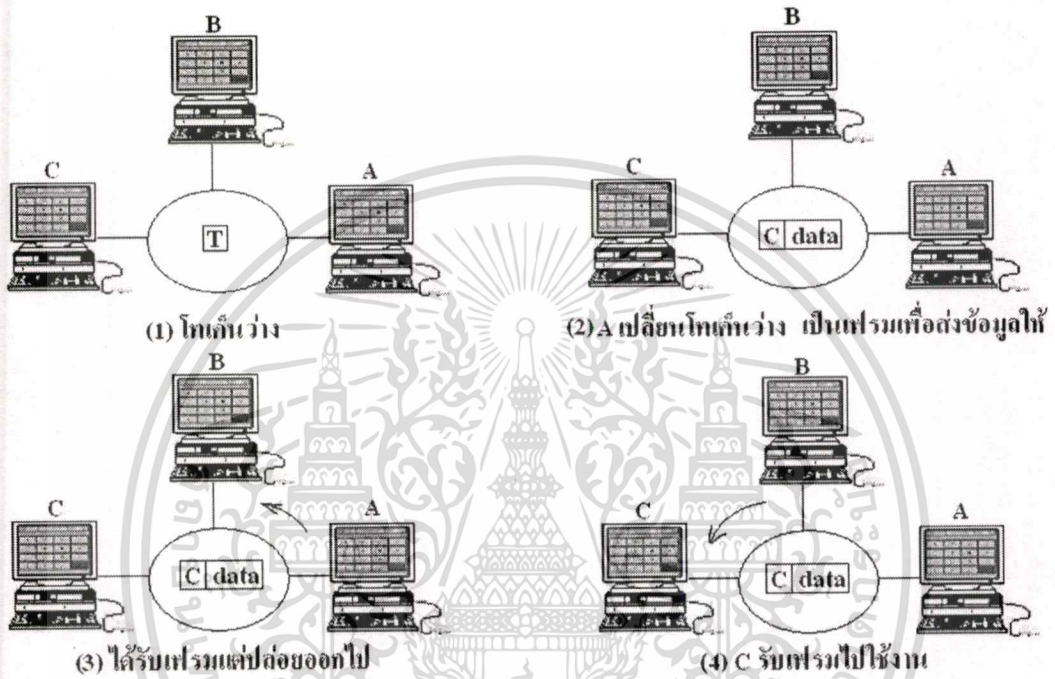
### 3.3 ระบบเครือข่าย Token Ring ตามมาตรฐาน IEEE 802.5

IEEE 802.5 หรือ โทเคนริง (Token Ring) หรือที่เรียกว่า ไอบีเอ็มโทเคนริงจัดเป็นเครือข่าย ที่ใช้โทโปโลยีแบบวงแหวน ด้วยสายคู่ตีเกลียวหรือเส้นใยนำแสง อัตราส่งข้อมูลของโทเคนริงที่ใช้ โดยทั่วไปคือ 4 และ 6 Mbps การทำงานของโทเคนริงแสดงได้ดังรูปที่ 3.6 โดยมีเฟรมพิเศษเรียกว่า free token วิ่งวนอยู่ สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลจะรอให้โทเค็นว่างเดินทางมาถึงแล้วรับโทเค็นว่างมา

เอกสารเปลี่ยนเป็นเฟรมข้อมูล (Data Frame) โดยใส่แฟล็กแสดงเฟรมข้อมูลและบรรจุแฮดเดรสของสถานี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทางและปลายทางตลอดจนข้อมูลอื่นๆ จากนั้นสถานีจึงปล่อยเฟรมนี้ออกไป เมื่อสถานีปลายทางได้รับเฟรมจะสำเนาข้อมูลไว้และปล่อยเฟรมให้วนกลับมายังสถานีส่ง สถานีส่งจะตรวจสอบเฟรมและปล่อยโทเค็นว่างคืนสู่เครือข่ายให้สถานีอื่นมีโอกาสดำเนินการส่งข้อมูลต่อไป กลไกการส่งผ่านแบบโทเค็นจัดอยู่ในประเภทประเมินเวลาได้ กล่าวคือ สามารถคำนวณเวลาสูงสุดที่สถานีนี้มีสิทธิ์จับโทเค็นเพื่อส่งข้อมูลได้ โทเค็นจึงเหมาะสมกับระบบที่ต้องการความแน่นอนทางเวลา



รูปที่ 3.6 การทำงานของโทเค็นริง

ระบบเครือข่ายวงแหวนได้รับพัฒนาขึ้นมาใช้งานทั้งในระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ และระบบเครือข่ายวงกว้างมาเป็นระยะเวลานานพอสมควรแล้ว โครงสร้างแบบวงแหวนนั้นเป็นการเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point กลุ่มหนึ่งที่มีการเรียงลำดับเป็นรูปวงกลมพอดี การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point นั้นใช้เทคโนโลยีที่ได้ผ่านการปรับปรุงอยู่ในระดับที่สามารถวางใจได้ สายที่ใช้ในการเชื่อมต่อสามารถใช้ทั้งแบบธรรมดาเช่น สายตีเกลียวคู่ สายโคแอกเชียล หรือสายใยแก้วนำแสงก็ได้ สัญญาณที่ใช้อาจเป็นแบบดิจิทัลก็ได้ ยิ่งไปกว่านั้นระบบวงแหวนยังสามารถคำนวณระยะเวลารอคอยที่ค่อนข้างคงที่ได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทำให้ IBM เลือกระบบนี้เป็นระบบเครือข่าย LAN ของบริษัท ส่วน IEEE ก็ได้ออกมาตราฐานรองรับโดยกำหนดรหัสหมายเลขเป็น 802.5 ข้อพิจารณาหลักของระบบเครือข่ายวงแหวนคือการกำหนดระยะเวลาหรือความยาวของการส่งสัญญาณแต่ละบิต ถ้าระบบเครือข่ายมีความเร็วในการส่งสัญญาณเป็น R เมกะบิต/วินาที ข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งออกมาเป็นระยะเวลา  $1/R$  ไมโครวินาที ด้วยความเร็วในการถ่ายทอดสัญญาณภายในระบบมี

เอกสารถ้าประมาณ 200 เมตร/ไมโครวินาที ข้อมูล 1 บิตจึงเปรียบเสมือนกับว่าครองเนื้อที่  $200/R$  เมตรบนไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายสื่อสาร ดังนั้นในเครือข่ายที่มีความเร็วในการส่งข้อมูล 1 เมกะบิต/วินาที และมีระยะทางของสายสื่อสารรวม 1000 เมตร จะมีจำนวนบิตอยู่บนสายสื่อสาร ณ เวลาใดๆ ไม่เกิน 5 บิต เท่านั้น

วงแหวนประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Ring Interface) ที่เชื่อมต่อถึงกันแบบ Point-to-Point ข้อมูลแต่ละบิตที่เดินทางมาถึงจะถูกสำเนาไว้ในบัฟเฟอร์ขนาด 1 บิตที่อุปกรณ์เชื่อมต่อแล้ว จึงถูกส่งเข้าสู่สายสื่อสารในลำดับต่อไป ในขณะที่ข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์จะได้รับการตรวจสอบและแก้ไขให้ถูกต้องกระบวนการนี้เรียกว่า (1-bit delay) ทำให้เสียเวลาในทุกสถานี ระบบเครือข่ายวงแหวนมีวิธีการทำงานคล้ายกับระยะเครือข่ายวงแหวนแบบบัส ข้อมูลพิเศษชุดหนึ่งทีเรียกว่า token จะถูกส่งผ่านรอบวงแหวนไปเรื่อย ๆ สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องยึด token ไว้ให้ได้ก่อนแล้วจึงเริ่มส่งข้อมูลโดยยังคงเก็บรักษา Token ไว้เนื่องจากทั้งระบบจะมี Token เพียงตัวเดียว ดังนั้นจึงไม่มีโอกาสที่จะเกิดปัญหาการส่งสัญญาณซ้อนได้เลย

การออกแบบเครือข่ายวงแหวน ต้องให้ความสำคัญอย่างมากกับการคำนวณระยะเวลาการคอยของแต่ละสถานี ที่จะต้องมากพอสำหรับองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ ระยะเวลา 1-bit delay ของแต่ละสถานี และระยะเวลาสัญญาณย้อนกลับ (propagation delay) นอกจากนี้ผู้ออกแบบเครือข่ายยังต้องพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่สถานีต่างๆ อาจจะหยุดทำงานในเวลาใดก็ได้โดยเฉพาะในเวลากลางคืน ถ้าอุปกรณ์เชื่อมต่อวงแหวนที่สถานีใดๆ ได้รับพลังงาน (กระแสไฟฟ้า) จากระบบเครือข่ายก็อาจไม่มีปัญหาเกิดขึ้น แต่ถ้าอุปกรณ์นั้นๆ ได้รับพลังงานมาจากตัวสถานีก็จะต้องมีกลไกพิเศษที่เชื่อมต่อสายสัญญาณขาเข้าและขาออกเข้าด้วยกันโดยอัตโนมัติเมื่อสถานีนั้นๆ หยุดทำงาน มิฉะนั้นแล้วก็จะทำให้เครือข่ายไม่สามารถทำงานต่อไปได้ ในกรณีที่ระบบเครือข่ายทั้งระบบเหลือสมาชิกอยู่เพียงสถานีเดียวก็จะต้องกำหนดระยะเวลาคอยขึ้นมา เพื่อให้ระบบทำงานต่อไปได้ อุปกรณ์เชื่อมต่อวงแหวนทำงาน 2 สถานะ คือ สถานะรับฟังสัญญาณและสถานะส่งสัญญาณ เมื่ออยู่ในสถานะรับฟังข้อมูลขาเข้าจะถูกทำสำเนาแล้วส่งออกไปในทันที (ทำให้เกิด 1-bit delay) เมื่ออยู่ในสถานะส่งสัญญาณสายขาเข้าจะถูกตัดออกจากสายขาออกหลังจากที่ยึด token ไว้ได้แล้วจึงเริ่มส่งสัญญาณเข้าสู่ระบบ

เมื่อบิตข้อมูลที่ถูกส่งออกไปทางสายขาออกย้อนกลับมาถึงสถานีเดิมทางสายเข้า ผู้ส่งจะลบบิตเหล่านั้นทิ้งไปเลยหรืออาจนำบิตที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับบิตที่ส่งออกไป เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะลบบิตเหล่านั้นทิ้งก็ได้ จะเห็นได้ว่าเครือข่ายแบบนี้ไม่เคยได้เห็นข้อมูลทั้งเฟรมปรากฏอยู่พร้อมกันบนสายสื่อสารเลย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องกำหนดขนาดของเฟรมแต่อย่างใด ภายหลังจากที่ข้อมูลบิตสุดท้ายได้ส่งออกไปแล้ว สถานีนั้นจะต้องสร้าง Token ขึ้นมาใหม่แล้วจึงส่งออกไปในเครือข่าย ท้ายที่สุดเมื่อข้อมูลบิตสุดท้ายเดินทางกลับมาถึงที่เดิมสถานีจะกลับไปอยู่ในสถานะรับฟัง การส่งสัญญาณตอบรับ โครงสร้างเฟรมที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลจะต้องมีเขตข้อมูลสำหรับการตอบรับซึ่งมีขนาด 1 บิต สถานีผู้รับเมื่อได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็จะเปลี่ยน

ค่าของบิตนี้ (เปลี่ยนจาก 0 เป็น 1) แล้วส่งออกมาตามปกติ แต่ในกรณีที่เป็นการส่งข้อมูลแบบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

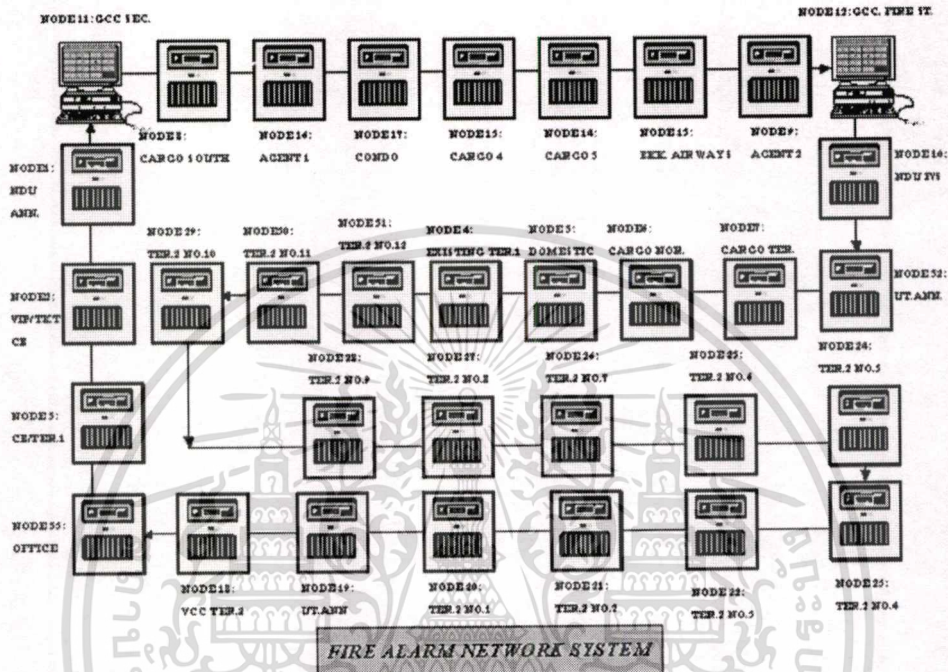
กระจายข่าวต้องมีวิธีการที่ซับซ้อนกว่านี้ สำหรับการส่งสัญญาณตอบรับจากหลายสถานีกลับมายัง สถานีส่ง ในขณะที่เครือข่ายมีการส่งสัญญาณน้อย Token จะเสียเวลาส่วนมากไปกับการถูกส่งไป รอบๆ วงแหวน แต่ในเวลาที่มีการส่งสัญญาณมาก token จะถูกส่งจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง ซึ่งจะยึดเอาไว้สำหรับการส่งสัญญาณจากนั้นจึงจะส่ง Token ไปยังสถานีต่อไป กระบวนการทำงาน แบบนี้รับประกันความยุติธรรมให้กับระบบว่า ทุกสถานีจะมีโอกาสในการส่งข้อมูลอย่างเท่าเทียมกันและเป็นไปตามลำดับระบบเครือข่ายจึงทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ตามมาตรฐาน 802.5 อุปกรณ์ใน Physical Layer สามารถใช้สายดีเกลือคู่ที่มีความเร็วในการทำงาน 1 หรือ 4 เมกะบิต/วินาที (ปัจจุบัน IBM ได้เพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลเป็น 16 เมกะบิต/วินาที) ข้อมูลถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้วิธีการ Differential Manchester coding ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าบวกและลบระหว่าง 3.0-4.5 โวลต์ สัญญาณปกติอาจอยู่ในรูปแบบ high-low หรือ low-high แต่มาตรฐาน 802.5 ยอมให้ใช้รูปแบบ high-high และ low-low สำหรับข้อมูลควบคุมการทำงาน เช่น ใช้บอกจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดเฟรมข้อมูล

ระบบ 802.5 สามารถกำหนดระดับความสำคัญ (priority bits) ของเฟรมข้อมูลได้หลายระดับ สถานีต่างๆที่ต้องการส่งข้อมูลในระบบที่มีการกำหนดความสำคัญ นอกจากจะต้องรอคอย token เมื่อ token มาถึงก็จะต้องตรวจสอบค่าระดับความสำคัญเสียก่อน ถ้าสถานีนั้นมีเฟรมข้อมูลที่มีระดับความสำคัญต่ำกว่าระดับที่ระบุไว้ใน token สถานีนั้นก็ต้องปล่อย token ออกไปแล้วรอนกว่าระดับความสำคัญใน token จะลดลงมาจึงจะสามารถส่งข้อมูลได้ แต่ถ้าเฟรมข้อมูลของสถานีนั้นมีระดับความสำคัญเท่ากันหรือสูงกว่าใน token สถานีนั้นก็สามารถส่งข้อมูลได้ทันที ในกรณีที่ token ไม่ได้กำหนดระดับความสำคัญเอาไว้สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลอาจจะใส่ระดับความสำคัญของเฟรมข้อมูลที่ต้องการส่งไว้ใน Reservation bits แล้วปล่อย Token ออกไป สถานีอื่นๆที่ต้องการส่งข้อมูลก็จะตรวจสอบระดับความสำคัญจากบิตนี้ สถานีใดที่มีระดับความสำคัญของเฟรมข้อมูลสูงกว่าก็จะบันทึกค่าเดิมไว้แล้วเขียนข้อมูลทับลงไป มิฉะนั้นก็จะปล่อย token ให้ผ่านไปเฉยๆ เมื่อ token เดินทางกลับมาถึงผู้ที่กำหนดค่าระดับความสำคัญไว้สูงสุด ผู้นั้นก็จะเป็นผู้ที่สามารถส่งข้อมูลได้ จากนั้นผู้ส่งข้อมูลจะต้องเปลี่ยนค่า ค่าระดับความสำคัญไปเป็นค่าเดิม สังเกตว่ากระบวนการกำหนดระดับความสำคัญนี้ทำให้ระบบวงแหวนแตกต่างไปจากระบบ token bus สถานีทุกแห่งในระบบ token bus จะได้รับประกันว่าจะมีโอกาสในการส่งข้อมูลได้เท่าเทียมกัน

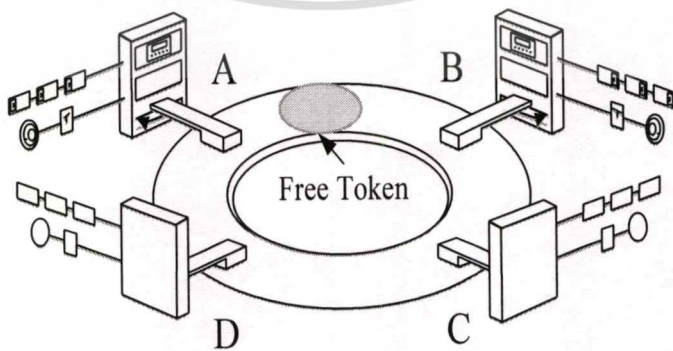
### 3.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเครือข่าย Token Ring

หลักการการทำงานของระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ จะใช้เทคโนโลยีของ Token Ring มาประยุกต์ใช้กับระบบเครือข่ายที่มีอยู่เดิม โดยใช้การส่งสัญญาณผ่าน Port RS-485 ซึ่งในระบบเดิมใช้ Port RS-232 จากนั้นทำการจัดเครือข่ายใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.7



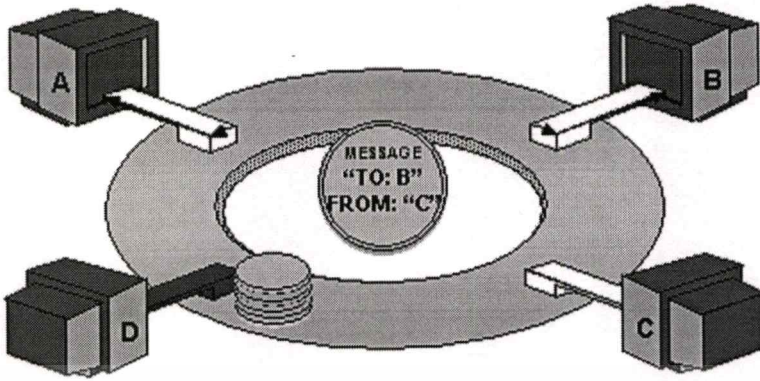
รูปที่ 3.7 การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยี Token Ring ส่งผ่าน Port RS-485

ในภาวะปกติที่ไม่มีกระแสเตือนมาจากอุปกรณ์ปลายทางที่ต่ออยู่กับ Node ต่าง ๆ จะมี Free Token วิ่งวนผ่าน Node อยู่ตลอดเวลาโดยจะวิ่งวนไปในทิศทางเดียวกัน คือวิ่งจาก Node A ไป Node B, Node C และ Node D ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่าย

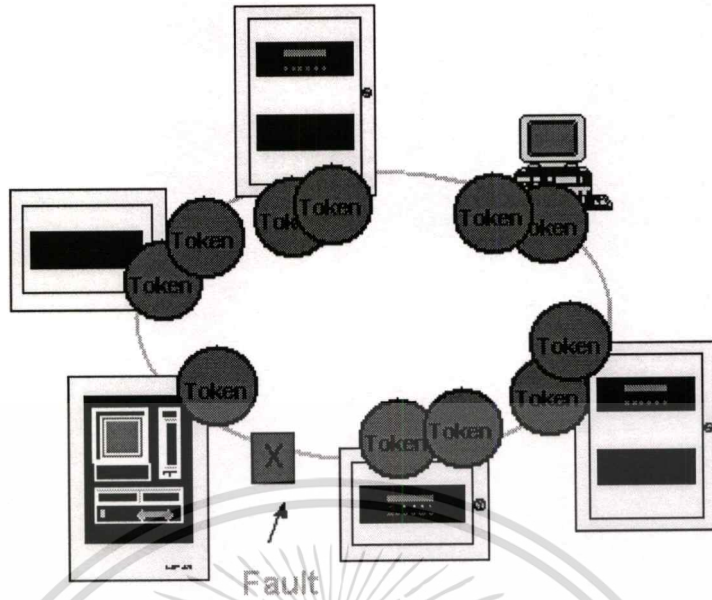
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



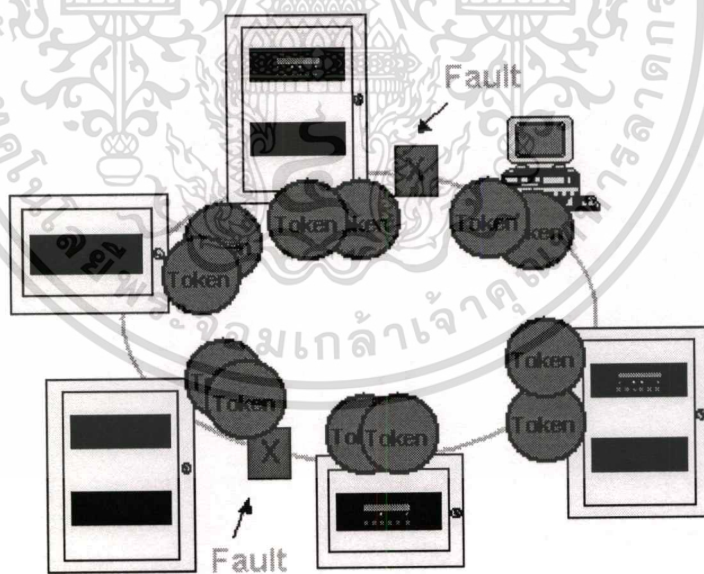
รูปที่ 3.9 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่ายเมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B



รูปที่ 3.10 เมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B เสร็จเรียบร้อยเครือข่ายก็จะกลับมาส่งข้อมูลเป็น Free Token อีกครั้งหนึ่ง

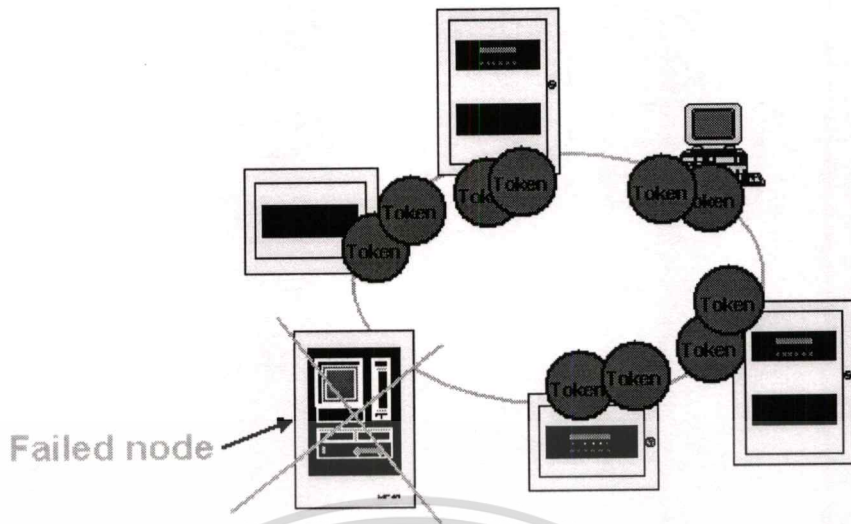


รูปที่ 3.11 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อสายขาด ระบบยังคงทำงานได้เหมือนปกติ และทิศทางการจราจรจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนว่าเปิดวงจรหรือลัดวงจร



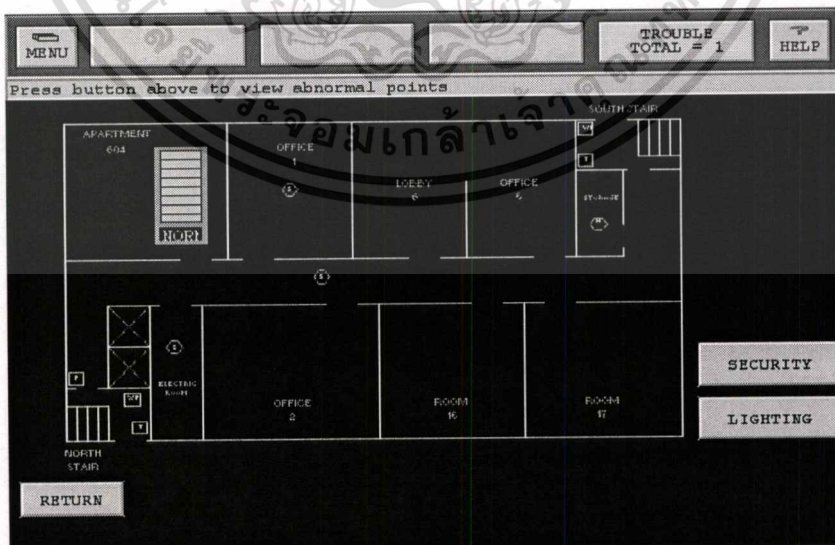
รูปที่ 3.12 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อสายขาด 2 ทาง ระบบก็สามารถทำงานได้เหมือนปกติ และทิศทางการจราจรจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนเป็นเปิดวงจรหรือลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อชุดควบคุมในเครือข่ายเกิดข้อขัดข้อง  
เครือข่ายก็ยังทำงานได้เป็นปกติ

ถ้าอุปกรณ์ปลายทางเกิด Alarm จะมีสัญญาณส่งจากอุปกรณ์นั้น ๆ ไปยัง Node ที่อุปกรณ์เหล่านั้นต่ออยู่และเมื่อ Node ได้รับสัญญาณแจ้ง Alarm ก็จะทำการส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมคอมพิวเตอร์กราฟิกเพื่อแสดงตำแหน่งที่เกิด Alarm ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.14 โดยการส่งสัญญาณจาก Node ไปยังชุดควบคุมคอมพิวเตอร์จะต้องมีการจอง Token แล้วส่งข้อมูลไปกับ Token เพื่อให้วิ่งไปยังตำแหน่งที่ต้องการจากนั้น Token ก็จะมีวงวนกลับมายัง Node ที่ส่งข้อมูลเพื่อที่จะให้ Node เหล่านั้นทำการส่งขงเลิกการส่งข้อมูล



รูปที่ 3.14 ตำแหน่งอุปกรณ์ตามจุดต่างๆ ที่แสดงโดยคอมพิวเตอร์กราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเมื่อ Node เกิดขัดข้องเพียงหนึ่ง Node หรือสายสัญญาณขาดหนึ่งเส้น Token ก็ยังสามารถวิ่งได้ครบ Loop โดยเมื่อ Token วิ่งไปพบ Node ที่ขัดข้องหรือสายสัญญาณที่ขาด Token จะวิ่งย้อนกลับมาในทิศทางตรงข้ามทำให้สามารถวิ่งครบ Loop ได้โดยไม่ผ่าน Node ที่ขัดข้อง ซึ่งทิศทางของการวิ่งของ Token แสดงได้ดังรูปที่ 3.13 แต่ถ้าเกิดสายสัญญาณขาดตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป หรือ Node เกิดความเสียหายตั้งแต่ 2 Node ขึ้นไป Token จะวิ่งเฉพาะ Loop ของตัวเองและเป็นอิสระจาก Loop ที่เหลือ ซึ่งเปรียบเสมือนว่า Node แต่ละ Node เป็นชุดควบคุมหลักทั้งหมด ดังนั้นจึงสามารถแก้ปัญหาของระบบเก่าได้คือ เมื่อชุดควบคุมใดชุดควบคุมหนึ่งเสียชุดควบคุมที่เหลือก็ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งต่างจากระบบเก่าคือเมื่อชุดควบคุมหลักเสียชุดควบคุมที่เหลือไม่สามารถทำงานได้



## บทที่ 4

# การศึกษาและวิเคราะห์งานปัจจุบัน

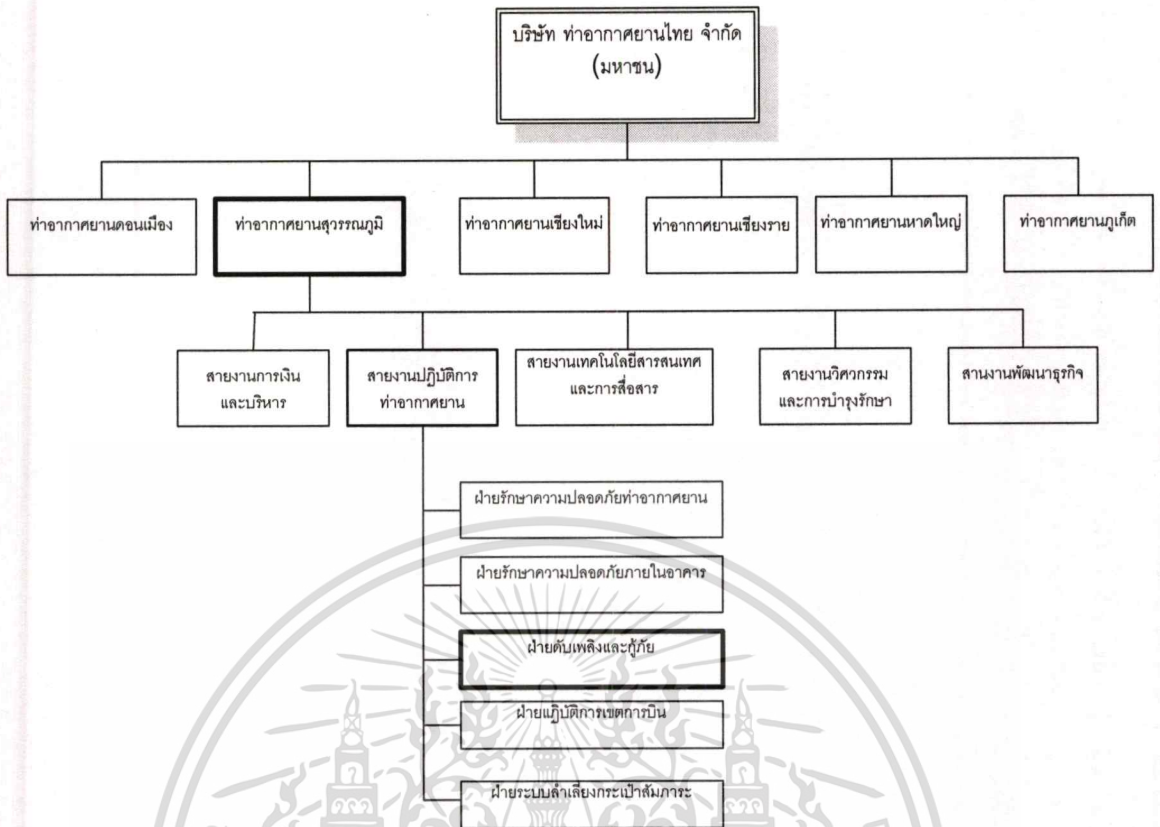
### 4.1 ระบบงานปัจจุบัน

#### 4.1.1 โครงสร้างองค์กร

บริษัทท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)(ทอท.) จัดตั้งขึ้นโดยการแปลงสภาพจากการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจมาเป็นบริษัทมหาชนจำกัด โดยมีกระทรวงการคลังเป็นผู้ถือหุ้นใหญ่ ทอท.ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับท่าอากาศยาน รวมทั้งธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องกับการประกอบกิจการท่าอากาศยาน มีท่าอากาศยานที่อยู่ในความรับผิดชอบ 6 แห่ง ประกอบด้วยท่าอากาศยานดอนเมือง (ทดม.) ท่าอากาศยานเชียงใหม่ (ทชม.) ท่าอากาศยานเชียงราย (ทชร.) ท่าอากาศยานภูเก็ต (ทสก.) ท่าอากาศยานหาดใหญ่ (ทหญ.) และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ทสภ.) ดังรูปที่ 4.1

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ(ทสภ.) แบ่งส่วนงานออกเป็นดังนี้

1. สายงานการเงินและบริหาร
2. สายงานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
3. สายงานวิศวกรรมและบำรุงรักษา
4. สายงานพัฒนาธุรกิจ
5. สายงานปฏิบัติการท่าอากาศยาน มีส่วนงานในความรับผิดชอบ ดังนี้
  - 5.1 ฝ่ายรักษาความปลอดภัยท่าอากาศยาน
  - 5.2 ฝ่ายรักษาความปลอดภัยภายในอาคาร
  - 5.3 ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย
  - 5.4 ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน
  - 5.5 ฝ่ายระบบลำเลียงกระเป๋าสัมภาระ



#### รูปที่ 4.1 โครงสร้างองค์กร

##### 4.1.2 การทำงานของระบบปัจจุบัน

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีพื้นที่ประมาณ 20,000 ไร่ ประกอบด้วยอาคารต่างๆ ดังนี้

1. อาคารผู้โดยสาร (Passenger Terminal Complex : PTC) มีทั้งหมด 7 ชั้น เป็นอาคารสำหรับบริการผู้โดยสารขาเข้า และขาออก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งเป็นที่ทำการของส่วนราชการและสายการบินต่างๆ
2. อาคารเทียบเครื่องบินมี 7 หลังประกอบด้วย Concourse A, B, C, D, E, F และ G เชื่อมติดต่อกันไปกับอาคารผู้โดยสาร
3. อาคาร Airport Information Management System (AIM) เป็นอาคารศูนย์ปฏิบัติการสารสนเทศท่าอากาศยาน สูง 6 ชั้น
4. อาคาร Airport Operation Building (AOB) เป็นอาคารที่ทำการส่วนปฏิบัติการ ทอท. สูง 6 ชั้น
5. อาคาร Airport Maintenance Facilities (AMF) เป็นที่ปฏิบัติงานของพนักงาน ทอท. ที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาท่าอากาศยานประกอบด้วยอาคารย่อย 5 อาคาร
6. อาคารด้านสาธารณูปโภคและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย
  - 6.1 สถานีไฟฟ้าย่อย มีอาคารหลัก 2 อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

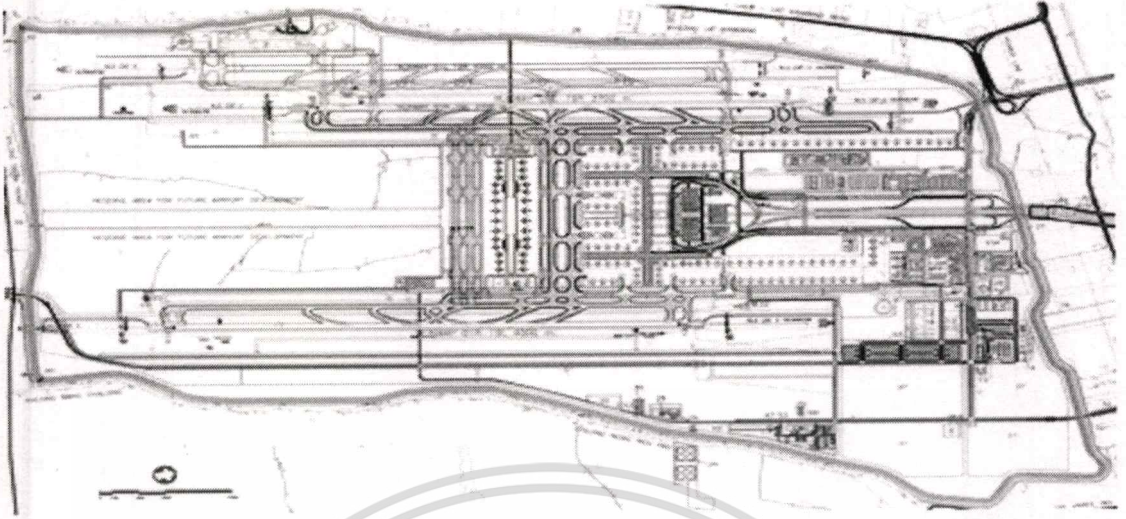
- 6.2 สถานีประปา
- 6.3 โรงบำบัดน้ำเสีย
- 6.4 อาคารผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น
- 6.5 อาคารพักขยะมูลฝอยส่วนกลาง

7. อาคารสถานีดับเพลิงและกู้ภัย มี 3 สถานี คือ สถานีหลัก (Main Station) รับผิดชอบดับเพลิงอาคาร ส่วนอีก 2 สถานี เป็นสถานีย่อย (Sub Station) ตั้งอยู่ในเขต Airside บริเวณแนวกิ่งกลางทางวิ่งฝั่งตะวันออก และฝั่งตะวันตก

8. โรงแรมโนโวเทลสุวรรณภูมิ มี 2 อาคาร แต่ละอาคารสูง 5 ชั้น
9. อาคารจอดรถยนต์ มี 2 อาคาร เป็นอาคารสูง 6 ชั้น
10. อาคารศูนย์ขนส่งสาธารณะเป็นพื้นที่พักคอยรถต่างๆ เช่น รถแท็กซี่ รถลีมูซีน รถโดยสารปรับอากาศ เป็นต้น
11. อาคารคลังสินค้า
12. กลุ่มอาคารของผู้ประกอบการต่างๆ เช่น อาคารของบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน)
13. กลุ่มอาคารของส่วนราชการและวิสาหกิจ เช่น อาคารสำนักงานอุดมวิทยามหาวิทยาลัย เป็นต้น

ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย (ฝดก.) เป็นส่วนงานที่สังกัดท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ทสภ.) มีภารกิจในการรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทำการดับเพลิงที่เกิดขึ้น ใน ทสภ. โดยมีอาคารจำนวนมากที่ต้องรับผิดชอบ กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ทั่ว ทสภ. ดังรูปที่ 4.2 ซึ่ง ฝดก. จัดเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ที่สถานีหลัก (Main Station) สถานีย่อย (Sub Station) ฝั่งตะวันออก ฝั่งตะวันตก และศูนย์รับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ภายในอาคารผู้โดยสาร

ในการรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของเจ้าหน้าที่ ฝดก. ประจำสถานีหลัก จะรับทราบการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ผ่านชุดควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Detection and Alarm System : FDA) ที่ติดตั้งภายในอาคารสถานีหลัก (Main Station) สถานีย่อย (Sub Station) ฝั่งตะวันออก ฝั่งตะวันตก ได้เท่านั้น ส่วนอาคารอื่นๆ ทั้งหมดจะเป็นการรับแจ้งผ่านทางโทรศัพท์ หรือ เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือที่ใช้ในภารกิจของ ทอท.



รูปที่ 4.2 ภาพของอาคารต่างๆ ภายในสนามบินสุวรรณภูมิ

## 4.2 ปัญหา

จากการรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของระบบงานปัจจุบัน จะเห็นว่าการรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของเจ้าหน้าที่ ฝคก. ประจำสถานีหลัก ส่วนใหญ่จะรับแจ้งผ่านทางโทรศัพท์ หรือ เครื่องรับ-ส่งวิทยุแบบมือถือ ซึ่งอาจทำให้รับข้อความไม่ชัดเจน และสมบูรณ์เพียงพอ รวมทั้งต้องใช้ระยะเวลาส่วนหนึ่งในการสอบถามข้อมูลต่างๆ อันจะมีผลต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ฝคก. ที่ต้องเข้าไปถึงสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ในเวลาอันรวดเร็ว

## 4.3 ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) : สูง

### 4.3.1 ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility) : สูง

ในการพิจารณาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ จะคำนึงถึงต้นทุนในการใช้จ่ายที่จะพัฒนาระบบ ความคุ้มค่าและผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานระบบ โดยมีการพิจารณาดังนี้

#### 4.3.1.1 ค่าใช้จ่าย

(1) ค่าจัดจ้างบริษัทภายนอก ดำเนินการเฉพาะในส่วนการเชื่อมต่อและส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จากชุดควบคุมภายในแต่ละอาคารผ่านเครือข่ายกลางของ ทสก. ไปที่สถานีหลักของ ทสก. โดยกำหนดงบประมาณที่เป็นราคากลางขึ้น แล้วให้บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร PTC เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Edward ติดตั้งโดยบริษัท ดิยะ มาสเตอร์ จำกัด อาคาร AOB เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Johnson Control ติดตั้งโดยบริษัท รวมนครก่อสร้าง และอาคาร AMF เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Notifire ติดตั้งโดยบริษัท เฟรมเทคนิค จำกัด เสนอราคาจ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้ง แล้วพิจารณาเปรียบเทียบราคา แล้วคัดเลือกบริษัท รวมนครก่อสร้าง ที่เป็นบริษัทที่เสนอราคาต่ำสุดและต่ำกว่าราคากลาง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบราคา

ลำดับ	รายการ	ราคากลาง (บาท)	บริษัท ติยะมาสเตอร์	บริษัท รวมนครก่อสร้าง	บริษัท เฟรมเทคนิค
1	อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Gateway)ที่สามารถใช้ งานได้กับผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Edward, Johnson Control และ Notifire	480,000	600,000	480,000	540,000
2	ค่าสายสัญญาณและ อุปกรณ์ประกอบ	310,000	350,000	300,000	310,000
3	ค่าแรงในการติดตั้งและ ทดสอบ	250,000	300,000	250,000	260,000
	รวม	1,040,000	1,250,000	1,030,000	1,110,000

(2) ค่าจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ สำหรับติดตั้งระบบ ที่จะใช้งานภายในสถานีหลัก ฝดก. จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 90,000 บาท

4.3.1.2 ค่าความเสียหายของทรัพย์สินและชีวิต ที่เกิดจากเพลิงไหม้ ซึ่งจะลดลงเมื่อนำระบบมาใช้งาน ที่ไม่สามารถประมาณราคาได้

4.3.1.3 สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ประกอบการและผู้ให้บริการใน ทสภ. ต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของ เจ้าหน้าที่ ฝดก.

#### 4.3.2 ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) : สูง

สามารถใช้ชุดควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ติดตั้งใช้งานในปัจจุบัน ของแต่ละอาคาร ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผ่านเครือข่ายหลักของ ทสภ. ไปยังสถานีหลัก (Main Station) ได้ โดยใช้ อุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้กับมาตรฐานกลางในการสื่อสาร เป็นมาตรฐานโพรโทคอล Building Automation and Control Network (BACnet) ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้กับระบบควบคุมและบริหารอาคารอัตโนมัติ รวมถึงชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Edward, Johnson Control และ Notifire ซึ่งอาศัย Gateway เป็นตัวเชื่อมระหว่างชุดควบคุม โดยเลือกใช้ Gateway ให้เหมาะสมกับรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลของชุดควบคุมในอาคารต่างๆ

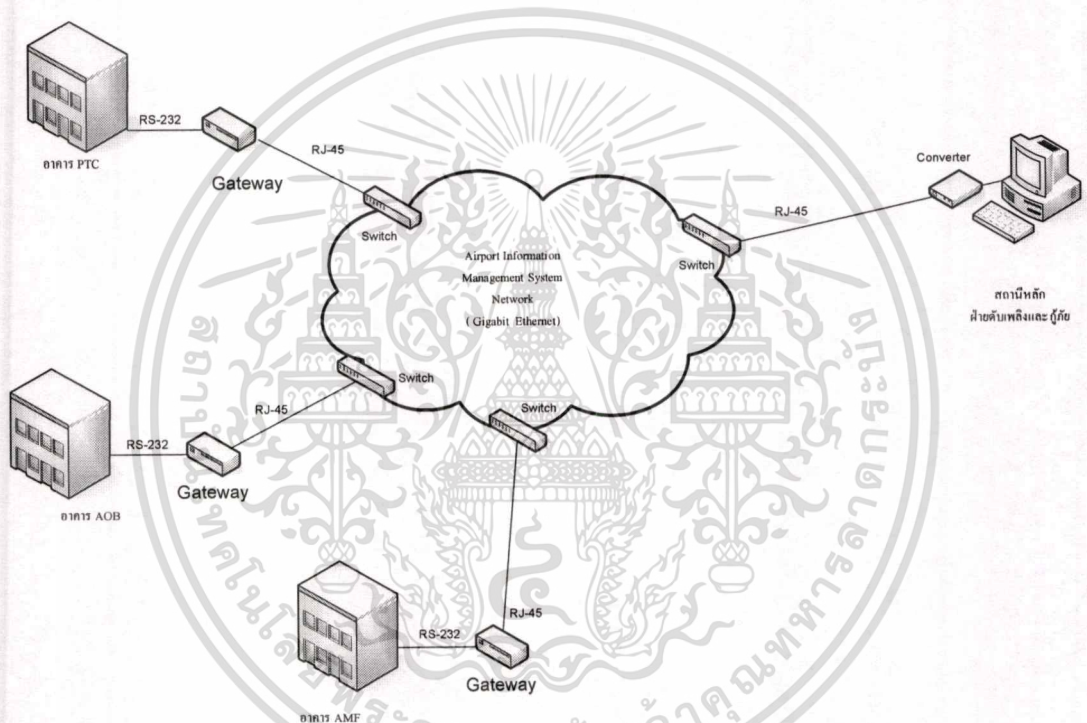
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมีอาคารจำนวนมากทั้งที่เป็นของ ทสภ. และไม่ใช่ของ ทสภ. ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาและการติดต่อประสาน ในการขอข้อมูลต่างๆ จากต่างหน่วยงาน จึงทำให้การพัฒนา ระบบจำเป็นต้องใช้กับอาคารของ ทสภ. ก่อน ในเบื้องต้นจะใช้กับอาคาร

- อาคารผู้โดยสารและอาคารเทียบเครื่องบิน (PTC)
- อาคาร AMF
- อาคาร AOB

โดยจะมีรูปแบบการส่งสัญญาณการแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคารดังกล่าว ไปที่สถานีหลักของ ผดภ. ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 รูปแบบการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปที่สถานีหลักของ ผดภ.

#### 4.3.3 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน (Operation Feasibility) : สูง

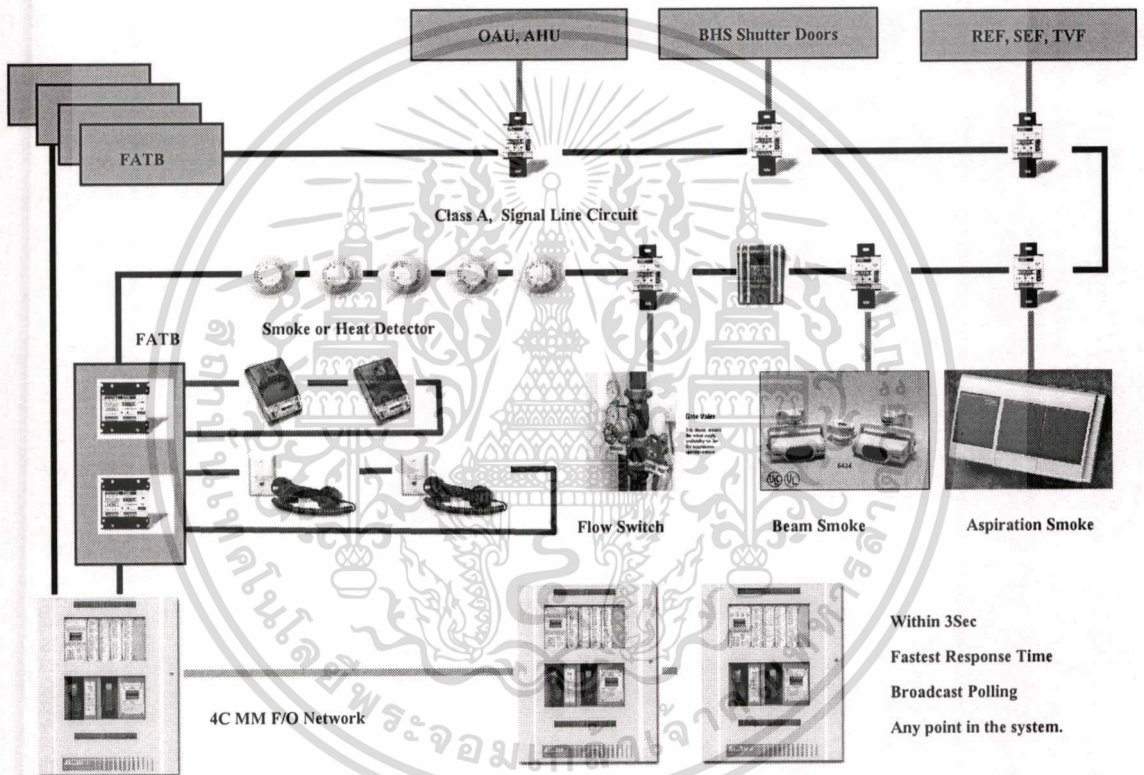
เจ้าหน้าที่ของ ผดภ.สามารถรับทราบการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในรูปแบบที่คุ้นเคย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้ระบบงานใหม่ รวมทั้งข้อมูลมีความถูกต้องและทันเวลากับการใช้งาน

## 4.4 แนวทางดำเนินงาน

### 4.4.1 จัดทำข้อกำหนดงานจ้างติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

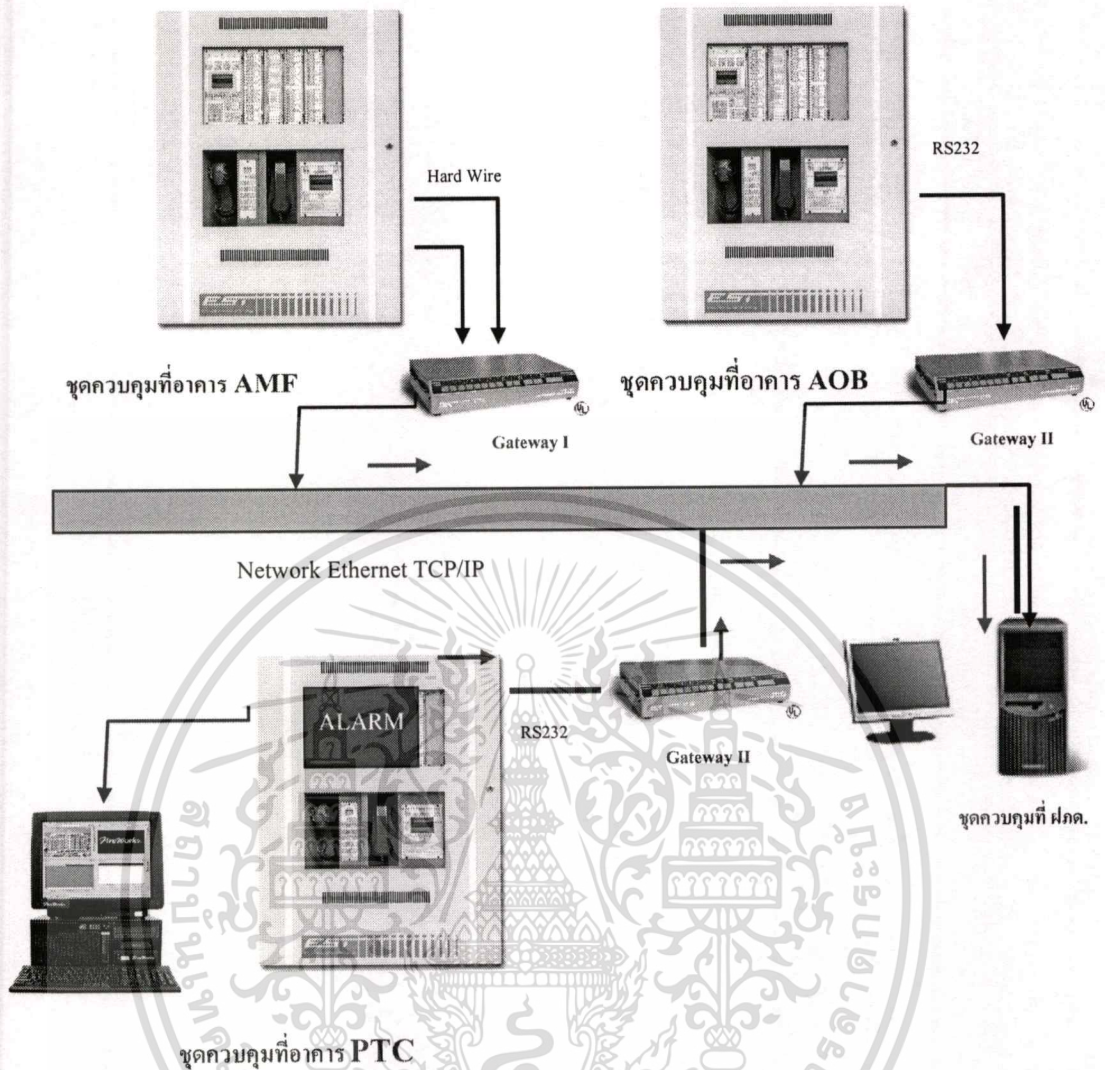
#### 4.4.1.1 ลักษณะทั่วไป

เนื่องจากชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของแต่ละอาคาร เป็นการติดตั้งตามโครงการต่างๆ ซึ่งทำให้ได้ชุดควบคุมที่มีหลายผลิตภัณฑ์ มีโปรแกรมเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ เช่นชุดควบคุมที่ติดตั้งใช้งานภายในอาคาร PTC ใช้ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Edward ดังรูปที่ 4.4 และอาคารอื่นๆ ที่ใช้ชุดควบคุมต่างผลิตภัณฑ์กัน



รูปที่ 4.4 ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ยี่ห้อ Edward ที่อาคาร PTC

จึงจำเป็นต้องจัดจ้างบริษัทภายนอก ดำเนินการเฉพาะในส่วนการเชื่อมต่อและส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จากชุดควบคุมภายในอาคารผ่านเครือข่ายกลางของ ทสภ. ไปที่สถานีหลักของ ผดภ. โดยมีรูปแบบในการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การเชื่อมต่อชุดควบคุมแต่ละอาคารผ่าน Gateway

4.4.1.2 วัตถุประสงค์

การเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ภายในแต่ละอาคาร (Fire Detection and Alarm Panel :FDA) ไปยังศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Central Fire Detection and Alarm Panel :CFDA) เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง FDA ด้วย Gateway ที่จะเข้าไปเปลี่ยนการเซตค่าทั้ง ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ รวมไปถึงรายละเอียดของ Gateway ในการเชื่อมต่อของ Interface ที่แตกต่างกันด้วย FDA ที่แตกต่างกันใน ทสภ. โดยการเชื่อมต่อสัญญาณเตือน รวมถึงเหตุการณ์ผิดปกติจากทุกๆ FDA เพื่อใช้ตรวจดูที่ CFDA โดยใช้โปรโตคอลที่ใช้ในสนามบินสุวรรณภูมิคือ internet Protocol (RFC791) และจะมีทั้งการเซตค่าฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ เพื่อการตรวจดูสัญญาณเตือนภัย และเหตุการณ์ผิดปกติจากทุกๆ FDA ในแต่ละอาคาร โดย FDA จะต้องส่งไปยัง CFDA ผ่านทาง Gateway Converter โดยใช้เครือข่าย AIMS ที่ Access

Switch

เอกสารนี้ออกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.1.3 ขอบเขตงาน

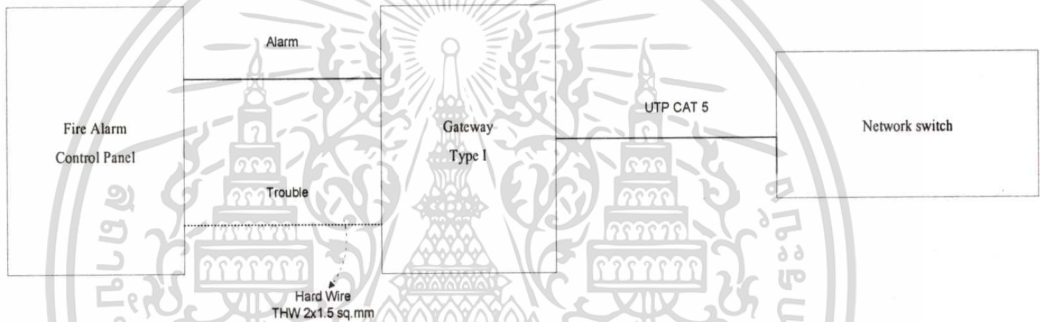
##### การติดตั้ง (Installation)

- การ Interface จะใช้สาย CAT5 หรือ CAT6 หรือสายแบบอื่นที่ดีกว่า, รางเดินสายและอุปกรณ์ต่างๆสำหรับวางสายระหว่าง AIMS access Switch ส่วน Gateway Box และ ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร
- ต้องมีการสร้างแผนภาพของการวางสายและวิธีการติดตั้งระหว่าง AIMS access switch และ Gateway เพื่อการตรวจสอบ
- จะต้องมีขั้นตอนหลักของการติดตั้ง Gateway และการวางสายไปยัง AIMS access switch
- AIMS จะต้องมี access switch ของแต่ละอาคารเพื่อเชื่อมระหว่าง FDA และ CFDA
- จะต้องมีการติดต่อกับ บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร สำหรับแผนของการติดตั้ง Gateway ใกล้เคียง กับชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- จะต้องรับผิดชอบต่อการติดตั้งและเซต Gateway ในการส่งสัญญาณ และเหตุการณ์ผิดปกติไปยัง CFDA เพื่อใช้ตรวจสอบจาก ศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- จะต้องประสานกับ บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร สำหรับข้อมูลสัญญาณ FDA/Trouble data , ผังสัญญาณ , จุดเชื่อมต่อ FDA และ ข้อมูลการเชื่อมต่อที่จำเป็น
- จะต้องเซต Gateway ไปยัง บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร สำหรับการเชื่อมต่อไปยัง Gateway ที่แตกต่างกัน
- บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร จะต้องมี Access point ในการเชื่อมต่อกับชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- จะต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเชื่อมต่อระหว่าง AIMS Access Switch , Gateway Box และชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร
- จะต้องรับประกันการติดตั้งและการวางสายระหว่าง AIMS access Switch และ Gateway Box เป็นเวลา 2 ปี
- จะต้องรับประกันการเชื่อมต่อของทุกๆสัญญาณเตือนภัยและเหตุการณ์ผิดปกติที่ส่งไปยัง CFDA และผ่านทาง AIMS เป็นเวลา 2 ปี

ฮาร์ดแวร์

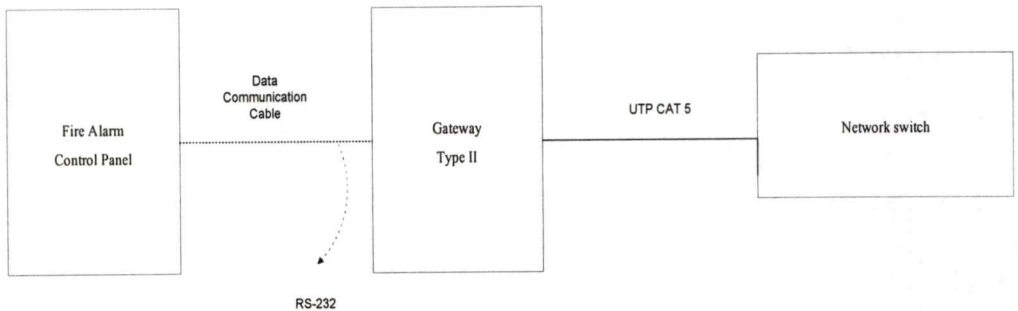
Gateway เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง FDA และ Access Switch ที่ติดตั้งโดย บริษัทที่ติดตั้งชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในแต่ละอาคาร การเชื่อมต่อ CFDA กับ FDA ที่ต่างชนิดกันจะต้องใช้ Gateway ที่ต่างกัน ดังนี้

- Gateway Type 1 (GW1) : ใช้สำหรับ Conventional และ Multiplex FDA panel ของ ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับชุดควบคุมที่ติดตั้งใช้งานภายในอาคารของ ฝคภ. (เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Johnson Control หรือ OEM ของ Johnson Control ) ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 Gateway Type 1 (GW1)

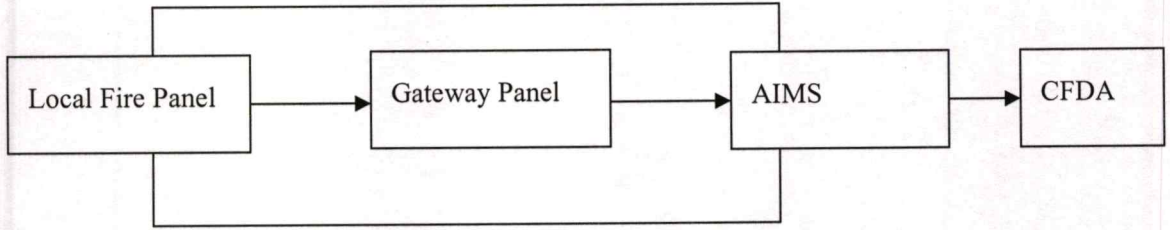
- Gateway Type 2 (GW2) : ใช้สำหรับเฉพาะแผง Multiplex FDA ของ ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับชุดควบคุมที่ติดตั้งใช้งานภายในอาคารของ ฝคภ. (เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Johnson Control หรือ OEM ของ Johnson Control ) ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 Gateway Type 2 (GW2)

Data Flows

ทิศทางการไหลของข้อมูลในการ Interfacing FDA ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การ Interfacing FDA

- CFDA รับสัญญาณจาก Local Fire Alarm and Control System ข้อมูลที่รับมาจาก Local Fire Alarm and Control System ประกอบด้วย Alarm Information
- Local Fire Alarm and Control System ส่งข้อมูลไปที่ CFDA เท่านั้น CFDA จะไม่ส่งข้อมูลกลับไป Local Fire Alarm and Control System

กระบวนการทำงาน

ตารางที่ 4.2 และ 4.3 อธิบายถึงข้อความที่มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่าง Local Fire Alarm and Control System and CFDA

ตารางที่ 4.2 กระบวนการทำงานจาก Local Fire Alarm and Control System ไปยัง CFDA :

Message Name	Airport Operation Event to Trigger Message from Publisher	Unique (logical) Identifier of Message	Process Initiator/ Publishing System
Alarms	ส่ง เมื่อมีสัญญาณไปยังจุดที่วางไว้	เป็น message text ผ่านทาง Automation Client	เชื่อมต่อกับ Gateway

ตารางที่ 4.3 กระบวนการทำงานจาก CFDA ไปยัง Local Fire Alarm and Control System

Message Name	Airport Operation Event to Trigger Message from Publisher	Unique (logical) Identifier of Message	Process Initiator / Publishing System
ไม่มี	-	-	-

ปริมาณของข้อมูล

จำนวน message ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละวัน แสดงดังตารางที่ 4.4 Receive

Process จาก Local Fire Alarm and Control System ไปยัง CFDA :

ตารางที่ 4.4 การรับสัญญาณจาก Local Fire Alarm and Control System ไปยัง CFDA:

Message Name	Estimated Number of Messages	Max Length per record (in characters)	Estimated Number of Records
Alarms	100 ต่อวัน	300 ตัวอักษร	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

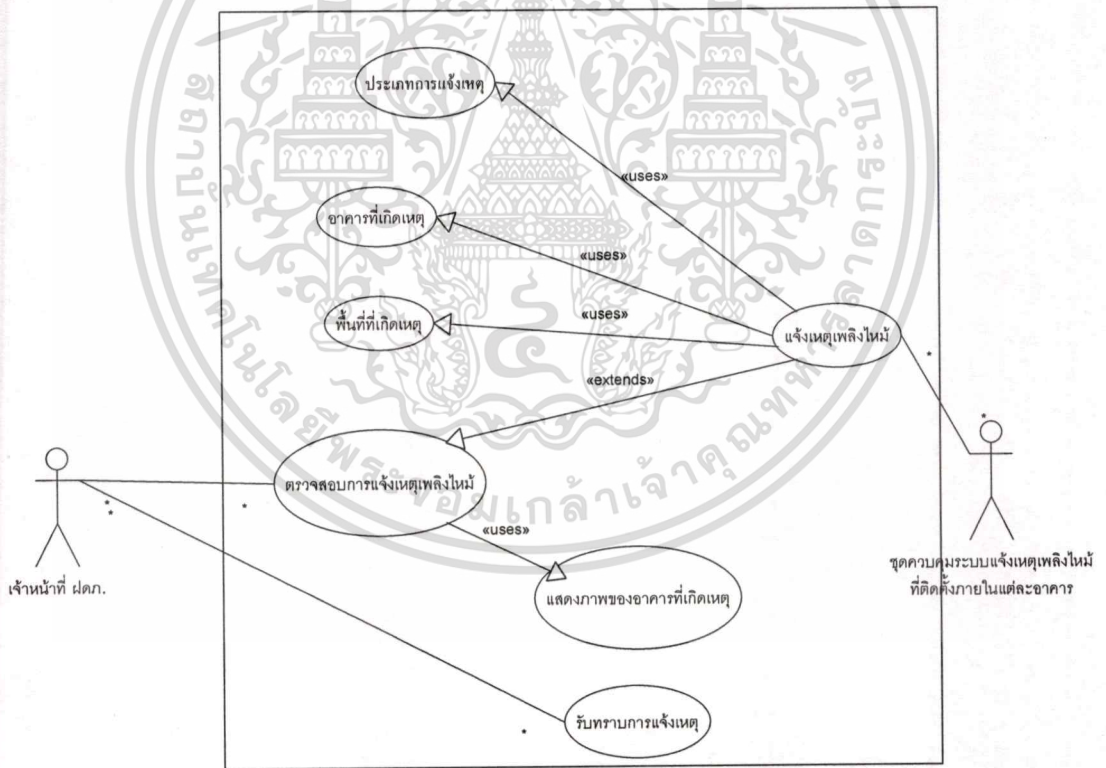
## บทที่ 5

# การวิเคราะห์และการออกแบบระบบงานใหม่

จากการศึกษาในระบบงานปัจจุบัน ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้กำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบงานใหม่ โดยจะใช้แบบจำลองเชิงวัตถุ ซึ่งจะใช้เครื่องมือ คือ แผนภาพต่างๆ ในการกำหนดขอบเขตการทำงานของระบบ

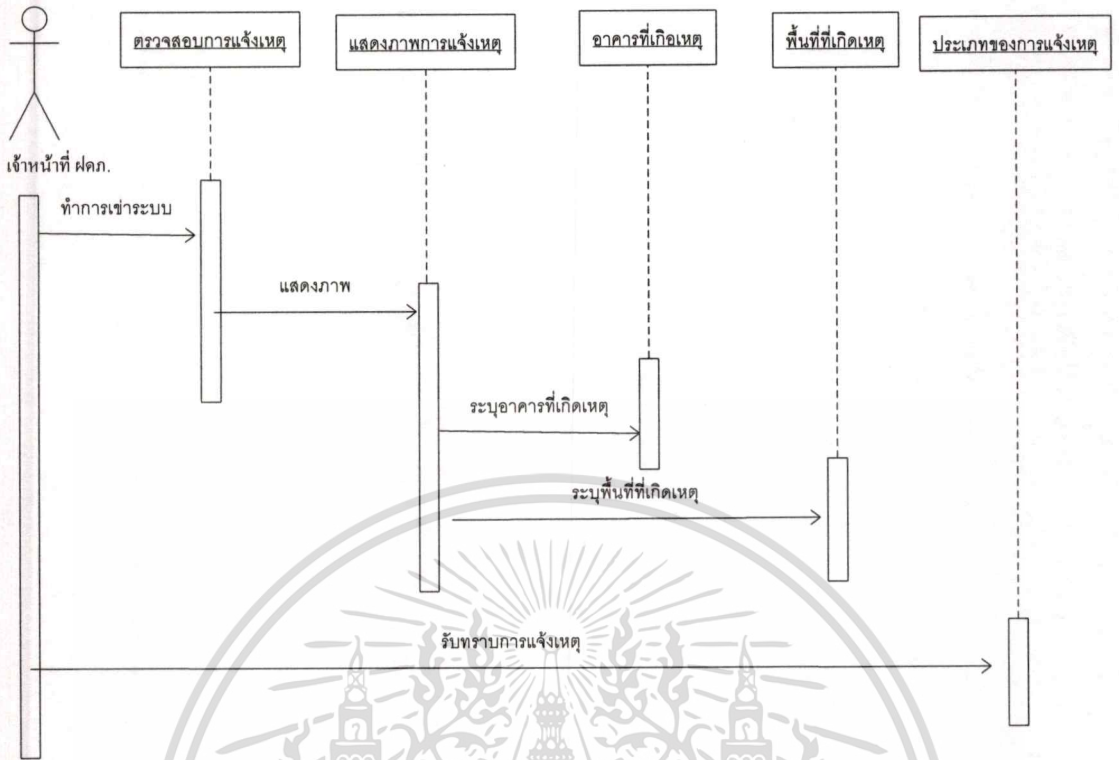
### 5.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคส มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความต้องการของระบบควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยแสดงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ กิจกรรมต่างๆที่จะเกิดขึ้นในระบบ และความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม โดยมี 2 แอ็กเตอร์ ดังรูปที่ 5.1



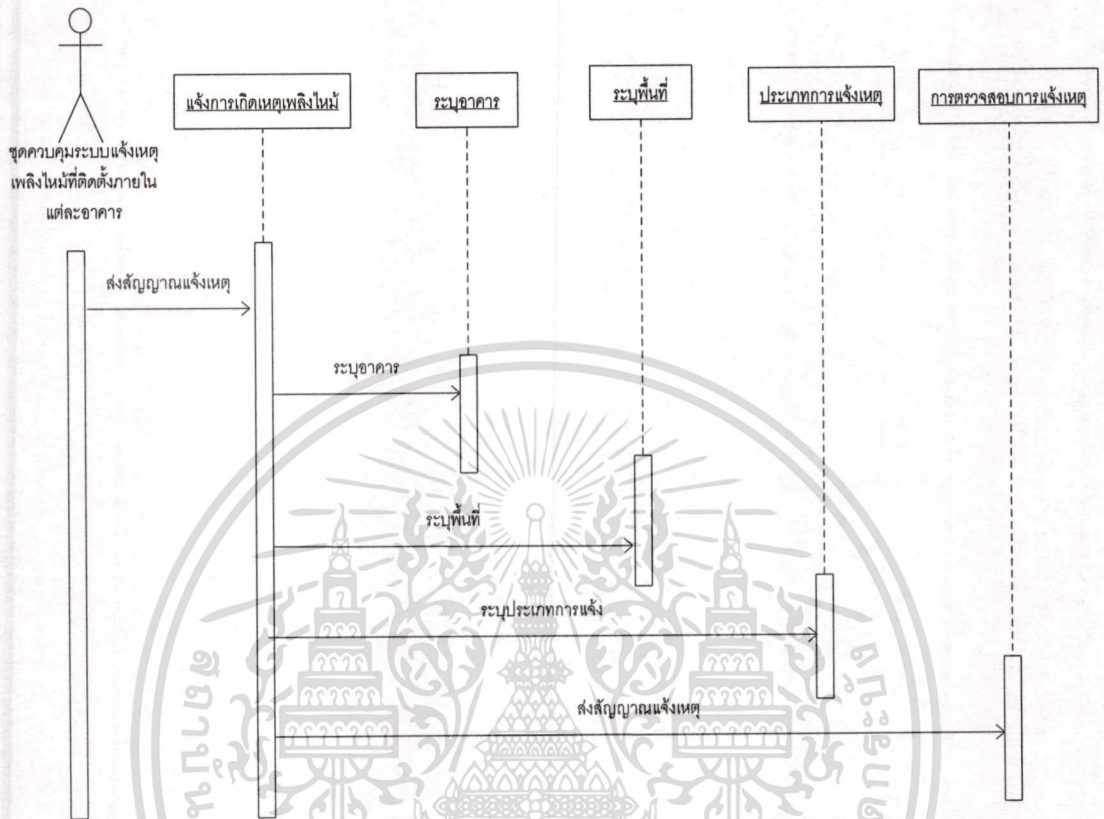
รูปที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้





รูปที่ 5.2 แผนภาพซีควเอนซ์ การตรวจสอบการแจ้งเตือนเพลิงไหม้

5.2.2 ขั้นตอนการแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่อาคารที่อยู่ในระบบ ชุดควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ที่ติดตั้งภายในแต่ละอาคาร จะส่งสัญญาณการแจ้งเตือนใหม่ ระบบจะแสดงภาพอาคารต่างๆ ที่ต่ออยู่กับระบบ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ระบบจะแสดงภาพของอาคารและพื้นที่ที่เกิดเหตุขึ้นมาที่หน้าจอ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ ฝคภ.รับทราบ ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แผนภาพซีควเอนซ์ การแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### 5.3 แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาส มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคลาสต่างๆ ดังรูปที่ 5.4 มีความสัมพันธ์ดังนี้

คลาสอาคาร (Building) มีความสัมพันธ์กับคลาสพื้นที่ (Area) โดยอาคารหนึ่งอาคาร จะมีได้หลายพื้นที่

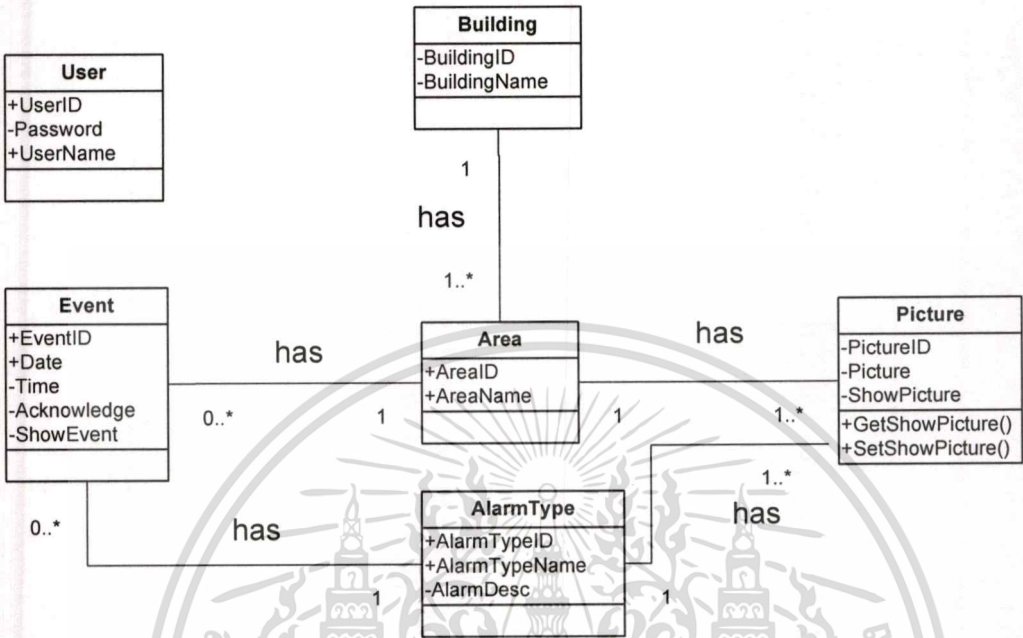
คลาสภาพ (Picture) มีความสัมพันธ์กับคลาสพื้นที่ (Area) โดยพื้นที่หนึ่งพื้นที่ จะมีภาพได้หลายภาพ

คลาสเหตุการณ์ (Event) มีความสัมพันธ์กับคลาสพื้นที่ (Area) โดยพื้นที่หนึ่งพื้นที่ จะไม่มีเหตุการณ์หรือมีหลายเหตุการณ์

คลาสเหตุการณ์ (Event) มีความสัมพันธ์กับคลาสแจ้งเหตุ (Alarm Type) โดยเหตุการณ์หนึ่งเหตุการณ์ จะไม่มีการแจ้งเหตุ หรือหลายการแจ้งเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

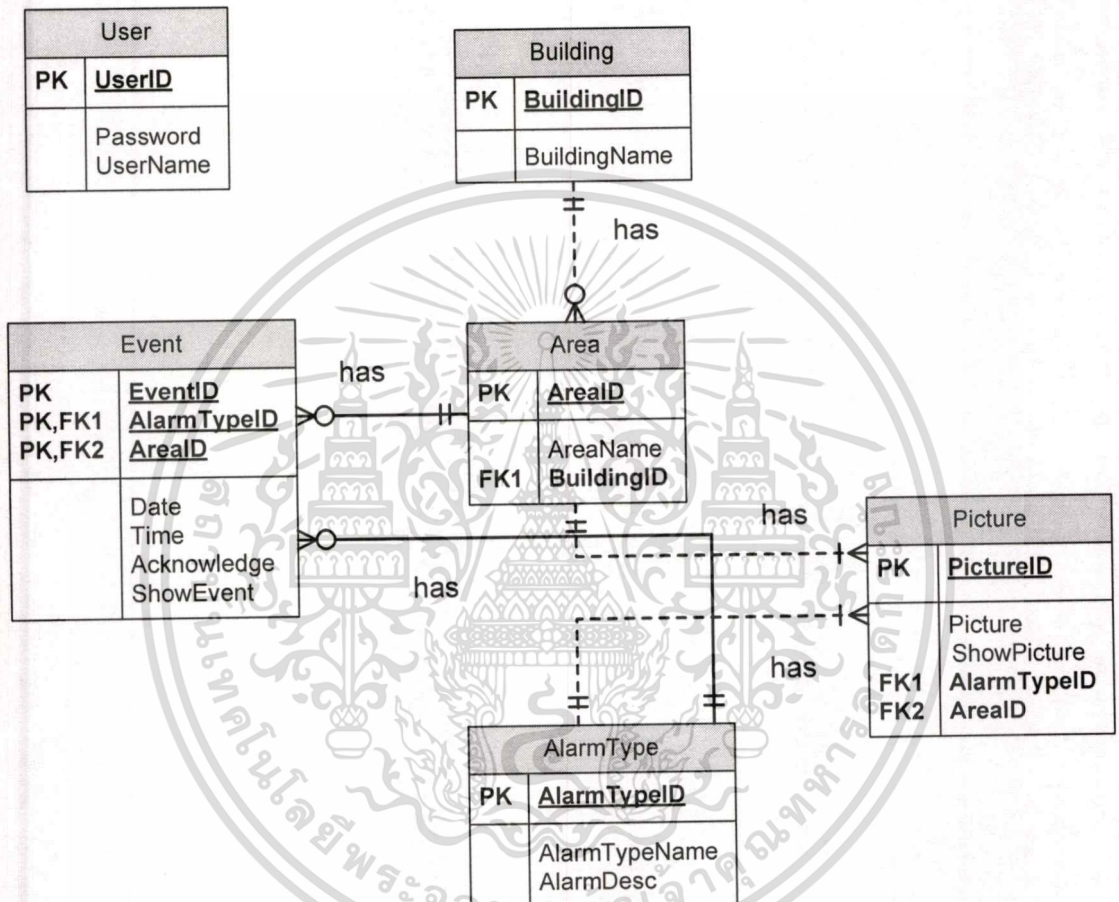
คลาสภาพ (Picture) มีความสัมพันธ์กับคลาสแจ้งเหตุ (Alarm Type) โดยการแจ้งเหตุจะมีภาพได้หนึ่งภาพ



รูปที่ 5.4 แผนภาพคลาส ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้

## 5.4 แผนภาพอีอาร์

แผนภาพอีอาร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบโครงสร้างภายในระบบฐานข้อมูลว่าประกอบด้วยข้อมูลอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยใช้ภาพเป็นสื่อ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ เข้าใจ โครงสร้างพื้นฐานของระบบ ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 แผนภาพอีอาร์ ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้

รายละเอียดของอีอาร์โคอะแกรม

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Building, Area, Event, Picture, Alarm Type และ User มีดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Building และเอนทิตี Area

- Connectivity : อาคาร 1 อาคาร มีได้หลายพื้นที่  
พื้นที่ 1 พื้นที่แสดงได้เพียง 1 อาคาร
- Cardinality : อาคาร 1 อาคาร ไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่  
พื้นที่ 1 พื้นที่จำเป็นต้องมีอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Area และเอนทิตี Picture

- Connectivity : พื้นที่ 1 พื้นที่ มีภาพได้ หลายภาพ  
ภาพ 1 ภาพ มีได้เพียง 1 พื้นที่
- Cardinality : ภาพ 1 ภาพ จำเป็นต้องมีพื้นที่ 1 พื้นที่  
พื้นที่ 1 พื้นที่ จำเป็นต้องมีภาพ 1 ภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Area และเอนทิตี Evant

- Connectivity : พื้นที่ 1 พื้นที่ มีได้หลายเหตุการณ์  
เหตุการณ์ 1 เหตุการณ์ มีได้ 1 พื้นที่
- Cardinality : เหตุการณ์ 1 เหตุการณ์ จำเป็นต้องมีพื้นที่  
พื้นที่ 1 พื้นที่ ไม่จำเป็นต้องมีเหตุการณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Alarm Type และเอนทิตี Picture

- Connectivity : ภาพ 1 ภาพ มีการแจ้งเหตุได้ 1 การแจ้งเหตุ  
การแจ้งเหตุ 1 การแจ้งเหตุ มีได้หลายภาพ
- Cardinality : การแจ้งเหตุ 1 การแจ้งเหตุ จำเป็นต้องมีภาพ 1 ภาพ  
ภาพ 1 ภาพ จำเป็นต้องมีการแจ้งเหตุ 1 การแจ้งเหตุ

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี Alarm Type และเอนทิตี Event

- Connectivity : เหตุการณ์ 1 เหตุการณ์ มีได้ 1 การแจ้งเหตุ  
การแจ้งเหตุ 1 แจ้งเหตุ มีได้หลาย เหตุการณ์
- Cardinality : การแจ้งเหตุ 1 การแจ้งเหตุ ไม่จำเป็นต้องมีเหตุการณ์  
เหตุการณ์ 1 เหตุการณ์ จำเป็นต้องมีการแจ้งเหตุ

## 5.5 พจนานุกรมข้อมูล

พจนานุกรมข้อมูล เป็นการอธิบายความหมายของตารางข้อมูลทั้งหมด โดยสามารถบอกรายละเอียดของตารางโครงสร้างของข้อมูลในแต่ละเอนทิตีที่ได้จากการออกแบบ รวมทั้งความสัมพันธ์ของข้อมูล

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงรายละเอียดของอาคาร (Building )

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	BuildingID	รหัสอาคาร ซึ่งมีค่าตั้ง ในตาราง Building Code	2	Character	PK	
2	BuildingName	ชื่ออาคาร	10	Character		

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงเหตุการณ์ (Event)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	EventID	ค่าตัวชี้เฉพาะ (Unique) สำหรับตาราง Event	11	Integer	PK	
2	AlarmTypeID	รหัสของ Alarm ซึ่งมีค่า ตั้งในตาราง Alarm Code	1	Character	PK, FK	Alarm Type
3	AreaID	รหัสพื้นที่ในอาคาร ซึ่ง มีค่าตั้งในตาราง Area Code	4	Character	PK, FK	Area
4	Date	วันที่บันทึกรายการ Event	n/a	Date		
5	Time	เวลาที่บันทึกรายการ Event	n/a	Time		
6	Acknowledge	0 – ยังไม่ได้รับ Acknowledge 1 – ได้รับ Acknowledge แล้ว	1	Character		
7	ShowEvent	0 – แสดงรายการ Event 1 – ไม่แสดงรายการ Event	1	Character		

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงพื้นที่ (Area)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	AreaID	รหัสพื้นที่ในอาคาร ซึ่งมีค่าตั้งในตาราง Area Code	4	Character	PK	
2	BuildingID	รหัสอาคาร ซึ่งมีค่าตั้งในตาราง Building Code	2	Character	FK	Building
3	AreaName	ชื่อพื้นที่ในอาคาร	10	Character		

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงการแจ้งเตือนใหม่ (Alarm Type)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	AlarmTypeID	รหัสของ Alarm ซึ่งมีค่าตั้งในตาราง Alarm Code	1	Character	PK	
2	AlarmTypeName	ชื่อของ Alarm	10	Character		
3	AlarmDesc	คำอธิบายลักษณะของ Alarm แบบย่อ	50	Character		

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงรูปภาพ (Picture)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	PictureID	รหัสของรูป Area	2	Integer	PK	
2	AlarmTypeID	รหัสของ Alarm ซึ่งมีค่าตั้งในตาราง Alarm Code	1	Character	PK, FK	Alarm Type
3	AreaID	รหัสพื้นที่ในอาคาร ซึ่งมีค่าตั้งในตาราง Area Code	4	Character	PK, FK	Area

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
4	Showpicture	0-แสดงภาพ 1-ไม่แสดงภาพ	1	Boolean		
5	Picture	ไฟล์รูป AREA ที่ถูก จัดเก็บในแบบไฟล์ รูปภาพเช่น JPEG, GIF	n/a	BLOB (Binary Large Object)		

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงผู้ใช้งานระบบ (User)

NO.	Field	Description	Length	Type	PK / FK	Ref. Table
1	UserID	ชื่อ Login ของผู้เข้าใช้ ระบบ	6	Character	PK	
2	Password	รหัสผ่านผู้เข้าใช้ระบบ	15	Character		
3	UserName	ชื่อผู้เข้าใช้ระบบ	15	Character		

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงรหัสของอาคาร (Building Code)

Building Code	Building Code Explanation
24	อาคาร AIMS
...	...

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงรหัสของพื้นที่ (Area Code)

Area Code	Area Code Explanation
2410	อาคาร AIMS ชั้น 1
...	...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงรหัสของการแจ้งเตือนใหม่ (Alarm Code)

Alarm Code	Alarm Code Explanation
0	Normal
1	Alarm
2	...

## 5.6 การออกแบบสถาปัตยกรรม

การพัฒนาระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และเครื่องมือต่างๆ จะใช้ทรัพยากรเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้ฮาร์ดแวร์ของชุดควบคุมและแจ้งเตือนใหม่ที่ติดตั้งภายในแต่ละอาคาร ส่วนฮาร์ดแวร์ที่จะติดตั้งที่สถานีหลักของ ผดท. มีดังนี้

CPU Pentium IV 3.2 GHz

DDR 2 RAM 1 GB

Hard disk 80 GB

Monitor 17 "

Mouse / Keyboard

Interface Box

ด้านซอฟต์แวร์ จะประกอบด้วย

Microsoft Windows XP Professional

Microsoft Office Access 2003 ใช้ทำ Database

Visual Basic Version 6. SP5 ใช้สร้าง User Interface และ โปรแกรมระบบ

## บทที่ 6

### การพัฒนาระบบ

#### 6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

6.1.1 โปรแกรม Visual Basic Version 6. SP5 เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้

6.1.2 โปรแกรม Microsoft Access 2002 เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำฐานข้อมูล

6.1.3 โปรแกรม Microsoft Excel 2003 เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำพจนานุกรมข้อมูล

6.1.4 โปรแกรม Microsoft Visio เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำอีอาร์ไออะแกรม

#### 6.2 การพัฒนาระบบ

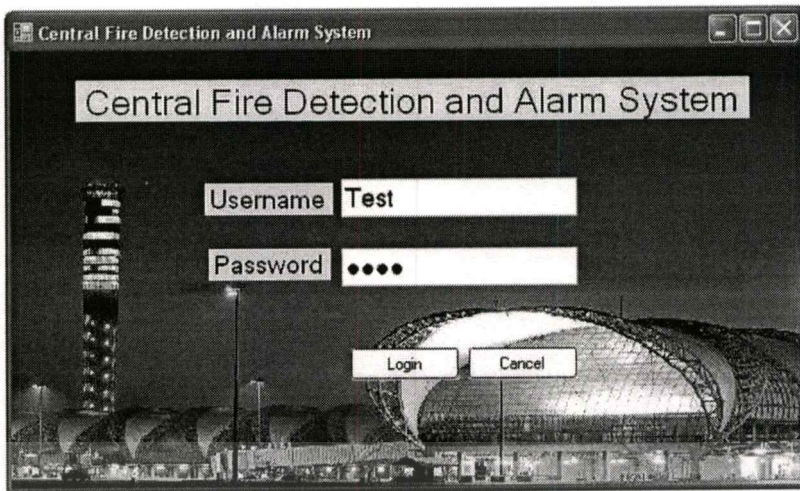
ระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่จะติดตั้งใช้งานในสถานีหลัก ของ ฝคภ. เป็นระบบที่ได้พัฒนาให้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากชุดควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่ติดตั้งตามอาคารต่างๆ ทั่ว ทสภ. เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของ ฝคภ. รับทราบเหตุการณ์ได้ในเวลาอันรวดเร็ว

เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลา ดังนั้นการพัฒนาระบบควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จึงเป็นลักษณะของการจำลองระบบเฉพาะที่ใช้งานภายในสถานีหลักของ ฝคภ. ซึ่งจะแสดงให้ทราบถึงการรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคารผู้โดยสาร ( Passenger Terminal Complex :PTC) อาคาร Airport Operation Building (AOB) และอาคาร Airport Management Facility (AMF) เท่านั้น โดยในส่วนของการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากชุดควบคุมภายในอาคารดังกล่าว ไปที่สถานีหลัก จะจ้างบริษัทภายนอกเป็นผู้ดำเนินการ

#### 6.3 การออกแบบหน้าจอการทำงาน

##### 6.3.1 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

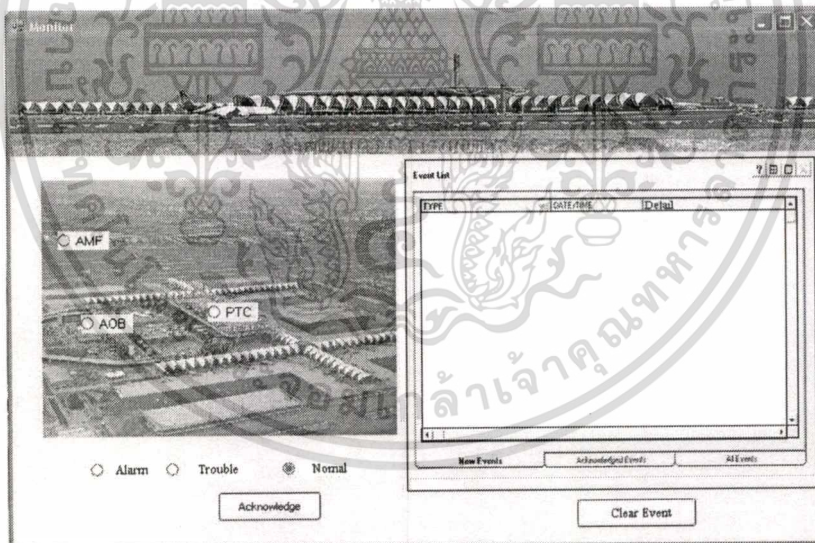
หน้าจอสำหรับ Login ใช้งานระบบ โดยเจ้าหน้าที่ของ ฝคภ. สามารถ Login เข้าระบบศูนย์ควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Central Fire Alarm and Control System) โดยต้องกรอก User Name และ Password ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 หน้าจอแสดงการ Login เข้าสู่ระบบ

### 6.3.2 หน้าจอเมนูหลัก

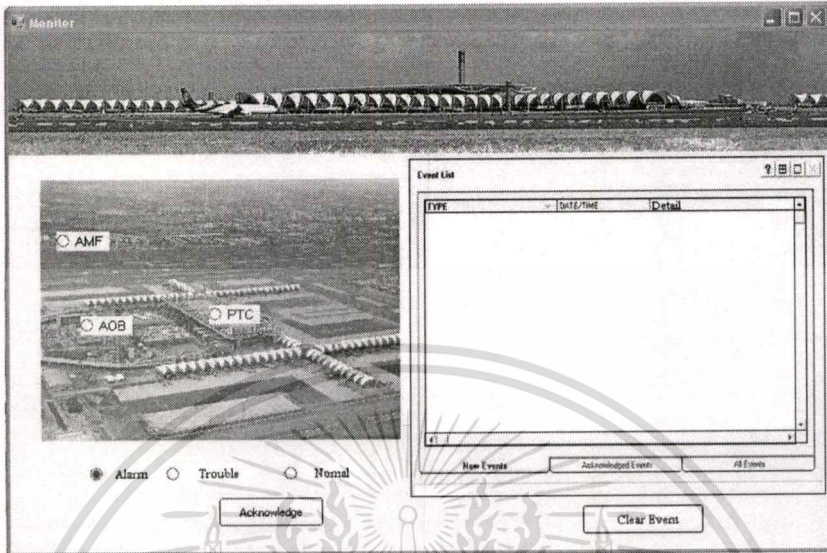
เมื่อเจ้าหน้าที่ ฝดภ. ผ่านการ Login เข้าสู่ระบบแล้ว หน้าจอจะแสดงชื่อระบบ ที่ Login เข้าใช้งาน โดยแสดงหน้าจอระบบประกอบด้วยภาพของอาคารต่างๆ ที่ ทสภ. และช่องรายการเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยระบบจะแสดงผลให้ปุ่ม Normal เป็นสีเขียว ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 หน้าจอเมนูหลัก

### 6.3.3 หน้าจอการแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้

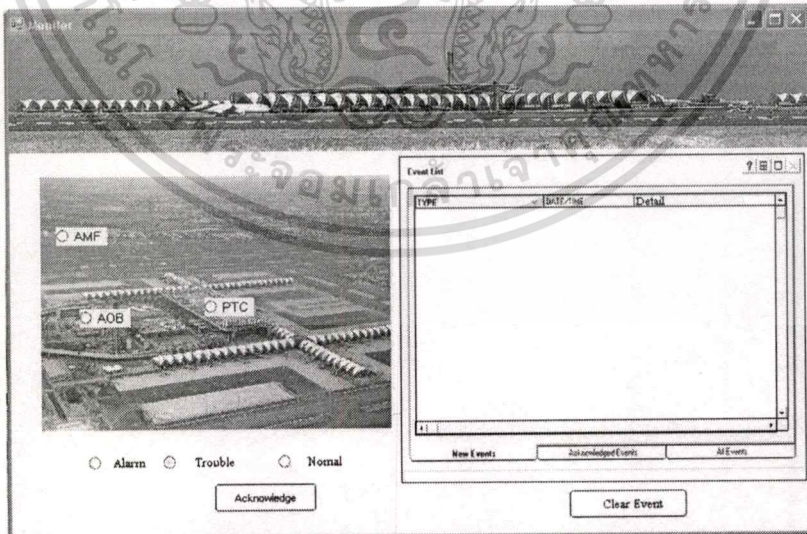
เมื่อมีสัญญาณการแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น ระบบจะแสดงผลให้ปุ่ม Alarm เป็น สีแดง ดังรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 หน้าจอการแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้

### 6.3.4 หน้าจอแสดง Trouble

เมื่อระบบมีข้อขัดข้องเช่น สายสัญญาณขาด การติดต่อสื่อสารระหว่าง ตัวระบบกับชุดควบคุมและแจ้งเหตุภายในอาคารต่างๆ ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ระบบจะแสดงผลให้ปุ่ม Trouble เป็นสีเหลือง ดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 หน้าจอแสดง Trouble

### 6.3.5 หน้าจอแสดงเฉพาะภาพของอาคาร

ระบบแสดงภาพของอาคารอาคารต่างๆ ของ ทสภ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของ ผดภ.ตรวจสอบการทำงานของระบบได้สะดวก ดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 หน้าจอแสดงเฉพาะภาพของอาคาร

### 6.3.6 หน้าจอการ Alarm ที่อาคาร PTC

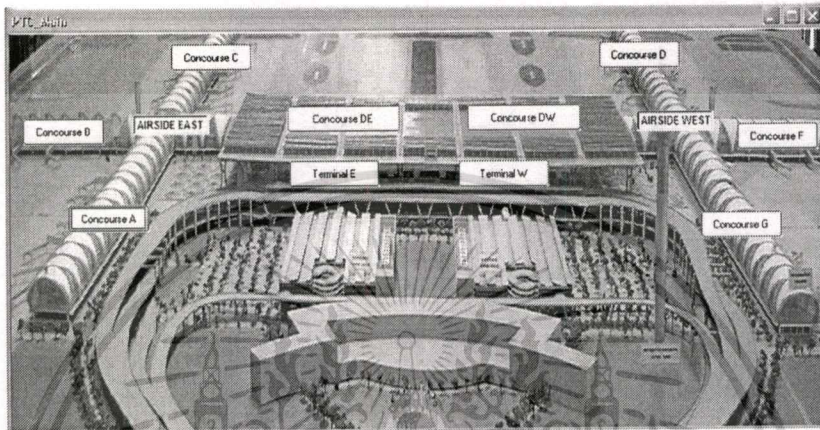
เมื่อมีการแจ้งเตือนเพลิงไหม้จากอาคาร PTC ระบบจะแสดงผลให้ปุ่มที่อาคาร PTC เป็นสีแดง เจ้าหน้าที่ ผดภ. สามารถกดปุ่ม PTC เพื่อให้ระบบแสดงภาพของอาคาร PTC ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 หน้าจอการ Alarm ที่อาคาร PTC

### 6.3.7 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่ Concourse A

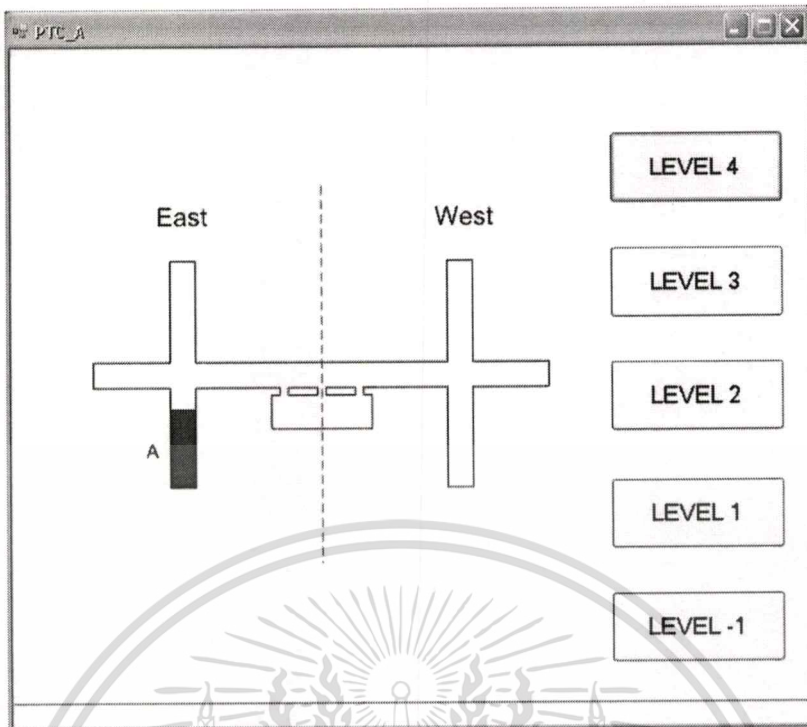
เมื่อเจ้าหน้าที่ ฝดก. กดปุ่ม PTC แล้ว ระบบแสดงภาพของอาคาร PTC เป็นส่วนๆ ประกอบด้วย Terminal East, Terminal West, Concourse A, B, C, DE, DW, E, F และ G โดยในเหตุการณ์นี้จะแสดงว่ามี Alarm ที่ Concourse A ระบบจะแสดงผลให้ปุ่ม ที่ Concourse A เป็นกรอบสีแดง ดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่ Concourse A

### 6.3.8 หน้าจอแสดงผังของ Concourse A

เมื่อเจ้าหน้าที่ ฝดก. กดปุ่มตรงกรอบสีแดงที่ Concourse A ระบบจะแสดงผลให้ขึ้นภาพผังของ Concourse A โดยแยกเป็นแต่ละชั้น ดังรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 หน้าจอแสดงผังของ Concourse A

### 6.3.9 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AOB

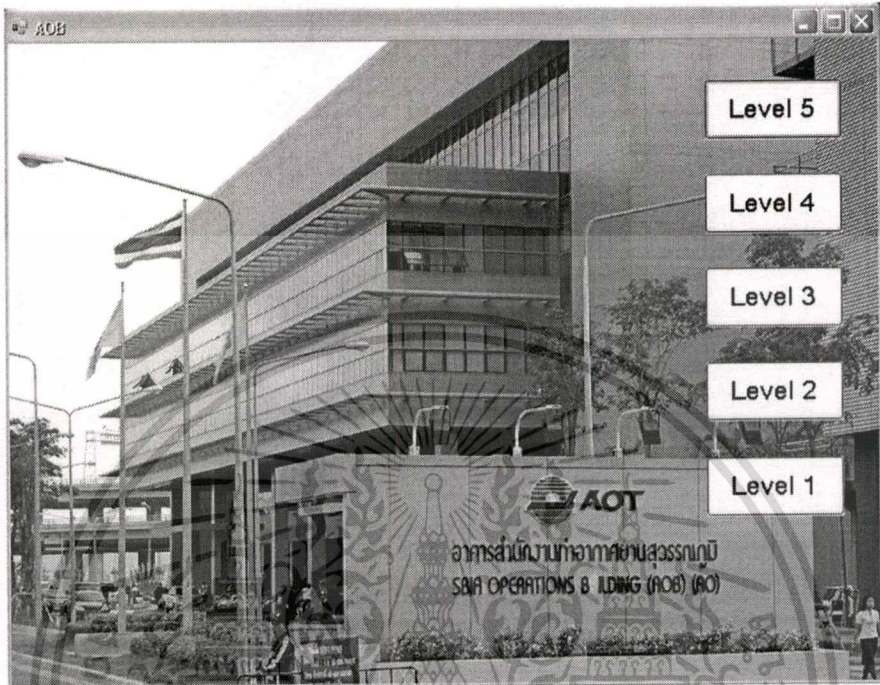
เมื่อมีการแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคาร AOB ระบบจะแสดงผลให้ปุ่มที่อาคาร AOB เป็นสีแดง เจ้าหน้าที่ ผดก. สามารถกดปุ่ม AOB เพื่อให้ระบบแสดงภาพของอาคาร AOB ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AOB

### 6.3.10 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AOB

เมื่อเข้าหน้าที่ ฝคท. สามารถกดปุ่ม AOB ระบบจะแสดงภาพอาคาร AOB โดยแยกเป็นแต่ละชั้น ดังรูปที่ 6.10



รูปที่ 6.10 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AOB

### 6.3.11 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AMF

เมื่อมีการแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากอาคาร AMF ระบบจะแสดงผลให้ปุ่มที่อาคาร AMF เป็นสีแดง เข้าหน้าที่ ฝคท. สามารถกดปุ่ม AMF เพื่อให้ระบบแสดงภาพของอาคาร AMF ดังรูปที่ 6.11

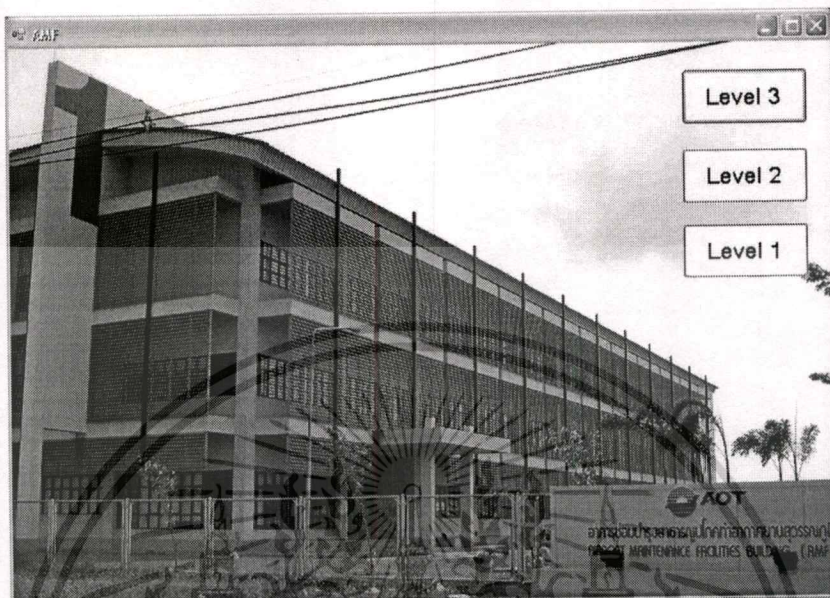


รูปที่ 6.11 หน้าจอแสดงการ Alarm ที่อาคาร AMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3.12 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AMF

เมื่อเจ้าหน้าที่ ฝคก. สามารถกดปุ่ม AMF ระบบจะแสดงภาพอาคาร AMF โดยแยกเป็นแต่ละชั้น ดังรูปที่ 6.12



รูปที่ 6.12 หน้าจอแสดงภาพของอาคาร AMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

### บทสรุป

#### 7.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนากระบวนการควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงของ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ทสภ.) ทำการดับเพลิงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นการลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของ ทอท. และผู้ประกอบการต่างๆ โดยได้ดำเนินการตามหลักการพัฒนาระบบสารสนเทศ ดังนี้

7.1.1 ศึกษาระบบงานปัจจุบัน ปัญหาจากการทำงาน โดยรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน และศึกษาจากเอกสารที่ใช้งานในปัจจุบัน

7.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่ โดยใช้แบบจำลองเชิงวัตถุ มีเครื่องมือแผนภาพยูสเคส แผนภาพซีเควนซ์ แผนภาพคลาส และแผนภาพอีอาร์ เพื่อใช้จำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูล พจนานุกรมข้อมูลเพื่อช่วยแสดงรายละเอียดของข้อมูล เพื่อให้เป็นไปตามขอบเขตของระบบ

7.1.3 การนำระบบมาใช้งาน ในเบื้องต้นสามารถใช้กับอาคารผู้โดยสาร (PTC) อาคาร AOB และอาคาร AMF ก่อน เมื่อระบบมีการทำงานที่แน่นอน และผู้ใช้งานมีความคุ้นเคย จึงจะขยายไปยังอาคารอื่นๆ ต่อไป

7.1.4 การพัฒนาระบบนี้ ไม่ได้ครอบคลุมถึงขั้นตอนการทดสอบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษา

#### 7.2 ปัญหาและข้อขัดข้อง

เนื่องจากชุดควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ติดตั้งภายในอาคารต่างๆ ของ ทสภ. เป็นการติดตั้งตามโครงการต่างๆ ซึ่งทำให้ได้ชุดควบคุมฯ ที่มีหลายผลิตภัณฑ์ โปรแกรมควบคุมของแต่ละอาคาร ก็เป็นโปรแกรมเฉพาะทำให้การติดต่อประสานเพื่อขอข้อมูล เป็นไปด้วยความลำบาก หรือข้อมูลที่ได้รับไม่เพียงพอต่อการพัฒนาระบบ จึงจำเป็นต้องจัดจ้างบริษัทภายนอกที่ติดตั้งชุดควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้กับ ทสภ. ดำเนินการเฉพาะในส่วนของการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากชุดควบคุมภายในอาคารผ่านเครือข่ายกลางของ ทสภ. ไปที่สถานีหลักของ ผดภ. โดยมีกำหนดข้อมูลที่ระบบต้องการ

### 7.3 การพัฒนาระบบงานในอนาคต

การพัฒนาระบบควบคุมและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้กับระบบ ทั้งทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็ว ถูกต้องและทันเวลาใช้งาน ทำให้ต้นทุนในการพัฒนาระบบลดลง ระบบสามารถให้รายละเอียดในการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้สมบูรณ์มากขึ้น องค์กรสามารถสร้างความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยให้กับผู้มาใช้บริการที่ ทสภ. อันจะเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร

อย่างไรก็ตามระบบที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องนั้น ก็เป็นเพียงเครื่องมืออย่างหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเท่านั้น ผู้ใช้งานระบบ บุคลากรต่างๆที่เกี่ยวข้อง และผู้บริหารในองค์กร จำเป็นต้องให้ความร่วมมือและสนับสนุนมาตรการต่างๆที่จะทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน



## บรรณานุกรม

- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล. 2548. **สัมฤทธิ์ การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุด้วย UML**. กรุงเทพฯ : เคพีที คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2544. **UML วิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ**. กรุงเทพฯ : เคพีที คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. 2548. **มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้**. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2549. **การพัฒนาระบบสารสนเทศ**. [Online] เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.drkanhit.com/presentations/ITdevelop.pdf>
- วันชัย พิเชฐบรรกุล. 2548. **E-R Model**. [Online] เข้าถึงได้จาก:  
<http://wanchai.hi.ac.th/3204-2116/DBPR3.htm>
- James A. O'Brien. 1999. **Management Information Systems**. McGraw-Hill.
- UML – Unified Modeling Language**. [Online] เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.itmelody.com/tu/um11.htm>. 2006.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายอุดม ศรวาฐานุกูล
วัน เดือน ปีเกิด	22 มกราคม 2502 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	100/912 หมู่บ้านลานทอง ถนน ดิวานนท์ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120 โทร 0-2583-0840
ประวัติการศึกษา	2522 อดิศาสตร์ศาสตร มหาวิทาลัยราชภัฏพระนคร 2530 รัฐประศาสนศาสตร มหาวิทาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2522-2523	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เทคนิค บริษัท NS Electronics
พ.ศ. 2523-2526	ตำแหน่ง ช่างสื่อสาร 2 กองช่างสื่อสาร ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2526- 2529	ตำแหน่ง ช่างสื่อสาร 3 กองช่างสื่อสาร ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2529- 2534	ตำแหน่ง ช่างสื่อสาร 4 กองช่างสื่อสาร ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2534-2540	ตำแหน่ง ช่างสื่อสาร 5 กองช่างสื่อสาร ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2540-2549	ตำแหน่ง หัวหน้างานควบคุมมาตรฐาน กองช่างสื่อสาร ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ บริษัททำอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)
พ.ศ.2549-ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการส่วนอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ฝ่ายสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ บริษัททำอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้