ผลกระทบของระบบเครือข่ายแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยใช้ชุดควบคุมหลักชุดเดียว

EFFECTS OF FIRE ALARM NETWORK SYSTEM USING SINGLE MAIN CONTROLLER

วิจิตต์ แก้วไทรเทียม

VIJIT KEAWSAITIAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2205-3

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลกระทบของระบบเครือข่ายแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยใช้ชุดควบคุมหลักชุดเดียว

EFFECTS OF FIRE ALARM NETWORK SYSTEM USING SINGLE MAIN CONTROLLER

วิจิตต์ แก้วไทรเทียม

VIJIT KEAWSAITIAM

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 63381
วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2549

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2205-3

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

EFFECTS OF FIRE ALARM NETWORK SYSTEM USING SINGLE MAIN CONTROLLER

VIJIT KEAWSAITIAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATION ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2205-3

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของระบบเครือข่ายแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยใช้ชุดควบคุมหลักชุดเดียว
EFFECTS OF FIRE ALARM NETWORK SYSTEM USING SINGLE MAIN CONTROLLER

นักศึกษา นายวิจิตต์ แก้วไทรเทียม

รหัสประจำตัว 47061029

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.สมยศ	จุณณะปิยะ	
ผศ.ดร.พิเชฐ	ม่วงนวล	
ดร.พิพัฒน์	พรหมมี	
รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวสุวิทย์	
รศ.ดร.กอบชัย	เดชหาญ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 3 มีนาคม 2549 เวลา 14.15-16.15 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-404)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๒๘.....**เดือน**.....มีนาคม.....**พ.ศ**.....๒๕๔๙.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของระบบเครือข่ายแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยใช้ชุดควบคุมหลักชุดเดียว
นักศึกษา	นายวิจิตต์ แก้วไทรเทียม
รหัสนักศึกษา	47061029
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบระบบเครือข่ายแจ้งเหตุเพลิงไหม้แทนที่ระบบเก่าที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพและขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น การออกแบบระบบเครือข่ายโดยวิธีใหม่จะเน้นในเรื่องการนำอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมมาทำการปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นโดยใช้วิธีการปรับปรุงชุดควบคุมเดิมที่ใช้ชุดควบคุมหลักสั่งการชุดควบคุมย่อยเพียงชุดควบคุมเดียวให้เป็นชุดควบคุมหลักทุกชุดควบคุม ซึ่งวิธีเดิมจะเกิดผลกระทบเมื่อชุดควบคุมหลักเกิดข้อขัดข้องขึ้น ดังนั้นจึงได้นำเสนอวิธีการใหม่เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีเดิม และเสนอผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดจนวิธีการแก้ไข

Thesis Title	Effects of Fire Alarm Network System Using Single Main Controller
Student	Mr.Vijit Keawsaitiam
Student ID.	47061029
Degree	Master of Engineering
Programme	Telecommunications Engineering
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kobchai Dejhan

ABSTRACT

This thesis presents a design of new fire alarm network system to substitute the old system in order to increase the abilities efficiencies. This new design aims at to use the old equipment in order to improve the development and to save the budget. The old system used a main controller to control a sub-controller, the new system uses the main controllers to control sub-controllers. The disadvantages of the old system can be improved in the new system.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความเมตตากรุณาจาก รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ รศ.สมยศ จุณณะปิยะ และ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำผู้วิจัยตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ทั้งสองท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิจิตต์ แก้วไทรเทียม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 การพัฒนาในงานวิจัย.....2

1.3 รายละเอียดในวิทยานิพนธ์.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....4

2.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คืออะไร.....4

2.2 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....4

2.2.1 ชุดจ่ายไฟ.....5

2.2.2 ชุดควบคุม.....5

2.2.2.1 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Two–wire Loop (class B).....6

2.2.2.2 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Four–wire loop (class A).....6

2.2.2.3 เทคนิคการรับส่งสัญญาณ.....7

2.2.2.4 สายสัญญาณสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....8

2.2.3 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ.....8

2.2.4 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ.....11

2.2.5 อุปกรณ์ประกอบ.....11

2.3 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....14

2.3.1 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน.....16

2.3.2 การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....16

2.3.3 การออกแบบติดตั้ง Flame Detector.....17

2.3.4 การออกแบบติดตั้ง Manual Station.....17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นแบบโซน.....17
2.4 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....17

บทที่ 3 ทฤษฎีแบบเครือข่ายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....20
3.1 เทคโนโลยีเครือข่ายแบบ Token Ring 20
3.2 ลักษณะการแพร่ของข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย.....21
3.2.1 การแพร่ข่าวสารแบบ Base band.....21
3.2.2 การแพร่ข่าวสารแบบ Broad band.....22
3.2.3 ทฤษฎีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อใช้งาน.....23
3.2.4 การเชื่อมต่อแบบ Ring Topology 24
3.3 ระบบเครือข่าย Token ring ตามมาตรฐาน IEEE 802.5.....25
3.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเครือข่าย Token Ring.....28

บทที่ 4 ระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน.....34
4.1 สภาวะการแจ้งเหตุและข้อควรปฏิบัติ.....34
4.1.1 การระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ.....35
4.1.2 การปรับให้ระบบเข้าสู่สภาวะปกติ.....36
4.1.3 การรับทราบเหตุแบบครั้งละเหตุการณ์เมื่อเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉิน.....36
4.1.4 การระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ.....37
4.1.5 ปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน.....37
4.1.6 ปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ.....37
4.2 ซอฟแวร์ที่สัมพันธ์กับการระงับสัญญาณแจ้งเหตุ.....38
4.2.1 ปุ่มรีเซทระบบ.....38
4.2.2 กรณีที่เหตุการณ์ที่เกิดไม่สามารถรีเซทได้.....39

บทที่ 5 ผลการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....43
5.1 บทนำ.....43
5.2 ขั้นตอนของการดำเนินงาน.....43
5.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....64
6.1 บทสรุป.....64
6.2 ข้อเสนอแนะ.....64

เอกสารอ้างอิง.....66

ภาคผนวก.....67
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ระหว่างศึกษา.....68

ประวัติผู้เขียน.....69

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ค่าความต้านทานในสาย....8

2.2 คำนวณระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์และความสูง....14

5.1 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย ไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปโครงข่าย....46

5.2 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากสถานีดับเพลิงไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปโครงข่าย....49

5.3 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้และนำมาจัดลูปเครือข่ายใหม่....53

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเก่าโดยใช้โมเด็มระยะใกล้ สำหรับการติดต่อสื่อสาร.....2

2.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....5

2.2 วงจรเดินสายแบบ Two–Wire Loop.....6

2.3 วงจรเดินสายแบบ Four–Wire Loop.....6

2.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Ionization Smoke Detector.....9

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....9

2.6 อุปกรณ์ Manual Station.....10

2.7 อุปกรณ์ตรวจสอบควันไฟ.....10

2.8 อุปกรณ์กำเนิดเสียง (ก) แบบกระดิ่ง (ข) แบบลำโพง.....11

2.9 อุปกรณ์ที่ระบายอากาศในกรณีที่ดูดควันออกในกรณีที่ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน.....12

2.10 Flow Switch ที่ใช้ตรวจสอบแรงดันของน้ำในท่อน้ำกรณีที่มีการใช้ท่อน้ำ สำหรับดับเพลิงของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....12

2.11 Supper Visory เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ให้ปิดวาล์วน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....13

2.12 ปั๊มน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้.....13

2.13 พัดลมดูดควันไฟในกรณีเพลิงไหม้ซึ่งควบคุมโดยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....14

2.14 การติดตั้ง Smoke Detector ควรให้ส่วนหนึ่งติดตั้งกับเพดานและอีกส่วนหนึ่ง ติดต่ำกว่าเพดาน.....15

2.15 การคำนวณการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนบนฝ่าเพดาน.....16

3.1 การเชื่อมต่อของ LAN แบบที่ที่มีการไหลของข้อมูล 2 ทิศทาง.....22

3.2 การส่งข้อมูลแบบ TDM บน LAN.....22

3.3 การเชื่อมต่อแบบ Broad band บนเครือข่าย LAN.....23

3.4 การเชื่อมต่อ Broad band ที่คอมพิวเตอร์ต่างก็มีสัญญาณของตนเอง.....23

3.5 การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบวงแหวน.....25

3.6 การทำงานของโทเคนริง.....26

3.7 การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยี Token Ring ส่งผ่าน Port RS-485.....29

3.8 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่าย.....29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่ายเมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B.....30

3.10 เมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B เสร็จเรียบร้อยเครือข่ายก็จะกลับมาส่งข้อมูล เป็น Free Token อีกครั้งหนึ่ง.....30

3.11 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่ เมื่อสายขาดระบบคงยังทำงานได้เหมือนปกติและ ทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนว่าเปิดวงจรหรือลัดวงจร...31

3.12 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อสายขาด 2 ทาง ระบบก็สามารถทำงานได้เหมือน ปกติ และ ทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนเป็นเปิดวงจร หรือลัดวงจร.....31

3.13 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อชุดควบคุมในเครือข่ายเกิดข้อขัดข้อง เครือข่ายก็ยังทำงานได้เป็นปกติ.....32

3.14 ตำแหน่งอุปกรณ์ตามจุดต่างๆ ที่แสดงโดยคอมพิวเตอร์กราฟิก.....32

4.1 จอแสดงสถานะของระบบแจ้งเหตุ.....35

4.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินที่ติดตั้ง อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1.....41

4.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินที่ติดตั้ง อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2.....41

4.4 แสดงประตูฉุกเฉินในเขตท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ควบคุมโดยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....42

5.1 ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จริงที่ใช้ ทดลองในการทำ Network Token Ring.....44

5.2 ภายในชุดควบคุมมี Card Interface RS-485 และสายที่ใช้เชื่อมต่อ ระหว่างชุดควบคุมไปอีกชุดควบคุมหนึ่ง.....44

5.3 Computer Graphic แสดงชนิดอุปกรณ์และจุดติดตั้งที่แสดงเป็นโปรแกรม AUTOCAD.....45

5.4 เครื่องมือวัดที่ใช้วัดเครือข่าย Network Token Ring ยี่ห้อ Fluke รุ่น MC 877D.....45

5.5 Loop Network ที่นำมาจัดใหม่ทั้ง 44 Node.....52

5.6 เครือข่ายในภาวะปกติ.....59

5.7 เมื่อชุดควบคุมขัดข้องแต่ระบบยังสามารถทำงานได้.....59

5.8 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงลำดับที่ 8 ว่าโนดที่ 29 MISSING.....60

5.9 เมื่อ NODE ใด NODE หนึ่งเกิดขัดข้องขึ้น NODE อื่นๆ ก็ยังคงทำงานได้.....60

5.10 แสดงเมื่อสายขาดเครือข่ายยังทำงานได้.....61

5.11 หน้อจอคอมพิวเตอร์แสดงลำดับที่ 1 และ 8 ในระบบมีสายเครือข่ายขาด.....61

5.12 เมื่อสายขาดโนดทำงานได้และอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงก็ยังทำงานได้.....62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.13 กราฟแสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากห้องศูนย์รักษาความปลอดภัยไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปเครือข่าย เมื่อสายขาดโนดทำงานได้และอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงก็ยังทำงานได้.....62

5.14 กราฟแสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากสถานีดับเพลิงไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปเครือข่าย.....63

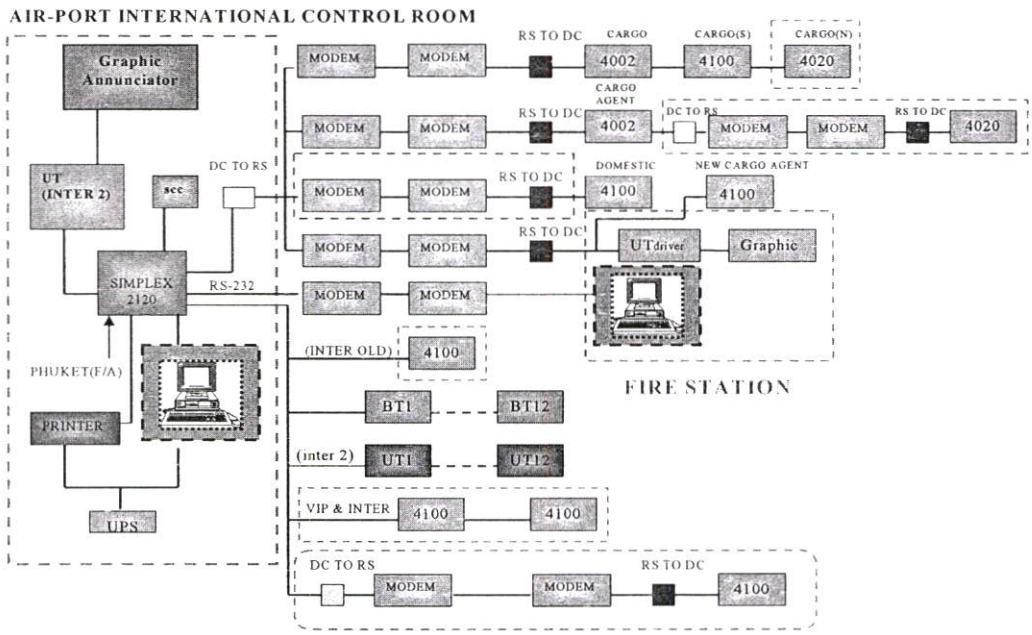
5.15 กราฟแสดงค่าที่สามารถนำมาจัดรูปเป็น Network Token Ring ได้.....63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันเศรษฐกิจได้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเห็นได้จากปัจจุบันมีสิ่งปลูกสร้างอาคารสำนักงานและโรงงานเกิดขึ้นมากมาย สำหรับในเรื่องของเศรษฐกิจ และการลงทุนแล้วความเชื่อมั่นถือเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องให้ความสำคัญ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินคือสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญอย่างมากสำหรับนักลงทุนที่จะมาลงทุนในประเทศของเรา ภัยอย่างหนึ่งที่สร้างความสูญเสียให้กับมวลมนุษย์คืออัคคีภัย ดังคำกล่าวที่ว่าโจรปล้นเจ็ดหนยังไม่เท่ากับไฟไหม้ครั้งเดียว ดังนั้นโรงงานอุสาหกรรมอาคารสำนักงานขนาดใหญ่หรือหน่วยงานที่สำคัญของรัฐจึงต้องมีระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ หน่วยงานสำคัญๆ ของประเทศเช่น ท่าอากาศยาน รัฐสภา พิพิธภัณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นสถานที่ที่เป็นหน้าตาของประเทศยิ่งต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ดังนั้นระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จึงมีความสำคัญอย่างมากดังจะเห็นได้จากที่ผ่านมาได้มีการนำเสนองานวิจัยการออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นำเสนอไว้ แต่วิธีการดังกล่าวยังไม่เหมาะกับระบบที่ออกแบบที่เพิ่งจะวางระบบใหม่ ดังนั้นหากจะใช้วิธีการดังกล่าวกับระบบเดิมอาจจะต้องรื้อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ใช้อยู่ทิ้งไปและออกแบบใหม่ซึ่งทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเสียเวลา สำหรับระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยแบบเก่าที่ใช้อยู่ในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนอาจจะแตกต่างกันไป ดังนั้นจึงได้ยกตัวอย่างระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเก่าที่ได้ใช้อยู่ในท่าอากาศยานสนามบินดอนเมืองมาอ้างอิง ซึ่งระบบแสดงได้ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งการทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ดังกล่าวจะใช้การเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมหลัก (Simplex 2120) และชุดควบคุมย่อย (Simplex 4100) และจะใช้โมเด็มระยะใกล้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุม การทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นซึ่งอาจจะเกิดจากการทำงานของตัวตรวจจับควัน ตัวตรวจจับความร้อนหรือการสั่งด้วยมือ ก็จะมีสัญญาณไปแจ้งเตือนยังชุดควบคุมย่อยเพื่อให้รับทราบบริเวณที่เกิดเหตุ จากนั้นชุดควบคุมย่อยก็จะทำการติดต่อกับชุดควบคุมหลักโดยใช้การส่งสัญญาณผ่านพอร์ต RS-232 ซึ่งพอร์ต RS-232 จะเชื่อมต่ออยู่กับโมเด็มโดยจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลที่ออกจากพอร์ต RS-232 ให้เป็นสัญญาณอนาลอกแล้วส่งผ่านข่ายสายโทรศัพท์ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ติดตั้งอยู่แล้ว จากนั้นสัญญาณจะผ่านไปยังโมเด็มปลายทางและเข้าทางด้านรับของชุดควบคุมหลักเพื่อประมวลผล ซึ่งจากระบบ จะเห็นว่ามีชุดควบคุมหลักเพียงชุดควบคุมเดียวในการสั่งการให้ชุดควบคุมย่อยที่เหลือทำงาน ซึ่งถ้าชุดควบคุมหลักเกิดความเสียหายหรือระบบใช้งานไม่ได้ก็จะไม่สามารถควบคุมชุดควบคุมย่อยได้ที่เหลือ ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือเมื่อโมเด็มเสียหรือสายนำสัญญาณขาดจะทำให้

ชุดควบคุมหลักและชุดควบคุมย่อยไม่สามารถติดต่อกันได้ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จึงไม่สามารถแจ้งเตือนได้ทันเหตุการณ์



รูปที่ 1.1 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเก่าโดยใช้โมเด็มระยะใกล้สำหรับการติดต่อสื่อสาร

1.2 การพัฒนาในงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอวิธีการออกแบบปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี Token Ring มาประยุกต์ต่อเป็นระบบเครือข่าย และจัดชุดควบคุมทั้งหมดให้เป็นชุดควบคุมหลักทุกชุดควบคุม โดยใช้ระบบการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยซึ่งมีขีดความสามารถในการทำงานสูง และสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้หลายรูปแบบรวมทั้งแสดงผลในรูปกราฟิกได้อีกด้วย โดยระบบที่นำเสนอสามารถควบคุมการทำงานให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลถึงกัน หรือส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลรวมได้โดยการส่งผ่านระบบเครือข่าย และถ้าในกรณีที่ชุดควบคุมชุดใดชุดหนึ่งขัดข้องหรือสายสัญญาณชำรุดระบบก็ยังสามารถทำงานได้เหมือนเดิมโดยนำเทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบ Token Ring มาประยุกต์ใช้กับการส่งสัญญาณผ่านพอร์ต RS-485 และยังมุ่งเน้นการนำอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เช่น สายโทรศัพท์ อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต่างๆ นำมาใช้ เพื่อประหยัดงบประมาณของประเทศ

เมื่ออุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ติดตั้งตามอาคารต่าง ๆ ทำงานหรือมีการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะมีคอมพิวเตอร์กราฟฟิกติดตั้งอยู่ที่ศูนย์รักษาความปลอดภัยและสถานีดับเพลิงเพื่อทำ

หน้าที่แสดงการเกิดเหตุเพลิงไหม้ในอาคารต่างๆ ที่เป็นแบบ GUI และคอยตรวจสอบข้อขัดข้องต่างๆ ของชุดควบคุมอยู่เสมอ ในส่วนของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกที่ติดตั้งอยู่ที่ศูนย์รักษาความปลอดภัยและสถานีดับเพลิงจะมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า GCC (Graphic Command Center) โดยมีรายละเอียดคือ Ms Windows Base Platform, 50,000 Point Capacity, Access Network, Auto CAD Background, 500,000 Even History LOG, สามารถต่อโนดได้ถึง 99 โนดซึ่งสามารถรองรับการเพิ่มอุปกรณ์ในอนาคตได้มากมาย

1.3 รายละเอียดในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีการออกแบบปรับปรุงระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 บทโดยบทที่ 1 จะกล่าวถึงที่มาและปัญหาและแนวทางการพัฒนาในงานวิจัย ส่วนเนื้อหาในบทต่อไปมีดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะกล่าวถึง ความหมายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิดของสายสัญญาณ ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ชนิดของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ

บทที่ 3 จะกล่าวถึงทฤษฎีแบบเครือข่ายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ประกอบไปด้วย เทคโนโลยีเครือข่าย การส่งสัญญาณ การเชื่อมต่อเครือข่าย การทำงานเครือข่ายโทเคนริงในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

บทที่ 4 จะกล่าวถึงการทำงานระบบฉุกเฉิน ซึ่งใช้ชุดควบคุมของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้สั่งการ

บทที่ 5 จะกล่าวถึง ผลการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนของการดำเนินงาน ผลการทดลองวัดสัญญาณเครือข่ายรอบสนามบิน และวัดสัญญาณระหว่างชุดควบคุมต่อควบคุม และทำการแสดงเครือข่ายใหม่ของระบบที่มีการทำงานแบบโทเคนริง เมื่อชุดควบคุมใดชุดควบคุมหนึ่งเกิดขัดข้องหรือสายขาดระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ก็ยังคงทำงานได้

บทที่ 6 จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คืออะไร

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้หมายถึงวงจรเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณเตือนภัยในการป้องกันชีวิตและทรัพย์สินอันเนื่องมาจากการเกิดอัคคีภัย ซึ่งจะต้องตอบสนองได้ในทันทีทันใด การที่จะศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในระบบดังกล่าวควรจะทำความเข้าใจถึงการเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเชื้อเพลิงจะเป็นวัสดุแข็งซึ่งการเผาไหม้จะเกิดขึ้นตามลำดับเป็น 4 ระยะด้วยกันดังนี้

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

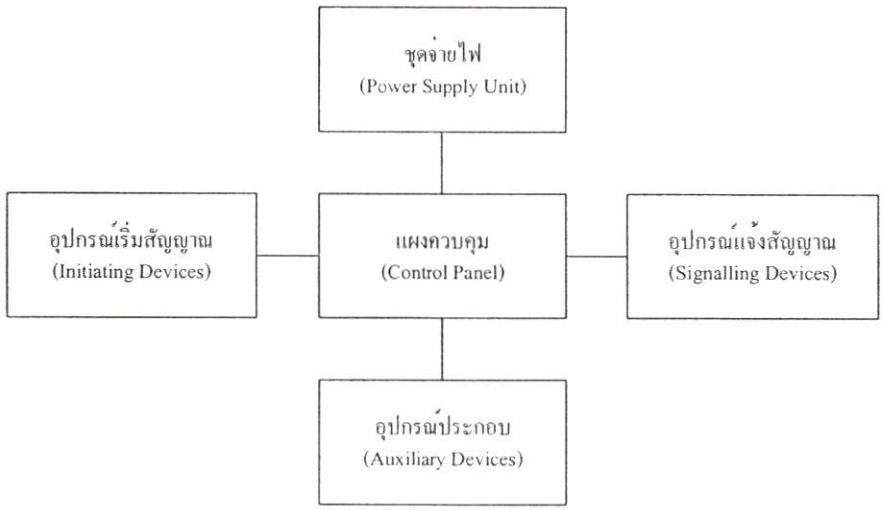
2) ระยะเกิดควัน ถ้าความร้อนที่สลายเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งยังคงดำเนินต่อไปมันจะถึงระยะที่เกิดเป็นควันขึ้น การเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่ทำให้ทั้งปริมาณและมวลสารรวมกันจนเกิดเป็นควันที่มองเห็นได้ในระยะนี้ความร้อนที่ออกมาจะเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่มาก

3) ระยะเกิดเปลวไฟ ระยะนี้จะมีปริมาณความร้อนมากพอที่จะจุดทั้งก๊าซและอนุภาคที่ยังไม่ไหม้ไฟของวัสดุ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวเนื่องจากความร้อนที่ลุกไหม้ขึ้นเมื่อไฟเข้ามาถึงระยะที่ทำให้เกิดเปลวไฟแล้วมันจะเกิดพลังงานพอเพียงที่จะทำให้เกิดการลุกไหม้ต่อไปด้วยตัวของมันเอง และความร้อนจะสูงขึ้นตราบใดที่ยังมีเชื้อเพลิง ออกซิเจน และอุณหภูมิสูงเกินกว่าจุดติดไฟของเชื้อเพลิงนั้นอยู่

4) ระยะเกิดความร้อนสูง ระยะนี้เป็นระยะสุดท้ายของเพลิงเป็นช่วงที่เกิดความร้อนสูงตามมาอย่างรวดเร็ว ถ้าเพลิงลุกลามขึ้นมาถึงขั้นนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากมายและยากที่จะทำการดับลงได้

2.2 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มี 5 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกันดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.2.1 ชุดจ่ายไฟ

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

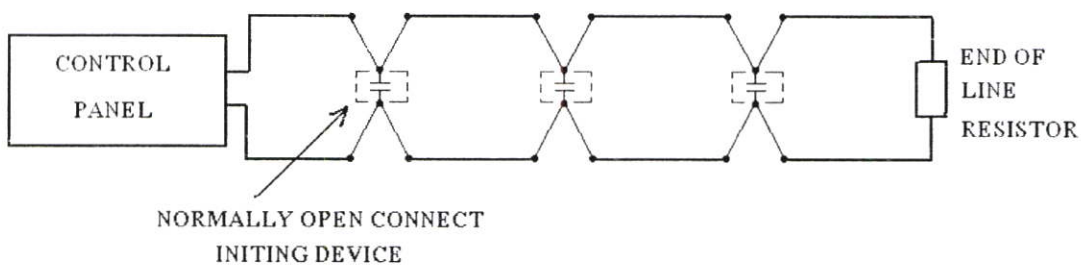
2.2.2 ชุดควบคุม

ชุดควบคุม (Controller) เป็นชุดควบคุมและตรวจสอบการทำงานทั้งหมดของระบบ ซึ่งจะมีการแสดงผลสถานะต่างๆ ของระบบออกมาเป็นรูปของหลอด LED หรือ ตัวหนังสือบนจอ LCD (Liquid Crystal Display) และมีสวิทซ์ Keypad สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ ชุดควบคุมนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังนี้ วงจรเริ่มสัญญาณ (Initating Circuit) เป็นวงจรที่เริ่มแสดงผลของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณทั้งหลาย นอกจากสายไฟที่เดินไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวในกรณีที่สายขาดหรือลงดินของสายไฟนั้นๆ ดังนั้นส่วนนี้สามารถแจ้งสถานะของตัวเองได้ถึง 3 สถานะ คือ สถานะปกติสถานะขัดข้อง (Trouble) และสถานะแจ้งเหตุ (Alarm) วงจรแจ้งสัญญาณ (Indicating Circuit) เป็นวงจรที่รับแสดงผลและควบคุมอุปกรณ์แจ้งสัญญาณทั้งหลายและยังมีการตรวจสอบ (Supervise) เหตุขัดข้อง เนื่องจากสายไฟที่เดินไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวในกรณีที่สายขาด ลัดวงจร หรือแตะดิน ของสายไฟนั้น ดังนั้นส่วนที่สามารถแจ้งสถานะของตัวเองได้ถึง 3 สถานะเหมือนกับวงจรเริ่มสัญญาณ Auxillary Relay Circuit เป็นวงจรที่ทำงานเมื่อเกิดการแจ้งสัญญาณของระบบ

แล้วมีการเชื่อมโยงการทำงาน โดยการสั่งงานไปยังระบบอื่นๆ เช่น การปิดพัดลมในระบบปรับอากาศ, เปิดพัดลมเพื่อควบคุมไฟฟ้า ควบคุมการเปิดประตูทางออกฉุกเฉิน เปิดประตูหนี้ไฟ ปิดประตูกันควันไฟ เปิดระบบดับเพลิง ควบคุมลิฟต์ วงจรเดินสาย (Wiring Diagram) วงจรเดินสายไฟของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้นมีความแตกต่างไปตามมาตรฐานผู้ผลิต ซึ่งพอแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มยุโรปและอเมริกา ซึ่งวงจรการเดินสายไฟที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Two–wire Loop (class B)

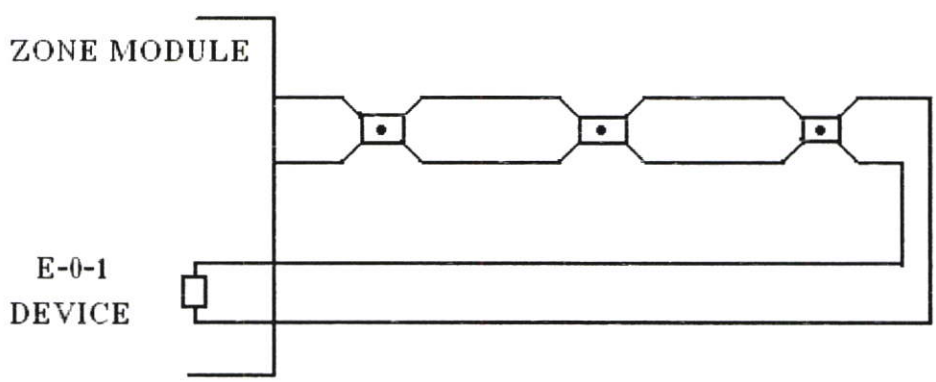
การเดินสายแบบนี้จะมีอุปกรณ์ End of line Resistor ติดไว้ที่ปลายสายเพื่อเป็นการตรวจเช็คกระแสในลูปหากมีสายขาดก็จะมีสัญญาณขัดข้อง (Trouble signal) ดังขึ้นและเมื่อมีสายลัดวงจรจะมีสัญญาณแจ้งเตือนดังขึ้น ซึ่งลักษณะของวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรเดินสายแบบ Two–Wire Loop

2.2.2.2 วงจรเดินสายสัญญาณแบบ Four–wire loop (class A)

การเดินสายแบบ 4 เส้นนี้ ถ้ามีสายขาดจะมีสัญญาณขัดข้อง ดังนั้นอุปกรณ์เริ่มสัญญาณที่ต่อไว้ก็ยังคงสามารถใช้งานได้เหมือนเดิมโดยอาศัยวงจรจากสายอีก 2 เส้นที่เหลือและเมื่อมีสายลัดวงจรก็จะมีสัญญาณเตือนภัยดังขึ้น



รูปที่ 2.3 วงจรเดินสายแบบ Four–Wire Loop

จากรูปที่ 2.3 จะสังเกตว่าในการเดินสายนี้ผู้ติดตั้งไม่ต้องใช้ End of line Resistor ต่อเข้าที่ปลายสายเลยทั้งนี้ในการเดินสายกลับมาที่ 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 ตัวต่อไปนี้จะต้องถึงกันด้วยสายตีเกลียวที่มีชิลด์ (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 Initating Device ของตัวเองแล้วสามารถส่ง Alarm signal ได้โดยไม่ต้องรอ คำสั่งจาก Main Control Panel ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในตัว Field panel เองก็ต้องมี CPU Memory Power Supply change และ Battery ของตัวเองในแต่ละชุด ซึ่งทำให้ราคาของระบบนี้ค่อนข้างจะสูง แต่ในการเพิ่มเติมระบบภายหลังการติดตั้งแล้วนั้นกลับสะดวกมากกว่าระบบ Hardwired เพราะสามารถต่อส่วนเพิ่มเติมเข้ากับ Field panel ได้ทันที และเพียงเปลี่ยนแปลง Software ที่ Main Control Panel ก็สามารถใช้งานได้แล้ว

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

2.2.2.4 สายสัญญาณสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การเดินสาย (Wiring) สำหรับ Fire alarm system นั้น National Electrical Code (NEC) ได้ระบุให้ใช้ Gange wire ที่ถูกต้องดังนี้ ถ้าเป็น Single Conductor wire จะต้องไม่ต่ำกว่า 16 Gange ถ้าเป็น Two Conductor จะต้องไม่ต่ำกว่า 19 Gange ถ้าเป็น Five Conductor หรือมากกว่านั้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 22 Gange 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

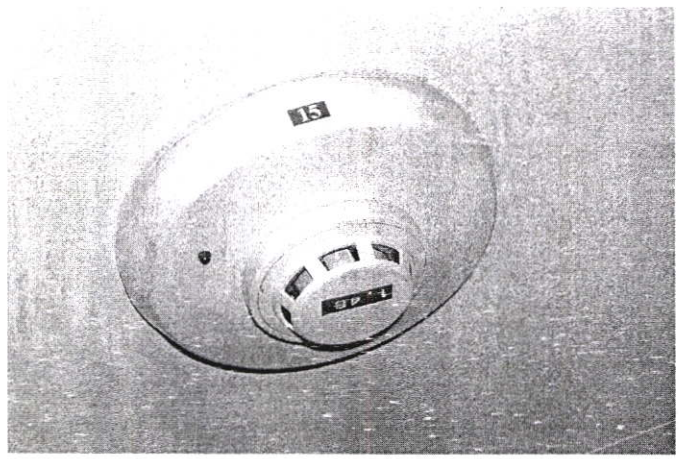
หากใช้สาย 16 AWG ซึ่งมี Resistance = 4.1/1,000 ft

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

2.2.3 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ

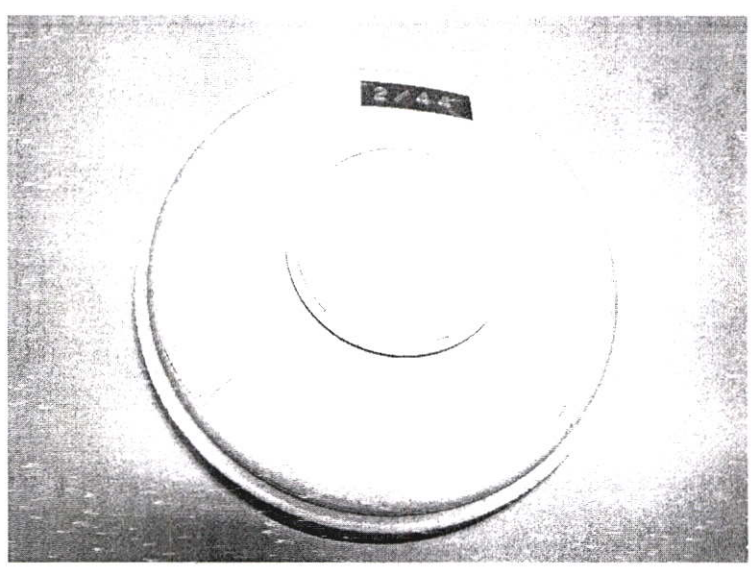
อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือการทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้า โดยใช้สารกัมมันตภาพรังสี ชนิด AMERICIUM 241 เป็นปริมาณน้อยมากสาร AMERICIUM 241 ซึ่งจะอยู่ใน Chamber ซึ่งจะเกิดความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมีผลทำให้กระแสสามารถไหลผ่านได้ โดยที่อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับ อิออน จะมีผลทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วย ซึ่งสถานะเช่นนี้ทำให้การไหลของกระแสลดลงด้วยทำให้ตัวตรวจจับควันแจ้งสถานะแจ้งเหตุทันทีและการทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความเข็มของแสง (Light Source) ซึ่งฉายลำแสงตรงไปยังอุปกรณ์ไวแสง (Photo Sensitive Device)ในสภาวะปกติ เมื่อมีควันเข้ามาบดบังลำแสงที่ฉาย ตรงไปจะทำให้ปริมาณแสงที่ไปตกกระทบอุปกรณ์ไวแสงลดลงจนถึงจุดพิกัดที่กำหนด ทำให้ตัวตรวจจับควันเริ่มแจ้งสถานะแจ้งเตือนทันที นอกจากควันที่ตัวตรวจจับควัน

สามารถตรวจจับได้แล้วยังมีสิ่งที่เป็นอนุภาคเล็กๆ คล้ายควันเช่น ฝุ่นละอองหรือละอองไอน้ำ ตัวตรวจจับควันก็สามารถตรวจจับได้ด้วย ซึ่งตัวตรวจจับควันแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Ionization Smoke Detector

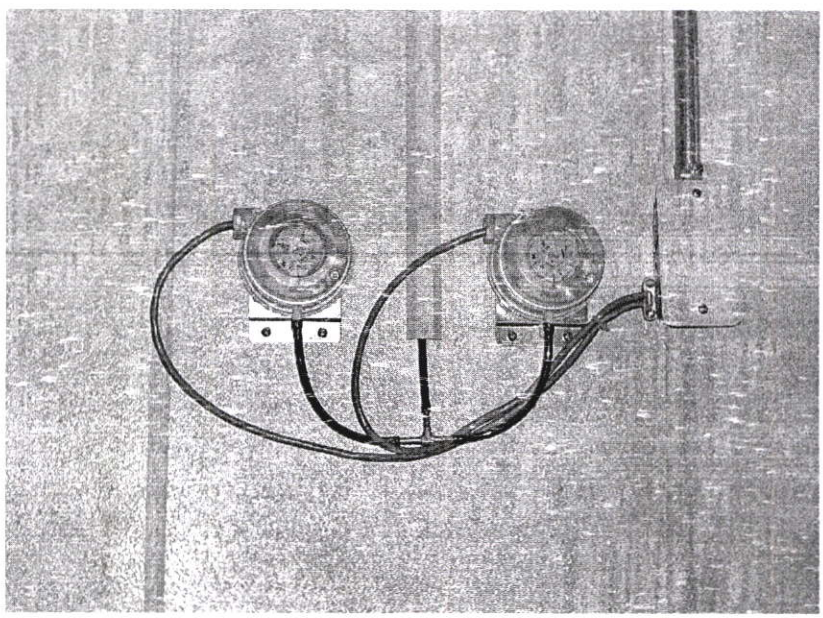
ตัวตรวจจับความร้อน (Heat Detector) มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คืออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate-of-Rise) อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำงานเมื่อมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิได้เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 15 องศาฟาเรนไฮน์หรือ 8.3 องศาเซลเซียสทุกๆ 1 นาที ตัวตรวจจับความร้อนจะแจ้งสถานะแจ้งเตือนทันทีและอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอุณหภูมิคงที่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



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Manual Station เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ดึงหรือทุบเพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยจะทำการติดตั้งในบริเวณที่สามารถพบเห็นได้สะดวกและผลิตด้วยวัสดุสีแดงเพื่อให้ง่ายในการสังเกตุ

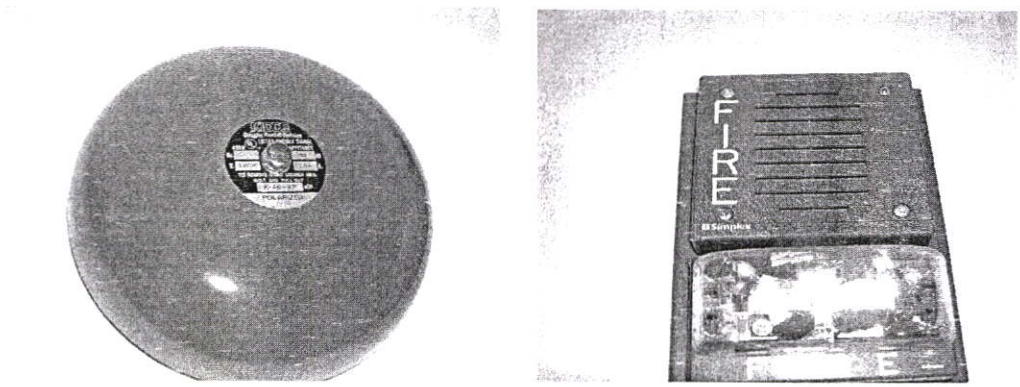
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ Manual Station



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ตรวจสอบควันไฟ

2.2.4 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ

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



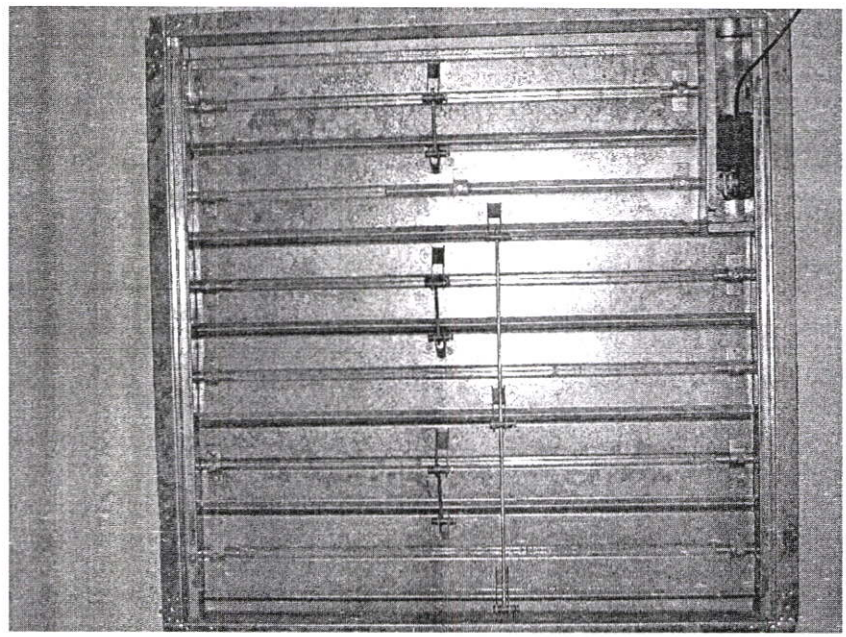
(ก) (ข)

รูปที่ 2.8 อุปกรณ์กำเนิดเสียง (ก) แบบกระดิ่ง (ข) แบบลำโพง

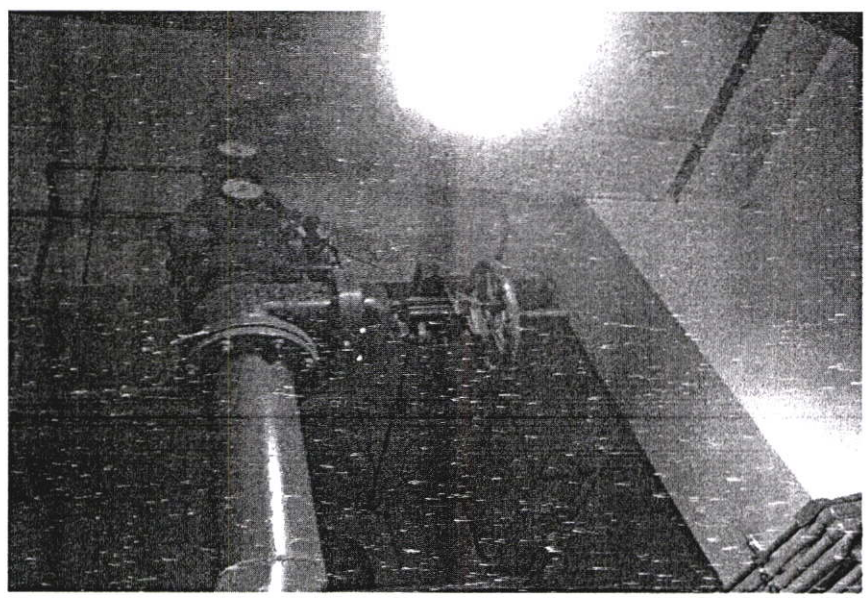
ลำโพงต้องใช้ควบคู่กับชุดขยายเสียง ซึ่งมีระบบสัญญาณ ขนาด 70 หรือ $2.5V_{RMS}$ เสียงที่ออกมาจากลำโพงนั้นเป็นเอาท์พุทที่ผลิตจาก Tone Generator หรือ จะเป็นเสียงพูดจากไมโครโฟนก็ได้ไฟกระพริบเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยใช้ หลักการคายประจุของพลังงาน (Energy Discharge Principle) ซึ่งทำให้เกิดความเข้มการส่องสว่างสูง ในช่วงเวลาสั้นๆ โดยปกติจะมี ช่วงสว่างประมาณ 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

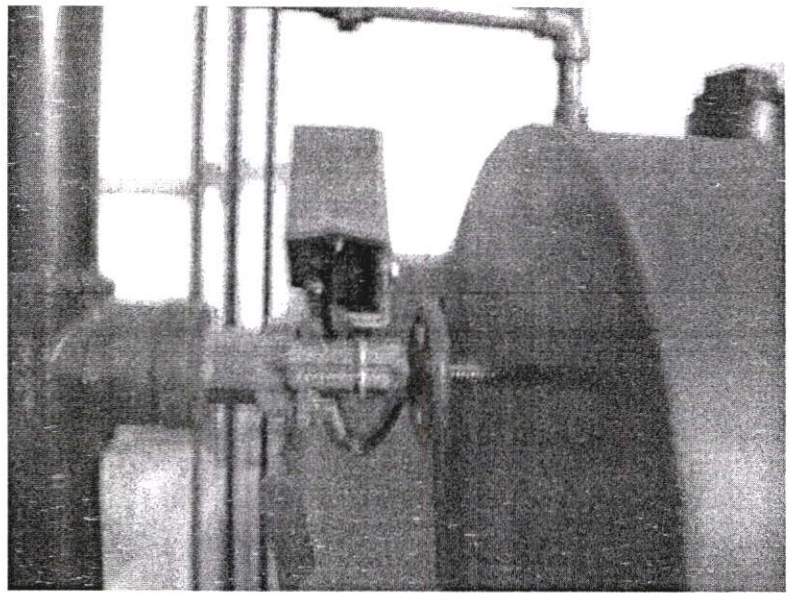
อุปกรณ์ประกอบ คืออุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และช่วยในการระงับเหตุเพลิงไหม้เบื้องต้นประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.9



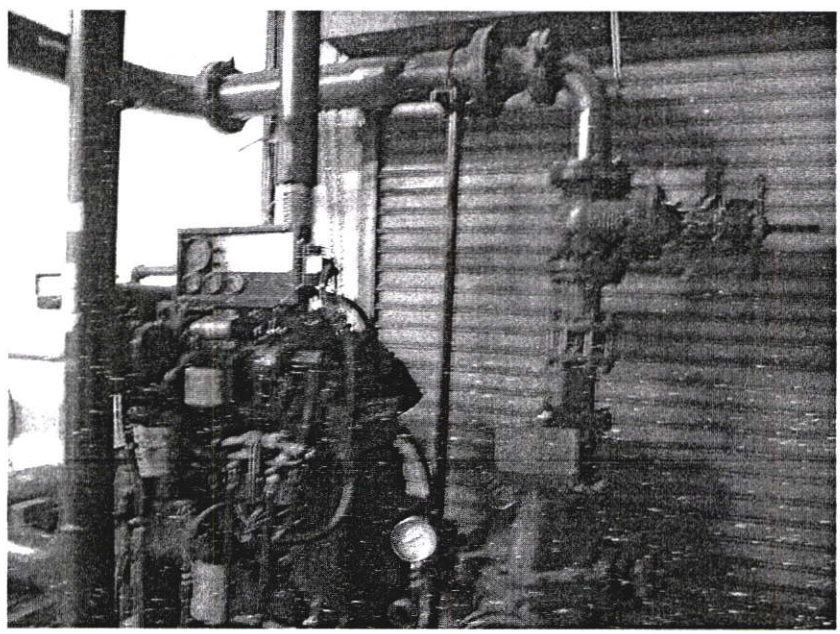
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ที่ระบายอากาศในกรณีที่ดูดควันออกในกรณีที่ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน



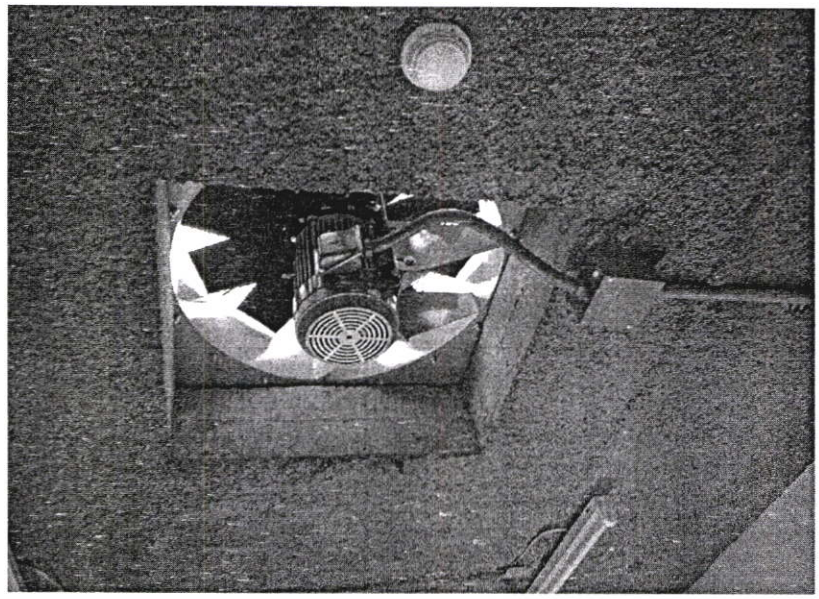
รูปที่ 2.10 Flow Switch ที่ใช้ตรวจสอบแรงดันของน้ำในท่อน้ำกรณีที่มีการใช้ท่อน้ำสำหรับดับเพลิง ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 2.11 Supper Visory เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ให้ปิดวาล์วน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 2.12 ปั๊มน้ำในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้



รูปที่ 2.13 พัดลมดูดควันไฟในกรณีเพลิงไหม้ซึ่งควบคุมโดย ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.3 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

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

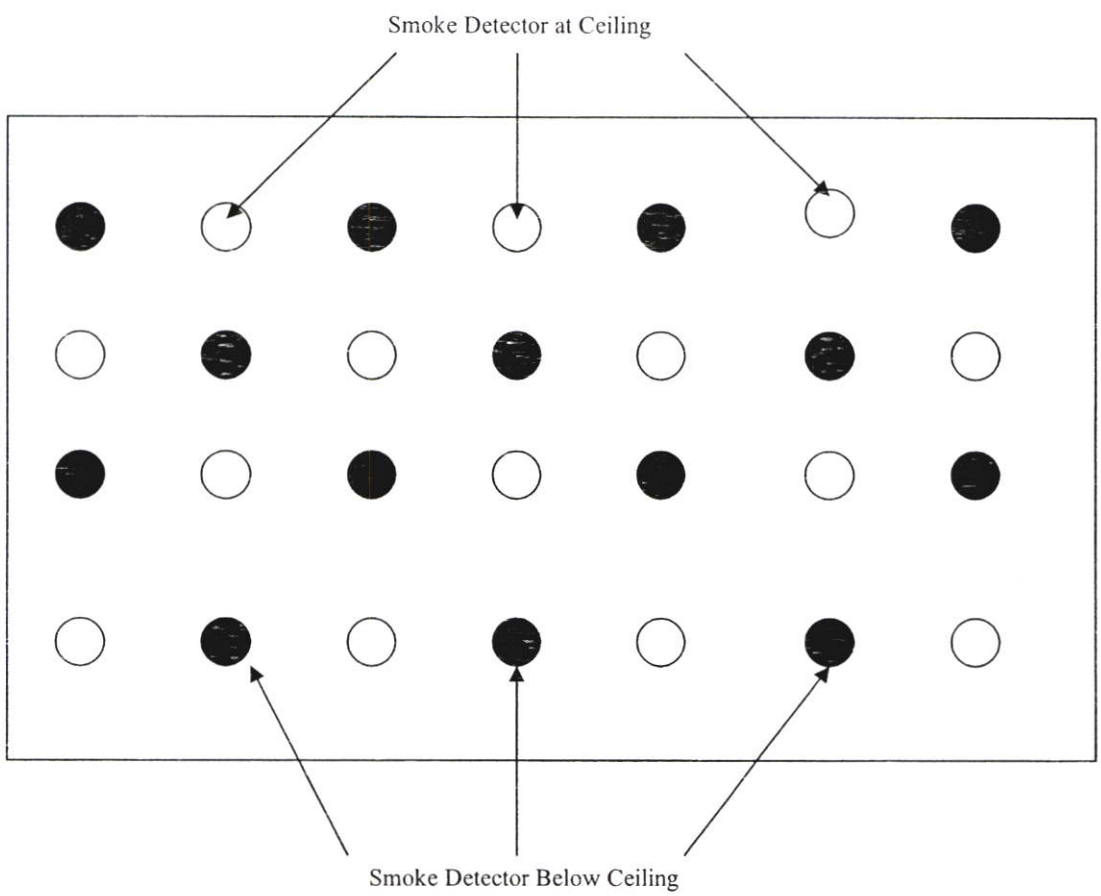
ตารางที่ 2.2 คำนวณระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์และความสูง

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

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

Ceiling Height (ft)		Percent of Listed Spacing
Above To	Up	
24	26	46
26	28	40
28	30	34

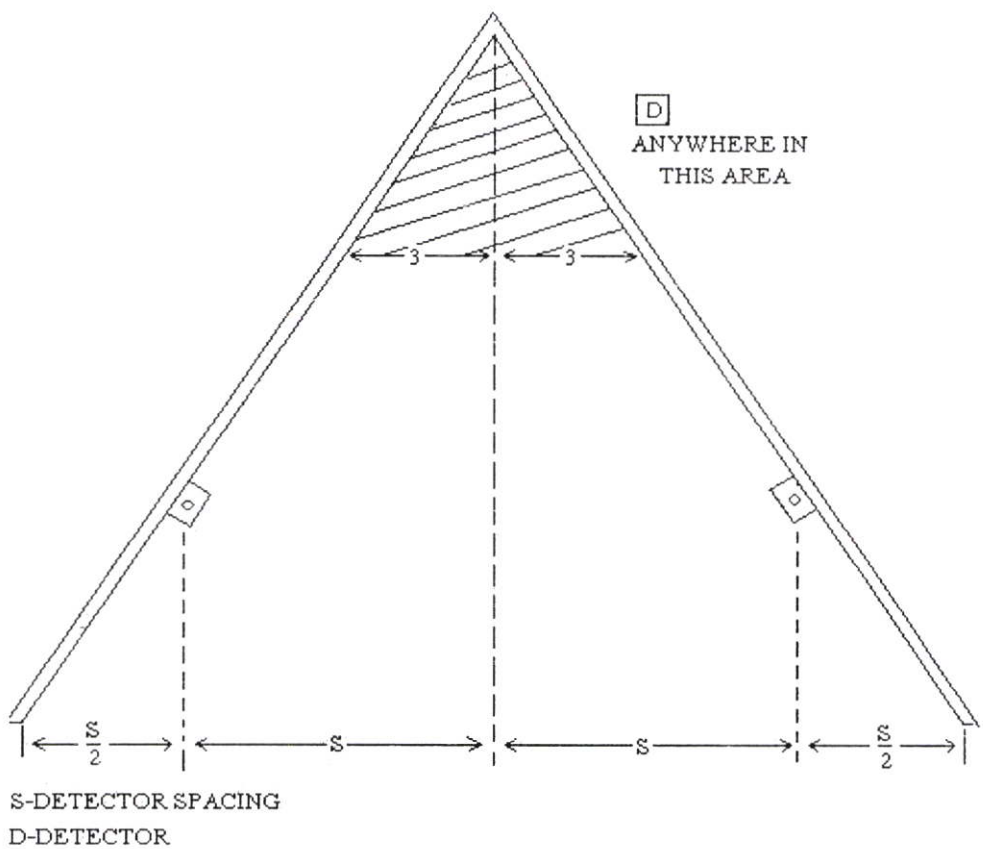
Stratification การแบ่งตัวเป็นชั้นๆ ของอากาศ อาจจะเป็นเครื่องกีดขวางไม่ให้ Smoke Particle ไม่ให้ไปถึงตัว Detector ที่ติดอยู่บนเพดานได้ การแบ่งตัวเป็นชั้นของอากาศจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศที่มี Smoke Particle ร้อนมากขึ้น เนื่องจากการเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้ความหนาแน่นต่ำกว่า อากาศรอบข้าง ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นอากาศส่วนนี้จะลอยขึ้นจนถึงจุดที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างอุณห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



รูปที่ 2.14 การติดตั้ง Smoke Detector ควรให้ส่วนหนึ่งติดตั้งกับเพดานและอีกส่วนหนึ่ง ติดต่ำกว่าเพดาน

2.3.1 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน

ระยะห่างของอุปกรณ์ตรวจจับควันให้ใช้ระยะห่างไม่เกิน 30 ฟุต ทั้งนี้บริเวณนั้นจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างบริเวณที่จะดักจับและตัว Detector เองทั้งนี้เพดานนั้นจะต้องสูงไม่เกิน 15 ฟุต หรือ (4.5 เมตร) ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกน้อยกว่า 8 นิ้ว ถือว่าเป็นเพดานเรียบสามารถติดตั้ง Detector ใต้คาน ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกมากกว่า 8 นิ้ว จะทำให้การไหลของควันช้าลง เนื่องจากคานดังกล่าวให้ลดระยะห่างลงเหนือครึ่งหนึ่งของระบบปกติ ถ้าเพดานมีคานซึ่งมีความลึกน้อยกว่า 18 นิ้ว และช่วงคานเกินกว่า 8 ฟุต ให้แยกเป็นอิสระและติดตั้ง Detector อย่างน้อย 1 ตัว ถ้าเพดานเป็นเพดานจั่วให้คิด Detector แถวแรกภายในระยะ 1 เมตร วัดจากแนวระดับจากจั่ว



รูปที่ 2.15 การคำนวณการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนบนฝาเพดาน

การติดตั้ง Detector ควรห่างจากฝาผนังไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือ ติดบนฝาผนังในช่วง 4-12 นิ้วไม่ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันในบริเวณอาคารที่มีฝุ่นหรือการรมควัน

2.3.2 การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

Spacing ของตัวตรวจจับความร้อน = 30 ฟุต ที่ความสูงเพดานไม่เกิน 10 ฟุต หากเพดานสูงตั้งแต่ 10–30 ฟุต จะต้องลดระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เป็นร้อยละของแต่ละช่วงปกติ ถ้าเพดานมี

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความลึกไม่เกิน 4 นิ้ว ให้ถือว่าเป็นเพดานเรียบสามารถติดตัวตรวจจับความร้อนใต้คานได้ ถ้าเพดานมีความลึกอยู่ในช่วง 4-18 นิ้ว ระยะห่างจะต้องไม่เกิน 2/3 ของระยะปกติ ถ้าเพดานมีความลึกเกินกว่า18 นิ้ว และระยะช่วงคานเกิน 8 ฟุต ให้แยกเป็นอิสระและติดตั้งตัวตรวจจับความร้อนอย่างน้อย 1 ตัว ถ้าเพดานเป็นเพดานจั่ว ให้ติดตัวตรวจจับแถวแรกภายในระยะ 3 ฟุต วัดจากแนวระดับจากจั่วการติดตั้งตัวตรวจจับควรห่างจากฝาผนังไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือติดบนฝาผนังในช่วง 4-12 นิ้ว ทุกจุดบนเพดานเรียบควรห่างจากตัวตรวจจับความร้อนไม่เกิน 0–7 เท่าของระยะปกติ

2.3.3 การออกแบบติดตั้ง Flame Detector

ระยะห่าง (Spacing ของ Flame Detector ควรจะปรึกษาผู้ผลิต) โดยบริเวณที่ดักจับเปลวไฟควรจะอยู่แนวเส้นตรง (Line-of-sight) ไม่ควรมีสิ่งกีดขวางและบริเวณที่ติดตั้งไม่ควรจะมี Flickering light Sources และไม่ควรติดตั้งที่มีการเชื่อมโลหะ

2.3.4 การออกแบบติดตั้ง Manual Station

ติดตั้งสูงจากพื้น 1.1–1.4 เมตร ติดตั้งให้ทั่วบริเวณและไม่ควรมีสิ่งบดบังสายตา การติดตั้งควรติดตั้งใกล้ทางออก ทางหนีไฟที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนโดยติดตั้งอย่างน้อย 1 ชุดต่อ 1 ชั้น และระยะห่างแต่ละตัวจะต้องไม่เกิน 61 เมตร (200 ฟุต)

2.3.5 การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นแบบโซน

การที่สามารถค้นหาจุดที่เกิดเหตุได้เร็วเท่าไร นั่นหมายความว่า ความสามารถการระงับเหตุก็จะมากขึ้นด้วย ดังนั้น การจัดโซนจึงมีความสำคัญมากในการออกแบบระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ถึงแม้จะไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการจัดโซน แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบควรจะยึดถือแนวทางดังต่อไปนี้ ต้องจัดโซนอย่างน้อย 1 โซนต่อ 1 ชั้น ควรจะแบ่งโซนจากพื้นที่บริเวณที่ไม่เกี่ยวกัน หรืออยู่ห่างกันมาก เช่น การแบ่งปีก ซ้ายขวาของอาคารเป็นปีกละ 1 โซน เป็นต้น ไม่ควรจัดโซนโดยราบพื้นที่ ที่ทำให้การค้นหาจุดเกิดเหตุได้ยาก เช่น ไม่ควรจัดให้ในโซนเดียวกันประกอบด้วยหลายอาคาร หลายชั้น เป็นต้น ไม่ควรออกแบบให้มี Detector มากกว่า 20 ตัวใน 1 โซน ยกเว้นว่า ในโซนนั้นเป็นบริเวณที่กว้าง สามารถมองเห็นได้อย่างรวดเร็ว

2.4 การทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

โดยปกติการสื่อสารระหว่างตู้ควบคุม 2120 และตู้ควบคุมย่อยจะสื่อสารด้วยสัญญาณแบบอนุกรม โดยเฉพาะของระบบฯซึ่งเรียกว่า Digital Communication (DC) แต่มีข้อจำกัดที่สายสัญญาณในแนวเดียวกันจะส่งสัญญาณได้ไม่เกิน 10000 ฟุต 3 กม. ดังนั้นในกรณีที่มีสายสัญญาณเกินกว่า 3 กม. จึงต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณให้สื่อสารได้ไกลขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้คือ FSK โมเดม แต่เนื่องจากโมเดมนั้นจะส่งสัญญาณในรูปแบบโปโตคอลมาตรฐานอนุกรม

63381

แบบ RE-232 เท่านั้น จึงต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณ DC ให้เป็น RS 232 โดยอุปกรณ์ DC TO RS232 CONVERTER และเมื่อสื่อสารผ่านโมเดมแล้วจะต้องแปลงสัญญาณกลับเป็น DC อีกครั้ง โดยใช้ RS232 TO DC CONVERTER เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับตู้ควบคุมย่อยที่ต้องการ โดยการใช้โมเดมในการสื่อสารนี้จะทำให้ชุดสัญญาณในเส้นทางเดียวกัน (ROUTE) สามารถต่อเชื่อมกันได้ไกลชุดละ 3 กม. และสามารถใช้ชุดโมเดมได้ถึง 4 ชุด ต่อ CONVERTER 1 ชุด ทั้งนี้การสื่อสารระหว่าง FSK MODEM สามารถใช้สายสื่อสาร ชนิด Direct Connect ได้ทุกชนิดที่มีขนาดไม่น้อยกว่า # 22 AWG โดยไม่จำเป็นต้องใช้สายที่ชีลด์ (Shield) หรือสายชนิดตีเกลียวหรือใช้สายโทรศัพท์ที่ต่อตรงถึงกันโดยไม่มีเลขหมาย ไม่มีกระแส ทั้งนี้โมเดมที่ใช้ในระบบยังสามารถใช้สื่อสารข้อมูลชนิด RS-232 สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ ได้เช่น จอภาพแสดง เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการแจ้งเตือนขึ้นซึ่งอาจจะเกิดจากการทำงานของตัวตรวจจับควันที่ตัวตรวจจับควันได้ ตัวตรวจจับความร้อนที่ตรวจจับความร้อนได้ หรือ Manual Station ถูกดึงก็จะมีสัญญาณไปแจ้งเตือนยังชุดควบคุมย่อยเพื่อให้รับทราบบริเวณที่เกิดเหตุ จากนั้นชุดควบคุมย่อยก็จะทำการติดต่อกับชุดควบคุมหลักโดยใช้การส่งสัญญาณผ่าน Port RS-232 ซึ่ง Port RS-232 จะเชื่อมต่ออยู่กับโมเด็ม ซึ่งจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลที่ออกจาก Port RS-232 ให้อยู่ในรูปของสัญญาณอนาลอกแล้วส่งผ่านข่ายสายโทรศัพท์ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ติดตั้งอยู่แล้ว จากนั้นสัญญาณจะผ่านไปยังโมเด็มปลายทาง และเข้าทางด้านรับของชุดควบคุมหลัก เพื่อประมวลผล ถ้าชุดควบคุมย่อยที่มีระยะทางใกล้ๆ ก็สามารถติดต่อกับชุดควบคุมหลักได้เลย โดยไม่ต้องใช้โมเด็ม ซึ่งจากระบบจะเห็นว่ามีชุดควบคุมหลักเพียงชุดควบคุมเดียวในการสั่งการให้ชุดควบคุมย่อยที่เหลือทำงาน ซึ่งถ้าชุดควบคุมหลักเกิดความเสียหาย หรือระบบใช้งานไม่ได้ก็จะไม่สามารถควบคุมชุดควบคุมย่อยได้ที่เหลือและข้อเสียอีกประการคือ เมื่อโมเด็มเสียหรือสายสัญญาณขาดจะทำให้ชุดควบคุมหลัก และชุดควบคุมย่อยไม่สามารถติดต่อกันได้ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ก็ไม่สามารถแจ้งเตือนได้

ในส่วนขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เกิด ALARM ซึ่งเกิดจากการทำงานของตัวตรวจจับควันที่ตรวจจับควันได้ ตัวตรวจจับความร้อนที่ตรวจจับความร้อนได้หรือ MANUAL STATION ถูกดึง จะทำให้มีเสียงแจ้งเตือนที่เกิดจากระดิ่งหรือลำโพงและแสงจาก STROBE LIGHT ที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่เกิด ALARM ดังขึ้นทันทีในขณะเดียวกันชุด COMPUTOR GRAPHIC 4190 ที่ติดตั้งอยู่ที่ห้องศูนย์รับ–ส่งข่าวอาคารสถานีดับเพลิง ทกท. 2 ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ท่าอากาศยานกรุงเทพและที่ติดตั้งอยู่ ณ ห้องศูนย์รักษาความปลอดภัยฝ่ายรักษาความปลอดภัย ท่าอากาศยานกรุงเทพจะแสดงสถานที่ที่เกิด ALARM พร้อมกัน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้รับทราบทันที เจ้าหน้าที่ทั้ง 2 หน่วย จะติดต่อประสานกันเพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของการเกิด ALARM โดยฝ่ายรักษาความปลอดภัย จะติดต่อประสานเจ้าหน้าที่ ที่รับผิดชอบพื้นที่บริเวณที่ระบบ ฯ เกิด ALARM และฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัยจะนำรถดับเพลิงขนาดเล็กออกตรวจสอบพื้นที่ทันที หากตรวจพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ก็จะทำการดับเพลิงต่อไปหากตรวจสอบพบว่าการเกิด

ALARM มีสาเหตุจากการกระทำของผู้ประกอบการ หรือผู้อยู่อาศัยในอาคาร ซึ่งไม่เกิดเหตุเพลิงไหม้ เจ้าหน้าที่แนะนำการทำงานของอุปกรณ์ให้ ผู้ประกอบการหรือผู้อยู่อาศัยได้รับทราบแต่หากไม่เชื่อฟังอาจจะว่ากล่าวตักเตือนหรือพิจารณาดำเนินการตาม บทลงโทษตามพระราชบัญญัติป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2542 ต่อไป

บทที่ 3
ทฤษฎีแบบเครือข่ายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

3.1 เทคโนโลยีเครือข่ายแบบ Token Ring

เทคโนโลยีเครือข่ายแบบโทเคนริง (Token Ring) ประกอบไปด้วยสองมาตรฐานที่สำคัญ มาตรฐานแรกเป็นของบริษัท IBM อีกมาตรฐานหนึ่งเป็นของสถานบัน IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ใช้ชื่อมาตรฐานว่า IEEE 802.5 โดยพัฒนามาจากมาตรฐานของ IBM ทั้งสองมาตรฐานมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือมาตรฐาน IBM มีการกำหนดโทโปโลยีเป็นแบบดาวโดยใช้สายคู่พันเกลียว ส่วนมาตรฐานของ IEEE นั้นไม่ได้กำหนดมาตรฐานโทโปโลยีว่าจะต้องเป็นแบบใด เครือข่าย LAN แบบโทเคนริงตามมาตรฐานของ IEEE นั้นกำหนดให้ใช้โทโปโลยีแบบวงแหวนโดยมีข้อมูลสื่อสารสั้นๆ ที่เรียกว่าโทเคน (Token) เป็นตัวกำหนดว่าเครื่องใดสามารถส่งข้อมูลได้ (โดยเฟรมบนเครือข่ายจะประกอบไปด้วยโทเคนริงและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลของผู้ใช้งานหรือข้อมูลของระบบที่ใช้ในการควบคุมการจัดการเครือข่ายแบบโทเคนริง) โทเคนจะถูกส่งให้วิ่งไปรอบๆ เครือข่ายถ้าเครื่องใดสามารถครอบครองโทเคนได้จะสามารถส่งข้อมูลได้ หากเครื่องใดได้โทเคนแต่ไม่มีข้อมูลที่จะส่งก็จะผ่านโทเคนไปยังเครื่องอื่นที่อยู่ถัดไป ซึ่งเครือข่ายแบบอีเทอร์เน็ตจะไม่มีกระบวนการทำงานแบบนี้ โดยในเครือข่ายแบบอีเทอร์เน็ตจะอาศัยการตรวจจับการชนกันของสัญญาณในขณะทำการส่งแทนที่จะเป็นการป้องกันการชนกันของข้อมูลก่อน ซึ่งข้อมูลบนเครือข่ายแบบโทเคนริงนี้การชนกันของข้อมูลในขณะส่งจะไม่เกิดขึ้น โทเคนที่ไม่ว่าง (โทเคนที่ถูกทำเครื่องหมายว่ากำลังถูกใช้งานในการส่งข้อมูล) จะถูกส่งต่อไปรอบวงจนกระทั่งถึงเครื่องปลายทางที่กำหนดเป็นผู้รับ เครื่องที่เป็นผู้รับจะทำการยืนยันว่าได้รับข้อมูลแล้วโดยทำเครื่องหมายลงในโทเคนนั้นจากนั้นโทเคนก็จะเดินทางไปจนถึงเครื่องต้นทางที่เป็นผู้ส่ง เครื่องที่เป็นผู้ส่งก็จะทำการลบข้อมูลที่ติดอยู่กับโทเคนนั้น แล้วตามด้วยการลบเครื่องหมายที่แจ้งว่าไม่ว่าง ออกไป จากนั้นก็จะปล่อยโทเคนเป็นอิสระสู่เครือข่ายเพื่อให้เครื่องอื่นได้มีโอกาสใช้งานได้ต่อไป

เครือข่ายแบบโทเคนริงของ IBM จะมีลักษณะการทำงานดังที่กล่าวมาแล้วทุกประการ แต่เนื่องมาจากรูปแบบโทโปโลยีที่แตกต่างกัน การเดินทางของโทเคนจึงเป็นไปในอีกรูปแบบหนึ่ง แทนที่จะเชื่อมต่อกันเป็นวงแหวนจริงๆ (เชิงกายภาพที่มองเห็นลักษณะสายสัญญาณเดินเป็นวงแหวน) แต่เครื่องต่างๆ จะถูกเชื่อมต่อกันเป็นแบบรูปดาวโดยใช้อุปกรณ์ตัวกลางที่เรียกว่า MultiStation Access Unit (MSAU) หรืออาจเรียกว่า Smart MultiStation Access Unit (SMAU) ในลักษณะของวงกลมแบบทางเดียวนั้น MASU จะส่งผ่านข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งตามเส้นทาง

ของเครือข่ายรูปดาว โดยอุปกรณ์ MASU แต่ละตัวจะสามารถรองรับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 8 เครื่อง และสามารถต่อพ่วง MASU เข้าหากันได้สูงสุดถึง 33 เครื่อง เพื่อขยายขอบเขตของเครือข่ายออกไป

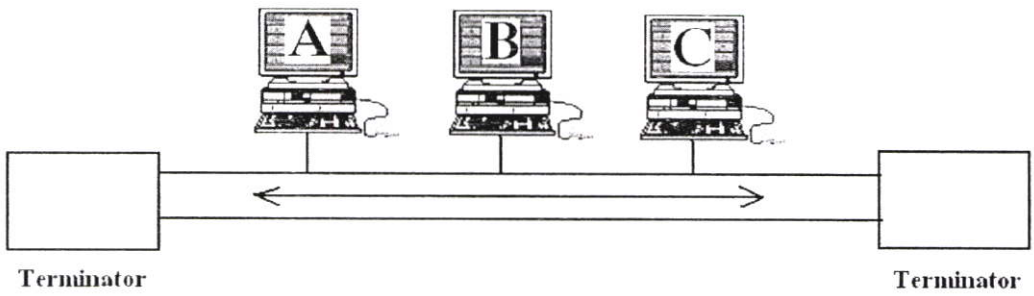
เครือข่ายแบบโทเคนริงนั้นยังมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทำงานได้ ในกรณีที่เกิดความผิดพลาด (มีความคงทนต่อความผิดพลาดหรือ Fault–tolerrant) เช่นการกำหนดคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งให้ทำหน้าที่เป็นมอนิเตอร์ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าจะต้องมีสัญญาณโทเคนอยู่ตลอดเวลา และควบคุมให้มีเพียงโทเคนเดียวเท่านั้นในเครือข่าย นอกจากนี้ทุกเครื่องในเครือข่ายเองก็มีส่วนช่วยในการแบ่งแยกจุดที่ผิดพลาดออกจากเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์ใดที่ทราบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจะส่งสัญญาณพิเศษที่เรียกว่า Beacon จากเครื่องออกมาสู่เครือข่ายไปยังเครื่องถัดไปโดยสัญญาณที่ส่งออกไปจะถูกส่งต่อไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเครื่องต้นกำเนิดสัญญาณได้รับสัญญาณ Beacon นี้จากเครื่องที่อยู่ก่อนหน้าตนเอง กรณีนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่หลังจากจุดที่เกิดปัญหาก็คือเครื่องทำหน้าที่ส่งสัญญาณ ด้วยเหตุที่ว่าสัญญาณ Beacon เป็นตัวบ่งชี้เครื่องผู้ส่งสัญญาณออกมาซึ่งก็จะแสดงว่าเครื่องที่อยู่ถัดขึ้นไปเป็นเครื่องที่มีปัญหา ข้อมูลที่ได้จาก Beacon นี่เองที่นำมาปรับปรุงข้อมูลของเครือข่ายและตัดจุดที่มีปัญหาออกไป อุปกรณ์ MSAU เองก็ใช้สัญญาณ Beacon ตรวจหาเครื่องที่มีปัญหา เครื่องใดเปิดทำงาน และส่วนของเครือข่ายส่วนที่ผิดปกติ (รวมถึงสายสัญญาณที่มีปัญหาด้วย) โดยหากพบจะตัดจุดที่เกิดปัญหานั้นออกจากเครือข่าย

มาตรฐาน IEEE 802.5 และ IBM ขนาดของโทเคนจะมีขนาด 3 ไบต์ไบต์แรกกำหนดจุดเริ่มต้นของโทเคนริงไบต์ต่อมาคือ Access Control Byte จะเป็นไบต์ที่กำหนดความสำคัญและค่าสงวนให้กับโทเคนของเครือข่ายระดับความสำคัญนั้นมีไว้เพื่อ ให้เครื่องบางเครื่องบนเครือข่ายมีสิทธิพิเศษในการรับ/ส่งข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งปกติแล้วเครื่องทุกเครื่องจะมีค่ามาตรฐานของตนเองอยู่ค่าหนึ่ง แต่เครื่องที่มีค่านี้สูงกว่าเครื่องอื่นๆ ก็จะสามารถถือโทเคนในเครือข่ายเพื่อใช้ส่งข้อมูลได้ก่อน ไบต์สุดท้ายเป็นตำแหน่งปิดท้ายจะเป็นตัวบ่งชี้จุดสิ้นสุดของโทเคนริงเครือข่าย LAN แบบโทเคนริงนั้นเหมาะกับงานที่ต้องการรับประกันอัตราความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูล รวมทั้งงานที่ต้องการระบบความแน่นอนที่สามารถใช้งานได้ดี แม้มีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบโดยทั่วไปแล้วความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูลตามมาตรฐานโทเคนริงจะอยู่ที่ 4-16 Mbps

3.2 ลักษณะการแพร่ของข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย

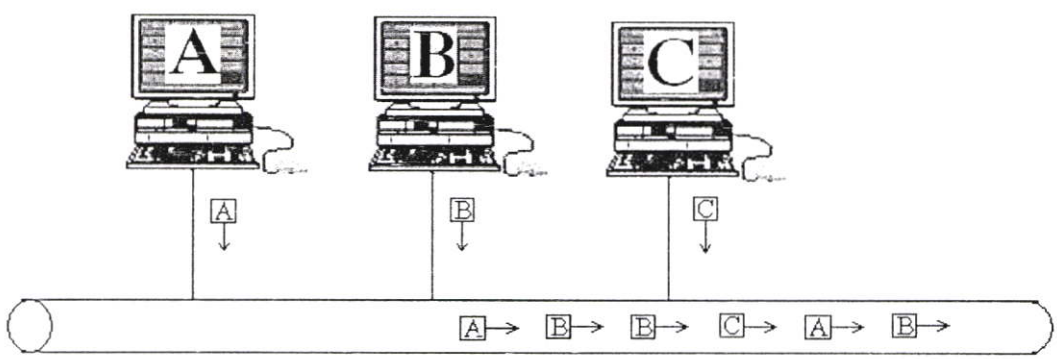
3.2.1 การแพร่ข่าวสารแบบ Base band

มีลักษณะพิเศษ ได้แก่การแพร่ข่าวสารในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล ตัวอย่าง การแพร่ข่าวสารบนระบบเครือข่าย LAN เช่น 10 Base หมายถึงการแพร่ข่าวสารแบบ Base Band ที่มีความเร็ว 10 Mbps นอกจากนี้ สัญญาณแบบ Base band มีลักษณะการไหลของข้อมูลข่าวสารแบบ 2 ทิศทาง เช่นเดียวกับระบบ เครือข่าย LAN แบบ Ethernet ชุด 10Base 100Base หรือ 1000Base ต่างก็มีทิศทางการไหลของข้อมูลบนเครือข่ายแบบ 2 ทิศทาง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อของ LAN แบบที่ที่มีการไหลของข้อมูล 2 ทิศทาง

ยิ่งไปกว่านั้นคำว่า Base band หมายถึง สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจาก เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากต้นทางเป็นอย่างไร เมื่อสัญญาณ ไปถึงปลายทางก็เป็นอย่างนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



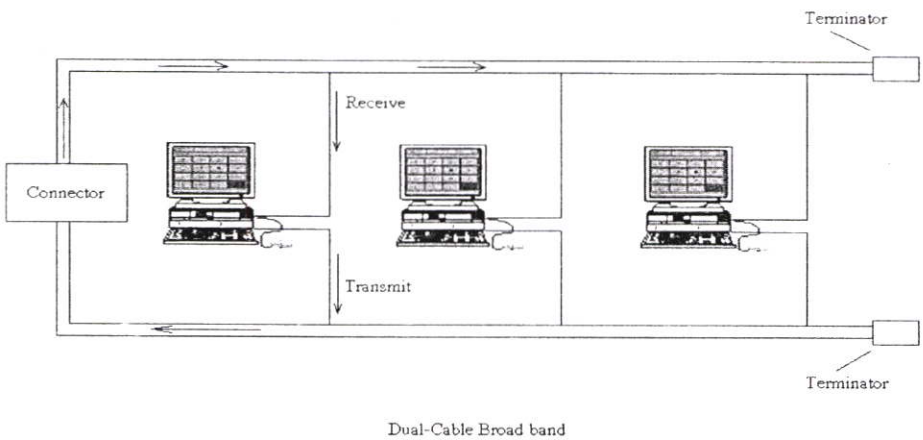
รูปที่ 3.2 การส่งข้อมูลแบบ TDM บน LAN

นอกจากนี้การแพร่ของข้อมูลบนเครือข่าย ที่ใช้ Base band ก็มีกฎอยู่ว่า ในเวลาหนึ่งมีเพียงคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวในเครือข่ายเท่านั้นที่สามารถแพร่ข้อมูลข่าวสารในขณะนั้น หมายความว่าในเวลาเดียวกัน หากมีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องแพร่ข้อมูลข่าวสารออกมาที่เดียวพร้อมกัน ก็จะเกิดปัญหาการชนกันของสัญญาณ (Collision) เราเรียกเงื่อนไขการแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบนี้ว่าเงื่อนไขการแพร่ข้อมูลแบบ Time Division Multiplexing หรือ TDM

3.2.2 การแพร่ข่าวสารแบบ Broad band

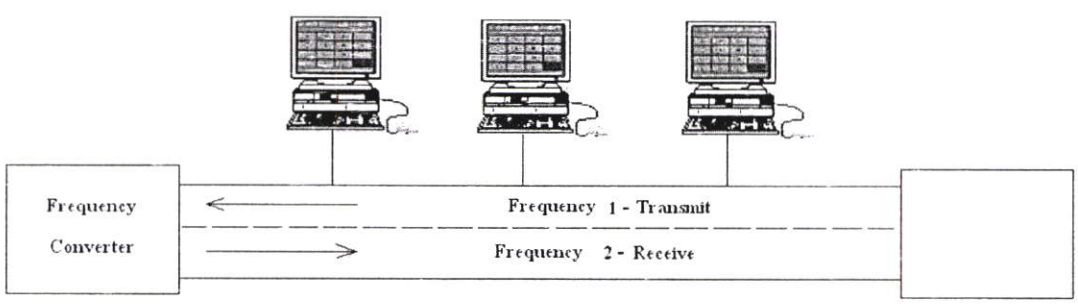
ลักษณะพิเศษการแพร่ของข้อมูลข่าวสารแบบ Broad band ได้แก่เป็นทิศทางการไหลของข้อมูลข่าวสารแบบทิศทางเดียว นอกจากนี้สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากแหล่งอาจมีการเปลี่ยนแปลง

ก่อนที่จะไปถึงผู้รับก็เป็นได้ ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลแบบนี้บนเครือข่ายแบบ LAN ใช้สายสัญญาณถึง 2 เส้นมาเชื่อมต่อกันแบบหัวท้าย ทั้งนี้เพื่อให้เป็นสัญญาณที่ไปและกลับ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อแบบ Broad band บนเครือข่าย LAN

นอกจากนี้การแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบ Broad band จะต่างกับการแพร่ข้อมูลข่าวสารแบบ Base band ตรงที่ในเวลาหนึ่งๆ สามารถมีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องที่สามารถ แพร่ข้อมูลข่าวสารได้พร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งเราจะเรียกวิธีการแพร่ข้อมูลข่าวสารนี้ว่า Frequency Division Multiplexing (FDM)



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อ Broad band ที่คอมพิวเตอร์ต่างก็มีสัญญาณของตนเอง

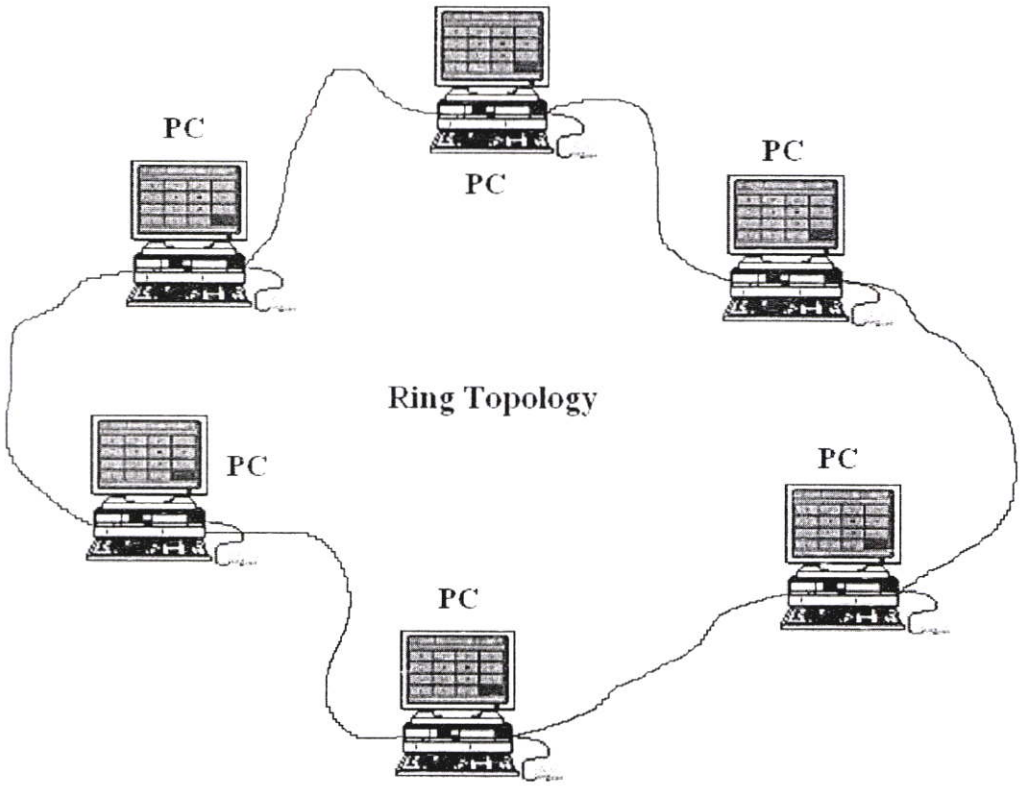
3.2.3 ทฤษฎีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อใช้งาน

วิธีการเข้าถึงเครือข่ายเพื่อการใช้งาน หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันได้ ในการนี้จะต้องมีข้อกำหนดที่ใช้ควบคุมและจัดระเบียบการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันบนเครือข่ายเรียกกว่าโปรโตคอล วิธีการเข้าถึงเพื่อการใช้งานบนเครือข่าย เราสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้ แบบ Random เป็นลักษณะที่เครื่อง

คอมพิวเตอร์บนเครือข่ายสามารถเข้าสู่เครือข่ายแบบไม่ต้องรอคิวหรือไม่ต้องรอคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด ๆ บนเครือข่ายเพื่อทำการแพร่ข้อมูลซึ่งการเข้าถึงเครือข่ายแบบนี้ อาจทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า Collision ขึ้นมาได้ ตัวอย่างของโปรโตคอล ที่ใช้ในที่นี้ได้แก่ CSMA/CD (เป็นโปรโตคอล ที่ใช้กับเครือข่ายระบบ Ethernet) แบบ Distributed เป็นลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย จะสามารถเข้าถึงเครือข่ายได้จำเป็นจะต้องรอคิวเสียก่อน หมายความว่า จะต้องรอให้มีสัญญาณมาสั่งการ หรือให้สัญญาณแก่คอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะใช้งานบนเครือข่าย เสียก่อนจึงจะสามารถส่งข้อมูลกันได้ ตัวอย่างของ โปรโตคอลที่ใช้ในที่นี้ได้แก่ Token Ring ซึ่งเป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อแบบวงแหวนซึ่งอาศัยสัญญาณที่ชื่อว่า Token ซึ่งล่องลอยแบบหมุนเวียนบนเครือข่าย ให้วิ่งไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเข้าสู่การใช้งานเครือข่ายเสียก่อน และเช่นเดียวกันเครือข่ายแบบ Token Ring นี้อาศัย Token ในการส่งข้อมูลบนเครือข่าย แบบรวมศูนย์ Centralized การเข้าเครือข่ายแบบนี้เป็นลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ บนเครือข่ายจะสามารถแพร่ข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายได้ ต้องได้รับการอนุญาตจากคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์หลักที่ควบคุมการเข้าถึงเครือข่ายตัวอย่างของระบบที่เป็นแบบรวมศูนย์ ได้แก่แบบ Polling แบบนี้จะต้องมีคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวหลัก(Master) บนเครือข่าย ที่จะทำการส่งสัญญาณไปตามคอมพิวเตอร์ต่างๆ แบบมีลำดับเรียงกันไปโดยที่คอมพิวเตอร์ใดที่ได้รับสัญญาณนี้ก็จะมีสิทธ์ในการส่งข้อมูลได้ 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 สายสัญญาณจะถูกล็อกเอาไว้สำหรับคอมพิวเตอร์ทั้งสอง 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

3.2.4 การเชื่อมต่อแบบ Ring Topology

เป็นการเชื่อมต่อแบบวงแหวนหรือลูปโดยที่แต่ละโนดบนเครือข่ายมีจุดเชื่อมต่อทั้งสองด้านเพื่อเชื่อมต่อโนดต้นทางและปลายทางเข้าหากันเป็นลูปดังรูปที่ 3.5



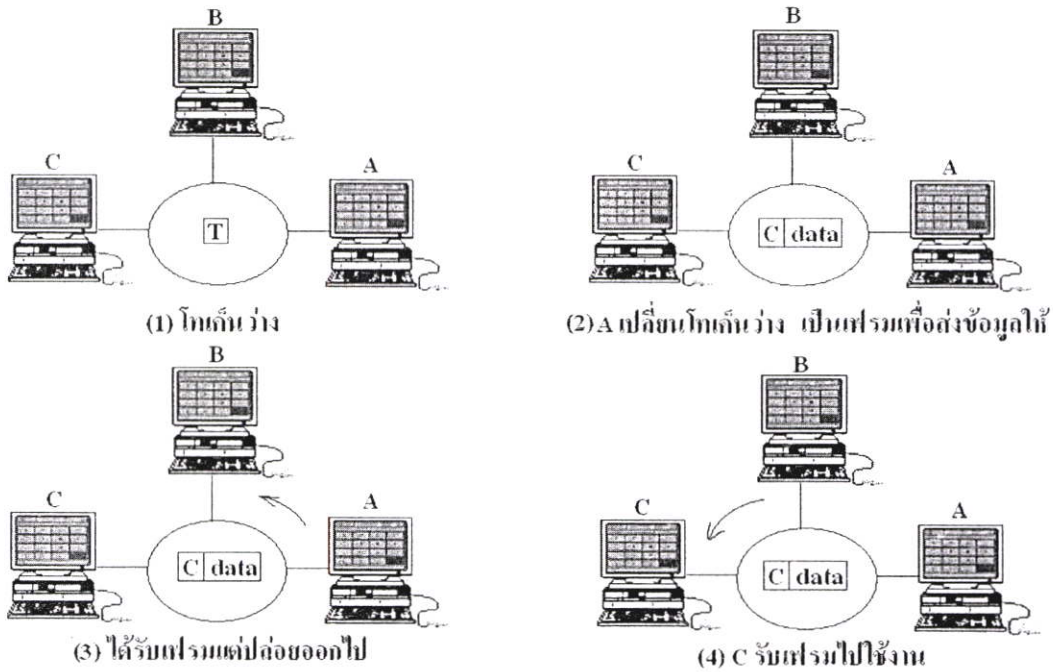
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบวงแหวน

ตัวอย่างของเครือข่ายชนิดนี้ ได้แก่ IBM Token Ring ซึ่งมีวิธีการเข้าถึงเครือข่ายแบบ Distributed และสัญญาณที่วิ่งภายในเครือข่าย จะเป็นลักษณะแบบวนไปมา สัญญาณดังกล่าว เราเรียกว่า 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) หรือที่เรียกว่าไอบีเอ็มโทเคนริงจัดเป็นเครือข่ายที่ใช้โทโปโลยีแบบวงแหวน ด้วยสายคู่ตีเกลียวหรือเส้นใยนำแสง อัตราส่งข้อมูลของโทเคนริงที่ใช้โดยทั่วไปคือ 4 และ 6 Mbps การทำงานของโทเคนริงแสดงได้ดังรูปที่ 3.6 โดยมีเฟรมพิเศษเรียกว่า free token วิ่งวนอยู่ สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลจะรอให้โทเค็นว่างเดินทางมาถึงแล้วรับโทเค็นว่างมาเปลี่ยนเป็นเฟรมข้อมูล (Data Frame) โดยใส่แฟล็กแสดงเฟรมข้อมูลและบรรจุแอดเดรสของสถานีต้นทางและปลายทางตลอดจนข้อมูลอื่นๆ จากนั้นสถานีจึงปล่อยเฟรมนี้ออกไป เมื่อสถานีปลายทางได้รับเฟรมจะสำเนาข้อมูลไว้และปล่อยเฟรมให้วนกลับมายังสถานีส่ง สถานีส่งจะตรวจสอบเฟรมและปล่อยโทเค็นว่างคืนสู่เครือข่ายให้สถานีอื่นมีโอกาสส่งข้อมูลต่อไป กลไกลการส่งผ่านแบบ

โทเคนจัดอยู่ในประเภทประเมินเวลาได้ กล่าวคือ สามารถคำนวณเวลาสูงสุดที่สถานีมีสิทธิ์จับโทเคนเพื่อส่งข้อมูลได้โทเคนริงจึงเหมาะสมกับระบบที่ต้องการความแน่นอนทางเวลา



รูปที่ 3.6 การทำงานของโทเคนริง

ระบบเครือข่ายวงแหวนได้รับพัฒนาขึ้นมาใช้งานทั้งในระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ และระบบเครือข่ายวงกว้างมาเป็นระยะเวลานานพอสมควรแล้วโครงสร้างแบบวงแหวนนั้นเป็นการเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point กลุ่มหนึ่งที่มีการเรียงลำดับเป็นรูปวงกลมพอดี การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point นั้นใช้เทคโนโลยีที่ได้ผ่านการปรับปรุงอยู่ในระดับที่สามารถวางใจได้ สายที่ใช้ในการเชื่อมต่อสามารถใช้ทั้งแบบธรรมดาเช่น สายตีเกลียวคู่ สายโคแอ็กเชียล หรือสายใยแก้วนำแสงก็ได้ สัญญาณที่ใช้อาจเป็นแบบดิจิตอลก็ได้ ยิ่งไปกว่านั้นระบบวงแหวนยังสามารถคำนวณระยะเวลารอคอยที่ค่อนข้างคงที่ได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทำให้ IBM เลือกระบบนี้เป็นระบบเครือข่าย LAN ของบริษัท ส่วน IEEE ก็ได้ออกมาตรฐานรองรับโดยกำหนดรหัสหมายเลขเป็น 802.5 ข้อพิจารณาหลักของระบบเครือข่ายวงแหวนคือการกำหนดระยะเวลาหรือความยาวของการส่งสัญญาณแต่ละบิต ถ้าระบบเครือข่ายมีความเร็วในการส่งสัญญาณเป็น R เมกะบิต/วินาที ข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งออกมาเป็นระยะเวลา 1/R ไมโครวินาที ด้วยความเร็วในการถ่ายทอดสัญญาณภายในระบบมีค่าประมาณ 200 เมตร/ไมโครวินาที ข้อมูล 1 บิตจึงเปรียบเสมือนกับว่าครองเนื้อที่ 200/ R เมตรบนสายสื่อสาร ดังนั้นในเครือข่ายที่มีความเร็วในการส่งข้อมูล 1 เมกะบิต/วินาที และมีระยะทางของสายสื่อสารรวม 1000 เมตร จะมีจำนวนบิตอยู่บนสายสื่อสาร ณ เวลาใดๆ ไม่เกิน 5 บิต เท่านั้น

วงแหวนประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Ring Interface) ที่เชื่อมต่อถึงกันแบบ Point-to-Point ข้อมูลแต่ละบิตที่เดินทางมาถึงจะถูกสำเนาไว้ในบัฟเฟอร์ขนาด 1 บิตที่อุปกรณ์เชื่อมต่อ แล้วจึงถูกส่งเข้าสู่สายสื่อสารในลำดับต่อไป ในขณะที่ข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์จะได้รับการตรวจสอบและแก้ไขให้ถูกต้องกระบวนการนี้เรียกว่า (1-bit delay) ทำให้เสียเวลาในทุกสถานีระบบเครือข่ายวงแหวนมีวิธีการทำงานคล้ายกับระยะเครือข่ายวงแหวนแบบบัส ข้อมูลพิเศษชุดหนึ่งที่เรียกว่า token จะถูกส่งผ่านรอบวงแหวนไปเรื่อย ๆ สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องยึด token ไว้ให้ได้ก่อนแล้วจึงเริ่มส่งข้อมูลโดยยังคงเก็บรักษา Token ไว้เนื่องจากทั้งระบบจะมี Token เพียงตัวเดียว ดังนั้นจึงไม่มีโอกาสที่จะเกิดปัญหาการส่งสัญญาณซ้อนได้เลย

การออกแบบเครือข่ายวงแหวน ต้องให้ความสำคัญอย่างมากกับการคำนวณระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานี ที่จะต้องมากพอสำหรับองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ ระยะเวลา 1-bit delay ของแต่ละสถานี และระยะเวลารอสัญญาณย้อนกลับ (propagation delay) นอกจากนั้นผู้ออกแบบเครือข่ายยังต้องพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่สถานีต่างๆ อาจจะหยุดทำงานในเวลาใดก็ได้โดยเฉพาะในเวลากลางคืน ถ้าอุปกรณ์เชื่อมต่อวงแหวนที่สถานีใดๆ ได้รับพลังงาน (กระแสไฟฟ้า) จากระบบเครือข่ายก็อาจไม่มีปัญหาเกิดขึ้น แต่ถ้าอุปกรณ์นั้นๆ ได้รับพลังงานมาจากตัวสถานีก็จะต้องมีกลไกพิเศษที่เชื่อมต่อสายสัญญาณขาเข้าและขาออกเข้าด้วยกันโดยอัตโนมัติเมื่อสถานีนั้นๆ หยุดทำงานมิฉะนั้นแล้วก็จะทำให้เครือข่ายไม่สามารถทำงานต่อไปได้ ในกรณีที่ระบบเครือข่ายทั้งระบบเหลือสมาชิกอยู่เพียงสถานีเดียวก็จะต้องกำหนดระยะเวลารอคอยขึ้นมา เพื่อให้ระบบทำงานต่อไปได้ อุปกรณ์เชื่อมต่อวงแหวนทำงาน 2 สถานะ คือ สถานะรับฟังสัญญาณและสถานะส่งสัญญาณ เมื่ออยู่ในสถานะรับฟังข้อมูลขาเข้าจะถูกทำสำเนาแล้วส่งออกไปในทันที (ทำให้เกิด 1-bit delay) เมื่ออยู่ในสถานะส่งสัญญาณสายขาเข้าจะถูกตัดออกจากสายขาออกหลังจากที่ยึด token ไว้ได้ แล้วจึงเริ่มส่งสัญญาณเข้าสู่ระบบ

เมื่อบิตข้อมูลที่ถูกส่งออกไปทางสายขาออกย้อนกลับมาถึงสถานีเดิมทางสายเข้า ผู้ส่งจะลบบิตเหล่านั้นทิ้งไปเลยหรืออาจนำบิตที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับบิตที่ส่งออกไป เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะลบบิตเหล่านั้นทิ้งก็ได้ จะเห็นได้ว่าเครือข่ายแบบนี้ไม่เคยได้เห็นข้อมูลทั้งเฟรมปรากฏอยู่พร้อมกันบนสายสื่อสารเลย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องกำหนดขนาดของเฟรมแต่อย่างใด ภายหลังจากที่ข้อมูลบิตสุดท้ายได้ส่งออกไปแล้ว สถานีนั้นจะต้องสร้าง Token ขึ้นมาใหม่แล้วจึงส่งออกไปในเครือข่าย ท้ายที่สุดเมื่อข้อมูลบิตสุดท้ายเดินทางกลับมาถึงที่เดิมสถานีจะกลับไปอยู่ในสถานะรับฟัง การส่งสัญญาณตอบรับ โครงสร้างเฟรมที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลจะต้องมีเขตข้อมูลสำหรับการตอบรับซึ่งมีขนาด 1 บิต สถานีผู้รับเมื่อได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็จะเปลี่ยนค่าของบิตนี้ (เปลี่ยนจาก 0 เป็น 1) แล้วส่งออกมาตามปกติ แต่ในกรณีที่เป็นการส่งข้อมูลแบบกระจายข่าวต้องมีวิธีการที่ซับซ้อนกว่านี้ สำหรับการส่งสัญญาณตอบรับจากหลายสถานีกลับมายังสถานีส่ง ในขณะที่เครือข่ายมีการส่งสัญญาณน้อย Token จะเสียเวลาส่วนมากไปกับการถูกส่งไป

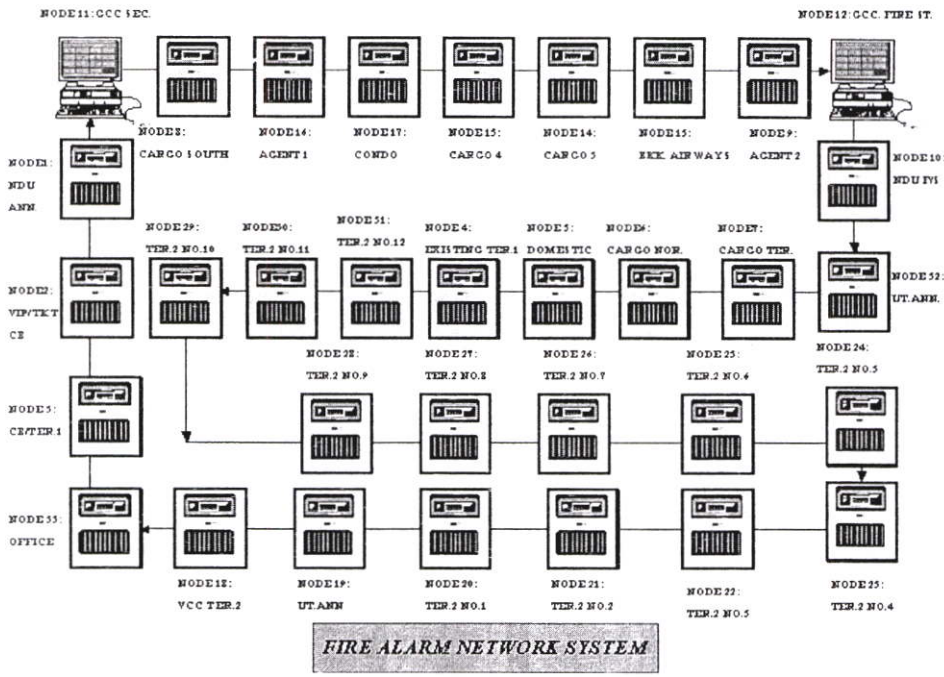
รอบๆ วงแหวน แต่ในเวลาที่มีการส่งสัญญาณมาก token จะถูกส่งจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง ซึ่งจะยึดเอาไว้สำหรับการส่งสัญญาณจากนั้นจึงจะส่ง Token ไปยังสถานีต่อไป กระบวนการทำงานแบบนี้รับประกันความยุติธรรมให้กับระบบว่า ทุกสถานีจะมีโอกาสในการส่งข้อมูลอย่างเท่าเทียมกันและเป็นไปตามลำดับระบบเครือข่ายจึงทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ตามมาตรฐาน 802.5 อุปกรณ์ใน Physical Layer สามารถใช้สายตีเกลียวคู่ที่มีความเร็วในการทำงาน 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 สถานีต่างๆ ที่ต้องการส่งข้อมูลในระบบที่มีการกำหนดความสำคัญ นอกจากจะต้องรอคอย token เมื่อ token มาถึงก็จะต้องตรวจสอบค่าระดับความสำคัญเสียก่อน ถ้าสถานีนั้นมีเฟรมข้อมูลที่มีระดับความสำคัญต่ำกว่าระดับที่ระบุไว้ใน token สถานีนั้นก็ต้องปล่อย token ออกไปแล้วรอจนกว่าระดับความสำคัญใน token จะลดลงมาจึงจะสามารถส่งข้อมูลได้ แต่ถ้าเฟรมข้อมูลของสถานีนั้นมีระดับความสำคัญเท่ากันหรือสูงกว่าใน token สถานีนั้นก็สามารถส่งข้อมูลได้ทันที ในกรณีที่ token ไม่ได้กำหนดระดับความสำคัญเอาไว้สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลอาจจะใส่ระดับความสำคัญของเฟรมข้อมูลที่ต้องการส่งไว้ใน Reservation bits แล้วปล่อย Token ออกไป สถานีอื่นๆ ที่ต้องการส่งข้อมูลก็จะตรวจสอบระดับความสำคัญจากบิตนี้ สถานีใดที่มีระดับความสำคัญของเฟรมข้อมูลสูงกว่าก็จะบันทึกค่าเดิมไว้แล้วเขียนข้อมูลทับลงไป มิฉะนั้นก็จะปล่อย token ให้ผ่านไปเฉยๆ เมื่อ token เดินทางกลับมาถึงผู้ที่กำหนดค่าระดับความสำคัญไว้สูงสุด ผู้นั้นก็จะเป็นผู้ที่สามารถส่งข้อมูลได้จากนั้นผู้ส่งข้อมูลจะต้องเปลี่ยนค่า ค่าระดับความสำคัญไปเป็นค่าเดิม สังเกตว่ากระบวนการกำหนดระดับความสำคัญนี้ทำให้ระบบวงแหวนแตกต่างไปจากระบบ token bus สถานีทุกแห่งในระบบ token bus จะได้รับประกันว่าจะมีโอกาสในการส่งข้อมูลได้เท่าเทียมกัน

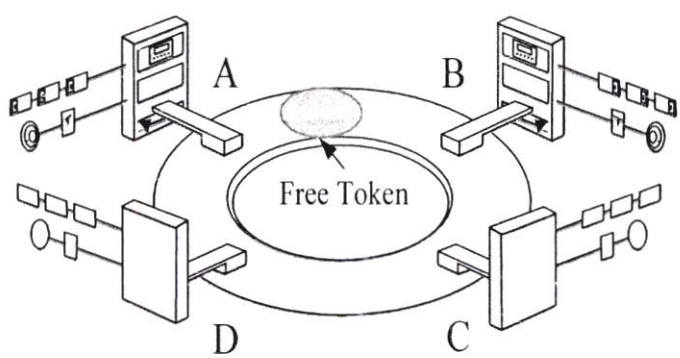
3.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบเครือข่าย Token Ring

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

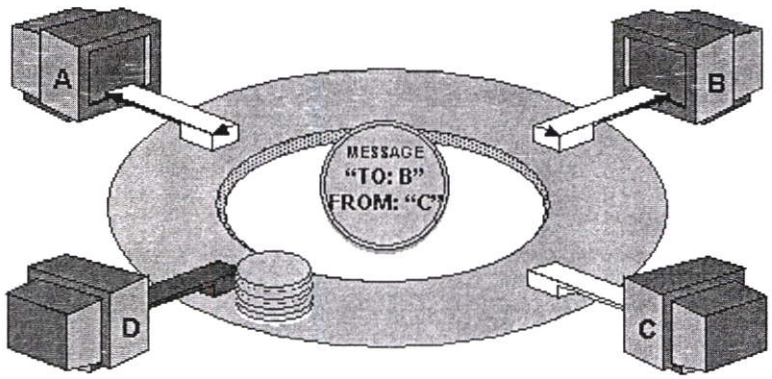


รูปที่ 3.7 การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยี Token Ring ส่งผ่าน Port RS-485

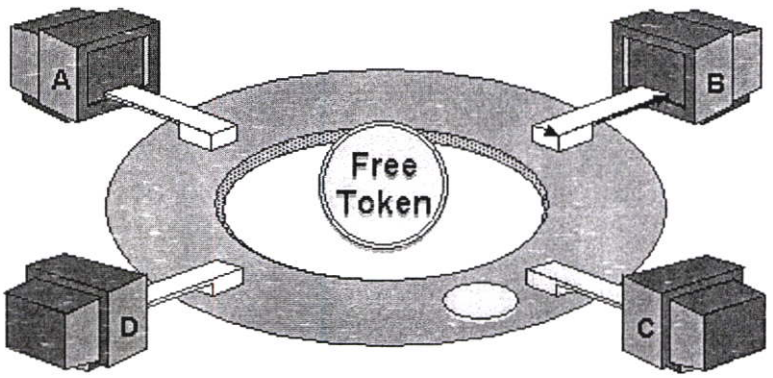
ในภาวะปกติที่ไม่มีการแจ้งเตือนมาจากอุปกรณ์ปลายทางที่ต่ออยู่กับ Node ต่าง ๆ จะมี Free Token วิ่งวนผ่าน Node อยู่ตลอดเวลาโดยจะวิ่งวนไปในทิศทางเดียวกัน คือวิ่งจาก Node A ไป Node B, Node C และ Node D ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 3.8



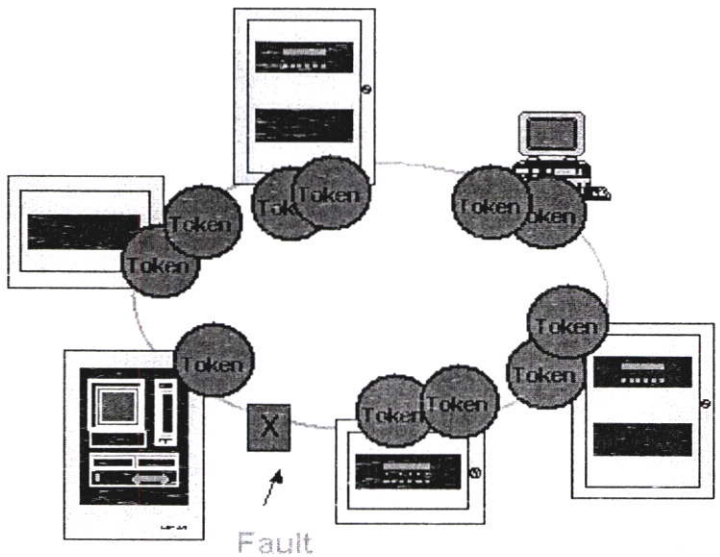
รูปที่ 3.8 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่าย



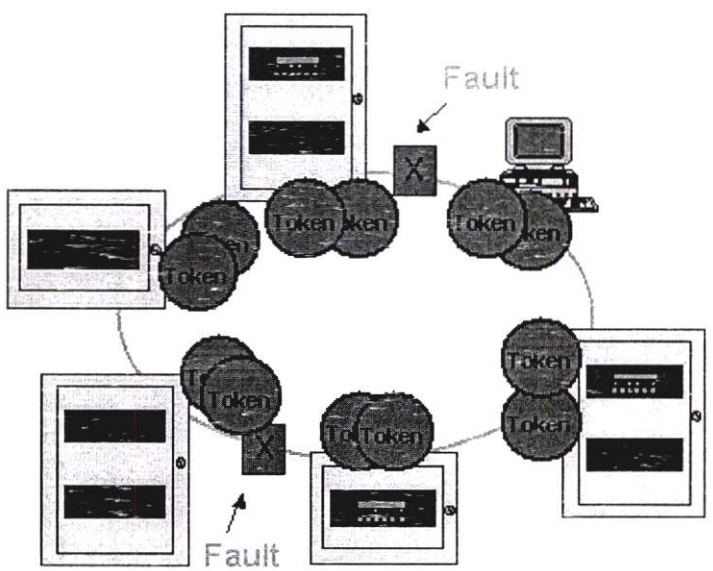
รูปที่ 3.9 การทำงานของ Token Ring ที่วิ่งบนเครือข่ายเมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B



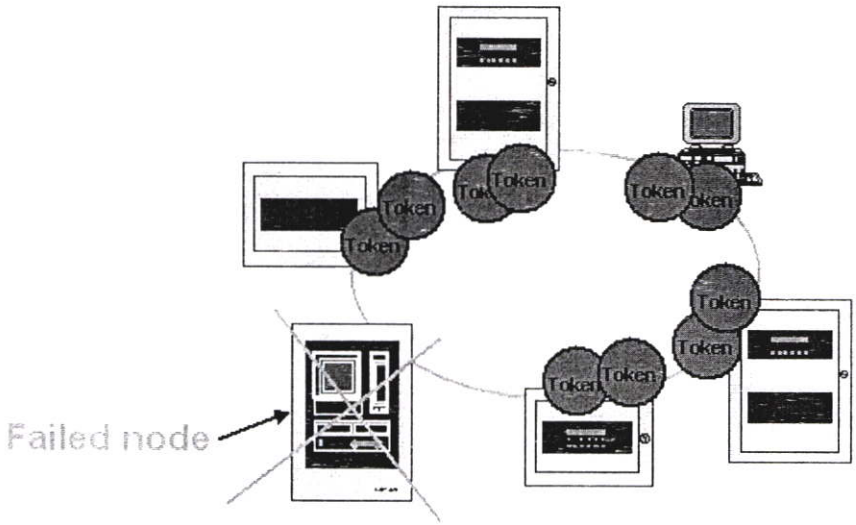
รูปที่ 3.10 เมื่อมีการส่งข้อมูลจาก C ไป B เสร็จเรียบร้อยเครือข่ายก็จะกลับมาส่งข้อมูลเป็น Free Token อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 3.11 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่ เมื่อสายขาด ระบบคงยังทำงานได้เหมือนปกติ และทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนว่าเปิดวงจรหรือลัดวงจร

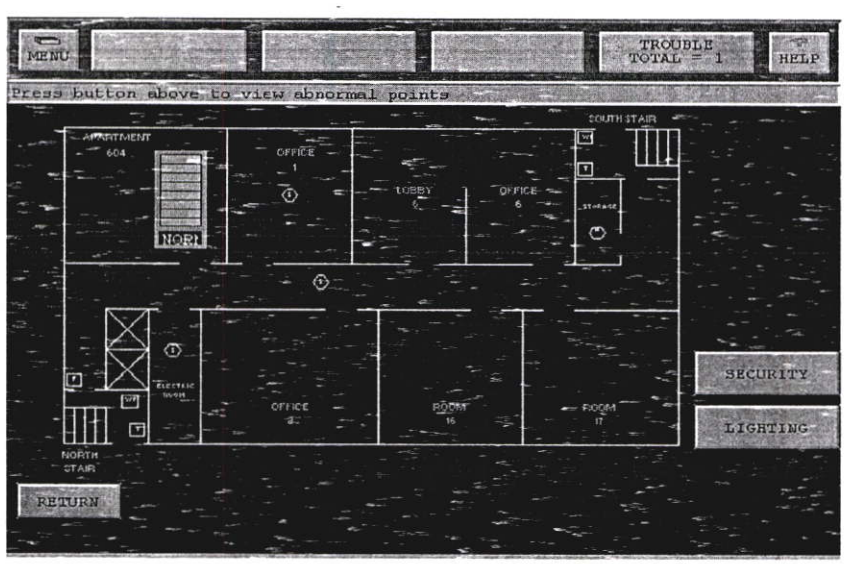


รูปที่ 3.12 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อสายขาด 2 ทาง ระบบก็สามารถทำงานได้เหมือนปกติ และทิศทางของเครือข่ายจะวิ่งกลับอีกทางหนึ่งและระบบจะแจ้งเตือนเป็นเปิดวงจรหรือลัดวงจร



รูปที่ 3.13 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบใหม่เมื่อชุดควบคุมในเครือข่ายเกิด ข้อขัดข้องเครือข่ายก็ยังทำงานได้เป็นปกติ

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



รูปที่ 3.14 ตำแหน่งอุปกรณ์ตามจุดต่างๆ ที่แสดงโดยคอมพิวเตอร์กราฟิก

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 ซึ่งเปรียบเสมือนว่าNode แต่ละ Node เป็นชุดควบคุมหลักทั้งหมด ดังนั้นจึงสามารถแก้ปัญหาของระบบเก่าได้คือ เมื่อชุดควบคุมใดชุดควบคุมหนึ่งเสียชุดควบคุมที่เหลือก็ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งต่างจากระบบเก่าคือเมื่อชุดควบคุมหลักเสียชุดควบคุมที่เหลือไม่สามารถทำงานได้

บทที่ 4
ระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน

บทนี้จะกล่าวถึงความหมายของระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน ซึ่งเป็นอีกระบบหนึ่งที่ใช้รักษาความปลอดภัยในเขตท่าอากาศยาน โดยใช้ชุดควบคุมของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นชุดสั่งการ โดยอุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินส่วนใหญ่จะติดตั้งอยู่พื้นที่สำคัญ เช่น ในอาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ ธนาคาร ประชาสัมพันธ์ จุดตรวจค้นผู้โดยสาร จุดแลกเปลี่ยนเงิน ช่องทางที่สำคัญในเขตท่าอากาศยาน เมื่อมีผู้แจ้งเหตุฉุกเฉินจะมีสัญญาณส่งไปยังศูนย์รักษาความปลอดภัยของท่าอากาศยาน และประมวลผลโดยระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการทำงานสูงและสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้หลายรูปแบบ โดยการออกแบบระบบได้แบ่งการทำงานดังนี้คือ ระบบแจ้งเตือนการเกิดเพลิงไหม้และระบบแจ้งเตือนการบุกรุกและการผ่านเข้า-ออกพื้นที่ (Security Alarm System)

การควบคุมการทำงานของระบบดังกล่าวสามารถเปลี่ยนข้อมูลถึงกันได้ และสามารถส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลรวมของระบบได้โดยผ่านการสื่อสารแบบเครือข่ายทำให้สะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ของทั้งสองระบบ และสามารถนำข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการแสดงผลมาไว้ที่ตู้ควบคุมการแสดงผลของเครือข่าย (Network Display Unit) หรือไปยังอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์แสดงภาพ (Graphics Computer) หรือเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

4.1 สภาวะการแจ้งเหตุและข้อควรปฏิบัติ

เมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้หรือแจ้งเหตุฉุกเฉินระดับ 2 หลอด LED จะติดกระพริบพร้อมกับมีเสียงสัญญาณเตือนดังขึ้นเป็นจังหวะ สาเหตุของการเกิดการแจ้งเตือนจะแสดงให้เห็นบนจอแสดงผลและสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ได้โดยการกดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน (Alarm Acknowledge Key) หลอด LED สีแดงนี้จะหยุดกระพริบและติดค้างและเมื่อกดปุ่ม Alarm Silence เสียงสัญญาณแจ้งเหตุจะหยุดลงและหากเหตุการณ์เข้าสู่สภาวะปกติสามารถรีเซ็ทหลอด LED นี้ให้ดับได้

รูปที่ 4.1 จอแสดงสถานะของระบบแจ้งเหตุ

การรับทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดสามารถทำได้ตามขั้นตอนๆ ดังต่อไปนี้

1. ไขกุญแจเปิดฝาตู้ควบคุมอ่านข้อความที่แสดงบนจอแสดงผล ซึ่งจะแสดงผลจำนวนทั้งหมดของเหตุที่เกิดขึ้น

** FIRE **	Press < ACK > to review.
FIRE = 1 PRI = 2	SUPV = 0 TRBL = 0

2. กดปุ่มปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินอ่านข้อความและปฏิบัติตามข้อแนะนำบนจอแสดงผล โดยเสียงสัญญาณเตือนจะหยุดลงและจอแสดงผลจะเปลี่ยนสถานะ

FIRST FLOOR EAST WING	ROOM 31
PULL STATION	FIRE ALARM

หลอด LED "System Alarm" จะเปลี่ยนจากกระพริบเป็นติดค้าง ซึ่งขณะนี้เหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะถูกรับทราบเหตุ จากนั้นกดปุ่มปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินเพื่อที่จะเลื่อนข้อมูลของเหตุการณ์อื่นๆ ที่เกิดขึ้นตามลำดับการแจ้งเข้ามาของเหตุการณ์

4.1.1 การระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ

กดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ (Alarm Silence Key) และสังเกตที่จอแสดงผลการระงับสัญญาณแจ้งเหตุ และหลอด LED "Alarm Silence" จะติดค้าง

ALARM SILENCE IN PROGRESS....

4.1.2 การปรับให้ระบบเข้าสู่สภาวะปกติ

เมื่อสภาวะการแจ้งเหตุฉุกเฉินกลับสู่ปกติ หรือได้ทำการแก้ไขปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ให้กลับสู่ปกติ เช่น Pull Station, Smoke Detector เป็นต้น) ตามข้อแนะนำการใช้งานของอุปกรณ์ดังกล่าวนั้น ผู้ใช้ต้องทำการปรับให้ระบบกลับสู่สภาวะปกติดังนี้ การปรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้กลับสู่ภาวะปกติทำได้โดยการกดปุ่มรีเซ็ตระบบ (System Reset Key) การปรับระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินระดับ 2 (Priority 2 Alarm) ให้กลับสู่สภาวะปกติทำได้โดยกดปุ่มรีเซ็ตระบบหรือในกรณีที่ทำการตั้งโปรแกรมให้แยกการรีเซ็ทสามารถกำหนดให้ใช้ปุ่มควบคุมพิเศษหลังฝาครอบแผงแสดงผลด้านซ้ายมือเป็นปุ่ม Priority 2 Reset และให้กดปุ่มเมื่อต้องการรีเซ็ทการแจ้งเหตุฉุกเฉินระดับ 2 หลังทำการรีเซ็ทระบบจะเข้าสู่สภาวะปกติ หน้าจอจะแสดงผลดังนี้

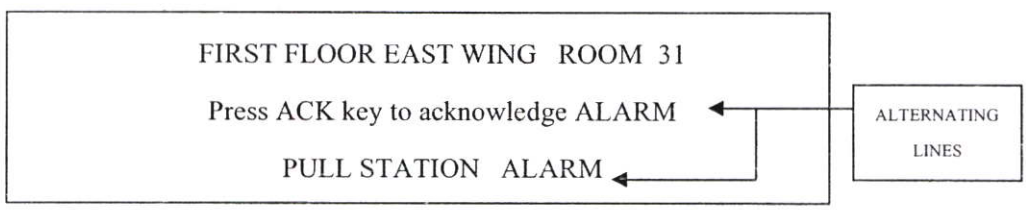
SYSTEM IS NORMAL
8:25:35 MON 04 – APR - 94

4.1.3 การรับทราบเหตุแบบครั้งละเหตุการณ์เมื่อเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉิน

การรับทราบการแจ้งเหตุทีละเหตุการณ์ ในกรณีเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉิน สามารถปฏิบัติได้ดังนี้ เปิดกุญแจตู้และเปิดฝาตู้ควบคุม จอแสดงผลจะแสดงผลรวมของเหตุที่เกิดขึ้น

** FIRE **		Press < ACK > to review.	
FIRE = 0	PRI2 = 1	SUPV = 0	TRBL = 0

กดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินอ่านและปฏิบัติตามคำแนะนำที่แสดงบนจอแสดงผล



กดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินซ้ำอีกครั้งและอ่านข้อความที่แสดงบนจอแสดงผลทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ จอจะแสดงข้อมูลและรับทราบเหตุที่ละเหตุการณ์ตามลำดับ จนกระทั่งหลอด LED ติดค้าง ซึ่งผลสุดท้ายระบบจะแสดงผลดังนี้ เสียงสัญญาณเตือนจะหยุด หลอด LED “System Alarm” จะหยุดกระพริบและติดค้าง

4.1.4 การระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ

กดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุอ่านข้อมูลจากจอแสดงผลซึ่งจะแสดงสถานะของสัญญาณแจ้งเหตุดังตัวอย่างด้านล่างและหลอด LED "Alarm Silence" จะติดค้าง

ALARM SILENCE IN PROGRESS....

4.1.5 ปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน

ปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน (Alarm Acknowledge Key) จะอยู่ใต้หลอด LED ของ "System Alarm" ทำได้โดยการกดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน (2 ครั้งสำหรับการรับทราบทีละเหตุการณ์ หรือ 1 ครั้งสำหรับการรับทราบแบบทั้งหมด) จะทำให้หลอด LED "System Alarm" เปลี่ยนจากกระพริบเป็นติดค้าง และหยุดเสียงสัญญาณเตือนกรณีที่กดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน โดยถูกกำหนดให้มีการป้องกันโดยรหัสผ่าน หากผู้ใช้ไม่ได้เปลี่ยนระดับการควบคุมระบบ Access level การกดปุ่มนี้จะไม่สามารถทำการรับทราบเหตุการณ์ได้ ซึ่งการเปลี่ยนระดับการควบคุมทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการปรับเปลี่ยนระดับการควบคุม (Log In)

การรับทราบเหตุของตู้ควบคุมรุ่น 4100 นี้ สามารถกำหนดได้ 2 แบบคือ การรับทราบเหตุทั้งหมดที่เกิดขึ้นและการรับทราบทีละเหตุการณ์ โดยแต่ละแบบของการรับทราบเหตุนี้ จะรับทราบเหตุฉุกเฉินตามรูปแบบดังต่อไปนี้ การรับทราบเหตุทั้งหมดพร้อมกัน เมื่อกำหนดให้ตู้ควบคุม 4100 มีการรับทราบแบบรับทราบเหตุทั้งหมด การกดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินเพียงครั้งเดียวจะสามารถแจ้งการรับทราบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของระบบ หากต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของระบบที่เกิดขึ้น สามารถเรียกข้อมูลกลับขึ้นมาแสดงบนจอได้โดยการกดปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินซ้ำ (หลังจากรอการรับทราบเป็นการกดครั้งแรก 30 วินาที) ซึ่งจะทำให้ทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและยังคงอยู่ได้ตามต้องการ การรับทราบเหตุแบบรับทราบทีละเหตุการณ์ (สำหรับการปฏิบัติตามมาตรฐาน NFPA 72 ในส่วนของการรับทราบสัญญาณ) การรับทราบแบบนี้หากทำการรับทราบเหตุแล้ว ยังคงมีเหตุการณ์อื่น ๆ แจ้งเข้ามายังตู้ควบคุม สัญญาณเสียงเตือนจะยังคงดังต่อไป และจอแสดงผลจะแสดงเหตุการณ์ถัดมาจากเหตุการณ์ได้ทำการรับทราบแล้วการรับทราบเหตุ เช่นนี้จะต้องทำการรับทราบซ้ำต่อไปจนกระทั่งครบทุกเหตุการณ์เสียงสัญญาณเตือนจะหยุดลง และจอแสดงผลจะแสดงข้อมูลของเหตุการณ์สำคัญที่สุด

4.1.6 ปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ

การกดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุ (Alarm Silence Key) จะทำการหยุดเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เมื่อมีการแจ้งเหตุที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เสียงสัญญาณกระดิ่งบริเวณเกิดเหตุดังขึ้น ซึ่งเป็นไปตามการโปรแกรมกำหนดการทำงานของระบบ และขั้นตอน

เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน การกดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุจะทำให้สัญญาณต่างๆ ที่ถูกกำหนดไว้หยุดทำงาน

4.2 ซอฟแวร์ที่สัมพันธ์กับการระงับสัญญาณแจ้งเหตุ

กรณีที่อุปกรณ์รับสัญญาณชนิดรหัส (Coded Input Device) ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเข้ามา การกดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุอาจถูกยกเลิกจนกว่าจะได้รับสัญญาณเข้ามาจนครบถ้วน ซึ่งมีผลให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเหตุจะไม่หยุดหรือถูกระงับเมื่อยังมีสัญญาณชนิดรหัสแจ้งเข้ามา อย่างไรก็ตามหลอด LED ที่กระพริบอยู่จะหยุดกระพริบและติดค้างอยู่ เมื่อผู้ใช้ได้ทำการรับทราบเหตุ (กด Alarm Acknowledge) และสัญญาณแจ้งเหตุนั้นจะหยุดลงเมื่อระบบได้รับสัญญาณรหัสเสร็จสมบูรณ์ กรณีการยับยั้งการระงับสัญญาณแจ้งเหตุ เมื่อมีการยับยั้งนี้เกิดขึ้นและยังไม่สิ้นสุด การกดปุ่มระงับเสียงสัญญาณแจ้งเหตุจะถูกยกเลิกไป และจอแสดงผลจะแสดงผล “Alarm Silence Inhibited” ขึ้นชั่วครู่หนึ่ง เพื่อแสดงให้ทราบว่า การระงับสัญญาณแจ้งเหตุนั้นถูกระบบยกเลิก และเมื่อจอแสดงผลแสดงผล “Alarm Silence No Longer Inhibited” ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการยับยั้งสิ้นสุดลง ซึ่งสามารถกำหนดระยะเวลาการยับยั้งนี้ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 นาที และเมื่อได้กำหนดระยะเวลายับยั้งนี้แล้ว สัญญาณแจ้งเหตุต่าง ๆ จะถูกหยุดหรือระงับไม่ได้จนกว่าเวลาที่กำหนดจะครบ

กรณีที่ระบบได้รับสัญญาณตรวจจับการไหลของน้ำในระบบจ่ายน้ำดับเพลิง (Sprinkler) บางกรณีสัญญาณแจ้งเหตุจะไม่สามารถหยุดหรือระงับได้ (ขึ้นอยู่กับการโปรแกรม) ซึ่งโดยปกติจะมีการกำหนดให้มีสัญญาณแจ้งเหตุ (ส่วนมากเป็นกระดิ่ง) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณตลอดเวลาที่มีการส่งสัญญาณการไหลของน้ำ สัญญาณแจ้งเหตุชนิดส่องแสง (Visual) อาจถูกกำหนดให้กระพริบต่อเนื่องจนกว่าระบบจะถูกรีเซ็ท ลำโพงที่ใช้ในการแจ้งเหตุ อาจปล่อยให้เปิดค้างไว้โดยการระงับสัญญาณจะระงับเฉพาะโทนเสียงหรือการประกาศไว้ และลำโพงจะปิดลงเมื่อทำการรีเซทระบบ

4.2.1 ปุ่มรีเซทระบบ

ปุ่มรีเซ็ตระบบ (System Reset Key) ใช้ในการปรับระบบให้กลับสู่สภาวะปกติ หลังจากเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉินและสามารถกลับสู่สภาวะปกติได้ เมื่อกดปุ่มรีเซ็ตระบบระบบจะทำการปลดการทำงานที่ค้างไว้และทำการรีเซทอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแจ้งเหตุต่าง ๆ รวมถึงหลอด LED ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ดับลง ซึ่งสามารถกำหนดได้ โดยการโปรแกรม หลังจากที่กดปุ่มรีเซ็ตระบบ จอแสดงผลจะแสดงข้อความ “System Reset In Progress” เมื่อสภาวะการแจ้งเหตุได้รับการรีเซ็ต หลอด LED “System Alarm” อาจติดกระพริบอีกครั้งและเมื่อทำการกดปุ่มปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินและระบบกลับสู่ปกติ จอแสดงผลจะแสดงข้อมูลดังด้านล่าง

SYSTEM IS NORMAL 8:25:35 MON 04–APR-05

หากยังคงมีเหตุการณ์ไม่สู่ปกติขณะที่ทำการรีเซท จอแสดงผลจะแสดงผลดังด้านล่าง

ALARM PRESENT SYSTEM RESET ABORTED

กรณีที่จอแสดงผลแสดงข้อมูล “System Reset Aborted” แสดงว่ายังคงมีเหตุฉุกเฉินแจ้งเข้ามายังระบบค้างอยู่ ซึ่งสามารถดูจำนวนเหตุการณ์ที่ยังคงอยู่นี้ได้โดยการกดปุ่ม Alarm Ack ซึ่งเป็นการขอดูข้อมูลโดยไม่ได้มีการรับทราบเหตุ และหลอด LED “System Alarm” จะติดค้างอยู่เป็นการแสดงว่า ระบบยังคงมีสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินค้างอยู่เช่นกัน หากระบบยังไม่ได้ทำการรีเซ็ทจอแสดงผลยังคงแสดงการเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉินค้างอยู่ แม้ว่าเหตุการณ์จะกลับสู่ภาวะปกติแล้ว ดังนั้น ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูลจากจอแสดงผลว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นและอุปกรณ์ติดตั้งบริเวณใดให้ปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อทำการตรวจสอบพื้นที่ที่เกิดเหตุและสังเกตการณ์ที่แจ้งเหตุที่แจ้งสัญญาณค้างอยู่ (เช่น Pull station, smoke detector เป็นต้น) อุปกรณ์เหล่านี้ จะทำงานค้างอยู่จนกว่าจะทำการรีเซ็ตด้วยระบบหรือตัวบุคคล

4.2.2 กรณีที่เหตุการณ์ที่เกิดไม่สามารถรีเซทได้

หากมีเหตุการณ์ใดๆ ที่ไม่สามารถทำการรีเซ็ตได้ อาจจำเป็นต้องทำการยับยั้งการทำงานไว้ชั่วคราวตามขั้นตอนต่อไปนี้

ALARM SILENCE IN PROGRESS....

การยับยั้งการทำงานของอุปกรณ์จะทำให้ระบบไม่สามารถรับสัญญาณหรือการเปลี่ยนสภาวะใดๆ ของอุปกรณ์นั้นได้ อุปกรณ์ที่จะทำการยับยั้งได้นั้นจะต้องแจ้งให้เป็นที่ทราบกันว่าการแจ้งเหตุใดๆ ที่อุปกรณ์นั้นครอบคลุมอยู่จะไม่สามารถทำงานได้ และในพื้นที่ที่ทำการยับยั้งการทำงานของอุปกรณ์นั้นจะต้องมีระบบป้องกันหรือแจ้งเหตุอื่น ที่เหมาะสมมาทดแทน

กรณีที่อุปกรณ์ไม่สามารถรีเซทได้ อาจต้องทำการปลดอุปกรณ์หรืออุปกรณ์ส่งสัญญาณซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉิน ซึ่งจำเป็นต้องทำการพิสูจน์ในขั้นแรก หลังจากที่ปลดอุปกรณ์นั้นออกทำการกดปุ่มปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉิน อ่านข้อมูลของตำแหน่งและอุปกรณ์ เพื่อความมั่นใจ จากนั้นจึงทำการยับยั้งการทำงาน โดยการกดปุ่มยับยั้งการทำงาน (Disable Key) หาก

การยับยั้งการทำงานถูกกำหนดให้ต้องใช้รหัสผ่านจะต้องทำการป้อนรหัสตามขั้นตอนการปรับเปลี่ยนระดับการควบคุม Log In การกดปุ่มยับยั้งการทำงานจะเป็นการตัดการแสดงผลใดๆ บนจอแสดงผล อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ที่ถูกยับยั้งการทำงานจะแสดงผลเป็นอุปกรณ์มีปัญหาการยับยั้งการทำงานของอุปกรณ์สามารถปฏิบัติได้ดังนี้ เปิดฝาแผงแสดงผลกดปุ่มปุ่มรับทราบเหตุฉุกเฉินจนพบอุปกรณ์ที่ต้องการยับยั้ง

SECOND FLOOR EAST WING ROOM 16 PULL STATION

กดปุ่มยับยั้งการทำงานจอแสดงผลจะแสดงข้อความด้านล่าง

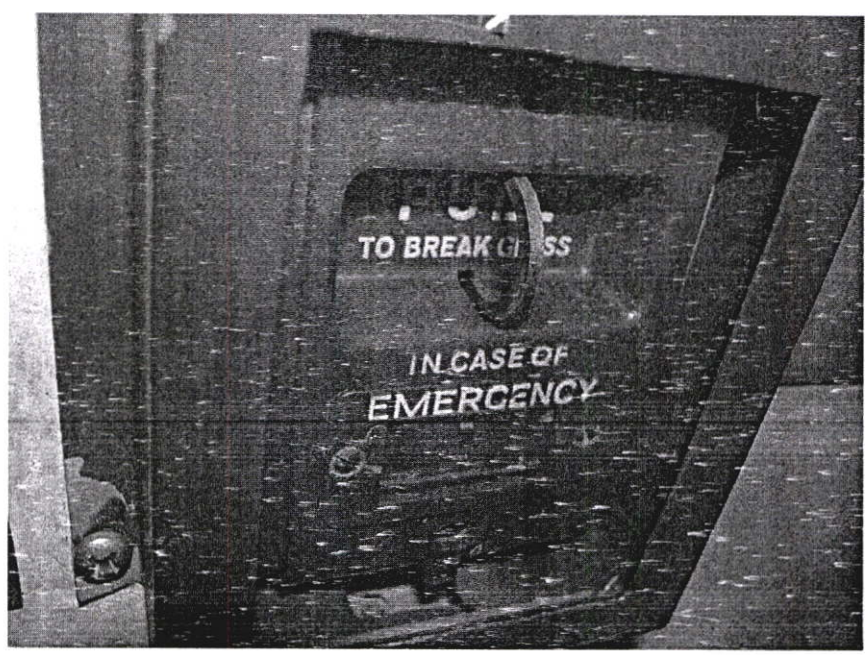
Press < ENTER > to DISABLE MONITOR ZONE : ZNXX

กดปุ่ม Enter จอแสดงผลจะตอบรับคำสั่ง

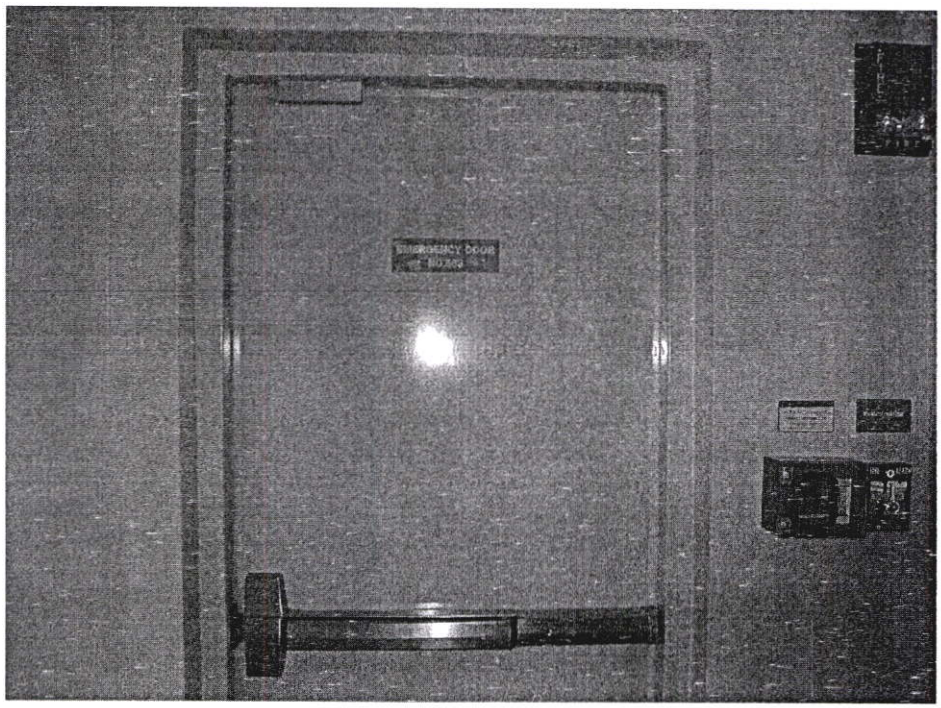
ACTION TOKEN

การยับยั้งการทำงาน จะทำให้เกิดการแจ้งเหตุอุปกรณ์เกิดปัญหา ดังนั้น ทุกครั้งที่ทำการยับยั้งการทำงานของอุปกรณ์จะต้องกดปุ่ม Trouble Acknowledge เพื่อรับทราบการเกิดปัญหา การแก้ไขการเกิดการแจ้งเหตุฉุกเฉินให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการรีเซ็ตระบบข้อสำคัญ การแก้ไขหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ และแผงวงจรควรทำให้เร็วที่สุดเพื่อที่จะทำการปลดการยับยั้งการทำงานให้ระบบกลับสู่ภาวะปกติ ตัวอย่างอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินแสดงดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.3

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินที่ติดตั้ง อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินที่ติดตั้ง อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2



รูปที่ 4.4 แสดงประตูฉุกเฉินในเขตท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ควบคุมโดยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

บทที่ 5
ผลการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

5.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นผลการทดลองที่ได้เมื่อมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เรียบร้อยแล้ว โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการออกแบบและปรับปรุงจะใช้ระบบการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ซึ่งคอมพิวเตอร์จะมีขีดความสามารถในการทำงานสูง และสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้หลายรูปแบบรวมทั้งแสดงผลในรูปกราฟิกได้อีกด้วย โดยระบบดังกล่าวสามารถควบคุมการทำงานให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลถึงกันได้หรือส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลรวม (Graphic Command Center) โดยการส่งผ่านระบบเครือข่าย และถ้าในกรณีที่ชุดควบคุมชุดใดชุดหนึ่งขัดข้องหรือสายสัญญาณชำรุด ระบบก็ยังสามารถทำงานได้เหมือนเดิมโดยนำเทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบ Token Ring มาประยุกต์ใช้กับการส่งสัญญาณผ่าน Port RS-485 ผลการทดลองจะได้จากการวัดและทดสอบระบบที่ได้มีการออกแบบและปรับปรุง โดยได้ทดลองที่ท่าอากาศยานสนามบินดอนเมือง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ขนาดใหญ่และต้องการความปลอดภัยสูง โดยเนื้อหามีดังนี้

5.2 ขั้นตอนของการดำเนินงาน

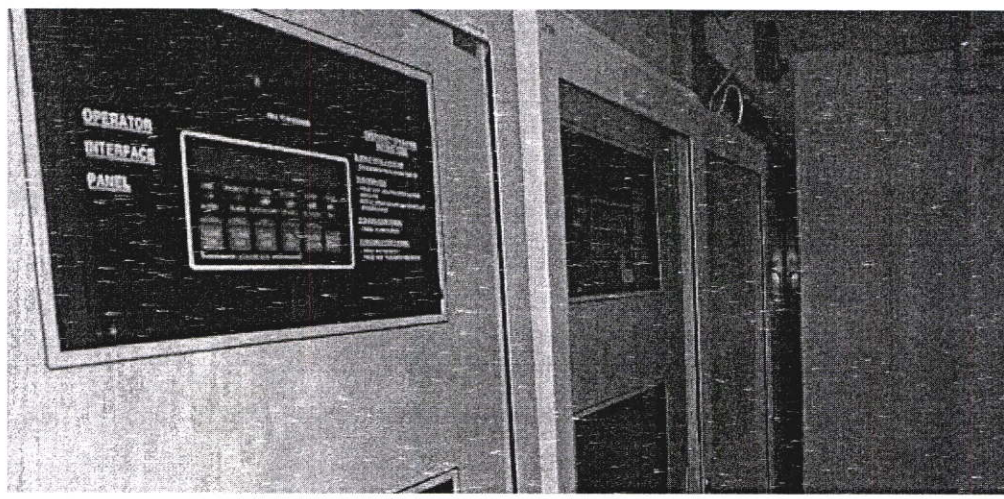
1. นำเครื่องมือวัดสัญญาณที่จัดเตรียมไว้ที่ชุดควบคุมที่ต้องการจะวัดสัญญาณ
2. บันทึกความแรงของสัญญาณโดยอ่านจากเครื่องมือวัด
3. เขียนกราฟโดยใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดควบคุมเพื่อเปรียบเทียบความแรงสัญญาณ

ขั้นตอนในการออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ทางผู้วิจัยออกแบบระบบใหม่จะต้องทำการสำรวจทางสายโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับโมเดมของระบบเก่าก่อนมีระยะทางเท่าไรรอบสนามบิน และวัดความแรงของสัญญาณระหว่างชุดควบคุมต่อชุดควบคุมมีระยะทางเท่าไร จากนั้นทางผู้วิจัยจะดำเนินการทำการวัดสัญญาณทั้งหมดจำนวน 44 ชุดควบคุมและนำมาจัดลูปใหม่ระหว่างชุดควบคุมต่อชุดควบคุมที่มีสัญญาณที่ดีที่สุดนำมาจัดลูปใหม่ดังต่อไปนี้

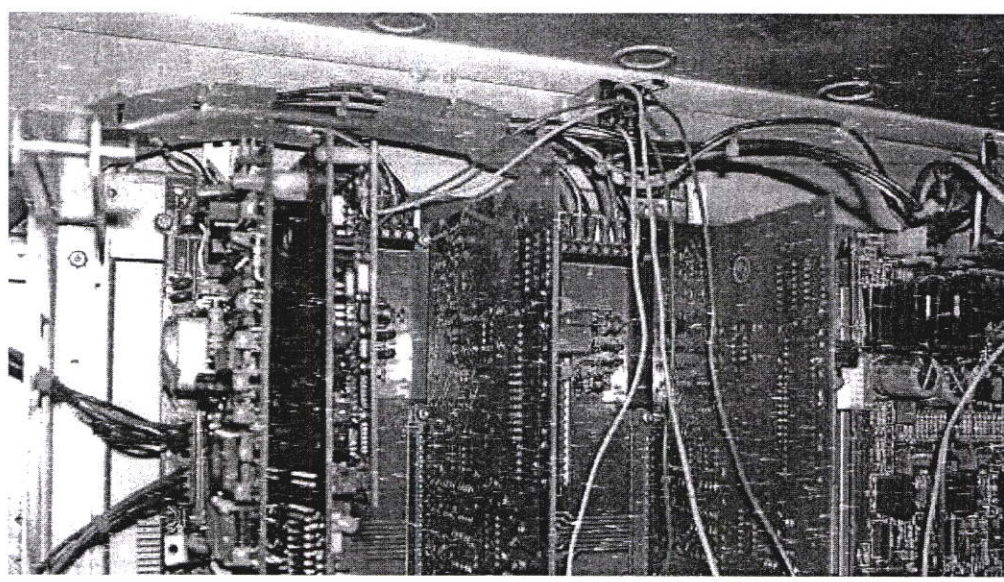
5.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แสดงได้ดังรูปที่ 5.1 ถึงรูปที่ 5.4 โดยรายละเอียดในรูปที่ 5.1 เป็นชุดควบคุมย่อยซึ่งมีทั้งหมด 44 ชุดควบคุม โดยจะตั้งตามจุดต่าง ๆ รอบสนามบินรูปที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของการ์ด Interface RS-485 ที่ใช้

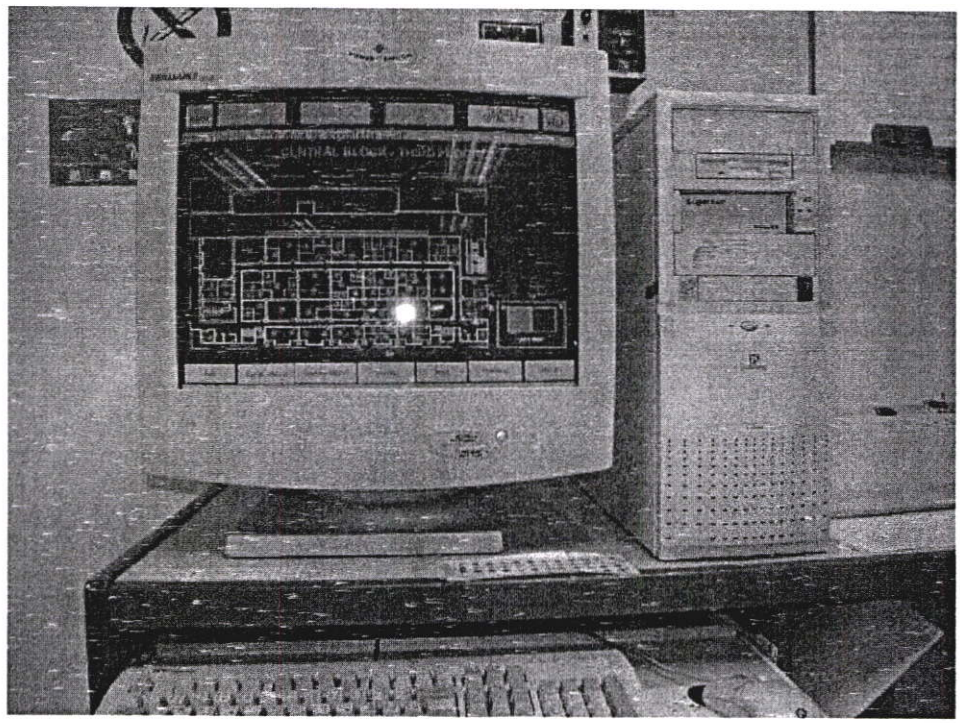
ในการเชื่อมต่อระหว่างโนดต่างๆ โดยทำการเชื่อมต่อเป็น Network แบบโทเคนริง รูปที่ 5.3 เป็นชุดคอมพิวเตอร์หลักที่ใช้ในการควบคุมและสั่งการทั้ง 44 โนด โดยชุดควบคุมหลักนี้จะตั้งอยู่ที่ ห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย และอาคารดับเพลิงสอง เพื่อให้ง่ายในการรับแจ้งเหตุและการระงับเหตุเพลิงไหม้ รูปที่ 5.4 เครื่องมือที่ใช้วัดความแรงของสัญญาณเพื่อที่จะนำมาจัด Loop Network โดยความแรงของสัญญาณที่วัดได้ในแต่ละ Node จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าระดับสัญญาณตามมาตรฐานของการจัด Network แบบโทเคนริง



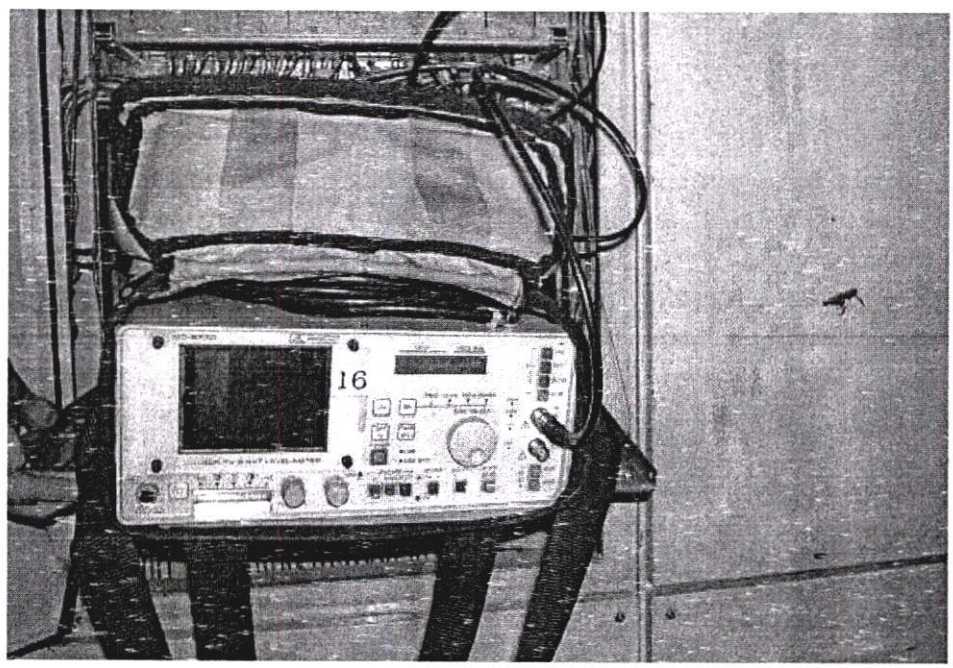
รูปที่ 5.1 ชุดควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จริงที่ใช้ ทดลองในการทำ Network Token Ring



รูปที่ 5.2 ภายในชุดควบคุมมี Card Interface RS-485 และสายที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมไปอีกชุดควบคุมหนึ่ง



รูปที่ 5.3 Computer Graphic แสดงชนิดอุปกรณ์และจุดติดตั้งที่แสดงเป็นโปรแกรม AUTOCAD



รูปที่ 5.4 เครื่องมือวัดที่ใช้วัดเครือข่าย Network Token Ring ยี่ห้อ Fluke รุ่น MC 877D

ตารางที่ 5.1 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากห้องศูนย์รักษาความปลอดภัยไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปโครงข่าย

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
1	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องควบคุมเสียงประกาศ ชั้น 2	0.27	-6.20
2	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (A) ชั้น 2	0.26	-6.10
3	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (B) ชั้น 2	0.25	-6.00
4	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องผู้โดยสาร ขาเข้า ชั้น 2	0.20	-5.59
5	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (A) ชั้น 2	0.14	-5.06
6.	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (B) ชั้น 2	0.13	-5.04
7	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (C) ชั้น 2	0.12	-5.02
8	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย(D) ชั้น 2	0.10	-5.00
9	อาคาร Power House บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.5	-7.48
10	อาคารสำนักงาน ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ บริเวณห้องชุมสายโทรศัพท์ ชั้น 2	0.5	-7.09
11	อาคารจอดรถ Long Term Parking บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	0.7	-7.06
12	อาคารสำนักงานใหญ่ ทอท. บริเวณห้องปรับอากาศ ชั้น 1	3.5	-7.46
13	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศเหนือ)	0.8	-7.22
14	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศเหนือ)	0.9	-7.25

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
15	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศเหนือ)	1.0	-7.28
16	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ)	1.2	-7.30
17	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 5 (ด้านทิศเหนือ)	1.4	-7.35
18	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้)	1.5	-7.36
19	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศใต้)	1.6	-7.38
20.	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศใต้)	1.7	-7.40
21	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้)	1.8	-7.45
22.	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 5 (ด้านทิศใต้)	1.9	-7.46
23	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้)	2.0	-7.47
24	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้)	2.1	-7.48
25	อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร ชั้น 2	2.2	-7.49
26	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	0.7	-7.22
27	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	0.6	-7.23
28	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	0.8	-7.21

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
29	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 5 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	2.0	-7.10
30	อาคาร South Corridor บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	2.1	-7.12
31	อาคารชุดบ้านพักพนักงาน ทอท. บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2	4.0	-8.00
32	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	2.7	-7.29
33	อาคารคลังสินค้า 1 ด้านทิศเหนือ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.2	-7.43
34	อาคารคลังสินค้า 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.3	-7.44
35	อาคารคลังสินค้า อาคาร 2 ด้านทิศใต้ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	3.4	-7.45
36	อาคารคลังสินค้าที่ 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.5	-7.39
37	อาคารคลังสินค้าที่ 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.7	-7.52
38	อาคารบางกอก แอร์เวย์ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	3.9	-8.00
39	อาคาร Ground Service Maintenance บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	4.0	-8.10
40	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	4.7	-8.57
41	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท. บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง (A) ชั้น 2	4.8	-8.58
42	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง (B) ชั้น 2	4.9	-8.68

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
43	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง (C) ชั้น 2	5.0	-8.78
44	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง (D) ชั้น 2	5.4	-8.84

ตารางที่ 5.2 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากสถานีดับเพลิงไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปโครงข่าย

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
1	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2	0.14	-5.08
2	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2	0.12	-5.04
3	อาคารสถานีดับเพลิง อาคาร 2 บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2	0.10	-5.01
4	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท. บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2	0.12	-5.02
5	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	1.5	-6.50
6	อาคาร Ground Service Maintenance บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	1.7	-6.80
7	อาคาร บางกอก แอร์เวย์ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	1.8	-6.83
8	อาคารคลังสินค้าที่ 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	2.0	-7.00
9	อาคารคลังสินค้าที่ 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	2.5	-7.27
10	อาคารคลังสินค้า อาคาร 2 ด้านทิศใต้ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	2.6	-7.37

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
11	อาคารคลังสินค้า 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	2.8	-7.50
12	อาคารคลังสินค้า อาคาร 1 ด้านเหนือ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	2.8	-7.52
13	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	4.0	-8.01
14	อาคารชุดบ้านพักพนักงาน ทอท. บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2	4.3	-8.03
15	อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร ชั้น 2	4.5	-8.50
16	อาคาร South Corridor บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	4.6	-8.40
17	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 5 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	4.7	-8.45
18	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	4.8	-8.50
19	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	4.9	-8.60
20	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3	5.0	-8.63
21	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้)	3.7	-8.49
22	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้)	3.8	-8.50
23	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้)	3.9	-8.65
24	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศใต้)	4.0	-8.57

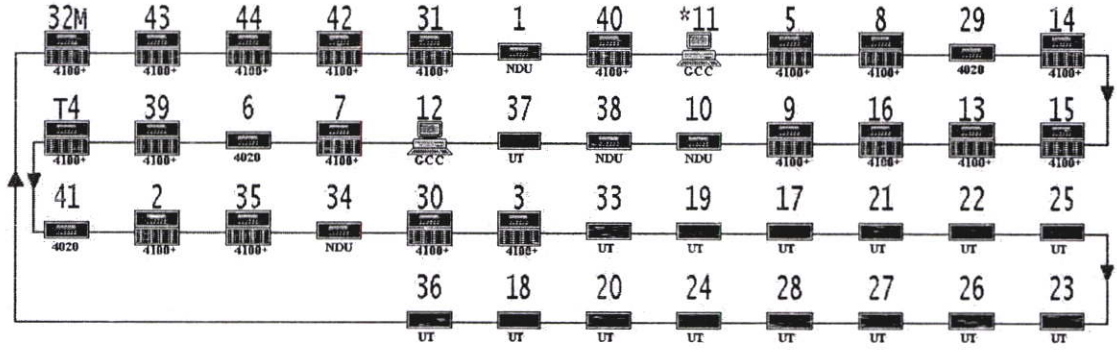
ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของสัญญาณ (dB)
25	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศใต้)	4.1	-8.71
26	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้)	4.1	-8.70
27	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 5(ด้านทิศใต้)	4.2	-8.80
28	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณ ห้องไฟฟ้า ชั้น 5 (ด้านเหนือ)	4.3	-8.82
29	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ)	4.4	-8.83
30	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศเหนือ)	4.5	-8.85
31	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศเหนือ)	4.6	-8.87
32	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศเหนือ)	4.7	-8.85
33	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องควบคุมระบบเสียง ชั้น 2	4.8	-8.86
34	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร(A) ชั้น 2	4.8	-8.84
35	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (B)ชั้น 2	4.9	-8.83
36	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องผู้โดยสาร ขาเข้า ชั้น 2	4.8	-8.86
37	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย(A) ชั้น 2	4.9	-8.87
38	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (B)ชั้น 2	5.0	-8.45

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (km)	ความแรงของสัญญาณ (dB)
39	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (C)ชั้น 2	5.1	-8.46
40	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (D)ชั้น 2	5.2	-8.74
41	อาคารสำนักงาน ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ บริเวณห้องชุมสายโทรศัพท์ ชั้น 2	5.3	-8.88
42	อาคารสำนักงานใหญ่ ทอท. บริเวณห้องปรับอากาศ ชั้น 1	5.5	-8.89
43	อาคาร Power House บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	6.0	-8.93
44	อาคารจอดรถ Long Term Parking บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1	5.0	-8.74

เมื่อทำการวัดระยะทางจากศูนย์รักษาความปลอดภัยไปยังสถานีดับเพลิง และวัดสัญญาณจากสถานีดับเพลิงมายังศูนย์รักษาความปลอดภัยเรียบร้อยได้ค่าที่ต้องการแล้วนำมาจัดลูปใหม่แสดงดังรูปที่ 5.5 และค่าระดับความแรงของสัญญาณแสดงได้ดังตารางที่ 5.3



รูปที่ 5.5 Loop Network ที่นำมาจัดใหม่ทั้ง 44 Node

ตารางที่ 5.3 แสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดย เริ่มจากสถานีดับเพลิงไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปโครงข่าย

ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียดสถานที่** ที่ทำการวัดสัญญาณ **(ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
1	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย ชั้น 2 (NODE 11)	อาคารผู้โดยสารภายในประเทศบริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร ชั้น 2 (NODE 5)	2.2	-7.49
2	อาคารผู้โดยสารภายในประเทศ บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร ชั้น2 (NODE 5)	อาคารคลังสินค้า อาคาร 2 ด้านทิศใต้บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 8)	0.2	-6.29
3	อาคารคลังสินค้า อาคาร 2 ด้านทิศใต้บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 8)	อาคารชุดบ้านพักพนักงาน ทอท.บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (NODE 29)	3.2	-7.85
4	อาคารชุดบ้านพักพนักงาน ทอท. บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2(NODE 29)	อาคารคลังสินค้าที่ 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 14)	3.5	-7.89
5	อาคารคลังสินค้าที่ 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 14)	อาคารคลังสินค้าที่ 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 15)	0.7	-7.06
6	อาคารคลังสินค้าที่ 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 15)	อาคารบางกอก แอร์เวย์ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 13)	0.8	-7.09
7	อาคารบางกอก แอร์เวย์ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 13)	อาคาร Ground Service Maintenance บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 16)	0.5	-7.10
8	อาคาร Ground Service Maintenance บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 16)	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1(NODE 9)	2.2	-7.48

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียดสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
9	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 9)	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (A) (NODE 10)	1.5	-7.36
10	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (A) (NODE 10)	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (B) (NODE 38)	0.2	-5.40
11	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (B) (NODE 38)	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (C) (NODE 37)	0.1	-5.29
12	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (C) (NODE 37)	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (D) (NODE 12)	0.2	-5.85
13	ศูนย์รับส่ง-ข่าว สถานีดับเพลิง 2 ทกท.บริเวณห้องศูนย์สถานีดับเพลิง ชั้น 2 (D) (NODE 12)	อาคารคลังสินค้า 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 7)	3.5	-7.80
14	อาคารคลังสินค้า 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 7)	อาคารคลังสินค้า 1 ด้านทิศเหนือ บริเวณห้องไฟฟ้าชั้น 1 (NODE 6)	0.7	-7.06
15	อาคารคลังสินค้า 1 ด้านทิศเหนือ บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 6)	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 39)	1.5	-7.34

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียดสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
16	อาคารตัวแทนรับ-ส่งสินค้าทางอากาศที่ 1 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 39)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศอาคาร1บริเวณห้องควบคุมเสียงประกาศ ชั้น 2 (NODE 4)	2.5	-7.50
17	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศอาคาร 1 บริเวณห้องควบคุมเสียงประกาศ ชั้น 2 (NODE 4)	อาคาร Power House บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 41)	2.3	-7.48
18	อาคาร Power House บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 41)	อาคารสำนักงาน ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ บริเวณห้องชุมสายโทรศัพท์ ชั้น 2 (NODE 2)	2.0	-7.36
19	อาคารสำนักงาน ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ บริเวณห้องชุมสายโทรศัพท์ ชั้น 2 (NODE 2)	อาคารจอดรถ Long Term Parking บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 35)	0.7	-7.40
20	อาคารจอดรถ Long Term Parking บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (NODE 35)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศอาคาร 1บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (B) ชั้น 2 (NODE 34)	1.5	-7.39
21	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศอาคาร 1บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (B) ชั้น 2 (NODE 34)	อาคารสำนักงานใหญ่ ทอท. บริเวณห้องปรับอากาศ ชั้น 1(NODE 30)	3.5	-7.50
22	อาคารสำนักงานใหญ่ ทอท. บริเวณห้องปรับอากาศ ชั้น 1(NODE 30)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (A) ชั้น 2(NODE 3)	3.6	-7.80

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียด สถานที่** ที่ทำการวัดสัญญาณ **(ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
23	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1บริเวณห้องอุปกรณ์สื่อสาร (A) ชั้น 2 (NODE 3)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (C) ชั้น 2 (NODE 33)	0.5	-7.06
24	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (C) ชั้น 2 (NODE 33)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศเหนือ)(NODE 19)	1.0	-7.34
25	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศเหนือ) (NODE 19)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศเหนือ)(NODE 17)	0.5	-7.10
26	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศเหนือ) (NODE 17)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศเหนือ)(NODE 21)	0.6	-7.15
27	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศเหนือ) (NODE 21)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ)(NODE 22)	0.7	-7.40
28	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ) (NODE 22)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ)(NODE 25)	0.6	-7.39
29	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศเหนือ) (NODE 25)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศใต้)(NODE 23)	0.5	-7.12

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

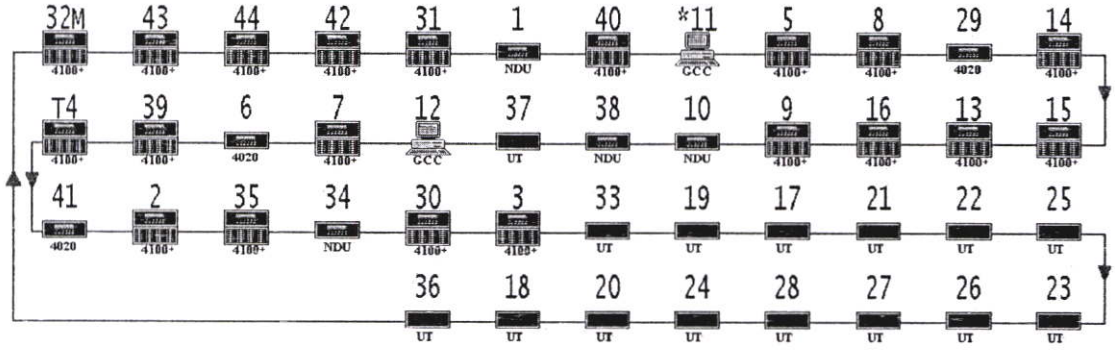
ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียด สถานที่** ที่ทำการวัดสัญญาณ **(ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงของแรงดัน (dB)
30	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 2 (ด้านทิศใต้) (NODE 23)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศใต้)(NODE 26)	0.6	-7.41
31	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (ด้านทิศใต้) (NODE 26)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้)(NODE 27)	0.7	-7.10
32	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้) (NODE 27)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 5 (ด้านทิศใต้)(NODE 28)	0.8	-7.34
33	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 5 (ด้านทิศใต้) (NODE 28)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้) (NODE 24)	0.5	-7.10
34	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 4 (ด้านทิศใต้) (NODE 24)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้) (NODE 20)	0.6	-7.40
35	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้) (NODE 20)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้)(NODE 18)	0.5	-7.39
36	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 1 (ด้านทิศใต้) (NODE 18)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย(D) ชั้น 2 (NODE 36)	1.5	-7.30

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

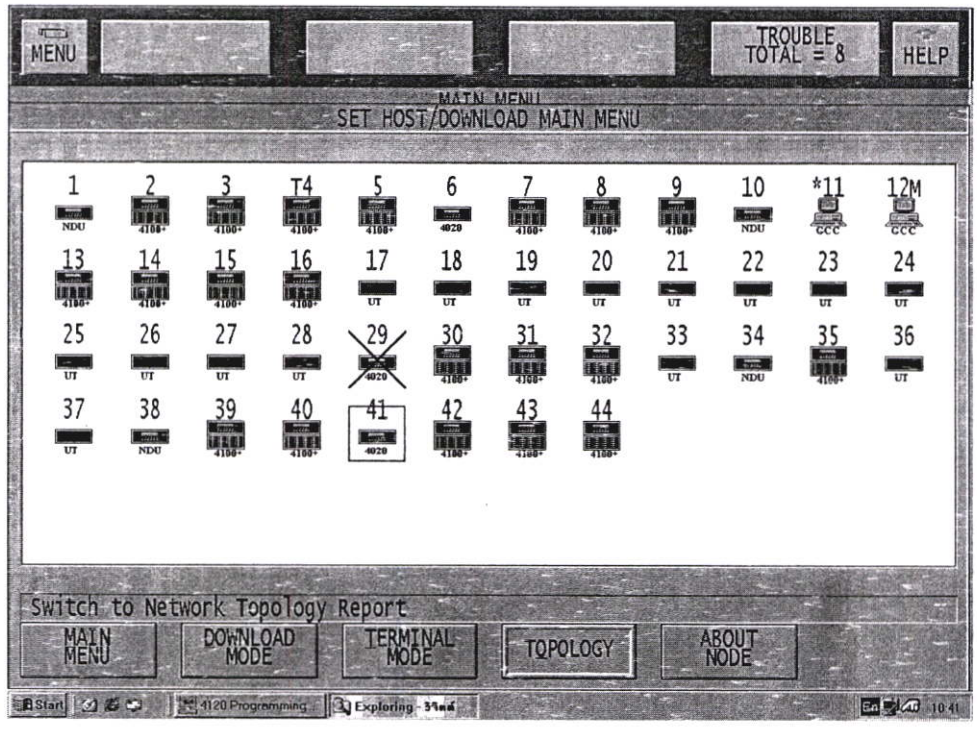
ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียด สถานที่** ที่ทำการวัดสัญญาณ **(ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงสัญญาณ (dB)
37	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย(D) ชั้น 2 (NODE 36)	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 5 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 32)	1.4	-7.23
38	อาคารสะพานเทียบเครื่องบิน หมายเลข 5 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 32)	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 43)	0.8	-7.10
39	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 3 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 43)	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 44)	0.8	-7.34
40	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 2 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 44)	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 42)	0.9	-7.23
41	อาคารสะพานเทียบเครื่องบินหมายเลข 4 บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 42)	อาคาร South Corridor บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 31)	1.7	-7.30
42	อาคาร South Corridor บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้น 3 (NODE 31)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องผู้โดยสาร ขาเข้า ชั้น 2 (NODE 1)	2.1	-7.15
43	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องผู้โดยสาร ขาเข้า ชั้น 2 (NODE 1)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (B) ชั้น 2 (NODE 40)	0.21	-6.15

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

ลำดับ	**รายละเอียดอาคารสถานที่ที่ทำการวัดสัญญาณ (เริ่มต้น)**	**รายละเอียด สถานที่** ที่ทำการวัดสัญญาณ **(ปลายทาง)**	ระยะทาง (km)	ความแรงสัญญาณ (dB)
44	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร 1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย (B) ชั้น 2 (NODE 40)	อาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ อาคาร1 บริเวณห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย ชั้น 2 (NODE 11)	0.3	-6.16

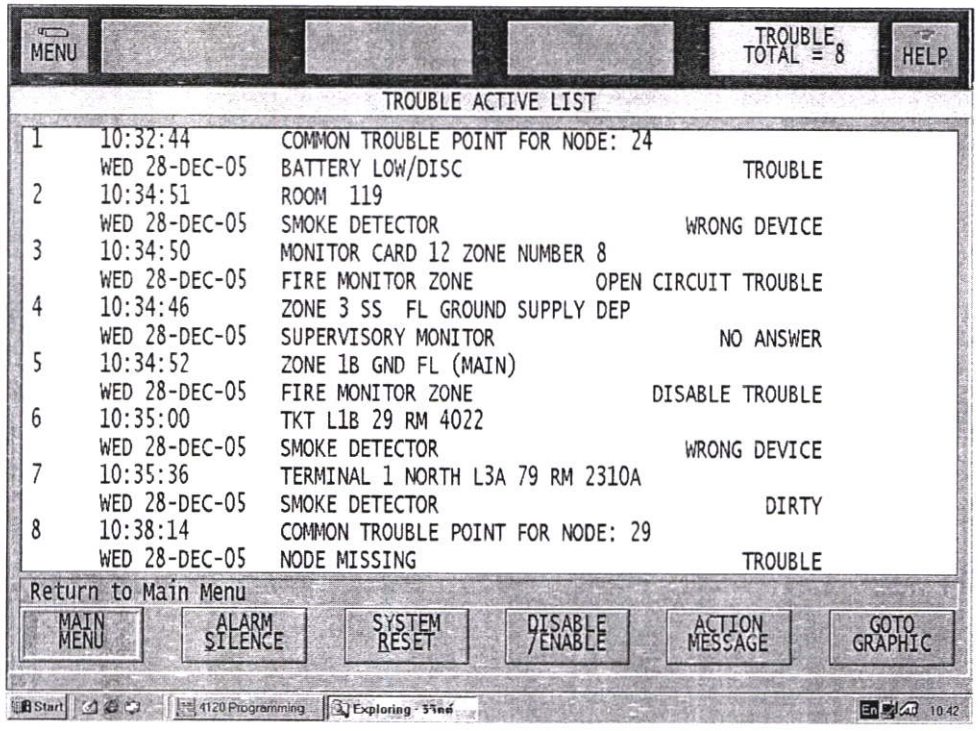


รูปที่ 5.6 เครือข่ายในภาวะปกติ

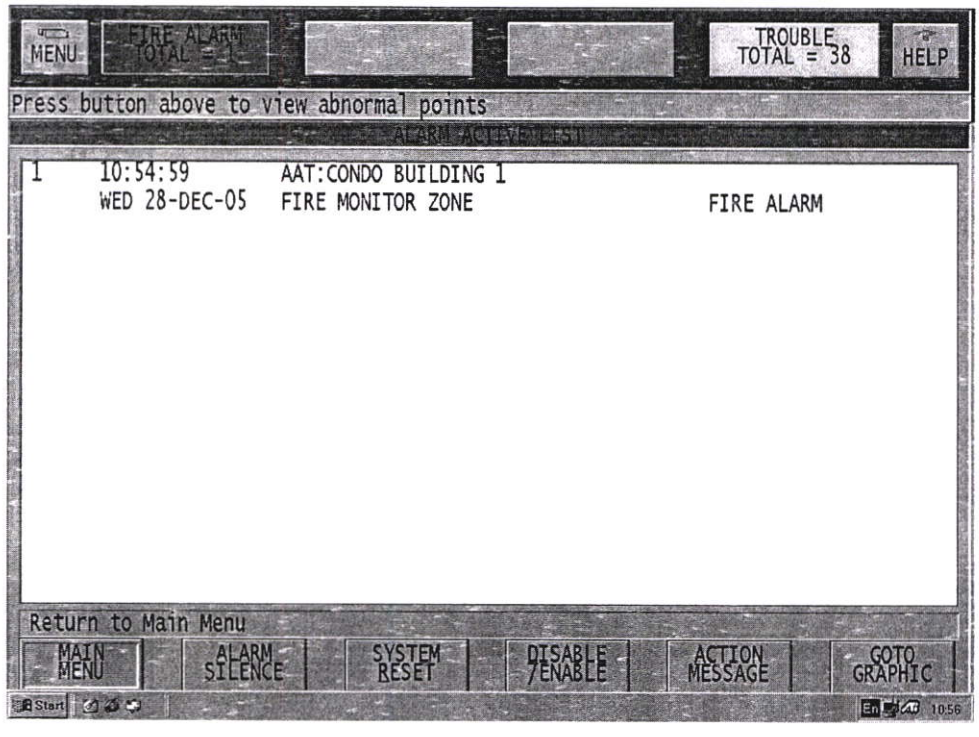


รูปที่ 5.7 เมื่อชุดควบคุมขัดข้องแต่ระบบยังสามารถทำงานได้

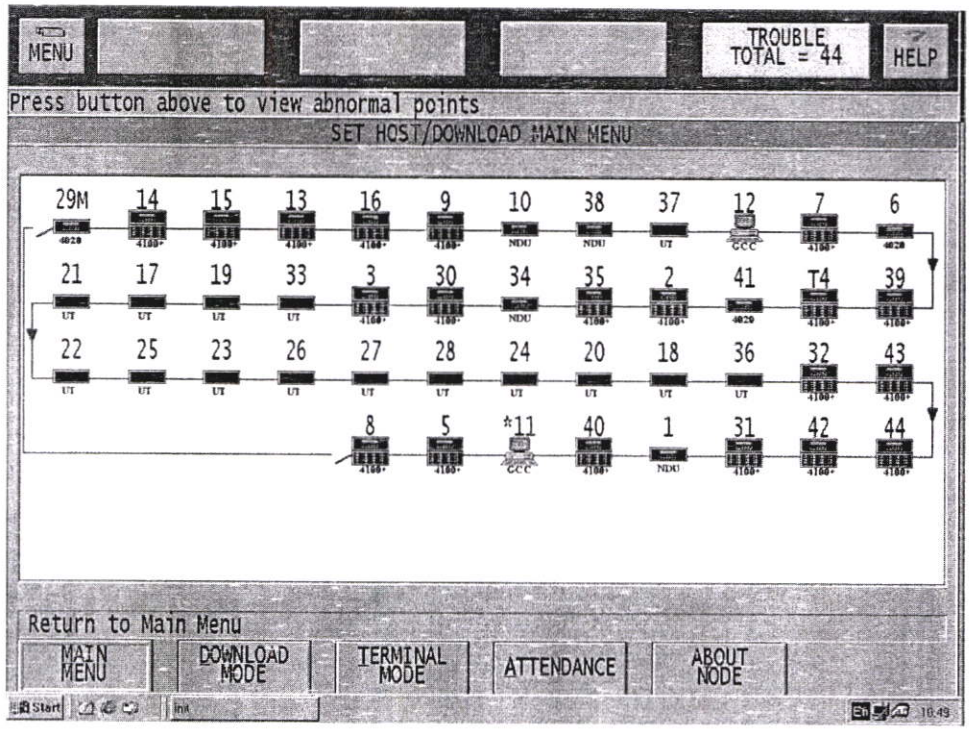
เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อยู่ในสภาวะที่ปกติ และขัดข้องเช่นสายที่เชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมขาดหรือชุดควบคุมย่อยเกิดความเสียหายจนกระทั่งไม่สามารถทำงานได้ ระบบกราฟฟิกจะแสดงดังรูปที่ 5.6 พร้อมทั้งรายละเอียดของโนดที่ขัดข้อง แสดงได้ดังรูปที่ 5.7



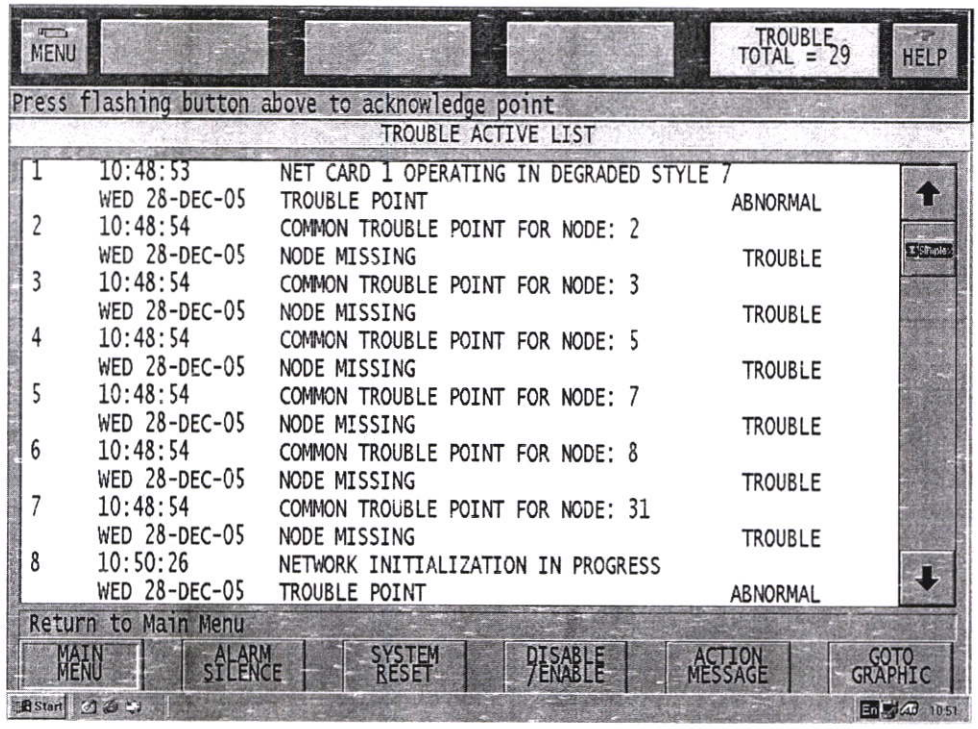
รูปที่ 5.8 หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงลำดับที่ 8 ว่าโนดที่ 29 MISSING



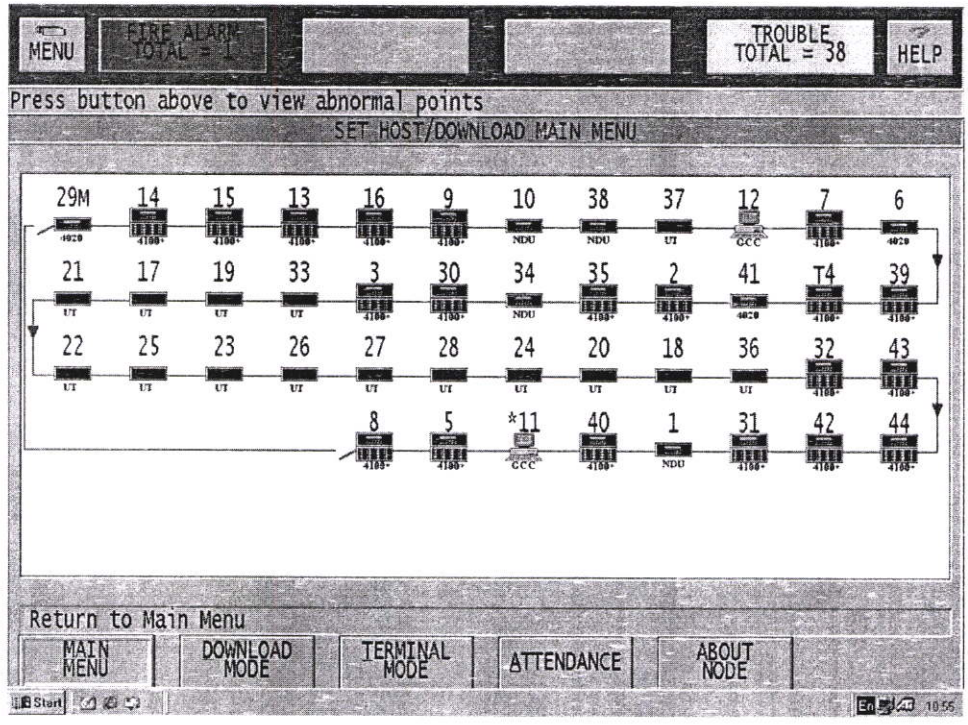
รูปที่ 5.9 เมื่อ NODE ใด NODE หนึ่งเกิดขัดข้องขึ้น NODE อื่นๆ ก็ยังคงทำงานได้



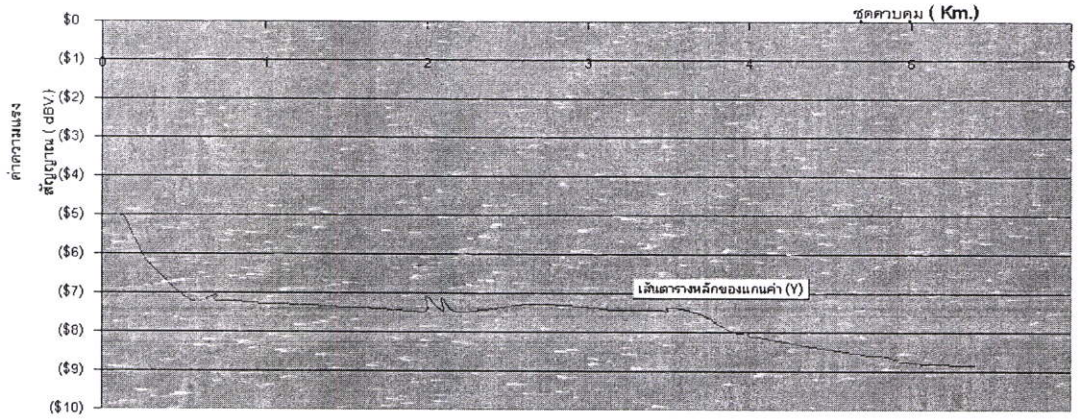
รูปที่ 5.10 แสดงเมื่อสายขาดเครือข่ายยังทำงานได้



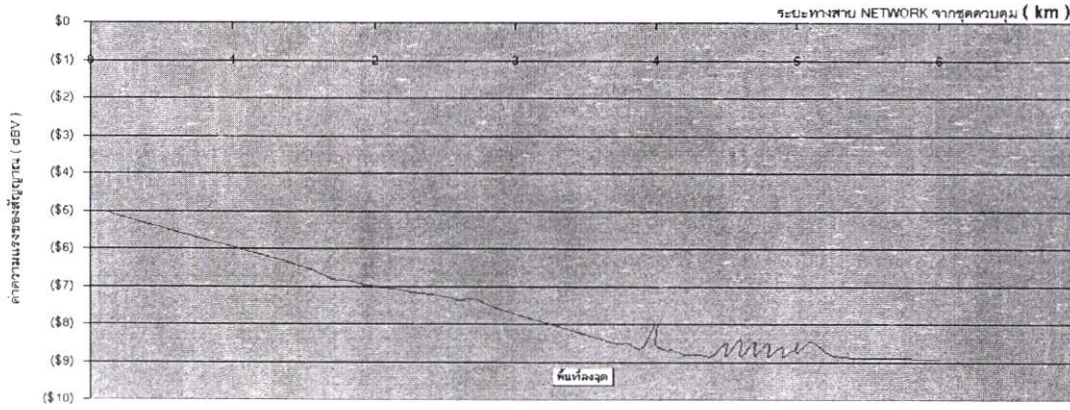
รูปที่ 5.11 หน้อจอคอมพิวเตอร์แสดงลำดับที่ 1 และ 8 ในระบบมีสายเครือข่ายขาด



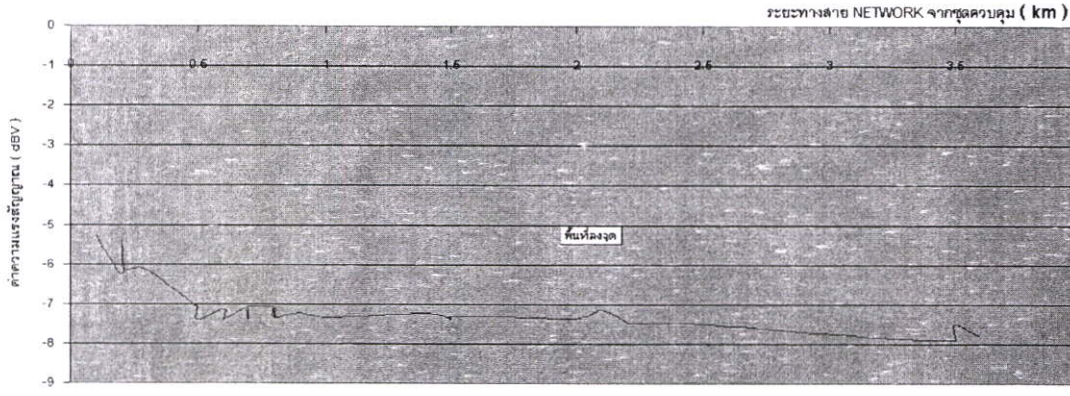
รูปที่ 5.12 เมื่อสายขาดโนดทำงานได้และอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงก็ยังทำงานได้



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากห้องศูนย์รักษาความปลอดภัยไปยังอาคารต่าง ๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปเครือข่าย เมื่อสายขาดโนดทำงานได้และอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงก็ยังทำงานได้



รูปที่ 5.14 กราฟแสดงระยะทางและสัญญาณที่วัดได้โดยเริ่มจากสถานีดับเพลิงไปยังอาคารต่างๆ รอบสนามบินก่อนทำการจัดลูปเครือข่าย



รูปที่ 5.15 กราฟแสดงค่าที่สามารถนำมาจัดรูปเป็น Network Token Ring ได้

จากรูปที่ 5.13 และรูปที่ 5.14 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำโนดเก่าทั้ง 44 โนดมาจัดเครือข่ายจะมีระยะทางระหว่างโนดที่มีค่าเกินกว่าระยะทางสูงสุดที่สามารถนำมาจัดเครือข่ายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการจัดลูปใหม่โดยจัดให้ทั้ง 44 โนด และแต่ละโนดที่เชื่อมต่อกันจะต้องมีความแรงของสัญญาณไม่เกินกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งเมื่อนำมาจัดโนดใหม่จะแสดงได้ดังรูปที่ 5.15

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เป็นแบบโครงข่าย โดยหลักการทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะเป็นแบบลักษณะที่ชุดควบคุมย่อยที่ติดตั้งตามอาคารต่างๆ ซึ่งทุกชุดควบคุมจะทำหน้าที่เสมือนเป็นชุดควบคุมหลักทั้งหมด ดังนั้นจะไม่ใช้ชุดควบคุมใดชุดควบคุมหนึ่งเป็นชุดควบคุมหลักอีกต่อไป ซึ่งทำให้การสื่อสารระหว่างชุดควบคุมหนึ่งไปยังอีกชุดควบคุมหนึ่งตามอาคารต่างๆ สามารถติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ต RS-485 และใช้เทคโนโลยีที่เป็นแบบ Token Ring และใช้สายโทรศัพท์เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมหนึ่งไปยังชุดควบคุมหนึ่งซึ่งต่อกันไปในลักษณะวงแหวนได้ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่นำเสนอมีข้อดีคือ ในกรณีที่สายสัญญาณขาดหนึ่งจุดหรือสองจุดหรือชุดควบคุมหนึ่งชุดควบคุมใดขัดข้องระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะยังสามารถทำงานได้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบสามารถรองรับการทำงานใหม่ได้และสามารถเพิ่มอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ถึง 50,000 จุด และสามารถขยายเครือข่ายได้มากถึง 99โนด ซึ่งเพียงพอต่อการขยายระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในอนาคต ในการปรับปรุงในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในครั้งนี้ จะแสดงให้เห็นว่าประหยัดงบประมาณของรัฐได้มากมาย เช่นสายสัญญาณก็ไม่ต้องเดินใหม่ใช้สายสัญญาณที่มีอยู่เดิมได้นำมาปรับปรุงใหม่ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่นำเสนอสามารถนำไปปรับปรุงใช้งานได้กับทุกหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

6.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับทุกหน่วยงาน สำหรับแนวทางการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในหน่วยงานอื่นๆ ให้ประสบความสำเร็จควรจะปฏิบัติดังนี้

1. ทำการสำรวจทรัพยากรของหน่วยงานนั้นๆ ว่ามีอุปกรณ์เก่าใดบ้างที่สามารถนำมาใช้งานได้กับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบใหม่ที่จะทำการปรับปรุง

2. ตรวจสอบว่าต้องใช้อุปกรณ์ใหม่อะไรเพิ่มเติมบ้าง เช่น อาจจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่เป็นแสดงผล การ์ดเครือข่าย RS-485 ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อชุดควบคุมแต่ละชุด และซอร์ฟแวร์ เป็นต้น

3. ทำการสำรวจระยะทางของสายนำสัญญาณให้อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดคือ ระยะทางต้องไม่ไกลเกิน 4 กม และแต่ละโนดต้องมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 160mV หรือ -7.9dB

4. จัดระบบเครือข่ายใหม่ตามวิธีการที่นำเสนอในบทที่ 4

5. ทำการเขียนแบบแสดงจุดติดตั้งและชนิดของอุปกรณ์ลงในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม AUTOCAD เพื่อแสดงเป็นภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก

6. ทำการปรับปรุงซอร์ฟแวร์ให้ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้สามารถทำงานได้

เอกสารอ้างอิง

[1] J. A. Robertson and G. E. Heberlein, "Remote Fault/Smoke Detection for Motor Control Center," IEEE Trans. on Industry Application, vol.25, pp. 24-29, January 1989.

[2] H. Ruser and V. Magori, "Highly Sensitive Motion Detection with a Combined Microwave-Ultrasonic Sensor," Sensors & Actuators, vol. A67, pp. 125-132, May 1998.

[3] K. Jones, "Electrical services in the International Convention Centre, Birmingham," Power Engineering Journal, vol. 6, pp. 153–158, July 1992.

[4] W. Xihuai, X. Jianmei, and B. Minzhong, "Multi-sensor fire detection algorithm for ship fire alarm system using neural fuzzy network," 5th International Conference on Signal Processing Proceedings, (WCCC-ICSP 2000), vol. 3, pp. 1602-1605, 21-25 August 2000.

[5] W. Xihuai, X. Jianmei, and B. Minzhong, "A ship fire alarm system based on fuzzy neural network," Proceedings of the 3rd World Congress on Intelligent Control and Automation, vol. 3, pp.1734-1736, 28 June-2 July 2000.

[6] W. E. McBride, "Fine water mist fire protection system," IEEE Industry Applications Society 48th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference, pp. 245–252, 24-26 September 2001.

[7] A. N. Kirpichnikov, E. S. Povernov, and G. V. Leonov, "Mathematical model of pyrometric gauge of fire alarm system," Proceedings 6th Annual 2005 International Siberian Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, pp. 75–81, 1-5 July 2005.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ระหว่างศึกษา

[1] ศิริวัฒน์ ลิ้มไพบูลย์ กอบชัย เดชหาญ วิจิตต์ แก้วไทรเทียม วิษณุ กอพยัคฆินทร์ "วงจรบูตสแทรปไบซีมอสอินเวอร์เตอร์แบบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์โดยใช้ไดโอดแฝง," วิศวสารลาดกระบัง, ฉบับที่ 4, หน้า 1-5, ธันวาคม 2546.

[2] วิจิตต์ แก้วไทรเทียม กอบชัย เดชหาญ "ผลกระทบของเครือข่ายที่ใช้ชุดควบคุมหลักสั่งการชุดควบคุมย่อยเพียงชุดควบคุมเดียวของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้," วิศวสารลาดกระบัง, ฉบับที่ 4, หน้า 52-56, ธันวาคม 2548.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–นามสกุล นายวิจิตต์ แก้วไทรเทียม

วัน เดือน ปีเกิด 22 พฤศจิกายน 2508 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ 100/55 ถ. พหลโยธิน แขวงคูคต เขตลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12130
โทรศัพท์ 02-9900885

ประวัติการศึกษา

2531 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น

2535 อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยครูพระนคร

ความชำนาญเฉพาะด้าน

1.) รับผิดชอบ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.) รับผิดชอบ ระบบเปิด-ปิดประตูอัตโนมัติ

3.) ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์สื่อสาร

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2531-2547	ตำแหน่งช่างสื่อสาร 2- 5
	บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)
ปัจจุบัน	ตำแหน่งช่างเทคนิค 6
	บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)