การศึกษาการออกแบบและติดตั้ง ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

The Study of Design And Installation of Building Automation System

โดย

นาย ยุทธการ แซ่เบ๊ รหัส 36014336

นางสาว ลัดดา เดชะนรานนท์ รหัส 36014364

นาย ศิริพงษ์ พิชัยณรงค์ รหัส 36014436

วัน เดือน ปี 30 ก.ค. 2539

เลขทะเบียน 038228

เลขเรียกหนังสือ T 39248 ง352ก

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร

อ. ชาย ชมภูอินไหว

038228

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและติดตั้ง ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย ยุทธการ แซ่เบ๊
2. นางสาว ลัดดา เดชะนรานนท์
3. นาย ศิริพงษ์ พิชัยณรงค์

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ศุลี บรรจงจิตร)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ชาย ชมภูอินไหว)

การศึกษาการออกแบบและติดตั้ง ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

นาย ยุทธการ แซ่เบ๊
นางสาว ลัดดา เดชะนรานนท์
นาย ศิริพงษ์ พิชัยณรงค์
รศ. ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. ชาย ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อธิบายถึง หลักการทำงานและส่วนประกอบของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและติดตั้งให้กับอาคาร ซึ่งเริ่มจากการวิเคราะห์ผลดีและความคุ้มค่าของการใช้ระบบนี้ เสนอให้กับเจ้าของโครงการเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ จากนั้นจึงเริ่มทำการออกแบบ โดยแบ่งระบบอาคารที่ต้องการควบคุมออกเป็นส่วนย่อย ศึกษารายละเอียดและอธิบายหลักการทำงานของแต่ละระบบ เพื่อกำหนดขอบเขตการควบคุมอัตโนมัติตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ในขั้นตอนต่อไป คือการทำตารางชุดตรวจสอบ เพื่อนำมาพิจารณาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ อันประกอบด้วยซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ ให้สามารถรองรับระบบได้อย่างเหมาะสมทั้งในเชิงคุณภาพและการลงทุน ขั้นตอนสุดท้าย คือการติดตั้งระบบ ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวเน้นถึงการต่อเชื่อมอุปกรณ์ (Wiring) เพื่อเป็นตัวอย่างประกอบการศึกษา

ในปัจจุบันมีการใช้ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติกันอย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุผลในด้านความปลอดภัย เช่น การใช้งานร่วมกับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ และดับเพลิงอัตโนมัติ, ด้านการควบคุมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า รวมไปถึงการตอบสนองความต้องการด้านความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคาร และการรองรับระบบเทคโนยีสารสนเทศอีกด้วย

The Study of Design and Installation of Building Automation System

Yuthagarn Saebae
Ladda Daechanaranont
Siripong Pichainarong
Asst.Prof. Sulee Banjongjit Advisor
Ajarn Chai Chompooinwai Advisor
1996

Abstract

The purpose of this thesis is to describe the principles and components of building automation system, BAS, for design and installation. Starting from considering the advantages of BAS's using, we present the idea to the project owner. If it is approved, we begin the design by separating the building systems into sub-systems. Then, study all details involved and describe the system's operation principles for determination of automatic control area required by the owner. The next step, use the point schedules for product selection including both software and hardware regarding with acceptable qualities and economical investment. In this thesis, we concentrate on equipment connection or wiring for being case study.

The reasons why building automation system is very ubiquitous nowadays, are the higher needs for not only safety and security such as fire alarm system, but also for energy conservation, resident's facilities and information technology's expandability.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 หลักการของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ	1
1.1 ความหมายของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ	1
1.2 เหตุผลในการใช้ระบบ BAS	2
1.3 ระบบอาคารอัจฉริยะ	8
1.4 การใช้ BAS ควบคุมระบบต่างๆในอาคาร	13
1.4.1 ระบบไฟฟ้า	13
1.4.2 ระบบปรับอากาศ	16
1.4.3 ระบบป้องกันเพลิงไหม้	25
1.4.4 ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน	29
1.4.5 ระบบรักษาความปลอดภัย	31
1.4.6 ระบบสุขาภิบาล (ระบบถังเก็บน้ำสำรองและบำบัดน้ำเสีย)	33
1.4.7 ระบบโทรคมนาคม	34
บทที่ 2 ส่วนประกอบของระบบ BAS	36
2.1 ส่วน ฮาร์ดแวร์	36
2.1.1 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบ	37
2.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ BAS	40
2.2 ส่วนซอฟท์แวร์	104
2.2.1 การเข้าระบบ	106
2.2.2 การแสดงสถานะภาพของระบบ	107
2.2.3 ตาราง	113

2.2.4 รายงาน 115
2.2.5 ข้อความแจ้งเตือน 119
2.2.6 แนวโน้มของระบบจากรายงาน 120
2.2.7 การส่งข้อความ 120
2.2.8 การออกจากระบบ 122
2.2.9 การเข้าสู่ระบบกราฟฟิก 122
2.2.10 โปรแกรมอำนวยความสะดวก 123
2.2.11 โปรแกรมช่วยเหลือ 123
2.3 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าของ BAS 125

บทที่ 3 การสื่อสารในระบบ BAS 129
3.1 ลักษณะของสายสื่อสาร 130
3.1.1 สายสัญญาณ 130
3.1.2 สายไฟเลี้ยง 136
3.2 ระบบสัญญาณ 137
3.2.1 สัญญาณอนาลอก 137
3.2.2 สัญญาณดิจิตอล 139
3.2.3 สัญญาณพัลส์ 140
3.3 การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 140
3.3.1 คอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมหลัก 140
3.3.2 ตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง 144
3.3.3 ตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์ 144
3.4 มาตรฐานการสื่อสาร 145
3.4.1 เหตุผลของการมีมาตรฐานการสื่อสาร 145
3.4.2 ข้อตกลงในการสื่อสาร (โปรโตคอล) 147

บทที่ 4 การศึกษาการออกแบบระบบ BAS และการเลือกใช้ตัวควบคุม (Controller) 148

4.1 ขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งระบบ BAS 149

4.2 ข้อกำหนดในการออกแบบ 153

4.3 ตารางจุดตรวจสอบ 155

4.4 การนำตารางจุดตรวจสอบ มาเลือกตัวควบคุมรองและตัวควบคุมหลัก 163

บทที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ และการเชื่อมสาย 179

5.1 การเชื่อมสายในระบบ BAS 179

5.2 การเชื่อมสายในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 199

- แผนภาพไรเซอร์ไดอะแกรม 211

5.3 การวางท่อ การร้อยสาย 213

5.4 การทดสอบระบบ 218

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ 221

6.1 วิจารณ์การใช้ระบบ BAS 221

6.2 สรุปโครงงาน 222

6.3 การพัฒนาโครงงานในอนาคต 223

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	14
รูปที่ 1.2 แผงจำลองการแจกจ่ายไฟฟ้าในห้องควบคุม BAS	16
รูปที่ 1.3 แสดงวงจรของท่อน้ำเย็นและท่อลมเย็น	18
รูปที่ 1.4 แผนผังการทำงานของชิลเลอร์	19
รูปที่ 1.5 แสดงแบบจำลองอาคารบอกสถานะการทำงานของตัวจ่ายลมเย็น	22
รูปที่ 1.6 แสดงบ่อทำน้ำแข็ง	22
รูปที่ 1.7 อินเล็ทไกด์เวน	23
รูปที่ 1.8 พัดลมเติมอากาศ	24
รูปที่ 1.9 หัวฉีดน้ำฝอยและหัวฉีดก๊าซ	26
รูปที่ 1.10 ตัวตรวจจับควัน	27
รูปที่ 1.11 อุปกรณ์แจ้งเตือนเพลิงไหม้ด้วยบุคคลและกระดิ่งแจ้งเตือน	28
รูปที่ 1.12 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	32
รูปที่ 2.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ BAS	36
รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบ	37
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของตัวควบคุม	40
รูปที่ 2.4 การควบคุมแบบศูนย์กลางควบคุม	41
รูปที่ 2.5 การควบคุมแบบกระจาย	42
รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมของตัวควบคุมหลัก	45
รูปที่ 2.7 การทำงานร่วมกันระหว่าง NCU กับ NEU	47
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับ NCU	48
รูปที่ 2.9 เน็ตเวิร์กเทอร์มินัล	49
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายในของ NCU	50
รูปที่ 2.11 ตัวควบคุมรองสำหรับระบบ BAS	54
รูปที่ 2.12 ตัวควบคุมรอง	56
รูปที่ 2.13 การควบคุมแบบอนาลอก	57
รูปที่ 2.14 , 2.15 การควบคุมตัวจ่ายลมเย็น	62
รูปที่ 2.16 การควบคุมลิฟท์และระบบส่องสว่าง	64
รูปที่ 2.17 การควบคุมเครื่องทำความเย็น	65

รูปที่ 2.18 การควบคุมพัดลมดูดอากาศและแผงควบคุมระบบไฟฟ้า 66
รูปที่ 2.19 การควบคุมแหล่งจ่ายไฟสำรอง 66
รูปที่ 2.20 การควบคุมบอยเลอร์ 67
รูปที่ 2.21 การควบคุมการเข้าออก 68
รูปที่ 2.22 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด 75
รูปที่ 2.23 การควบคุมระบบโทรทัศน์วงจรปิด 77
รูปที่ 2.24 แผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 78
รูปที่ 2.25 การเชื่อมการทำงานระหว่างระบบ BAS กับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 79
รูปที่ 2.26 ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 81
รูปที่ 2.27 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 82
รูปที่ 2.28 ดิสเพล อินเตอร์เฟส แอสเซ็มบลี 84
รูปที่ 2.29 ซีเรียล อินเตอร์เฟสบอร์ด 86
รูปที่ 2.30 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูล 87
รูปที่ 2.31 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูล และแอ็ดเดรสเซเบิ้ลคอนโทรล์โมดูล 88
รูปที่ 2.32 กราฟฟิกแอนนันซิเอเตอร์ 94
รูปที่ 2.33 การเดินสายแบบคอนเวนชั่นนอล 96
รูปที่ 2.34 การเดินสายแบบมัลติเพล็กซ์คลาส A 97
รูปที่ 2.35 การเดินสายแบบมัลติเพล็กซ์คลาส B 98
รูปที่ 2.36 การเดินสายแบบผสม 99
รูปที่ 2.37 ทรานสปอนเดอร์ 101
รูปที่ 2.38 แอนนันซิเอเตอร์ 102
รูปที่ 2.39 แสดงการเข้าถึงระบบ 107
รูปที่ 2.40 แสดงสถานะของระบบ 108
รูปที่ 2.41 แสดงภาพอาคารในบริเวณ 109
รูปที่ 2.42 ระบบ HVAC 110
รูปที่ 2.43 แสดงอุณหภูมิห้องด้วยความเข้มของสี 112
รูปที่ 2.44 การปฏิบัติงานต่อระบบที่มีปัญหา 110
รูปที่ 2.45 , 2.46 แสดง Occupancy Schedule, Activity Schedule ตามลำดับ 114
รูปที่ 2.47 รีพอร์ทเมนูออปชั่น 115
รูปที่ 2.48 แสดง Cyclical And Calendar Report Scheduling Dialog Box 116

รูปที่ 2.49 การทำงานร่วมกันของระบบป้องกันเพลิงและระบบรักษาความปลอดภัย 117
รูปที่ 2.50 การส่งข้อความแจ้งเตือน 119
รูปที่ 2.51 กราฟแสดงอุณหภูมิของบริเวณต่างๆ 120
รูปที่ 2.52 การส่งข้อความ 121
รูปที่ 2.53 การรับข้อความ 121
รูปที่ 2.54 การออกจากโปรแกรม 122
รูปที่ 2.55 การจัดเก็บข้อมูลในตาราง 123
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของการต่อพ่วงอุปกรณ์ควบคุม 129
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อแบบบัส คอนฟิกกูเรชั่น 131
รูปที่ 3.3 แสดงการต่อแบบ สตาร์ คอนฟิกกูเรชั่น 133
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของสายทวิสต์แพร์ 134
รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของการใช้สายระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์ 134
รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของสายใยแก้วนำแสง 135
รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของสาย THW 137
รูปที่ 3.8 แสดงการส่งสัญญาณอนาลอกอินพุท 138
รูปที่ 3.9 แสดงการส่งสัญญาณอนาลอกเอาท์พุท 138
รูปที่ 3.10 แสดงการส่งสัญญาณดิจิตอลอินพุท 139
รูปที่ 3.11 แสดงการส่งสัญญาณดิจิตอลเอาท์พุท 140
รูปที่ 3.12 แสดงแผงวงจรเน็ตเวิร์กที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ 142
รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของตัวเลือกเส้นทาง (HUB) 143
รูปที่ 4.1 แสดงจุดตรวจและจุดสั่งงานภายในตัวจ่ายลมเย็น (AHU) 157
รูปที่ 4.2 แสดง AHU 174
รูปที่ 4.3 โปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลโมดูล 176
รูปที่ 4.4 BCU ลอจิก การ์ด 177
รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบทั้ง 3 ระดับของ BAS 180
รูปที่ 5.2 แสดงภาพภายในตัวควบคุมหลัก 183
รูปที่ 5.3 แสดงระยะห่างในการติดตั้งตัวควบคุมหลัก (BCU) 184
รูปที่ 5.4 การเชื่อมสายของตัวควบคุมหลัก (BCU) 185
รูปที่ 5.5 ขนาดของตัวควบคุมรอง (PCM) 189
รูปที่ 5.6 แสดงการเชื่อมสายของตัวควบคุมรอง 190

รูปที่ 5.7 การเชื่อมต่อโมดูลเข้ากล่องมาตรฐาน 193
รูปที่ 5.8 การต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์ตัวเดียว 193
รูปที่ 5.9 การต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์หลายตัว 194
รูปที่ 5.10 การต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์หลายตัวแบบ คลาส A 194
รูปที่ 5.11 การต่อคอนโทรลโมดูลกับอุปกรณ์ตัวเดียว 194
รูปที่ 5.12 การต่อคอนโทรลโมดูลกับอุปกรณ์หลายตัว 194
รูปที่ 5.13 การต่ออุปกรณ์ตรวจจับต่างๆแบบ คลาส B 196
รูปที่ 5.14 การต่ออุปกรณ์ตรวจจับต่างๆแบบ คลาส A 197
รูปที่ 5.15 การต่อสายเข้าตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ 198
รูปที่ 5.16a แสดงพื้นที่การทำงานของตัวตรวจจับความร้อน 198
รูปที่ 5.16b ระยะห่างในการติดตั้งตัวตรวจจับความร้อน 199
รูปที่ 5.17 การต่อแผงวงจร AE คลาส B แผงละ 2 ลูป 200
รูปที่ 5.18 การต่อแผงวงจร AE คลาส A แผงละ 1 ลูป 202
รูปที่ 5.19 หลอด LED ของแผงวงจร AE และ LJ 204
รูปที่ 5.20 แสดงการเชื่อมตัวควบคุมแบบ คลาส B 205
รูปที่ 5.21 แสดงการเชื่อมตัวควบคุมแบบ คลาส A 206
รูปที่ 5.22 แสดงการต่อขั้วของอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ต่างๆ 207
รูปที่ 5.23 แสดงการเชื่อมต่อสายอุปกรณ์ในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ 208
รูปที่ 5.24 แสดงการเชื่อมต่อสายในระบบประตูอัตโนมัติ 210
รูปที่ 5.25 แสดงลักษณะของท่อแบบต่างๆ 213
รูปที่ 5.26 แสดงอุปกรณ์ประกอบท่อทั้งแบบ EMT และ IMC 215
รูปที่ 5.27 แสดงลักษณะของกล่องที่ใช้ต่ออุปกรณ์และกล่องลากสาย 216
รูปที่ 5.28 แสดงเครื่องวิเคราะห์ และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ 220
รูปที่ 5.29 แสดงมิเตอร์วัดแบบดิจิตอล AC Clamp และมิเตอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 220

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม	6
ตารางที่ 1.2 แสดงค่าการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร	7
ตารางที่ 1.3 แสดงค่าการใช้ไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	7
ตารางที่ 2.1 การเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเพลิงไหม้	95
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างซอฟท์แวร์ระบบปฏิบัติการ	104
ตารางที่ 4.1 แสดงตารางจุดตรวจสอบ	158
ตารางที่ 4.2 ตารางจุดตรวจสอบของ AHU	172
ตารางที่ 4.3 ตารางจุดตรวจสอบของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็นโซน 1-7	149
ตารางที่ 4.4 สรุปจำนวนพอร์ท I/O ของตัวควบคุม	158
ตารางที่ 5.1 แสดงความยาวสูงสุดในการเดินสาย กับค่า คาปาซิแตนซ์	186
ตารางที่ 5.2 แสดงพื้นที่สายเป็นร้อยละของพื้นที่หน้าตัดท่อ	214
ตารางที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของท่อและจำนวนสายที่ร้อย	214

บทที่ 1
หลักการของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

1.1 ความหมายของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System : BAS)

BAS เป็นระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ของอาคาร ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบประกอบต่างๆ ของอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า, ระบบปรับอากาศ, ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้, ระบบดับเพลิง, ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน, ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบสุขาภิบาลและปั๊มน้ำ และระบบเสริมอื่นๆ เพื่อตรวจสอบสถานะหรือสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ซึ่งติดตั้งไว้เพื่ออำนวยความสะดวก หรือให้บริการแก่ผู้ใช้หรือผู้อาศัยอาคาร ทั้งอาคารประเภทสำนักงาน, ที่อยู่, โรงแรม, อาคารพาณิชย์, อาคารขนาดเล็ก ตลอดจนอาคารขนาดกลางและอาคารสูง รวมถึงกลุ่มของอาคาร (Complex Building) โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือปิด-เปิดอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงาน และใช้ในการรวบรวมข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเก็บเป็นสถิติ

BAS จึงประกอบไปด้วย จุดตรวจสอบหรือตรวจวัด (Monitor Point) เพื่อวัดค่าทำให้ทราบสถานะแต่ละจุดของอุปกรณ์ที่มีแอ็ดเดรส (Address) ที่แน่นอนไม่ซ้ำซ้อนกัน และมีทะเบียน (List) เพื่อให้ BAS รับรู้ได้ว่าจุดตรวจสอบนั้นคืออุปกรณ์อะไร และอยู่ในระบบอะไร แล้วใช้โปรแกรมหรือซอฟท์แวร์ควบคุม จุดที่ต้องการควบคุม (Control Point) เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น เปิด-ปิดไฟของระบบแสงสว่าง ดังนั้นจุดควบคุมก็ต้องมีแอ็ดเดรสที่แน่นอนเช่นเดียวกันกับจุดตรวจวัด

ผู้ควบคุมสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ของระบบ BAS โดยอาจจะใช้โปรแกรมให้ทำงานอย่างอัตโนมัติ หรือให้ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้ก็ได้ ส่วนประกอบหลักของ BAS คือ อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์, ซอฟท์แวร์ และแหล่งจ่ายพลังงานให้ระบบโดยจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

1.2 เหตุผลในการใช้ระบบ BAS

ก่อนที่เจ้าของอาคารจะตัดสินใจเลือกติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงผลดีและความคุ้มค่าของระบบ ทั้งในแง่ของประโยชน์ที่จะได้รับ, การลงทุน และเหตุผลในด้านต่างๆ ดังนี้

1.2.1 ด้านความสะดวกในการควบคุมระบบอาคารโดยอัตโนมัติ สรุปผลดีได้ดังนี้

1) สามารถดูแลและควบคุมจากศูนย์กลางเดียวกันโดยนำอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อป้องกันชีวิตและทรัพย์สิน กระจายติดตั้งทั่วไปภายในอาคารตามลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์มารวมการควบคุมไว้ที่ศูนย์กลางควบคุมเดียวกัน ทำให้

- สะดวกต่อการควบคุมและสั่งการอุปกรณ์
- สะดวกต่อการตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์
- สะดวกต่อการตรวจวัดและรายงานผลการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์
- สะดวกต่อการประสานงาน และดูแลรักษาอุปกรณ์ภายในอาคาร เนื่องจากมีการเก็บบันทึกจำนวนชั่วโมงการทำงาน ของอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละชิ้น นอกจากนั้นยังมีการบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงไว้เป็นขั้นตอน และมีรายละเอียดครบถ้วนไว้ในหน่วยความจำ เช่น ข้อมูลอะไหล่ในสต็อก, การวางแผนเกี่ยวกับการตรวจเช็คซ่อมแซม, การจัดหาอะไหล่ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบลง

2) สามารถวัดค่าและเก็บบันทึกกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบและการวางแผนประหยัดพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งการออกใบเสร็จเรียกเก็บเงินจากลูกค้าผู้เช่าอาคารได้

3) สามารถนำตัวควบคุมแบบดิจิตอล (Digital Controllers) มาใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ เนื่องจากมีขนาดเล็กและประหยัดกว่าแต่ให้ประสิทธิภาพที่สูงกว่า

4) สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นโดยอัตโนมัติ เพื่อปรับสภาพอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการทำงานของบุคคล และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งให้เป็นไปตามความต้องการ

5) สามารถสั่งการโดยใช้โทรศัพท์เพื่อเปิด-ปิดแอร์ และแสงสว่างในส่วนที่ต้องการใช้นอกช่วงเวลาทำงานปกติ โดยใส่รหัสตามคำสั่งผ่านไปทางโทรศัพท์ที่ศูนย์ควบคุม และหลังจากที่ตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างในบริเวณนั้นก็จะเริ่มทำ

งาน เพื่อความสะดวกแก่ลูกค้า และสามารถบันทึกช่วงเวลาดังกล่าวได้ในการคิดค่าไฟฟ้าและแอร์ในช่วงนั้น

6) สามารถควบคุมการทำงานและเวลาเปิด-ปิดของลิฟท์แต่ละตัว, ควบคุมช่วงเวลาวิ่งขนถึงชั้นที่ต้องการ เพื่อประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานของลิฟท์

7)ในห้องควบคุมมีการติดตั้งแผนผังระบบภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยระบบป้องกันอัคคีภัย, ระบบรักษาความปลอดภัยลิฟท์, ระบบปรับอากาศเป็นต้น เพื่อแสดงสถานะอุปกรณ์แต่ละตัวในอาคาร สำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้ควบคุมจัดการระบบต่าง ๆ

1.2.2. ด้านระบบควบคุมความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Security System)

1) สามารถตรวจวัดระดับน้ำในถัง เช่น น้ำใช้, น้ำดื่ม และน้ำสำหรับระบบป้องกันอัคคีภัย เมื่อเวลาเกิดเพลิงไหม้จะสามารถนำน้ำที่เก็บในถังน้ำสำรองในอาคาร ไปใช้ดับเพลิงก่อนที่รถดับเพลิงจะมา เป็นการเตรียมน้ำสำหรับการดับเพลิงให้ระดับน้ำที่พร้อมอยู่เสมอ

2) สามารถตรวจจับน้ำใต้พื้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ หรือเครื่องมือภายในห้อง กรณีมีน้ำรั่วไหล

3) สามารถตรวจจับคาร์บอนมอนอกไซด์ในชั้นจอดรถใต้ดิน เพื่อเปิด-ปิดระบบระบายอากาศ

4) สามารถตรวจสอบระบบหัวฉีดน้ำฝอย โดยการตรวจสอบแรงดันของน้ำและการไหลของน้ำภายในท่อ

5) การแจ้งเตือนเพลิงไหม้โดยอัตโนมัติ เพื่อควบคุมเพลิงและดับไฟรวมถึงการดับไฟแบบใช้ก๊าซฮาลอน ในห้องอุปกรณ์ไฟฟ้า และห้องคอมพิวเตอร์

6) การควบคุมควันในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ เพื่อไม่ให้ลามไปยังชั้นอื่นๆของอาคาร และสามารถควบคุมควันบริเวณบันไดหนีไฟเพื่อเป็นช่องทางในการอพยพคนออกจากอาคาร

7) สามารถเชื่อมโยงระบบสื่อสารของพนักงานดับเพลิงกับห้องควบคุมโดยการติดตั้งหัวต่อ (Jack) สำหรับเสียบโทรศัพท์ไว้ทั่วอาคาร และมีโทรศัพท์ชนิดพกติดตามตัวไว้จำนวนหนึ่งในห้องควบคุมสำหรับใช้งานในกรณีเกิดเพลิงไหม้ และมีการจัดให้มีระบบเสียงที่ใช้ในการประกาศตามพื้นที่ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ด้วย

8) การใช้โทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อดูแลความสงบเรียบร้อยของพื้นที่ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแลอยู่ที่ศูนย์ หากเกิดอุบัติภัยหรือสิ่งผิด

ปรกติเช่น กรณีฉุกเฉิน, การบุกรุก ก็สามารถส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบยังจุดนั้น และควบคุมสถานการณ์ได้อย่างทันท่วงที และสามารถบันทึกภาพผ่านโทรทัศน์วงจรปิด ด้วยวีดีโอเทป และเก็บไว้ช่วงเวลาหนึ่ง ส่วนใหญ่มักจะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อเวลาผ่านไปและไม่มีสิ่งใดผิดปกติเกิดขึ้น เทปดังกล่าวก็จะถูกบันทึกซ้ำอีก

9) มีระบบป้องกันขโมยบริเวณรอบอาคารที่ประตู , หน้าต่าง เพื่อป้องกันการบุกรุกจากบุคคลภายนอก หรือเมื่อเกิดการโจรกรรมจะแจ้งเหตุมาที่ห้องควบคุม

10) สามารถควบคุมบริเวณเข้า-ออกในอาคารโดยใช้บัตรผ่านประตูอัตโนมัติสำหรับผู้ถือบัตรเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถระบุเป็นช่วงเวลาให้ผ่านได้และไม่ให้ผ่านได้ สำหรับประตูแต่ละแห่งอีกด้วย

11) สามารถแจ้งเหตุร้ายรายงานมาที่ห้องควบคุม โดยใช้ปุ่มกดฉุกเฉินที่อาจติดตั้งหรือซ่อนไว้ในที่ที่เหมาะสม

12) สามารถควบคุมการจอดรถ เพื่อตรวจสอบจำนวนรถที่เข้ามาในอาคารว่ามีที่ว่างพอหรือไม่

1.2.3. ด้านการประหยัดพลังงาน (Energy Saving) สรุปผลดีได้ดังนี้

1) มีการควบคุมระบบปรับอากาศ โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิตามความเหมาะสมของภูมิอากาศภายนอก และตามอัตราส่วนของปริมาณความร้อนที่ใช้งานจริง ด้วยการเปิด-เปิดอุปกรณ์บางชุดขณะเลิกใช้พื้นที่บางบริเวณ แต่อุณหภูมิห้องยังคงรักษาให้พอเหมาะ

2) มีการควบคุมระบบปรับอากาศให้เปิด-เปิดตามช่วงระยะเวลาที่ตั้งไว้ในโปรแกรม เพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ให้ต่ำลงเพื่อเป็นการประหยัดค่าไฟ

3) มีการควบคุมระบบแสงสว่างให้เปิด-เปิดตามช่วงระยะเวลาที่ตั้งไว้ในโปรแกรม และมีการทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ (sensor) อื่นๆ เพื่อประหยัดไฟฟ้า เช่นใช้โฟโต้เซลล์ตรวจวัดระดับแสงสว่างตามพื้นที่ต่าง ๆ โดยเมื่อถึงเวลาค่ำระบบไฟแสงสว่างบริเวณทางเดินจะเริ่มเปิดใช้งานเอง

4) มีการใช้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ในการทำอากาศภายนอกอาคารให้เย็นลงก่อน โดยใช้อากาศภายในอาคารที่ถูกดูดทิ้งเป็นตัวทำความเย็นให้ก่อนที่จะดูดอากาศภายนอกเข้ามา

5) สามารถควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าได้ ในกรณีดังต่อไปนี้

- สภาวะปกติ มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเฉพาะมอเตอร์ในระบบลิฟท์, ระบบปรับ

อากาศ และระบบปั๊มน้ำพร้อมๆ กันหลายชุด ดังนั้นขณะเริ่มเดินเครื่อง (Start) พร้อม ๆ กันจะเกิดกระแสกระชากสูงมาก ทำให้ช่วงเวลานั้นเกิดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ แต่ BAS สามารถกำหนดเวลาในการเปิดอุปกรณ์แต่ละตัวให้ไม่พร้อมกันได้ โดยใช้เวลาเปิดเหลื่อมกันเล็กน้อยให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ เพื่อไม่ให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเกิดขึ้นสูงมากในช่วงหนึ่ง

- สภาวะปกติ มีการตรวจสอบจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของอาคารอยู่ตลอดเวลา โดยถ้าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ มีแนวโน้มที่จะสูงเกินจุดกำหนดที่ตั้งไว้ในโปรแกรม BAS จะทำการหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในขณะนั้นออกก่อน หรือใช้วิธีให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator) ช่วยจ่ายไฟฟ้าแทนจนกว่าค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะลดลงแล้ว BAS จึงจะสั่งการให้อุปกรณ์นั้นทำงานต่อไปภายใต้ระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

- สภาวะไม่ปกติ มีเหตุการณ์ไฟฟ้าดับเกิดขึ้น BAS จะเป็นตัวกำหนดขั้นตอนการทำงานให้ใช้ไฟสำรองของอาคารนั้นไปก่อน แต่เมื่อระบบไฟฟ้ากลับคืนสู่สภาวะปกติ BAS จะควบคุมการเปิดอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ให้เปิดกลับขึ้นมาใหม่อีกครั้ง โดยการใช้โปรแกรมควบคุมอัตโนมัติไม่ให้เปิดขึ้นพร้อมๆ กันเพื่อลดความเสียหายแก่ระบบและลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลง BAS จึงเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบไฟฟ้าของอาคาร

1.2.4. BAS เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพยอดเยี่ยม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความสะดวกสบาย, ความรวดเร็ว, ความปลอดภัย, ความละเอียดอ่อนของระดับการทำงาน รวมถึงการประหยัดพลังงาน ซึ่งนำไปสู่การประหยัดค่าใช้จ่ายให้แก่เจ้าของอาคารและประเทศชาติ

1.2.5. BAS เป็นระบบที่มีมาตราฐานเพียงพอต่อการรองรับกฎหมาย คือ พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีมาตรฐานที่ประกาศออกมาเป็นกฎกระทรวงบังคับใช้ได้แก่เรื่องต่อไปนี้

1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม กำหนดในเรื่องค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ค่าการถ่ายเทความร้อน	อาคารใหม่	อาคารเก่า
- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร จะต้องมีค่าไม่เกิน (วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา	25	25
- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ จะต้องมีค่าไม่เกิน (วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก)	45	55

หมายเหตุ อาคารเก่า หมายถึง อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือกำลังสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาติก่อสร้างไว้ก่อนพระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมมีผลบังคับใช้

อาคารใหม่ หมายถึง อาคารที่ยื่นขออนุญาติก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมมีผลบังคับใช้

2) การใช้พลังงานในอาคาร กำหนดในเรื่องไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่ขอครถ และมาตราฐานการปรับอากาศในอาคารเป็นดังนี้

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร

อาคารประเภท (1)	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษาและโรงพยาบาล/ สถานพักฟื้น	16
(ข) ร้านขายของ ซุปเปอร์มาเก็ต หรือศูนย์การค้า (2)	23

(1) หมายถึง อาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะ ให้ใช้ค่าในตารางตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน

(2) หมายถึง รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณา เผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า

ตารางที่ 1.3 แสดงค่าการใช้ไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chillier)		
- ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.90
- ขนาดเกินกว่า 250 - 500ตันความเย็น	0.70	0.84
- ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น	0.67	0.80
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocation Chillier)		
- ขนาดไม่เกิน 35 ตันความเย็น	0.98	1.18
- ขนาดเกินกว่า 35 ตันความเย็น	0.91	1.10
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	0.88	1.06
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (Screw Chillier)	0.70	0.84

ตารางที่ 1.4 แสดงค่าการใช้ไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	อาคารเก่า (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chillier)		
- ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.40	1.61
- ขนาดเกินกว่า 250 - 500 ตันความเย็น	1.20	0.84
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocation Chillier)		
- ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	1.30	1.50
- ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	1.25	1.44
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	1.37	1.58
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (Screw Chillier)	1.40	1.61

3) การประเมินหาค่าการถ่ายเทความร้อน ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารและค่าสมรรถนะของอุปกรณ์ปรับอากาศ

1.2.6. BAS เป็นระบบที่ก่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดี น่าประทับใจ และสร้างความมั่นใจ, ความอบอุ่นใจในบริการของผู้ใช้บริการที่มีต่ออาคารที่นำเอา BAS มาใช้ เช่น อาคารหรือสำนักงานที่ทำเกี่ยวกับการเงินการธนาคาร, โรงแรมระดับ, และศูนย์ให้บริการทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ

1.3 ระบบอาคารอัจฉริยะ (Intelligent Building System : IBS)

ระบบอาคารอัจฉริยะเป็นการรวมระบบ BAS เข้ากับระบบอื่นๆ คือ

1.3.1 ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System : FAS)
และระบบดับเพลิง (Fire Fighting System)
1.3.2 ระบบสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation : OA)
และระบบโทรคมนาคม (Telecommunication System)

ระบบอาคารอัจฉริยะมีแหล่งกำเนิดมาจากสองประเทศ คือ อเมริกา และ ญี่ปุ่น โดยอเมริกาจะเน้นถึงการบริหารอาคารให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ความปลอดภัย ความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคาร และการบำรุงรักษา ส่วนญี่ปุ่นจะเน้นระบบสำนักงานอัตโนมัติ และเทคโนโลยีสารสนเทศในการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคม เช่น เครือข่ายคอมพิวเตอร์ และเครือข่ายโทรศัพท์ เป็นต้น ระบบอาคารอัจฉริยะในปัจจุบัน เป็นการรวบรวมแนวคิดทั้งของอเมริกาและญี่ปุ่นเข้าด้วยกัน

ระบบอาคารอัจฉริยะเป็นการรวมระบบ BAS เข้ากับระบบสำคัญอีก 2 ระบบคือ

1.3.1 ระบบป้องกันเพลิงไหม้

แบ่งเป็น ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้หรือ FAS (Fire Alarm System) และ ระบบดับเพลิง (Fire Fighting System) ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้เป็นระบบที่สามารถนำมาเชื่อมโยง (Interface) เข้ากับระบบ BASได้ โดยระบบ BAS ของบางบริษัทจะขายมาพร้อมกับระบบ FAS (การใช้งานระบบ BAS ควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้มีรายละเอียดตามข้อ 1.4.3) ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้จะประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้, อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์แจ้งเตือน ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าจะเป็นผู้ออกแบบ ส่วนระบบดับเพลิงอยู่ในความรับผิดชอบของวิศวกรเครื่องกล

1.3.2 ระบบสำนักงานอัตโนมัติ (OA) และระบบโทรคมนาคม

ระบบสำนักงานอัตโนมัติ คือ การใช้อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งมักใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการอำนวยความสะดวก และเก็บข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยเฉพาะการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในการรับส่งข้อมูล

ส่วนระบบโทรคมนาคมใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้อยู่ภายในอาคารด้วยกัน หรือผู้อยู่ในอาคารกับระบบคอมพิวเตอร์ หรือติดต่อระหว่างภายในอาคารกับภายนอกอาคาร ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบอย่างรวดเร็ว เปลี่ยนจากยุคอนาลอก (Analog) มาสู่ยุคดิจิตอล (Digital) ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น มีความแน่นอนกว่า และส่งข้อมูลได้มากขึ้น ระบบโทรคมนาคมของอาคารแบ่งออกเป็น ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย และระบบโทรคมนาคมในสำนักงาน

1. ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย (Telecommunication Network) เป็นการเชื่อมโยงการติดต่อประเภทเดียวกันภายในอาคารเข้าด้วยกัน เช่น โทรศัพท์ทุกเครื่องในอาคารจะต่อเข้าด้วยกัน และต่อเข้ากับเครือข่ายโทรศัพท์ส่วนกลางของอาคาร จากนั้นจึงเชื่อมโยงเครือข่ายภายในอาคารเข้ากับระบบโทรศัพท์ภายนอก นอกจากเครือข่ายโทรศัพท์แล้วยังมีระบบเครือข่ายอื่นๆ เช่น

1.1) เครือข่าย VSAT (Very Small Aperture Terminal)

เครือข่าย VSAT คือสถานีภาคพื้นดินขนาดเล็กสำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียม จะทำงานร่วมกับสถานีภาคพื้นดินขนาดใหญ่ สามารถให้การติดต่อสื่อสารและบริการสารสนเทศได้อย่างกว้างขวาง โครงข่าย VSAT ใช้จานรับสัญญาณขนาดเล็ก และเครื่องขยายกำลังขนาดเล็ก จานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2-1.8 เมตร วางอยู่บนยอดตึกของอาคารอัจฉริยะ สัญญาณที่มาจากดาวเทียมจะผ่านจานรับสัญญาณของ VSAT มาที่ระบบควบคุมเพื่อแปลงสภาพเข้าสู่เครือข่ายต่างๆ ของอาคารต่อไป เช่น ISDN, PABX

1.2) เครือข่ายบริการสื่อสารร่วมดิจิตอล (ISDN)

เป็นเครือข่ายที่สามารถให้บริการการสื่อสารข้อมูลได้ทุกๆ รูปแบบ เนื่องจากแต่เดิมเครือข่ายแต่ละชนิดถูกออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะอย่าง จึงใช้ประโยชน์เครือข่ายได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ เครือข่ายเทเล็กซ์ เครือข่ายข้อมูลสาธารณะแบบวงจรสวิทช์ บริการเครือข่ายเหล่านี้สามารถรวมอยู่ในเครือข่ายเดียวกันคือ ISDN ซึ่งแบ่งการพัฒนาเป็น 3 ช่วงคือ

1. แบบช่วงสัญญาณแคบ (Narrow Band ISDN) เป็นเครือข่ายที่พัฒนาเพิ่มเติมจากโครงข่ายโทรศัพท์ระบบดิจิตอล

2. แบบช่วงสัญญาณกว้าง (Broad Band ISDN) เป็นเครือข่ายที่ขยายขีดความสามารถของISDN ให้สามารถส่งสัญญาณในระดับภาพทีวีได้ ซึ่งจะต้องเปลี่ยนสายนำสัญญาณจากชุมสายไปถึงผู้ใช้บริการโดยใช้ใยแก้วนำแสง

3. แบบยูนิเวอร์แซล (Universal ISDN) เป็นเครือข่ายที่รวมข่ายสาย, ชุมสาย และระบบส่งสัญญาณทั้งหมดเข้าด้วยกัน เป็นเครือข่ายที่สนองตอบต่อแนวคิดของระบบสารสนเทศ ในเครือข่ายนี้อุปกรณ์ปลายทางทั้งหมดจะต่อเข้ากับปลั๊กชนิดหนึ่ง ทำให้การติดต่อเข้ากับ ISDN ทำได้ง่าย

1.3) ระบบโทรศัพท์ตู้สาขาอัตโนมัติ หรือ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ทำหน้าที่สลับสายภายนอกมายังคู่สายที่ต้องการ และควบคุมทุกอย่างด้วยระบบคอมพิวเตอร์ มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์เข้ามา คู่สายปลายทางจะถูกต่อโดยการควบคุมของระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ปลายทางจะถูกตรวจสอบการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ และระบบคอมพิวเตอร์พร้อมจะทำงานเมื่อมีสัญญาณเข้า

2. ระบบโทรคมนาคมภายในสำนักงาน (Telecommunication In Office) ในที่นี้หมายถึงอุปกรณ์ปลายทางที่ใช้ในการสื่อสารของอาคารอัจฉริยะ ในระบบการสื่อสารของอาคารทั่วไปก็คือ การโทรศัพท์ การส่งเทเล็กซ์ หรือการบันทึกวีดีโอ สิ่งที่พิเศษขึ้นมาของอาคารอัจฉริยะก็คือการนำระบบคอมพิวตอร์เข้ามาใช้ในเครือข่าย

2.1) การประชุมทางวีดีโอ (Video Conference)

หมายถึง การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ถ่ายทอดภาพและเสียงภายในเวลาเดียวกัน สามารถโต้ตอบกันได้ ลักษณะการทำงานคือ การรวมสัญญาณภาพและเสียงเข้าด้วยกันแล้วอัดสัญญาณ (Compress) ส่งไปยังเครือข่าย เนื่องจากสัญญาณเหล่านี้เป็นอนาลอก การพัฒนายังไปไม่ถึงขั้นดิจิตอล จึงต้องใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพและเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและอัดสัญญาณลงไปในสายส่ง ส่งไปยังเครือข่ายต่างๆ เช่น ISDN หรือ VSAT ทางด้านรับจะมีเครื่องแปลงสัญญาณอีกชุดหนึ่ง ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก แล้วไปแสดงผลบนจอทีวีและลำโพง

2.2) วีดีโอโฟน (Video Phone)

เป็นระบบการสื่อสารที่สามารถติดต่อได้ทั้งทางภาพและเสียง ประกอบด้วยจอภาพ กล้อง ลำโพง และแผงควบคุม ซึ่งมีไมโครโฟนพร้อมปุ่มปรับสัญญาณภาพและเสียง ระบบนี้สามารถเชื่อมโยงกับระบบ PABX ได้ แต่คุณภาพจะดีขึ้นเมื่อเชื่อมโยงกับเครือข่าย ISDN

2.3) วีดีโอเท็กซ์ (Video Text)

เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถหาข่าวสารต่างๆได้ โดยจะมีคอมพิวเตอร์ ต่อเข้ากับเครือข่ายที่เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทำให้ผู้ที่ต้องการข้อมูล สามารถเรียกดูได้จากคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องเดินทาง

ไปสำรวจ สำหรับอาคารอัจฉริยะ สัญญาณจะไปที่เครือข่ายของอาคารก่อนแล้วค่อยวิ่งไปสู่ที่เก็บข้อมูลภายนอก

2.4) อินเตอร์เน็ต (Internet)

เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมคอมพิวเตอร์ภายในอาคารเข้าด้วยกัน แล้วเชื่อมเข้ากับเครือข่ายอื่นๆ ไปทั่วโลก ทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในอาคารสามารถเข้าถึง ข่าวสารข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งสื่อที่เป็น ตัวอักษร, ภาพ, เสียง, ภาพเคลื่อนไหว, จดหมายอิเล็กทรอนิกส์, ข้อมูลต่างๆจากการโอนย้ายข้ามเครือข่าย และ สื่ออื่นๆจากทั่วทุกมุมโลก ได้อย่างสะดวก และรวดเร็ว

ประโยชน์ที่ได้รับจากอาคารอัจฉริยะ

1. เพิ่มคุณค่าของอาคารเมื่อเทียบกับอาคารอื่น

2. ความสามารถในการรองรับเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต เช่น สามารถเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงพื้นที่ใช้สอย สำหรับติดตั้งอุปกรณ์สำนักงาน หรืออุปกรณ์ด้านการสื่อสารเพิ่มเติมได้สะดวกรวดเร็ว รวมถึงการออกแบบเผื่อไว้ หรือสำรองไว้สำหรับการเดินสายไฟฟ้า, สายโทรศัพท์, สายสัญญาณ และ สายข้อมูลต่างๆ ตลอดจนอุปกรณ์อื่นๆ ที่จะติดตั้งเพิ่มเติม ซึ่งทำได้ง่าย เพราะมีการเตรียมการตั้งแต่วางโครงสร้างของอาคาร

3. ประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งทางด้านบุคลากร และพลังงาน เพราะนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ เป็นการลดค่าใช้จ่ายของอาคาร และประหยัดพลังงานของประเทศ

4. มีความปลอดภัยมากขึ้นจากการแจ้งเตือนเพลิงไหม้และและการดับเพลิง

5. สามารถรวมระบบต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

6. เพิ่มประสิทธิภาพให้แก่พนักงาน เนื่องจากมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการทำงาน

7. มีระบบสำนักงานอัตโนมัติในการอำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และมีระบบสื่อสารโทรคมนาคม และระบบสารสนเทศที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงทั้งภายในและภายนอกอาคาร เช่น ภายในอาคารมีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยอาศัยระบบเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network : LAN) หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กรที่เรียกว่า อินทราเน็ต (Intranet) ส่วนการติดต่อสื่อสารกับภายนอก

อาคารใช้ระบบโทรศัพท์ PABX (Private Automatic Branch Exchange), การสื่อสารผ่านดาวเทียม, ไมโครเวฟ หรือใยแก้วนำแสง เป็นต้น

1.4 การใช้ BAS ควบคุมระบบต่างๆ ในอาคาร

แบ่งระบบต่างๆของอาคาร ได้เป็น 8 กลุ่ม

1.4.1 ระบบไฟฟ้า

1.4.2 ระบบปรับอากาศ

1.4.3 ระบบป้องกันเพลิงไหม้

1.4.4 ระบบลิฟท์ และบันไดเลื่อน (Elevators & Escalators)

1.4.5 ระบบรักษาความปลอดภัย

1.4.6 ระบบสุขาภิบาล,ระบบถังเก็บน้ำสำรอง และบำบัดน้ำเสีย

1.4.7 ระบบโทรคมนาคม

โดยแต่ละกลุ่มสามารถแยกรายละเอียด และใช้ BAS ควบคุมได้ดังนี้

1.4.1 ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญที่สุด เนื่องจากงานระบบทุกกลุ่มต้องพึ่งพาและใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้อาคารต่างๆจะเป็นระบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าว่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งขึ้นกับว่าอาคารนั้นๆ ได้ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใด เช่น บ้านเรือนที่อยู่อาศัย ทางการไฟฟ้าจะจ่ายให้เป็นระบบแรงดันต่ำ 1 เฟส 220 โวลท์ หากเป็นอาคารขนาดเล็ก หรือโรงงานขนาดเล็ก ก็จะจ่ายเป็นระบบ แรงดันต่ำ 3 เฟส 380 โวลท์ ถ้าหากเป็นอาคารขนาดใหญ่ หรือโรงงานขนาดใหญ่ ก็จะจ่ายเป็นระบบ แรงดันสูง 3 เฟส 12 หรือ 24 กิโลโวลท์ ซึ่งผู้ใช้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเช่น หม้อแปลงเพื่อลดขนาดจาก แรงดันสูง เป็น แรงดันต่ำ เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรกลที่ติดตั้งในอาคาร

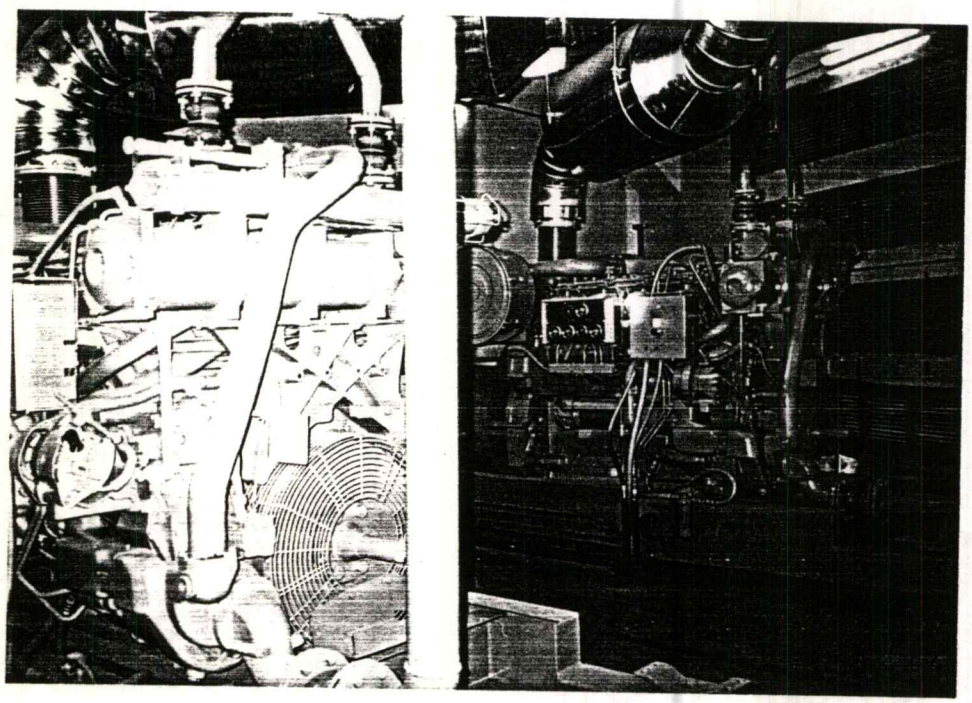
การจัดสรรระบบไฟฟ้าในอาคาร แบ่งเป็นการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายปกติกับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายสำรอง

1. การจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายปกติ

สำหรับอาคารขนาดใหญ่การจ่ายพลังงานโดย การไฟฟ้านครหลวงจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าแรงสูงขนาด 24 kV (ส่วนบางพื้นที่ยังคงจ่ายแบบเดิม คือ 12 kV) มาจากสองสถานีจ่ายไฟเพื่อป้องกันปัญหาไฟดับ ผ่านหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันให้เหลือ 380 V 3∅ 5 สาย ได้แก่ เฟส A, เฟส B, เฟส C, สายนิวทรัล (Neutral : N) และสายดิน (Gound : G) จ่ายไปส่วนต่างๆ ของพื้นที่ รวมทั้งยังจ่ายให้กับระบบอื่น เช่น ระบบปรับอากาศ, ระบบสุขาภิบาล, ระบบลิฟท์ ฯลฯ

2. การจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายสำรอง

แหล่งจ่ายสำรองพลังงานสำรองมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเมื่อเกิดไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ไม่สามารถจ่ายไฟให้กับทางโครงการได้อย่างต่อเนื่องภายในระยะเวลา 15-30 วินาที เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำงานและจ่ายพลังงานให้กับโหลดประเภทแสงสว่างตามจุดต่างๆบางส่วน, จ่ายให้กับระบบอัดอากาศในกรณีเพลิงไหม้, จ่ายให้กับระบบลิฟท์โดยสาร, จ่ายให้กับระบบสูบน้ำในกรณีฝนตกหนักและมีปริมาณของน้ำมาก และ จ่ายให้กับระบบคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

การใช้ระบบ BAS กับระบบไฟฟ้าส่วนใหญ่ จะเป็นการตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ ได้แก่

1.ระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้อาคาร จะทำการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Drop) เพราะถ้าหากต่ำกว่าค่าที่กำหนดจะเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ได้

2 . การตรวจวัดหน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW-Hour)

3. การตรวจวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand) ซึ่งหากมีแนวโน้มที่จะเกินค่าที่กำหนด ก็จะทำการควบคุมโหลดโดยการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่จำเป็นได้

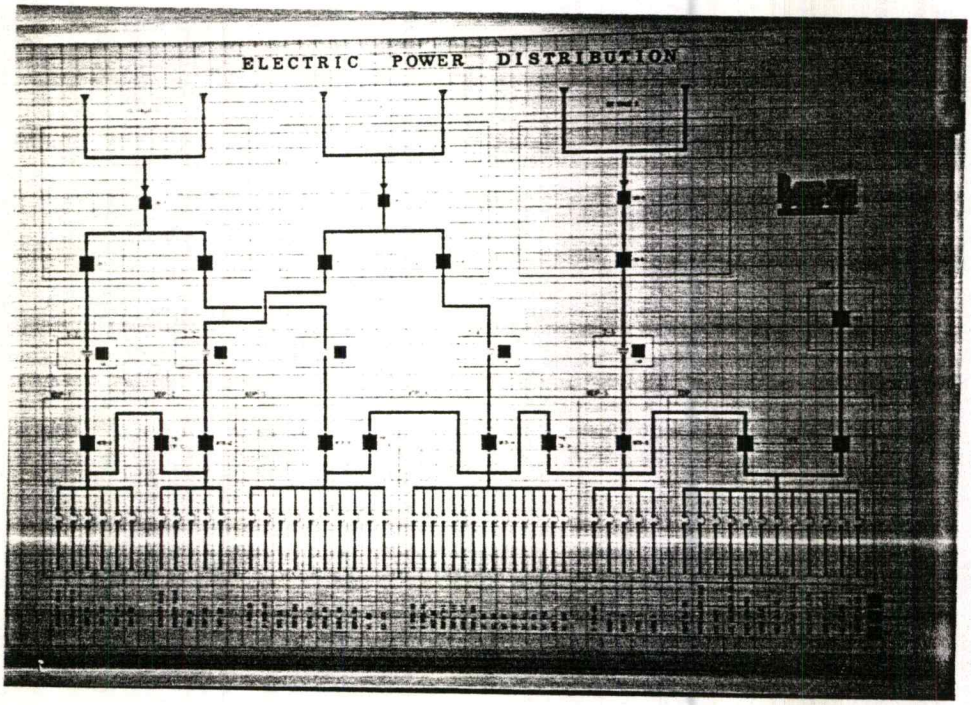
4. การตรวจวัดอุณหภูมิของหม้อแปลง ว่าผิดปรกติหรือไม่ หากหม้อแปลงเสื่อมสภาพ หรือใช้งานเกินขนาดจนทำให้ความร้อนสูง อาจเกิดการระเบิดเสียหายรุนแรงได้

5. การตรวจสอบแผงระบบจ่ายไฟฟ้า MDB (Main Distribution Panel) ว่าอยู่ในสภาวะใด

6. การตรวจสอบสภาวะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator)ให้อยู่ในสภาวะที่พร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา

7.การตรวจสอบสภาวะอุปกรณ์ของระบบจ่ายไฟต่อเนื่อง UPS (Uninterruptible Power Supply) ซึ่งมีความสำคัญมากในการจ่ายไฟให้กับโหลดสำคัญ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ หรือห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล เป็นต้น

ในการคิดค่ากระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าต่อผู้ใช้ การไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะของกิจการ เช่น คิดค่าใช้จ่ายตามค่าพลังงานที่ใช้จริงเป็นหน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kW-Hour) หรือ อาจจะคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand) เป็นหน่วยกิโลวัตต์ด้วย จากอัตราของการไฟฟ้าในกรณีกิจการขนาดใหญ่ที่รับไฟแรงดัน 12-24 kV ค่าความต้องการพลังงานจะมีราคาต่อหน่วยสูงกว่าค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 60-285 เท่า



รูปที่ 1.2 แสดงแผงจำลองการแจกจ่ายไฟฟ้า ในห้องควบคุม BAS

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าคือ ความต้องการพลังงานหน่วยเป็น กิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมกันหลายเครื่อง จะพบว่าหากมีการควบคุม และตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าที่ดี นอกจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าแล้ว ก็จะประหยัดในส่วนของค่าความต้องการพลังงานด้วย

1.4.2 ระบบปรับอากาศ

เครื่องทำความเย็นสำหรับระบบปรับอากาศนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอาคาร ขนาดของเครื่องปรับอากาศ ขึ้นอยู่กับขนาด, ลักษณะพื้นที่ และการใช้งานของอาคารที่จะติดตั้ง สามารถแบ่งขนาดของระบบปรับอากาศได้ดังนี้

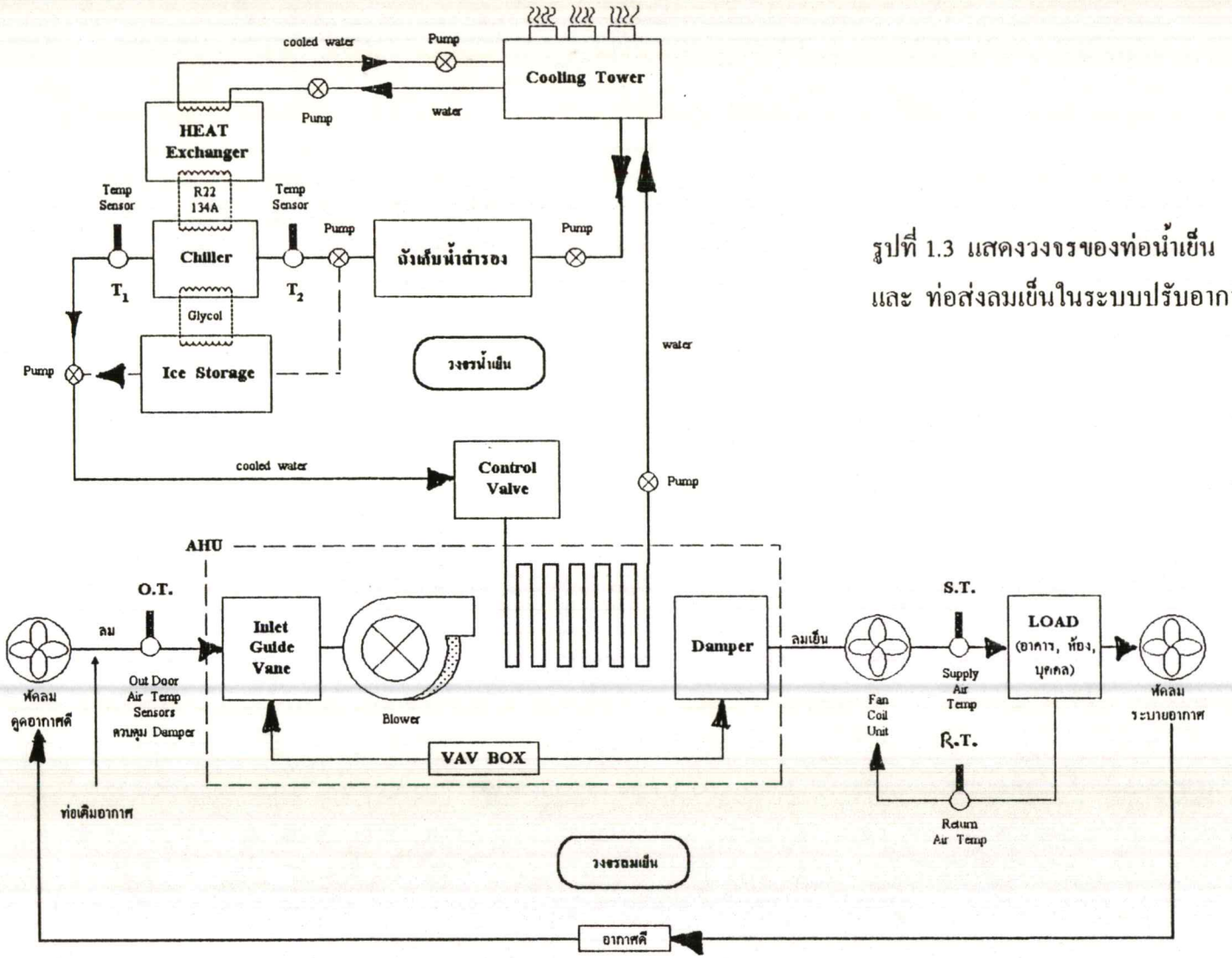
1. ระบบปรับอากาศขนาดเล็ก มีขนาดไม่กี่ตัน (1 ตัน = 12600 BTU) ซึ่งใช้ติดตั้งตามอาคาร และสำนักงานขนาดเล็ก อาจจะเป็นการติดที่เรียกว่า แบบแยกส่วน (Window Type หรือ Split Type) ระบบนี้จะมีเพียงคอมเพรสเซอร์ (Compressor Cooling Unit) และ พัดลมขนาด

เล็ก ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไม่มากนัก แต่หากเทียบเป็นค่าใช้จ่ายในบ้านเรือน หรือสำนักงานแล้ว จะเป็นอุปกรณ์ที่เสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดส่วนหนึ่ง

2. ระบบปรับอากาศขนาดกลาง มีขนาดตั้งแต่ 10-100 ตัน ใช้ติดตั้งในอาคารหรือโรงงานขนาดกลางระบบนี้จะประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, เครื่องทำความเย็น หรือ ชิลเลอร์ (Chiller Unit), คอนเดนเซอร์ (Condensor หรือ Cooling Unit), ตัวจ่ายลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit : AHU) และพัดลมจ่ายลมเย็น (Fan Coil) ซึ่งจะติดตั้งกระจายในห้องต่างๆ เพื่อจ่ายลมเย็นตลอดทั้งอาคาร ระบบปรับอากาศขนาดกลางมักติดตั้งในอาคารที่ไม่สูงมากนัก มีการจ่ายลมเย็นออกจากส่วนกลาง ส่วนใหญ่ใช้ชิลเลอร์ขนาดเล็ก แต่บางแห่งใช้คอมเพรสเซอร์ เป็นตัวทำความเย็นหลัก

3. ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ จะมีขนาดตั้งแต่ 100 ตันขึ้นไป ใช้ติดตั้งในอาคารขนาดใหญ่ หรือ กลุ่มอาคารซึ่งจะประกอบด้วย ชิลเลอร์แพล้นท์ (Chiller Plant) และส่วนประกอบต่างๆ เช่นเดียวกับระบบปรับอากาศขนาดกลาง ติดตั้งกระจายตลอดทั้งอาคาร การจ่ายลมเย็นจากส่วนกลางใช้ชิลเลอร์ขนาดใหญ่ มีการระบายความร้อนโดยใช้ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) มักติดตั้งไว้ในอาคารสูง ห้างสรรพสินค้า โรงแรม เป็นต้น

ระบบปรับอากาศในอาคารสูงนั้นจะใช้ ชิลเลอร์ ในการผลิตน้ำเย็น และส่งน้ำเย็นที่ผลิตได้สูบขึ้นไป ผ่านท่อน้ำเย็นที่อยู่ภายในท่อส่งลมเย็น (Air Duct) ซึ่งท่อส่งลมเย็นนี้จะอยู่ตามห้องต่างๆ ในแต่ละชั้นของอาคาร ท่อน้ำเย็นนี้จะมีอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้อากาศรอบท่อน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำไปด้วยเมื่อเป่าลมผ่านท่อน้ำเย็น จึงเกิดลมเย็นขึ้น ตัวจ่ายลมเย็นเรียกว่า AHU (Air Handling Unit) โดย AHU จะมีการควบคุมลมเย็นที่จ่ายเข้า โดยใช้ตัวเปิด-ปิดที่เรียกว่า อินเล็ทไกด์เวน (Inlet Guide Vain) และมีการควบคุมลมเย็นที่จ่ายออก โดยใช้ตัวเปิด-ปิดที่เรียกว่า แดมเปอร์ (Damper) เมื่อน้ำเย็นถ่ายเทความเย็นให้กับอากาศรอบข้าง น้ำเย็นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เราจึงต้องทำการระบายความร้อนออกจากน้ำโดยใช้หอระบายความร้อน



รูปที่ 1.3 แสดงวงจรของท่อน้ำเย็น
และ ท่อส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ

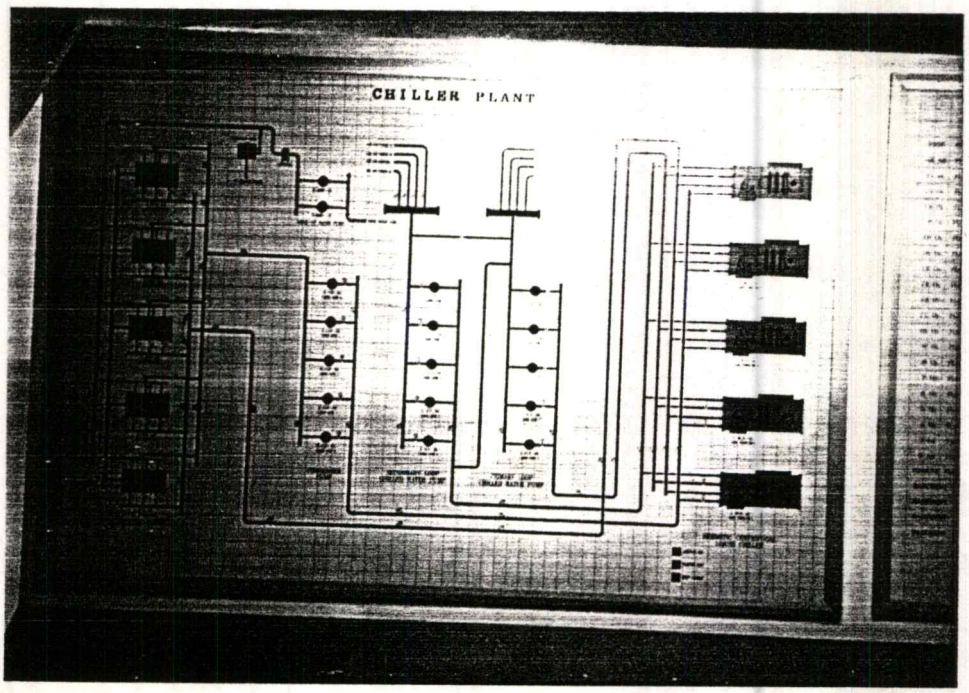
การใช้ BAS ควบคุมระบบปรับอากาศ

1. ควบคุมการปิดเปิดระบบปรับอากาศ หรือระบบเครื่องทำความเย็น (Chiller System)

- การตรวจสอบ สภาวะการทำงานที่ผิดปกติของเครื่อง (Malfunction Alarm) ซึ่งสั่งให้เครื่องหยุดทำงานได้ทันทีที่ผิดปกติ

- การตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นที่จ่ายออก (Chilled Water) หรือไหลกลับเข้าเครื่องทำความเย็น (Return Water), อัตราการไหลเข้าของน้ำเย็น (Flow Rate) รวมไปถึงพลังงานที่ใช้นั้น ซึ่งนำไปคำนวณเป็นความต้องการไฟฟ้ารวมของอาคาร และสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ได้

- การตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็น (Condensor Cooling Water) รวมถึงการควบคุม และตรวจสอบอุปกรณ์ระบายความร้อนของระบบก็สามารถนำไปวิเคราะห์ความผิดปกติของอุปกรณ์ในระบบได้



รูปที่ 1.4 แสดงแผนผังการทำงานของ ชิลเลอร์ (Chiller) ในห้องควบคุม BAS

038228

2. อุปกรณ์จ่ายลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) กระจายติดตั้งอยู่ทั่วไปในอาคารใช้สำหรับพื้นที่มากๆ

- การตรวจสภาวะอุดตันของแผ่นไส้กรองอากาศ (Filter) ของ AHU เป็นส่วนสำคัญซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของอุปกรณ์ดีขึ้น

- การตรวจวัดอุณหภูมิของลมเย็นที่จ่ายออก (Supply Air Temperature : ST) และอุณหภูมิของลมกลับ (Return Air Temperature : RT) เป็นตัวกำหนดความเย็นในพื้นที่ที่ต้องการ ทั้งนี้โดยนำค่าที่วัดได้ทั้งสองนั้นไปใช้ในการคำนวณ และควบคุมประตูน้ำ (Control Valve) ที่จ่ายน้ำเย็นผ่าน AHU เช่น ถ้าหากวัดค่า RT ได้สูงกว่าจุดกำหนด แสดงว่าอุณหภูมิในพื้นที่ที่จ่ายลมเย็นเข้าไปนั้น ต้องการความเย็นเพิ่มขึ้น BAS จะสั่งให้ประตูน้ำ เปิดให้น้ำเย็นไหลผ่าน AHU มากขึ้น ST จึงมีค่าลดลง ทำให้อุณหภูมิของห้องเย็นลง ทั้งนี้การควบคุมประตูน้ำเป็นแบบต่อเนื่อง (Analog Control)

3. อุปกรณ์จ่ายลมเย็นขนาดเล็ก หรือพัดลมจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit) สำหรับห้องหรือพื้นที่ขนาดเล็ก กระจายติดตั้งทั่วไปในอาคาร จะมีการวัดอุณหภูมิของห้องแล้วไปควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเย็น โดยการควบคุมประตูน้ำเย็นให้เปิดมาก หรือ น้อยตามต้องการโดยอัตโนมัติ

4. ปั๊มน้ำที่เกี่ยวกับระบบปรับอากาศ จะต้องทำงานสัมพันธ์ และสอดคล้องกับระบบอื่นๆ

5. ถังน้ำสำรอง (Expantion Tank) สำหรับเติมน้ำในระบบอากาศให้เต็มอยู่ตลอดเวลา

6. การวัดอุณหภูมิของอากาศภายนอก (Out Door Air Temperature) เพื่อนำมาเปรียบเทียบใช้ในระบบปรับอากาศ และควบคุมอุปกรณ์บางอย่าง เช่น แดมเปอร์ (Damper)

หลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

1. ตัวจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit : AHU)

หน้าที่ของ AHU คือ เป็นตัวจ่ายลมเย็น อุณหภูมิของลมเย็นที่ออกมาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ และอุณหภูมิภายในห้องส่วนหนึ่งที่ได้จากการย้อนกลับ (Return) ของลม การ

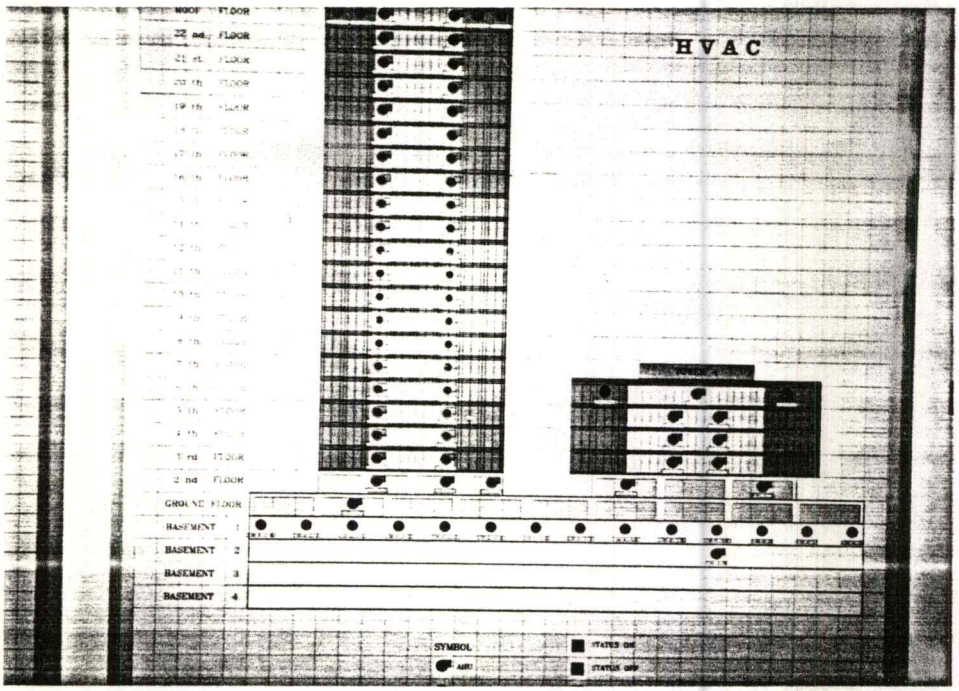
ควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่สามารถกระทำได้ ซึ่งจะแตกต่างจากอาคารอื่นๆ ตัวที่กำหนดหรือควบคุมปริมาณความเย็นที่ออกจาก AHU เรียกว่า ตัวปรับปริมาณลม (Variable Air Volume : VAV) ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมปริมาณลมที่จะจ่ายออกมาตามหัวจ่ายต่างๆ ภายในตัวเซ็นเซอร์ ส่งสัญญาณให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ ที่อยู่ในตัว VAV เป็นตัวประมวลผล และสั่งให้ ตัวควบคุมวาล์ว (Actuator) เปิด-ปิดปริมาณลมตามอุณหภูมิที่ต้องการตั้งค่าของอุณหภูมิทำได้โดย เทอร์โมสแตท (Thermostat) ที่อยู่ตามจุดต่างๆ หรือจากห้องควบคุมส่วนกลางโดยระบบ BAS

2. ชิลเลอร์แพล้นท์ (Chiller Plant)

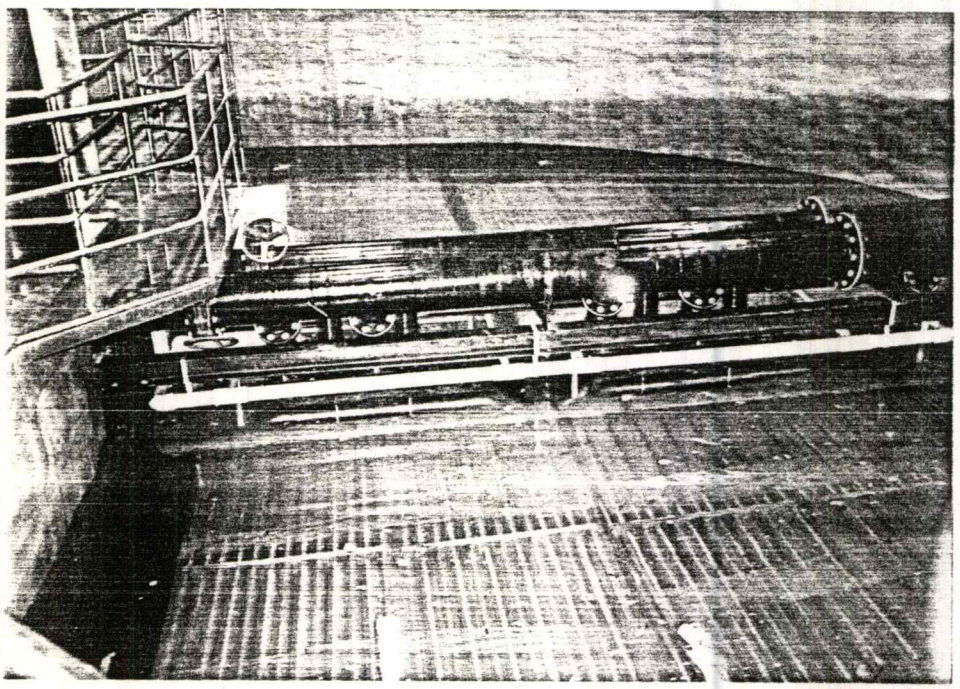
ทำหน้าที่จ่ายน้ำเย็นขึ้นไปให้ AHU ใช้งาน ชิลเลอร์ ที่นิยมใช้งานในอาคารมีสองระบบ ซึ่งระบบแรกคือ ชิลเลอร์แบบน้ำ (Water Chiller) เป็น ชิลเลอร์ที่นิยมใช้กันมานาน ปัจจุบันสารทำความเย็นที่ใช้ไม่นิยมใช้สาร ฟรีออน เนื่องจากเป็นสารทำลายชั้นบรรยากาศ จึงใช้สารทำความเย็นอื่นๆเช่น R22 หรือ 134 A เป็นต้น ซึ่งจะมีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากสารฟรีออนเดิมคือ มีจุดเยือกแข็งต่ำ สามารถดูดซับความร้อนและรักษาความเย็นได้ดี นอกจากนั้นยังไม่ทำลายบรรยากาศอีกด้วย สามารถอธิบายหลักการทำงานย่อได้คือ เมื่อ 134A หรือ R22 ถูกทำให้เกิดแรงดันสูงภายในระบบโดยคอมเพรสเซอร์ จะเกิดความเย็นขึ้น จากนั้นถ่ายเทความเย็นให้กับน้ำ เมื่อน้ำมีความเย็นตามที่ต้องการแล้วจึงถูกปั๊มขึ้นไปจ่ายให้กับ AHU ต่างๆ ตามชั้นของอาคาร

เมื่อน้ำเย็นผ่านการถ่ายเทความร้อนให้ลมที่บริเวณ AHU แล้ว น้ำจะมีจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นก่อนที่น้ำจะไหลกลับเข้าสู่ชิลเลอร์อีกครั้งหนึ่ง จะต้องนำน้ำนั้นไประบายความร้อนออกจากระบบที่หอระบายความร้อน ส่วนสารทำความเย็นก็เช่นกัน หลังจากถ่ายเทความเย็นให้กับน้ำที่ชิลเลอร์ ก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงต้องนำไปถ่ายเทความร้อน โดยใช้น้ำเป็นตัวกลางซึ่งน้ำนี้จะถูกนำไประบายความร้อน ที่หอระบายความร้อนเช่นเดียวกัน

ระบบที่สองคือ ไกลคอลชิลเลอร์ (Glycol Chiller) หลักการทำงานจะเหมือนกับชิลเลอร์แบบน้ำ (Water Chiller) ทุกประการ ต่างกันตรงที่ลักษณะของการใช้งานคือ ไกลคอลชิลเลอร์ จะมีสารไกลคอล เป็นสารทำความเย็น และจะต้องทำงานร่วมกับ ระบบบ่อทำน้ำแข็ง (Ice Storage Tank) ซึ่งเป็นภาชนะที่ใช้เก็บความเย็นไว้ชั่วคราวในรูปของน้ำแข็ง เพื่อนำออกมาใช้ต่อเมื่อต้องการทำความเย็น สาเหตุที่สำคัญของการนำระบบนี้มาใช้งานเพื่อการผลิตความเย็นในช่วงค่าไฟถูก คือช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 21.30-8.00 น. เรียกว่า ช่วงออฟพีค (Off Peak) ซึ่งจะไม่เสียค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand) เป็นการช่วยชาติในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและเหมาะสม



รูปที่ 1.5 แสดงแบบจำลองอาคาร บอกสถานะการทำงานของ ตัวจ่ายลมเย็น



รูปที่ 1.6 แสดงบ่อทำน้ำแข็ง (Ice Storage)

3. ระบบบ่อทำน้ำแข็ง

ระบบบ่อทำน้ำแข็ง จะประกอบด้วยบ่อบรรจุน้ำซึ่งมีท่อบรรจุสารไกลคอลเล็กๆ แช่ไว้ในลักษณะขดไปขดมาดังรูปที่ 1.6 ในช่วงเวลาตั้งแต่ 21.30 น จะเดินเครื่องไกลคอลชิลเลอร์ จนกระทั้งบ่อที่บรรจุน้ำไว้กลายเป็นน้ำแข็ง เมื่อถึงเวลาที่จะเริ่มใช้งานระบบปรับความเย็น เช่น ที่เวลา 8.00 น. ก็จะทำการเดินเครื่อง ไกลคอลชิลเลอร์ อีกครั้งหนึ่ง โดยแทนที่จะเติมความเย็นลงไป ก็เป็นการละลายน้ำแข็ง เพื่อให้น้ำในภาชนะเป็นน้ำเย็น แล้วใช้ ปั๊มขึ้นไปจ่ายให้กับ AHU ซึ่งหลักการเดียวกันกับ ชิลเลอร์แบบน้ำ แต่การเดินเครื่องไกลคอลชิลเลอร์ จะประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่า ชิลเลอร์แบบน้ำ ที่การจ่ายความเย็นปริมาณเท่ากัน

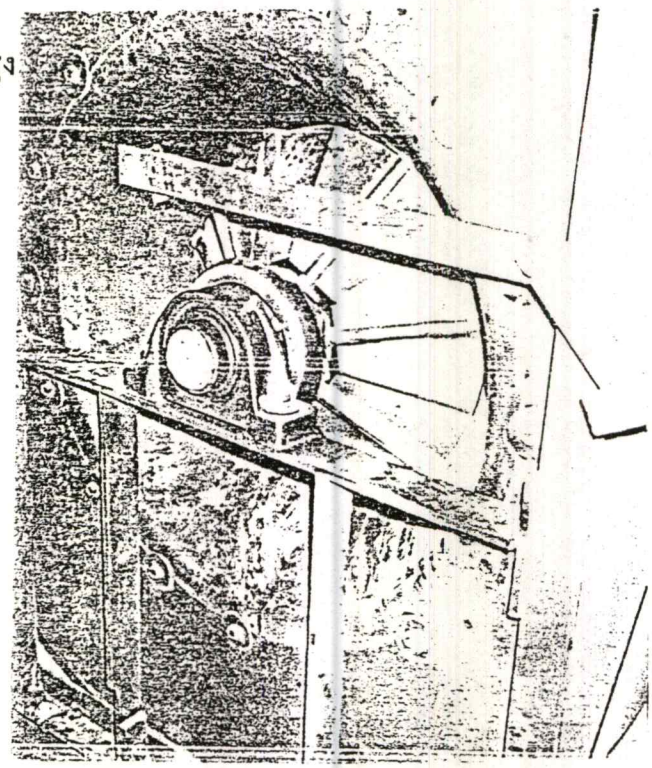
สาเหตุที่เลือกใช้ ระบบบ่อทำน้ำแข็ง (Ice Storage Tank)

1. เพื่อภาพลักษณ์ที่ดีของโครงการ

2. ลดค่าดีมานด์แฟคเตอร์ (คืออัตราส่วนระหว่างค่าความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงสุด) ในระบบไฟฟ้า

3. ช่วยให้ระบบการผลิตไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ

ข้อเสีย มีราคาแพง และต้องลงทุนสูง



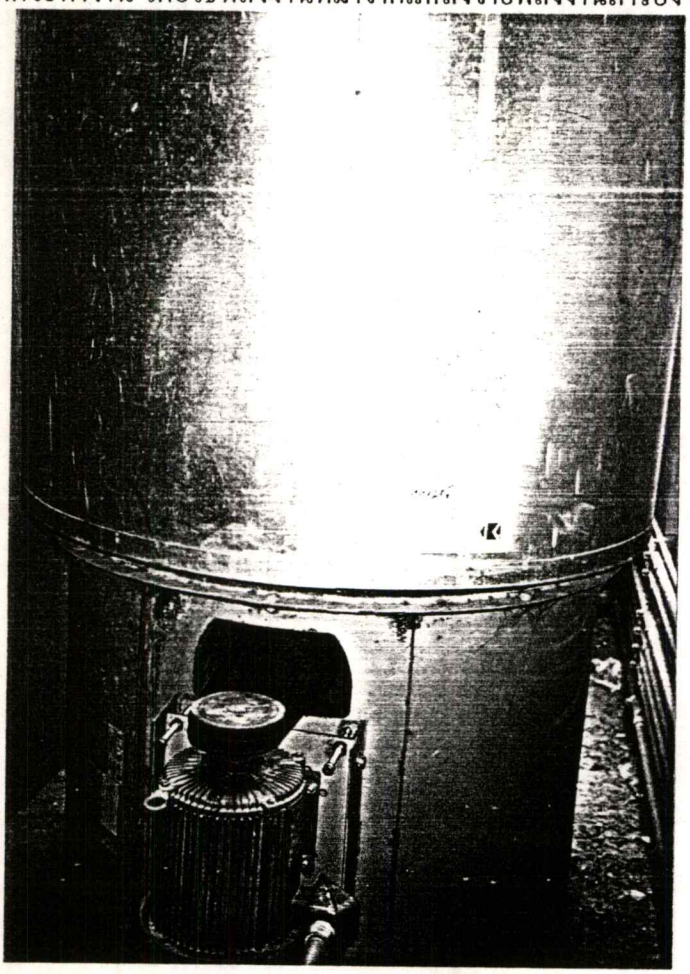
รูปที่ 1.7 แสดงอินเล็ทไกด์เวน (Inlet Guide Vane) อยู่ใน AHU ทำหน้าควบคุมปริมาณลมเย็น

4. ระบบระบายอากาศ และ ระบายควัน (Ventilation & Exhaust)

เป็นการดึงอากาศจากภายนอกเข้ามาเติมให้ภายในอาคารและที่จอดรถ โดยใช้หลักการที่ว่า อากาศที่เข้าต้องเท่ากับอากาศที่ออก เพื่อเป็นการระบายอากาศที่เกิดจากมนุษย์, ไอเสียรถยนต์ต่างๆ ออกจากอาคารและเติมอากาศบริสุทธ์เข้ามาแทนที่ ถ้าเป็นการเติมอากาศลมจะถูกดูดเข้ามา เช่นบริเวณที่จอดรถ และภายในห้อง AHU จะมีช่องเติมอากาศ (Shaft Supply Air) ส่วนถ้าเป็นการระบายอากาศ ลมจะถูกดูดออกไปโดยพัดลมดูดอากาศ

- พัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) ในสภาพการทำงานปกติ จะใช้ดูดอากาศออกจากอาคาร เพื่อเป็นการถ่ายเทอากาศ แต่ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้อาคาร พัดลมดูดอากาศนี้จะช่วยในการระบายควันไฟออกจากอาคาร เพื่อความปลอดภัยในชีวิตของผู้ที่ตกค้างอยู่ในอาคารนั้น

- พัดลมอัดอากาศ (Pressurized Fan) ในอาคารที่มีช่องบันไดหนีไฟเป็นช่องทึบ จะติดตั้งพัดลมอัดอากาศ เพื่อเพิ่มความดันอากาศไม่ให้ควันที่อยู่ในส่วนอื่น เข้ามาในช่องบันไดหนีไฟ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ในขามฉุกเฉิน เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นมา พัดลมของระบบอัดอากาศจะทำงาน โดยใช้พลังงานที่มาจากแหล่งจ่ายพลังงานสำรอง (Emergency Generator Set)



รูปที่ 1.8

พัดลมเติมอากาศ

1.4.3 ระบบป้องกันเพลิงไหม้

แบ่งเป็น ระบบเจ้งเตือนเพลิงไหม้หรือ FAS (Fire Alarm System) และระบบดับเพลิง (Fire Fighting System) ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้จะประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้, อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์แจ้งเตือน ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าจะเป็นผู้ออกแบบ ส่วนระบบดับเพลิงอยู่ในความรับผิดชอบของวิศวกรเครื่องกล

1. ระบบดับเพลิง (Fire Extinguisher System)

ระบบดับเพลิงของอาคารส่วนมากจะใช้น้ำ ยกเว้นห้องที่มีความสำคัญ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์, ห้องอุปกรณ์ไฟฟ้า จะใช้ก๊าซเช่น ก๊าซฮาลอน 1301 หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อดับเพลิง ระดับน้ำในถังเก็บน้ำสำรอง (Water Storage Tank) ควรเต็มอยู่เสมอ และ ปั๊มน้ำดับเพลิงจะต้องอยู่ในสภาพเตรียมพร้อมอยู่ตลอดเวลาดังนั้น ระบบ BAS จะตรวจสอบระดับน้ำ และ สภาวะของประตูน้ำ หากระดับน้ำต่ำกว่ากำหนด หรือ มีการปิดประตูน้ำ BAS จะแจ้งเตือนให้เจ้าหน้าที่ทราบด้วย

การทำงานของระบบนี้ เมื่อมีน้ำไหลออกจากท่อดับเพลิงจะทำให้สวิทช์ตรวจจับการไหล (Flow Switch) ทำงาน และความดันน้ำในท่อลดลงจะทำให้สวิทช์ตรวจระดับความดัน (Pressure Switch) ทำงาน ปั๊มน้ำดับเพลิงจะทำงาน และส่งสัญญาณเตือนไปยังผู้ดูแลระบบ หรือหากวาล์วควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำขัดข้อง ก็จะมีการแจ้งเหตุขัดข้องนั้นด้วย

ระบบดับเพลิงประกอบด้วย

1. เครื่องดับเพลิง (Fire Extinguisher) ได้แก่ ถังดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่ตามบริเวณต่างๆ เช่น บริเวณบันไดหนีไฟ

2. ระบบสายยางดับเพลิง (Fire Hose System)

- แบบขดสายยาง (Fire Hose Reel)
- แบบพับสายยาง (Fire Hose Rack)

ระบบสายยางดับเพลิงทั้งสองแบบนี้ จะอยู่ในตู้สายยางซึ่งจะติดตั้งอยู่บริเวณบันได หรือบริเวณอื่นๆ ของแต่ละชั้น เมื่อเกิดเพลิงไหม้ สามารถทุบกระจกให้แตก แล้วดึงสายยางที่มีความยาวประมาณ 30 เมตร ออกมาฉีดน้ำดับเพลิงได้ ตู้สายยางมักทาสีแดงเพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นระบบดับเพลิง และมีกระจกปิดป้องกันคนเล่น ส่วนสายยางเป็นสายทนความร้อน

3. หัวฉีดน้ำ (Hydrant System) มักติดตั้งภายนอกอาคารเป็นท่อสำหรับตำรวจดับเพลิง เพื่อใช้ในการต่อสายยางดับเพลิงได้ทันที

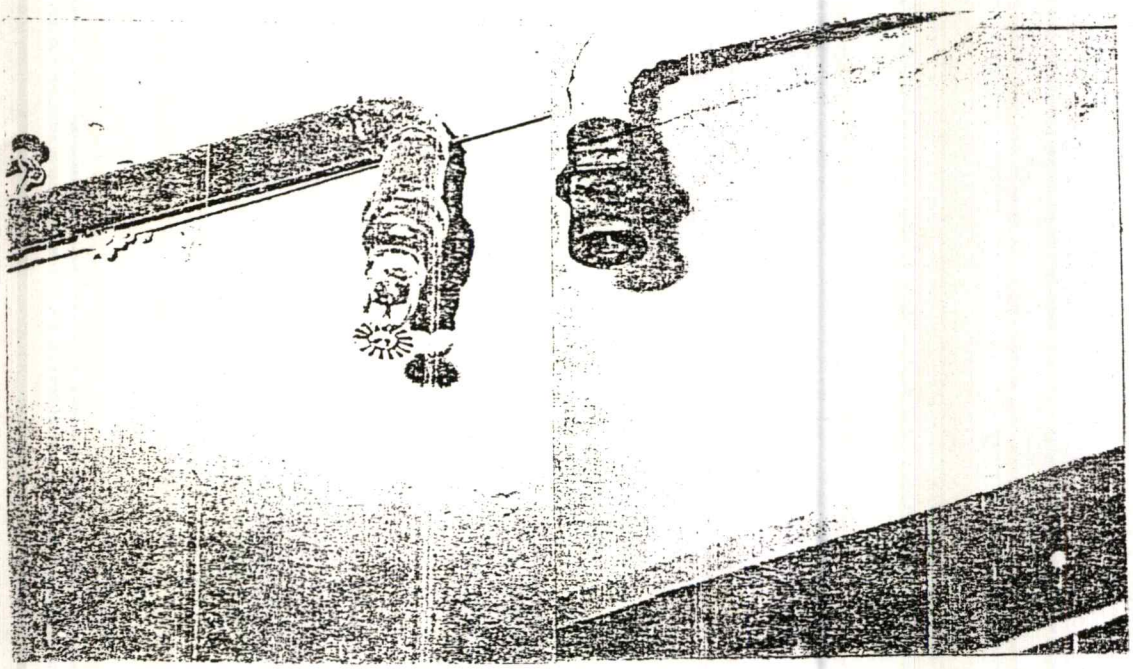
4. ระบบหัวฉีดน้ำฝอย (Sprinkler Head) เป็นกระเปราะหัวฉีดน้ำที่ติดตั้งตามเพดานเป็นระยะๆ ให้ครอบคลุมพื้นที่ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ และเกิดความร้อนเกิน 75°C กระเปาะแก้วจะแตก น้ำในท่อที่มีความดันสูงจะฉีดกระทบแผ่นรองที่หัวฉีด ทำให้น้ำกระจายเป็นฝอยกินบริเวณกว้าง และดับไฟในแนวรัศมีของน้ำ

5. ระบบหัวฉีดก๊าซ คล้ายกับหัวฉีดน้ำ แต่จะฉีดก๊าซออกมาในห้อง หรือในบริเวณที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น

- ก๊าซฮาลอน (Halon) เป็นก๊าซที่ไล่ออกซิเจนออกไป เพื่อไม่ให้เพลิงลุกลาม ใช้กับห้องคอมพิวเตอร์หรือห้องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ฉีดเพื่อรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน แต่ไม่เหมาะกับห้องคอมพิวเตอร์เพราะอาจเกิดหยดน้ำได้

- ระบบโฟม (Foam System) เหมาะสำหรับดับไฟในคลังน้ำมัน หรือโรงเก็บเครื่องบิน เป็นต้น



รูปที่ 1.9 แสดงหัวฉีดน้ำฝอย และ หัวฉีดก๊าซในระบบดับเพลิง

6. ถังเก็บน้ำสำรอง
7. ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)
8. ประตูปิด-เปิดน้ำ (Valve)

2. ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System : FAS)

เป็นระบบที่สามารถนำมาเชื่อมโยง (Interface) เข้ากับระบบ BASได้ และ บางบริษัทจะขายระบบ BAS มาพร้อมกับระบบ FAS ระบบ FAS ประกอบด้วย ชุดแผงควบคุมหลัก (Fire Alarm Control Panel), อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector), อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) และอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเพลิงไหม้อื่นๆ รวมไปถึงอุปกรณ์แจ้งเตือนเพลิงไหม้

รูปที่ 1.10 แสดงอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ชนิด ตรวจจับควัน

ประเภทของการแจ้งเตือนอัคคีภัย สามารถแบ่งได้ดังนี้

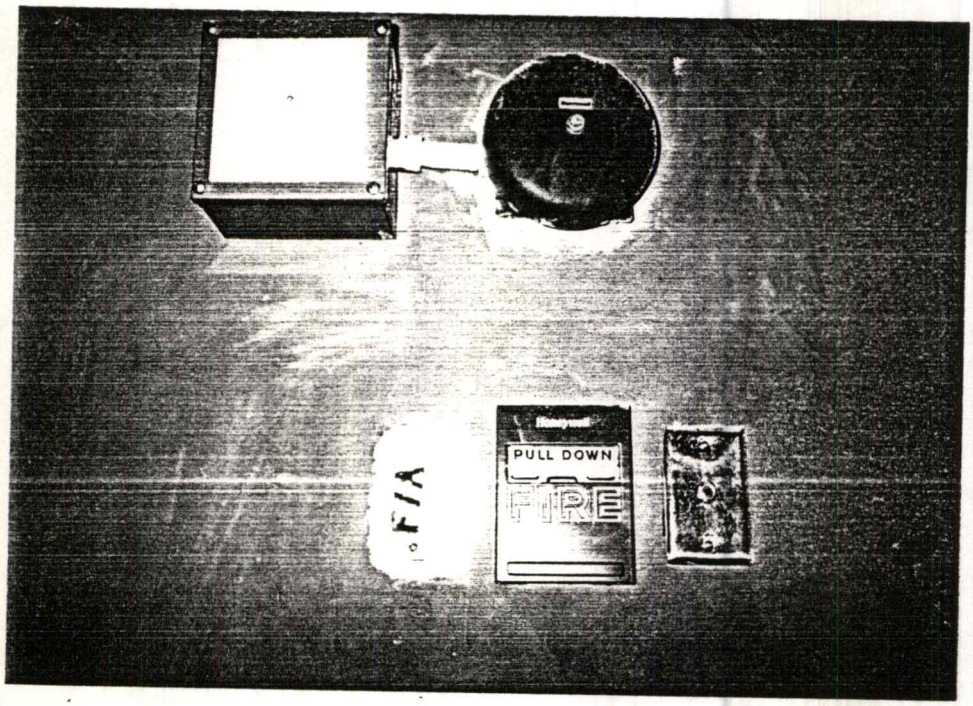
1. การแจ้งเตือนภายใน คือการแจ้งเตือนสัญญาณด้วยเสียง มักใช้กับอาคารทั่วไปมีทั้งแบบอัตโนมัติ (Auto) และ แบบปฏิบัติด้วยบุคคล (Manual)

2. ระบบพ่วงสายสัญญาณ คือการแจ้งเตือนไปยังสถานีดับเพลิงภายนอกที่ใกล้ที่สุดเมื่อเกิดไฟไหม้ ข้อเสียของระบบนี้ก็คือหากเกิดสัญญาณหลอก เจ้าหน้าที่ก็จะเสียเวลา

3. ระบบเตือนภัยชนิดใช้สถานีทางไกล คือการแจ้งเตือนไปยังสมาคม หรือ มูลนิธิช่วยเหลือผู้ประสบภัยต่างๆ

4. ระบบแจ้งเตือนภัยส่วนบุคคล เป็นระบบที่ใช้เฉพาะกลุ่มของอาคาร มีสถานีดับเพลิงเป็นของตนเอง มีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำตลอดเวลา หากเกิดเพลิงไหม้ก็พร้อมทำงานทันที

5. ระบบศูนย์เตือนอัคคีภัย เป็นการแจ้งเตือนจากส่วนกลาง จะมีหลายๆ ระบบอยู่ด้วยกัน ทั้งการแจ้งเตือนด้วยเสียง การแจ้งเตือนภายนอก, การพ่วงสาย ฯลฯ โดยศูนย์จะทำการวิเคราะห์ว่า สัญญาณนั้น เป็นสัญญาณที่เกิดไฟไหม้จริง จึงจะทำการแจ้งเตือน



รูปที่ 1.11 แสดงอุปกรณ์แจ้งเตือนเพลิงไหม้ ชนิดแจ้งเตือนด้วยบุคคล และ กระดิ่งแจ้งเตือน

การใช้ BAS ทำงานร่วมกับ FAS

ชุดควบคุมของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จะแยกเป็นอิสระกับชุดควบคุมของระบบ BAS แต่มีการเชื่อมต่อระบบทั้งสองเข้าด้วยกัน เพราะเมื่อเกิดเพลิงไหม้อาคาร BAS จะกำหนดขั้นตอนในการทำงานของเจ้าหน้าที่ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ โดยจะแสดงขึ้นที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ และจะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ

อื่นๆด้วย เช่น เมื่อมีไฟไหม้เกิดขึ้น ก็จะมีสัญญาณแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ตรวจจับส่งค่าทางไฟฟ้าไปยังตัวควบคุมหลักของระบบ FAS ซึ่งจะทำการหน่วงเวลาเพื่อให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบว่าเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นเพลิงไหม้จริง หรือ สัญญาณหลอก และเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด จากนั้นจึงทำการแจ้งเตือนไปยังชั้นต่างๆ ของอาคารที่เกี่ยวข้อง และสั่งงานดังนี้

1. สั่งตัดกระแสไฟฟ้าบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ ในชั้นนั้นและชั้นที่อยู่ติดกัน

2. ปิดระบบปรับอากาศ

3. สั่งให้พัดลมอัดอากาศในช่องหนีไฟทำงาน เพื่อป้องกันควันไฟลุกลามเข้าไปยังช่องหนีไฟ

4. สั่งให้พัดลมดูดอากาศทำงาน เพื่อระบายควันไปยังนอกอาคาร

5. ส่งสัญญาณให้ลิฟท์ทุกตัวลงมายังชั้นล่าง แล้วเปิดประตูออก เพื่อป้องกันคนติดค้างเนื่องจากสายควบคุมลิฟท์เสียหาย

6. ทำการแจ้งเตือนไปยังศูนย์ดับเพลิงภายนอก และ แจ้งเตือนไปยังจุดที่ต้องการ

7. สั่งให้ปั๊มน้ำดับเพลิงทำงาน

8.หากมีการติดตั้งโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก BAS จะสามารถแสดงภาพของบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ และบริเวณใกล้เคียง พร้อมทั้งอุปกรณ์ในบริเวณนั้นเพื่อสั่งการดับเพลิง ได้อย่างสะดวก และ มีประสิทธิภาพ

การทำงานทั้งหมดนี้ จะทำงานพร้อมกัน หลังจากพบว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจริง ในกรณีที่สายไฟฟ้า ที่ต่อไปยังตัวตรวจจับสัญญาณเตือนเพลิงไหม้เกิดขาด หรือลัดวงจรก็จะมีสัญญาณเตือนผู้ดูแลระบบทันทีว่า สายขาด หรือ ผิดปรกติ นอกเหนือจากการทำงานของ BAS แล้ว การทำงานของเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ในระบบอื่นๆ ขณะเกิดเพลิงไหม้ก็มีความสำคัญด้วยเช่นกัน

1.4.4 ระบบลิฟท์ และบันไดเลื่อน

เราสามารถนำระบบ BAS มาใช้กับระบบลิฟท์ได้ เช่น ตรวจสอบการทำงาน ตรวจสอบความผิดปกติ ,ทำงานร่วมกับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ รวมถึงการบริหารเวลาการใช้ ลิฟท์ โดยการตั้งโปรแกรมควบคุมการเปิดใช้ลิฟท์ และบันไดเลื่อน เช่น

ในวันธรรมดาให้โปรแกรมการเปิดใช้ลิฟท์หรือ บันไดเลื่อนในช่วงเช้า เที่ยง เย็น ครบทุกชุด เพราะในช่วงเช้า จะมีพนักงานเข้าทำงานมากกว่าปกติ ก็จะเปิดลิฟท์ทุกตัว พอช่วงสาย หรือ ช่วงบ่าย การใช้ลิฟท์น้อยลง จึงเปิดใช้เป็นบางชุด และช่วงกลางคืนเปิดใช้เพียงชุดเดียว เพื่อ

ประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ ลิฟท์บางแห่งสามารถที่จะทำการยกเลิกการกดชั้นผิดได้ เป็นการประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

ลักษณะของลิฟท์ที่ใช้กับระบบ BAS ประกอบด้วย

1. ระบบควบคุมให้ลิฟท์เคลื่อนที่มาจอดชั้นล่าง และประตูลิฟท์เปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าดับ

2. มีสัญญาณเตือน และลิฟท์จะไม่เคลื่อนที่เมื่อบรรทุกเกินพิกัด

3. มีอุปกรณ์ที่จะหยุดลิฟท์ในระยะที่กำหนดโดยอัตโนมัติ เมื่อตัวลิฟท์มีความเร็วเกินพิกัด

4. ระบบป้องกันประตูลิฟท์หนีบผู้โดยสาร

5. ระบบควบคุมไม่ให้ลิฟท์เคลื่อนที่ เมื่อประตูลิฟท์ปิดไม่สนิท และประตูต้องไม่เปิดขณะลิฟท์เคลื่อนที่หรือไม่ตรงที่จอด

6. ระบบการติดต่อกับภายนอกลิฟท์ และสัญญาณแจ้งเหตุขัดข้อง

7. ระบบแสงสว่างฉุกเฉินในห้องลิฟท์

8. มีระบบควบคุมการขับเคลื่อน, ระบบป้องกันลิฟท์ค้าง, ระบบป้องกันลวดสลิงขาด หรือวิ่งลงเร็วเกินกำหนด และมีอุปกรณ์รองรับการกระแทกของตัวลิฟท์ และลูกถ่วงน้ำหนัก (Terminal Buffers)

รายละเอียดการทำงานของลิฟท์

ระบบลิฟท์อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนระบบการขึ้น-ลงของตัวลิฟท์ในแนวดิ่ง ควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์จำพวกอิเล็กทรอนิกส์ ขับเคลื่อนอยู่บนรางรูปตัว T โดยมีน้ำหนักลูกถ่วงทำงานควบคู่กับลิฟท์ เพื่อให้ลิฟท์ทำงานได้อย่างนิ่มนวล ปลอดภัย และประหยัดกำลังไฟฟ้า

เครื่องจักรกลของลิฟท์ส่วนใหญ่ติดตั้งบนหลังเครื่องเหนือช่องลิฟท์ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (AC หรือ DC), เบรคแม่เหล็กไฟฟ้า และเกียร์ลดความเร็ว ประกอบเป็นชุดเดียวกัน

ติดตั้งแนวแท่งเหล็กที่มีระบบรองรับการสั่นสะเทือน ขนาดบรรจุของลิฟท์จะมีขนาดตั้งแต่ 750 kg ถึง 1600 kg และความเร็วตั้งแต่ 45-240 เมตรต่อนาที

ลิฟท์จะทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ ในกรณีเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าดับ หรือเกิดเหตุเพลิงไหม้ ลิฟท์จะมีระบบฉุกเฉินต่อเข้ากับ ระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินของอาคาร จากนั้น BAS จะสั่งการให้แต่ละตัวนำผู้โดยสารลงมาชั้นล่าง และจะสามารถใช้ลิฟท์เพียง 1 ตัว สำหรับนักดับเพลิงที่จะขึ้นไปดับเพลิงในชั้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยลิฟท์จะไม่จอดชั้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้โดยเด็ดขาด จะเลื่อนมาจอดชั้นที่ใกล้เคียงแทน โดยระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จะเป็นตัวบอกให้ระบบลิฟท์ทราบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ชั้นใด

1.4.5 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

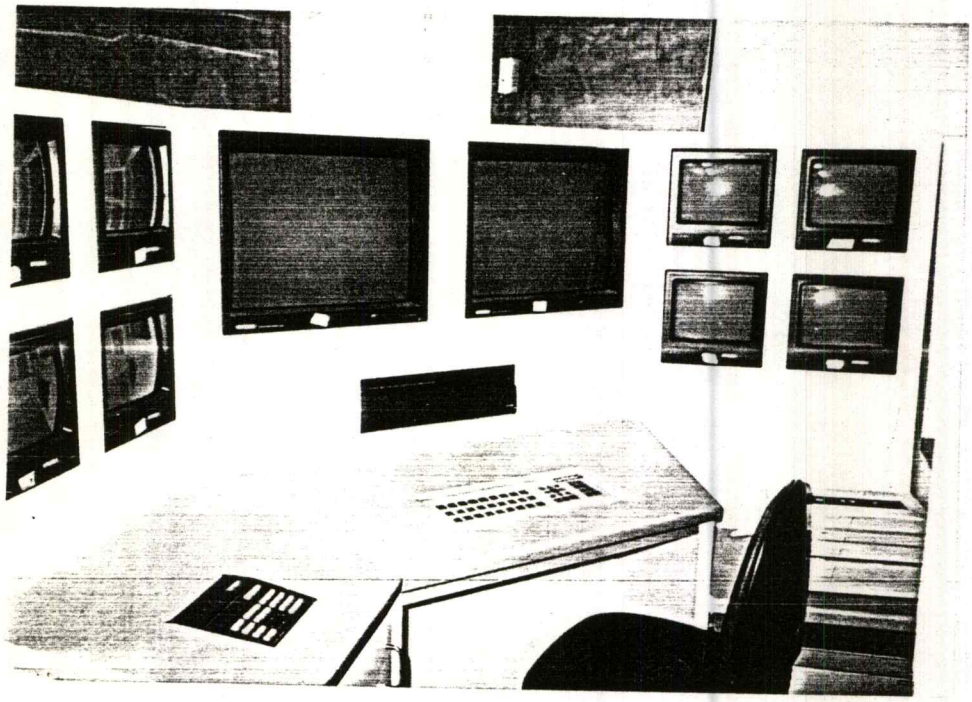
ระบบรักษาความปลอดภัยของแต่ละอาคาร จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของธุรกิจของอาคารนั้นๆ หรือขึ้นกับความต้องการให้มีมาตรการรักษาความปลอดภัยเป็นพิเศษ ในส่วนใดของอาคาร เช่น โรงงาน, โรงแรม, โรงพยาบาล, ศูนย์การค้า, ท่าอากาศยาน เป็นต้น ดังนั้นการติดตั้งอุปกรณ์ก็จะต่างกันด้วย และส่วนใหญ่จะแยกชุดควบคุมเป็นอิสระจากกัน ทำให้อาคารนั้นมีมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยเป็นไปตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Television System : CCTV) เป็นการนำกล้องวิดีโอไปติดตั้งตามที่ต่างๆ แล้วส่งสัญญาณภาพมายังส่วนกลาง ซึ่งจะมีจอรับภาพรับสัญญาณภาพจากกล้องที่ติดไว้ เมื่อมีผู้บุกรุก เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะสามารถเห็นได้จากจอภาพ

ระบบควบคุมการผ่านประตูเข้าออก (Access Control System) เป็นการควบคุม ให้ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องผ่านเข้าออกได้เท่านั้น บางแห่งมีการตรวจอาวุธในขณะผ่านเข้าออก เช่นที่สนามบินซึ่งใช้เครื่องเอ็กซเรย์ (X-ray) ในการตรวจจับ ระบบประตูอัตโนมัติ ส่วนใหญ่มักใช้บัตรผ่านแบบกดรหัสส่วนตัวในการเข้า-ออก

ระบบป้องกันการโจรกรรม แบ่งเป็น ประเภทมองเห็น และมองไม่เห็น ประเภทที่มองเห็นนั้นมักจะเป็นตัวบุคคล มีการตรวจจับหลายประเภท ขึ้นอยู่กับความสำคัญของ

ธุรกิจ เช่นธนาคาร สถาบันการเงิน ศูนย์คอมพิวเตอร์ จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงอินฟราเรด หรือ ใช้พื้นรับสัญญาณ หรือใช้ตัวจับความไวเสียง เป็นต้น ส่วนประเภทที่มองไม่เห็นก็มักจะเป็นการโจรกรรมข้อมูลในคอมพิวเตอร์เป็นต้น จึงมักจะใช้รหัสผ่าน ป้องกันไว้หลายชั้น



รูปที่ 1.12 แสดงระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ระบบตรวจสอบเจ้าหน้าที่เวรยาม (Guard Tour) คือระบบที่ให้เจ้าหน้าที่เวรยามเดินตรวจสอบตามชั้นต่างๆ แล้วทำการรายงานผลไปยังหัวหน้าผู้รับผิดชอบผ่านวิทยุ หรือโทรศัพท์ เป็นต้น

ระบบป้องกันห้องนิรภัย ห้องนิรภัยมักจะเก็บสิ่งของที่สำคัญมาก การป้องกันห้องนิรภัย จึงต้องป้องกันได้หลายรูปแบบ เช่น ป้องกันการเจาะทำลาย, ป้องกันอัคคีภัย, ป้องกันการโจรกรรม มักจะมีประตูหลายชั้น มีการติดอุปกรณ์ตรวจจับที่ประตูชั้นแรก หรือทุกชั้น เพื่อให้ BAS ทำการรับรู้ และดำเนินการต่อไป

ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ระบบนี้จะแยกส่วนออกระบบอาคาร และจะแจ้งเตือนเพลิงไหม้ไปที่ห้องรักษาความปลอดภัยชนิดพิเศษ ก่อนที่จะแจ้งเหตุต่อไปให้กับห้องควบคุมส่วนกลาง

ระบบรักษาความปลอดภัยชนิดพิเศษ (High Security System) เป็นระบบที่ใช้เฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น เช่น ห้องเก็บทรัพย์สิน และเงินฝากของธนาคาร แบ่งออกเป็น

- ประตูห้องมั่นคง ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผู้ไม่ประสงค์ดีผ่านเข้า-ออก โดยสะดวก ประตูในแต่ละห้องจะป้องกันการทำลายด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ (ระบบอิเล็กทรอนิกส์) และระบบทางกล (Manual)

- ระบบเซ็นเซอร์ (Sensor System) ทำหน้าที่เป็นยามแจ้งเหตุ เมื่อมีการใช้เครื่องมือตัด, เจาะผนังต่าง ๆ เซ็นเซอร์ที่ได้รับแรงสั่นสะเทือน เพื่อประมวลสัญญาณที่ได้รับแล้วแจ้งเตือนไปยังห้องควบคุม

- ประตูกันกระสุน ทำหน้าที่ป้องกันการทำลายด้วยอาวุธปืน เพื่อไม่ให้ผู้ไม่ประสงค์ดีผ่านเข้า-ออก การเข้า-ออกจะต่อร่วมกับระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่ต้องใช้บัตรรูดพร้อมรหัสเพื่อทำการเปิดประตู

ซึ่งถ้านำระบบ BAS มาใช้งานโดยทำการรวมระบบ รักษาความปลอดภัยต่าง ๆ นี้ให้ทำงานร่วมกัน ก็จะทำให้อาคารมีมาตราฐานรักษาความปลอดภัยสูงขึ้น

1.4.6 ระบบสุขาภิบาล, ระบบถังเก็บน้ำสำรองและบำบัดน้ำเสีย (Sanitary System)

ถังเก็บน้ำสำรอง ของอาคารมีไว้สำหรับน้ำใช้ และสำหรับระบบดับเพลิง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบให้ระดับน้ำในถังให้สูงตามต้องการ รวมไปถึงปั๊มน้ำที่ใช้สำหรับดับเพลิงควรแยกต่างหากจากปั๊มน้ำทั่วไป และควรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา ซึ่งสามารถใช้ BAS ในการควบคุมได้ โดยการตรวจสถานะการทำงานของปั๊มน้ำ

งานระบบสุขาภิบาล เป็นระบบที่ขาดไม่ได้จากชีวิตประจำวันของทุกๆ คน การใช้น้ำสำหรับการชำระล้างสิ่งต่างๆ ทำให้น้ำที่ใช้นั้น เกิดความสกปรก จึงต้องบำบัดน้ำก่อนการทิ้ง โดยทั่วไปน้ำดีจากการประปา จะถูกนำมาเก็บสำรองไว้เพื่อนำไปใช้ในการอุปโภค, ชำระล้าง, ใช้ในงานระบบดับเพลิง, ใช้ในงานระบบปรับอากาศ, ใช้ในงานตกแต่งสถานที่เช่น น้ำตก, น้ำพุต่างๆ น้ำเสีย คือน้ำที่เหลือจากการใช้งานต่างๆ เช่น ในห้องน้ำ จะถูกนำไปเก็บไว้ในบ่อพัก (Storage Tank) ก่อนที่จะสูบไปเข้าบ่อบำบัด เช่นเดียวกันกับ การระบายน้ำฝน (Drain System) จากหลังคาและที่จอดรถ แล้วนำไปเก็บไว้ในบ่อพักก่อนที่จะสูบไปเข้าบ่อบำบัดต่อไป

ระบบบำบัดน้ำเสีย มีบ่อพักเป็นที่รวบรวมของเสียต่างๆ จากอาคารที่ไม่สามารถจะสูบทิ้งได้ทันที เพราะต้องผ่านการบำบัดก่อนจึงจะทิ้งในคลองสาธารณะได้ เป็นการช่วยลดมลภาวะของสภาวะแวดล้อม เช่น

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบดีฟชาฟท์ (Deep Sharp) ซึ่งจะมีบ่อพัก ลึกประมาณ 40-150 เมตร เพื่อเติมอากาศ ซึ่งเป็นระบบที่การละลายตัวของก๊าซออกซิเจนในน้ำเสียมีค่าค่อนข้างสูง ทำให้ประหยัดพลังงานในด้านการปฏิบัติงานมากกว่าระบบโดยทั่วไป เพราะการไหลของน้ำจะเป็นแบบปั่นป่วน (Turbulent) ทำให้การผสมกันระหว่างอากาศ, มวลของตะกอน และน้ำเป็นไปด้วยดี

เนื่องจากใช้พื้นที่ใต้ดินในการก่อสร้างจึงเป็นการประหยัดพื้นที่ ไม่ทำลายทัศนียภาพของบริเวณรอบข้างด้วย ทำให้ไม่มีการรบกวนของเสียง กลิ่น และละอองต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างปฏิบัติงาน ทำให้การติดตั้งระบบนี้ เหมาะสมในบริเวณที่มีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ใช้งาน หรืออาจใช้พื้นที่บริเวณชั้นใต้ดินของอาคารใหญ่ๆ

1.4.7. ระบบโทรคมนาคม

ระบบโทรคมนาคมสามารถรวมเข้ากับระบบ BAS เพื่อเป็น ระบบอาคารอัจฉริยะ (ตามหัวข้อ 1.3) โดยระบบ BAS จะช่วยควบคุมการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลในแต่ละชั้นของอาคารโดยผ่านเครือข่ายระบบ LAN ระบบโทรคมนาคมของอาคารมีลักษณะสำคัญดังนี้

1) มีระบบโทรศัพท์ภายใน และ ระบบตู้สายโทรศัพท์อัตโนมัติ PABX ซึ่งสำคัญที่สุดในการสื่อสารภายในอาคาร และเป็นระบบสื่อสารที่ทันสมัยมากสามารถเพิ่มคู่สายโทรศัพท์ได้อีกจำนวนมาก และผู้เรียกยังสามารถเข้าเครื่องภายในได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโอเปอเรเตอร์หรือถ้าเรียกผ่าน PABX จะเฉลี่ยจำนวนสายที่เรียกเข้าทำให้ไม่ต้องรอนาน

2) มีระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และการส่งผ่านข่าวสารทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในอาคาร หรือผ่านทางอินเตอร์เน็ต

3) สามารถทำการบันทึกเสียงโทรศัพท์อัตโนมัติไว้ในกรณีผู้ถูกโทรหาไม่อยู่ และสามารถบันทึกเสียงของผู้เรียกไว้ได้ ในกรณีผู้ถูกเรียกโทรกลับก็จะสามารถรับข้อความดังกล่าวได้

4) สามารถจัดให้มีการประชุมทางโทรศัพท์ได้โดยระบบ PABX ที่สามารถส่งได้ทั้งเสียงและข้อมูล

5) สามารถสื่อสารทางวิทยุกับอาคารอื่นๆได้

6) มีการบันทึกการใช้โทรศัพท์ และสามารถออกใบเรียกเก็บเงินได้

7) ระบบจานรับส่งสัญญาณดาวเทียม ซึ่งมีหลายชนิดเช่น ชนิดที่ใช้งานด้านข่าวสาร,ชนิดที่ใช้รับ-ส่งข้อมูลจากศูนย์คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

8) ระบบสื่อสารข้อมูลสารสนเทศ และระบบสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation : OA) เช่น อาจจัดให้มีการแสดงข่าวสารในบริเวณห้องโถงของส่วนรวม และระบบข่าวสารของแผนกต้อนรับเพื่อบริการแก่ลูกค้าที่เข้ามาในอาคาร หรือมีการจัดประชุมระยะไกล โดยผู้เข้าประชุมนั่งอยู่ในที่ทำงานของแต่ละคน และมีกล้องคอยจับภาพ และเสียงให้ไปปรากฏอีกที่หนึ่งสามารถลดปัญหาการเสียเวลาเดินทาง และลดปัญหาการจราจรติดขัด ในอนาคตได้

9) มีระบบ LAN เป็นระบบสื่อสารซึ่งรวมทุกระบบในอาคารเข้าด้วยกันเป็นระบบ BAS

บทที่ 2
ส่วนประกอบของระบบ BAS

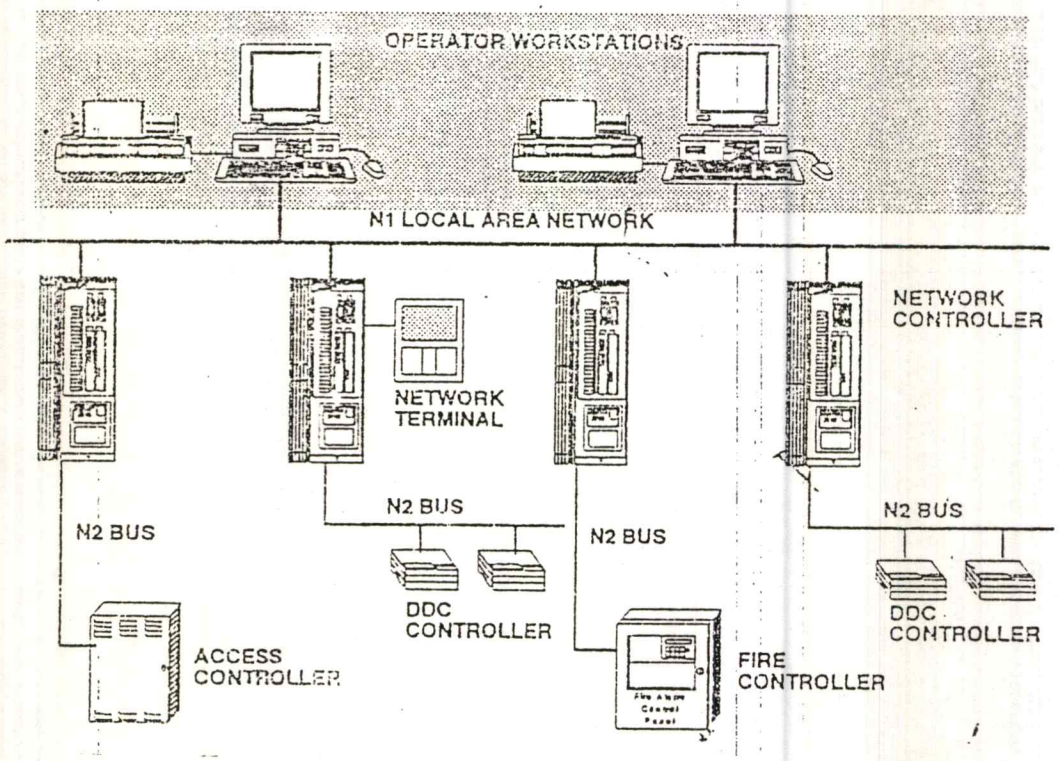
ส่วนประกอบของระบบ BAS สามารถแยกออกได้ เป็น 3 ส่วน ใหญ่ๆ คือ

2.1 ส่วน ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

2.2 ส่วน ซอฟต์แวร์ (Software)

2.3 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์



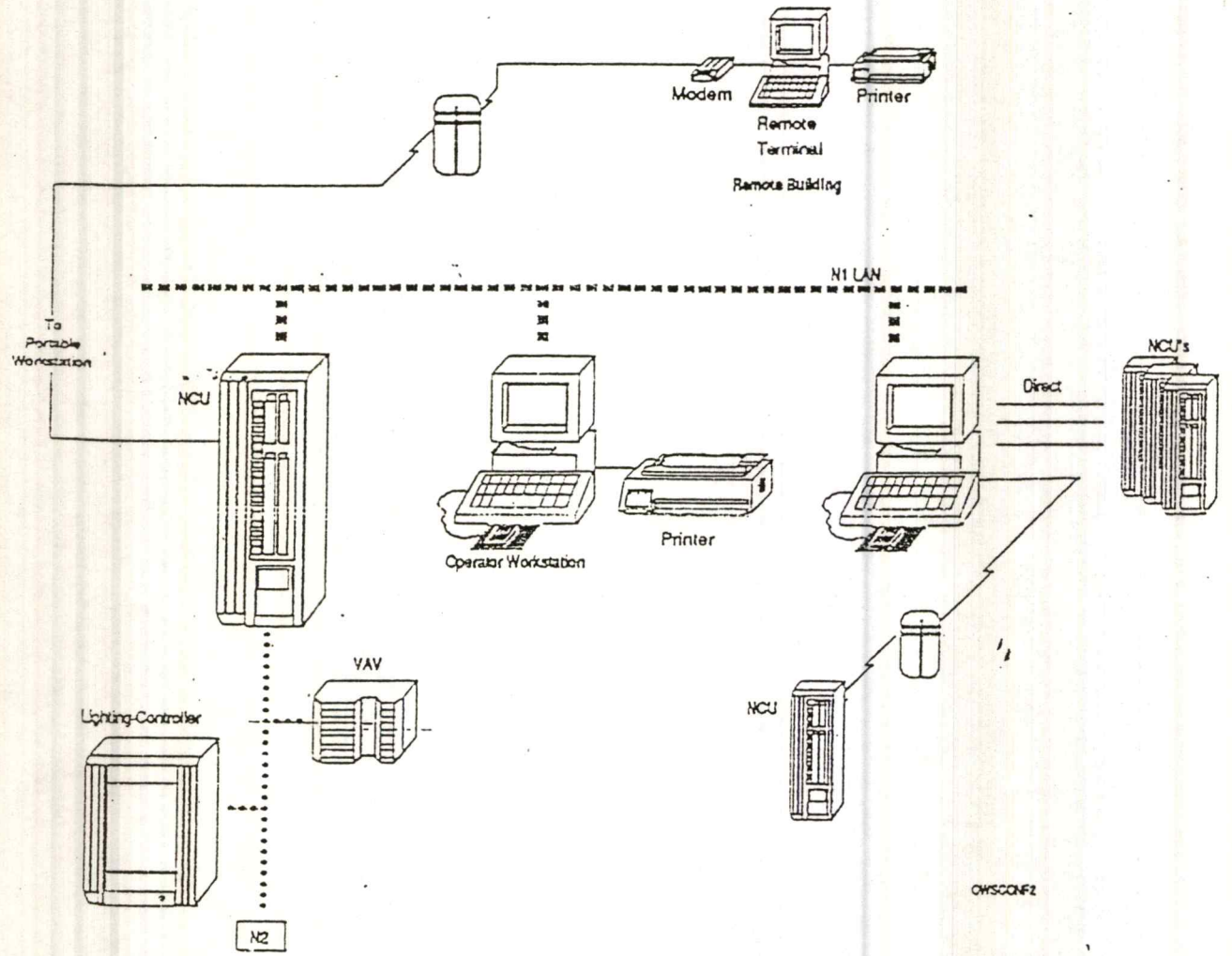
รูปที่ 2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ของระบบ BAS

เป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีการติดตั้ง (Installation) และการเชื่อมสาย (Wiring) ถึงกัน เพื่อให้อุปกรณ์ทาง BAS สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญทางระบบ BAS มี 2 ส่วน ได้แก่

2.1.1 ชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบ

2.1.1 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ BAS

2.1.1. อุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบ

ชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบจะอยู่ภายในห้องควบคุม (Control Room) มีไว้สำหรับให้ผู้ดูแลได้ปฏิบัติงาน ควบคุมและสื่อสารติดต่อกับระบบ BAS โดยผ่านเครือข่าย แลน (Local Area Network : LAN) ได้ เช่น การลงโปรแกรม, การค้นหาข้อมูล, การทดสอบระบบ, การรับรู้เหตุเตือนภัย (Acknowledge Alarm), เก็บข้อมูลและแสดงผล ฯลฯ

ชุดอุปกรณ์ควบคุมสำหรับผู้ดูแลระบบโดยทั่วไป ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่

— โอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่น (Operator Workstation)

— เครื่องพิมพ์รายงานการแจ้งเตือน (Alarm Printer)

— เครื่องพิมพ์รายงานผล (Report Printer)

— โลคอลเวอร์กสเตชั่น (Local Workstation)

— โมเด็ม (Modem)

1.1 โอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่น (Operator Workstation)

โดยปกติแล้วโอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่นจะหมายถึง, ศูนย์ปฏิบัติการกลาง ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer : PC) ทำหน้าที่เก็บข้อมูล, แสดงผล และรวมถึงการสั่งงานควบคุมผ่านโอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่นไปยังระบบ BAS ซึ่งส่วนใหญ่ใช้มาตรฐานของ IBM/PC

ต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างคุณสมบัติของโอเปอเรเตอร์เวอร์คสเตชั่น ของบริษัท JOHNSON CONTROLS ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ METASYS เป็นตัวอย่างศึกษา มีลักษณะดังนี้

1) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ของ INTEL 80486
2) แรม ขนาด 6 Mbytes
3) ความถี่ 66 MHz
4) ความจุฮาร์ดดิสก์ ขนาด 120 Mbytes
5) จอสี วีจีเอ ขนาด 20 นิ้ว
6) เมาส์
7) คีย์บอร์ด
8) ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว
9) พอร์ทสื่อสารอนุกรม 2 พอร์ท สำหรับต่อกับโมเด็ม และ ตัวควบคุม
10) พอร์ทขนานสำหรับเครื่องพิมพ์ (Printer)
11) ใช้ระบบ MS DOS เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับ ซอฟท์แวร์ของ BAS

1.2 เครื่องพิมพ์ (Printer)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการรายงานผลของสภาวะการทำงาน (Report Printer) จึงใช้อย่างน้อย 2 ตัว เนื่องจากต้องแสดงผลของสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมด ในระบบตลอดเวลา และสำหรับการรายงานผลเพื่อแจ้งเตือนจุดที่ผิดปกติหรือขัดข้องในระบบ

(Alarm Printer) ใช้อย่างน้อย 2 ตัว เพื่อแสดงผลการแจ้งเตือนได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว มีลักษณะดังนี้

1) ความเร็วในการพิมพ์ 150 ตัวอักษรต่อวินาที
2) พิมพ์ได้ 2 ทิศทาง
3) เก็บความจำได้ 256 ตัวอักษร

ในการรายงานผลของเครื่องพิมพ์ นั้นจะต้องแสดงวัน เวลา ที่รายงานผล ในกรณีที่ เครื่องพิมพ์รายงานการแจ้งเตือนขัดข้อง ก็สามารถจะส่งข้อความแจ้งเตือนที่เข้ามาออกทาง เครื่องพิมพ์รายงานผลได้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเครื่องพิมพ์รายงานผลขัดข้องด้วย ข้อความแจ้งเตือนก็จะถูกเก็บไว้ที่บัฟเฟอร์ (Buffer) ของตัวควบคุมหลักไว้ก่อน ซึ่งเก็บได้ถึง 50 ข้อความ รอจนกว่าจะมีเครื่องพิมพ์ ตัวใดตัวหนึ่งใช้งานได้แล้ว จึงส่งข้อความแจ้งเตือนที่เก็บไว้ออกทางเครื่องพิมพ์

1.3 โลคอลเวอร์กสเตชั่น (Local Workstation)

โลคอลเวอร์กสเตชั่น เป็นศูนย์ปฏิบัติการย่อย ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือที่เรียกว่า โน๊ตบุค หรือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer : PC) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับ โอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่น แต่จะใช้งานควบคุมเฉพาะระบบเท่านั้น เช่น การควบคุมในห้องเครื่อง (Plant Room), ห้องตัวจ่ายลมเย็น (AHU Room), ห้องสวิทช์ไฟฟ้า (Electrical Switchroom), ห้องมอเตอร์ของลิฟท์ (Lift Motor Room) เป็นต้น

1.4 โมเด็ม (Modem)

ใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการสื่อสารให้กับโอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่น ที่อยู่ไกลออกไปคนละอาคาร (Remote Operator Workstation) โดยส่งผ่านทางสายโทรศัพท์เพื่อให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ณ โอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่นที่ไกลออกไป สามารถใช้งานได้เหมือนกำลังปฏิบัติงานอยู่ในอาคารนั้น

แต่เนื่องจากห้องควบคุมอาจจะมี 2 ห้องคือ สำหรับห้องควบคุมระบบ BAS 1 ห้องและสำหรับห้องควบคุมระบบแจ้งเตือนภัย/ ระบบรักษาความปลอดภัย 1 ห้อง แยกกัน ดังนั้นโอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่น และเครื่องพิมพ์ อาจจะมีจำนวนแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เครื่องพิมพ์รายงานการแจ้งเตือน และ เครื่องพิมพ์

รายงานผล ในระบบ BAS ใช้อย่างละ 2 ตัวเป็นอย่างต่ำ เนื่องจากต้องมีการรายงานผลของทั้งระบบตลอดเวลา แต่สำหรับระบบแจ้งเตือนภัย / ระบบรักษาความปลอดภัยใช้อย่างละ 1 ตัวก็เพียงพอ เนื่องจากการรายงานผลจะรายงานเมื่อเกิดเหตุเท่านั้น หรือเมื่อมีการทดสอบ

และในปัจจุบันบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับอุปกรณ์ทาง BAS นั้น มีหลายบริษัทด้วยกัน ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติของอุปกรณ์แตกต่างกันไปบ้างเพื่อรองรับอุปกรณ์ภายในระบบของบริษัทนั้น ๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วครั้งแรกที่มีการติดตั้งระบบอุปกรณ์ BAS นั้น จะมาจากการประมูลงานทั้งระบบของบริษัทที่ขายอุปกรณ์ทาง BAS ดังนั้นอุปกรณ์ทาง BAS จึงต้องเป็นไปตามผลิตภัณฑ์และรุ่นของบริษัทที่ประมูลได้ ซึ่งทางบริษัทจะมีการออกแบบและคัดเลือกอุปกรณ์ในระบบ BAS ที่เหมาะสมกันอยู่แล้ว

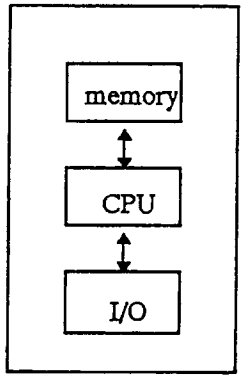
2.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ BAS

ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ BAS สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

— ตัวควบคุมหลัก (Master Controller)

— ตัวควบคุมรอง (Field Controller : FC)

ซึ่งตัวควบคุมทั้ง 2 ประเภท ภายในจะประกอบด้วยส่วนสำคัญหลัก 3 อย่าง ที่ใช้ในการทำหน้าที่ของการเป็นตัวควบคุมได้แก่



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบหลักของตัวควบคุมหลักและตัวควบคุมรอง

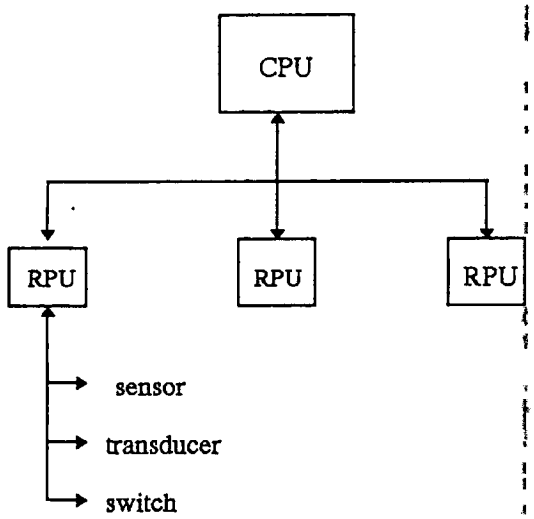
1) หน่วยความจำ (Memory)

2) หน่วยประมวลผล (Control Processing Unit : CPU)

3) ส่วนรับ-ส่ง ข้อมูล หรือคำสั่ง (Input & Output) : เป็นส่วนต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอก

รูปแบบการควบคุม สามารถแบ่งออกได้ 2 รูปแบบ ตามวิวัฒนาการของตัวควบคุม (Controller)

1) แบบศูนย์กลางข้อมูล (Data Center)



รูปที่ 2.4 การควบคุมแบบศูนย์กลางข้อมูล

- **CPU** : หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ในขณะนั้น หมายถึง มินิคอมพิวเตอร์ (Mini Computer) ซึ่งต้องมีหน่วยความจำขนาดใหญ่ ไว้สำหรับเก็บโปรแกรมการทำงาน, โปรแกรมควบคุม, ข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ BAS เข้าไปควบคุม และจะต้องเรียกข้อมูล หรือเก็บข้อมูลหรือทำโปรแกรมต่างๆด้วยความรวดเร็ว เพื่อผลการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ตรวจสอบจะได้เร็วตามไปด้วย

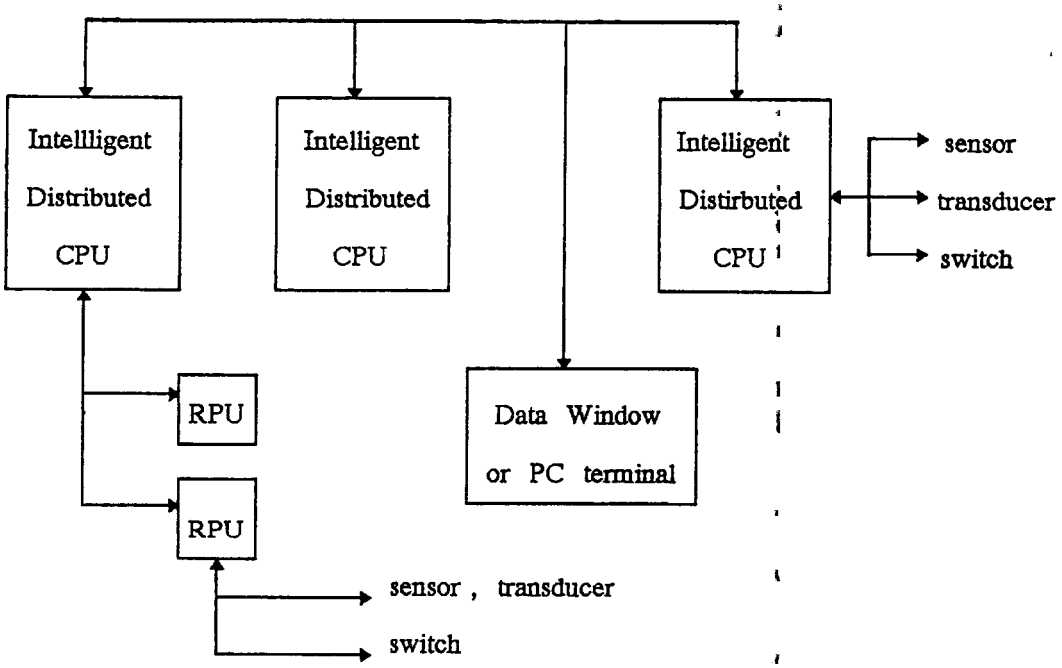
- **RPU** : หน่วยประมวลผลระยะไกล (Remote Processing Unit) แบบธรรมดา ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านและแปลงสัญญาณไป-มาระหว่าง หน่วยประมวลผลระยะไกล กับอุปกรณ์ตรวจสอบเท่านั้น หากการต่อเชื่อมระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับหน่วยประมวลผลระยะไกล แบบ ธรรมดานั้นขาดลง จะทำให้การติดต่อสื่อสารถูกตัดขาดลง

- **เซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์, สวิทช์** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสภาวะเพื่อให้สัญญาณอินพุท แก่หน่วยประมวลผลระยะไกล หรือเป็นอุปกรณ์เอาท์พุท เมื่อถูกสั่งงานจากหน่วยประมวลผลระยะไกล หรือหน่วยประมวลผลกลาง

จะเห็นว่า รูปแบบการควบคุมแบบศูนย์กลางข้อมูลนั้น เหมาะกับการใช้งานในลักษณะที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ระบบอื่นๆ ที่มีจุดตรวจสอบ หรือจุดควบคุมจำนวนมาก แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้ความรวดเร็วในการตอบสนองสูงมาก เนื่องจากมีหน่วยประมวลผลตัวเดียว และต้องใช้หน่วยความจำขนาดใหญ่มาก ทำให้เป็นรูปแบบการควบคุมที่มีราคาสูง

เนื่องจากการควบคุมแบบศูนย์กลางข้อมูลนั้น ยังไม่สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และประสิทธิภาพการทำงานยังไม่สมบูรณ์ ประกอบกับมีการพัฒนาตัวควบคุม (Controller) ให้สามารถใช้งานได้แบบ สแตนอะโลน (Stand Alone) ทำให้มีประสิทธิภาพการควบคุมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังรูปแบบที่ 2

2) แบบกระจายการควบคุม (Data Window)



รูปที่ 2.5 การควบคุมแบบกระจายการควบคุม

- คอมพิวเตอร์แบบกระจายการควบคุม (Data Window หรือ PC terminal) : ส่วนใหญ่จะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างประมวลผลอัจฉริยะแบบกระจายการควบคุม (Intelligent Distributed CPU) แต่ละตัว ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ทุกส่วนในระบบ BAS

- หน่วยประมวลผลอัจฉริยะแบบกระจายการควบคุม (Intelligent Distributed CPU) : ส่วนนี้ไม่ได้อยู่ในคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่ได้มีการพัฒนาให้มีลักษณะเป็นตัวควบคุมหลัก (Master Controller) แยกออกมา ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมการทำงาน และโปรแกรมควบคุม, เก็บฐานข้อมูล (Data Base) และข้อมูลอื่นๆที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจสอบที่ BAS เข้าไปควบคุม, ทำงานตามโปรแกรมต่างๆ ด้วยความเร็วสูง นอกจากนี้ความสามารถในการทำงานยังเป็นแบบสแตนอะโลน คือถ้าขาดการติดต่อกับ PC แล้ว หน่วยประมวลผลอัจฉริยะแบบกระจายการควบคุม ก็ยังสามารถทำงานได้อยู่

- RPU : หน่วยประมวลผลระยะไกล (Remote Processing Unit) มีการพัฒนาให้มีลักษณะเป็นตัวควบคุมรอง (Field Controller) มากขึ้นโดยเป็นแบบ สแตนอะโลน หรือแบบ อัจฉริยะ (Intelligent) คือภายในจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ , หน่วยความจำและส่วนต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Port) ถ้าหากการเชื่อมต่อระหว่าง หน่วยประมวลผลระยะไกล (RPU) กับ หน่วยประมวลผลอัจฉริยะแบบกระจายการควบคุมขาดลง ก็ยังคงสามารถทำงานได้อยู่

- เซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์ และสวิทช์ : เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะเพื่อให้สัญญาณอินพุทแก่ RPU หรือเป็นอุปกรณ์เอาท์พุท เมื่อถูกสั่งงานจาก หน่วยประมวลผลระยะไกล หรือ หน่วยประมวลผลอัจฉริยะแบบกระจายการควบคุม

จะเห็นว่า รูปแบบการควบคุมแบบกระจายการควบคุม มีการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นเนื่องจากแบ่งการควบคุมออกเป็นหลายบริเวณ และแต่ละบริเวณก็เชื่อมถึงกันทำให้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูล อีกทั้งตัวควบคุมก็มีการพัฒนาให้สามารถทำงานแบบ สแตนอะโลนได้ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสมบูรณ์และแม่นยำยิ่งขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการนำรูปแบบการควบคุมแบบกระจายการควบคุม ไปพัฒนาให้มีการเชื่อมโยงส่วนควบคุมในระบบ BAS ให้เป็นแบบ เน็ตเวิร์ก คอนโทรลเลอร์ (Network Controller) และมีการนำตัวควบคุมหลักและตัวควบคุมรองมาใช้ในระบบ BAS อย่างเต็มตัว โดยตัวควบคุมรองที่ใช้ในปัจจุบันนี้ ก็ได้พัฒนาให้เลือกใช้ หน่วยประมวลผลระยะไกล แบบ

ไดเร็กดิจิตอล คอนโทรลเลอร์ (Direct Digital Controller : DDC) ซึ่งใช้ควบคุมอุปกรณ์ระบบในอาคารเฉพาะอย่าง เช่น ตัวชิลเลอร์ (Chiller), ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) รวมทั้งมีการพัฒนาตัวควบคุมที่ใช้กับระบบภายในอาคารเฉพาะระบบนั้นๆ เช่น Intelligent Fire Alarm Controller (IFC) สำหรับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เป็นต้น

2.1.2.1 ตัวควบคุมหลัก (Master controller)

ลักษณะ ตัวควบคุมหลักสำหรับระบบ BAS จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของตัวควบคุมรองชนิด DDC ซึ่ง DDC จะนำมาใช้ควบคุมอุปกรณ์เฉพาะอย่างที่ต้องการควบคุมอย่างต่อเนื่องหรือนำมาใช้ควบคุมระบบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น ระบบควบคุมการเข้าออก, ระบบโทรทัศน์วงจรปิด เป็นต้น

ส่วนประกอบสำคัญสำหรับตัวคบคุมหลักทั่วไปมี 3 ส่วน คือ

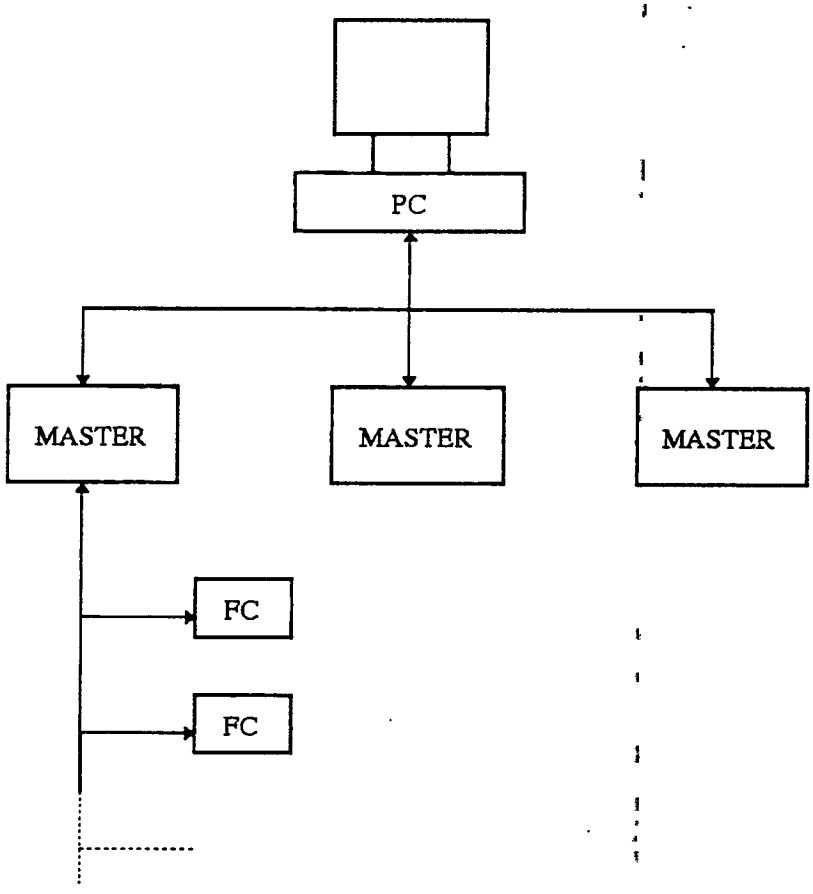
1) หน่วยความจำ (Memory) สำหรับเก็บโปรแกรมการทำงานและโปรแกรมการควบคุม,เก็บฐานข้อมูลและข้อมูลอื่นๆที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจสอบที่ BAS เข้าไปควบคุม

2) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Control Processing Unit) ทำหน้าที่นำสัญญาณอินพุทที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจสอบมาประมวลผลตามโปรแกรม ด้วยความเร็วสูงแล้วส่งสัญญาณควบคุมออกทางเอาท์พุทพอร์ท

3) ส่วนสื่อสารมี 2 ลักษณะ คือ

- การสื่อสารกับตัวควบคุมหลักอื่นผ่านระบบ LAN หรือสื่อสารกับโมเด็มของรีโมทโอเปอร์เรเตอร์ เวอร์กสเตชั่น ผ่านซีเรียลพอร์ท RS-232 ด้วยสัญญาณพัลส์

- การสื่อสารกับตัวควบคุมรองผ่านซีเรียลพอร์ท RS-232 โดยใช้ RS-485 ร่วมกับคอนเวอร์ตเตอร์พอร์ท RS-232/RS- 485 (Converter Port) ร่วมด้วย



รูปที่ 2.6 แสดงไดอะแกรมของตัวควบคุมหลัก

เนื่องจากตัวควบคุมหลักของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไป เช่น บริษัท JOHNSON CONTROLS ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ METASYS มีตัวควบคุมหลักชื่อ Network Control Unit (NCU), บริษัท TRANE ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ TRACER SUMMIT มีตัวควบคุมหลักชื่อ Building Control Unit (BCU) แต่ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุมหลักของบริษัทใดก็ตามส่วนประกอบหลัก และการใช้งานยังคงเหมือนกัน แต่อุปกรณ์เสริม ที่จะมาใช้ร่วมกับตัวควบคุมหลักของแต่ละบริษัท อาจแตกต่างกันตามแต่การพัฒนาเทคโนโลยีของบริษัทนั้นๆให้สามารถใช้ได้สะดวก, การปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก และง่ายแก่การติดตั้ง

ต่อไปนี้เป็นการยกตัวอย่างตัวควบคุมหลัก ของบริษัท JOHNSON CONTROLS ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ METASYS มีตัวควบคุมหลักชื่อ Network Control Unit (NCU) เพื่อเป็นตัวอย่างศึกษาองค์ประกอบภายใน ดังนี้

Network Control Unit : NCU

ลักษณะ NCU เป็นตัวควบคุมหลักที่วางรูปแบบการควบคุมในลักษณะของเน็ตเวิร์ก คอนโทรลเลอร์

— ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ขนาด 16 บิท

— หน่วยความจำแบบ แรม (RAM) 1 Mbytes สำหรับเก็บฐานข้อมูล และข้อมูลย้อนหลังของอุปกรณ์ ต่างๆ

— หน่วยความจำแบบ EPROM สำหรับ ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

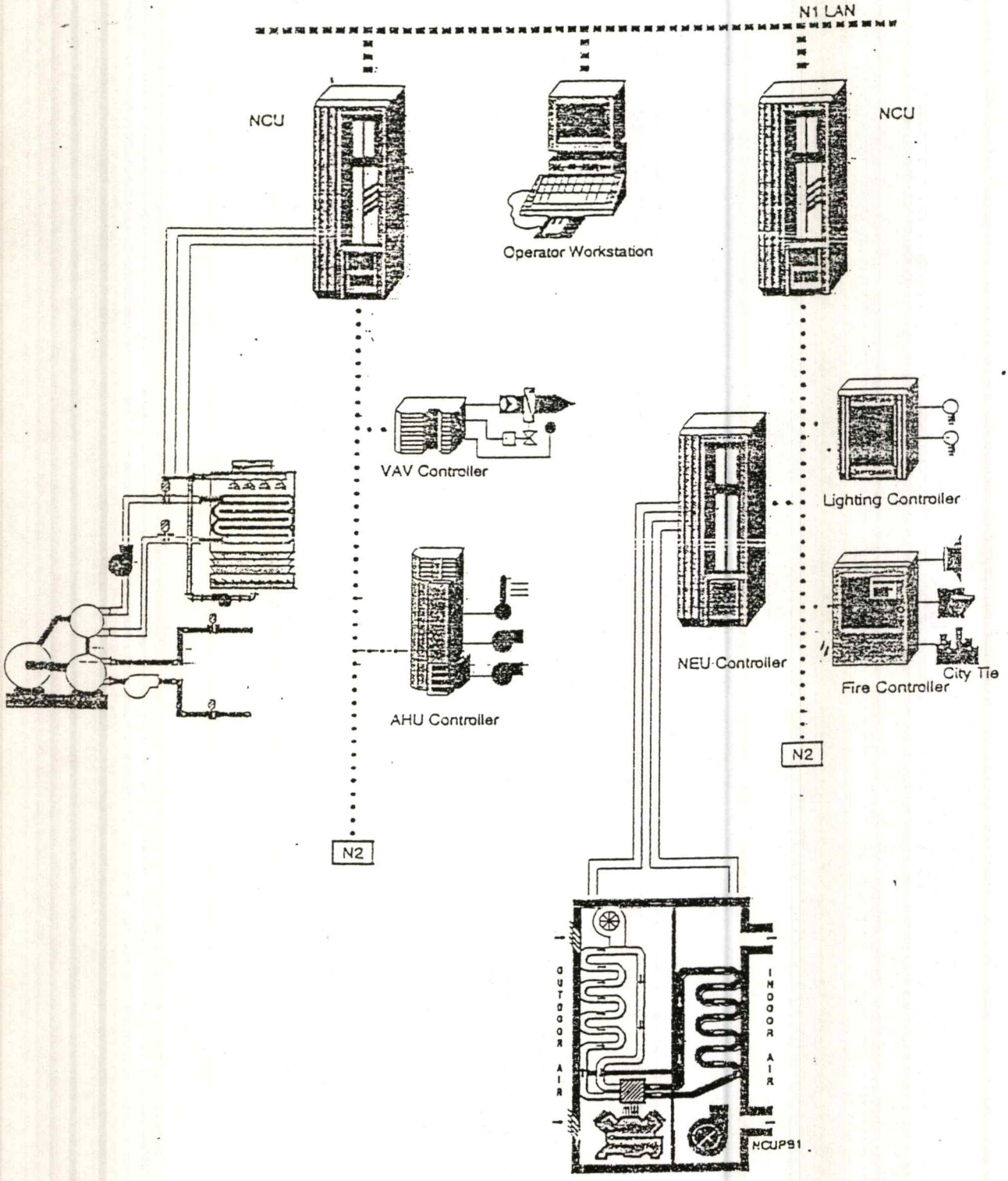
— แหล่งจ่ายพลังงานให้แก่ NCU แรงดันไฟฟ้าระหว่าง 85 -265 โวลท์เอซี (VAC) ความถี่ 50/60 เฮิร์ท (Hz)

— แบตเตอรี่สำรองสำหรับ RAM ภายใน NCU เพื่อช่วยจ่ายพลังงานได้นานถึง 3 ชั่วโมง ในการรักษาโปรแกรมใช้งานไว้ กรณีที่ ขาดการจ่ายพลังงานจากการไฟฟ้า

การใช้งาน NCU เป็นทั้งตัวควบคุมหลักของระบบ BAS ได้แก่ ระบบปรับอากาศ, ระบบไฟฟ้า, ฯลฯ โดยควบคุมผ่านทาง ตัวควบคุมรอง และ สามารถนำระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้เข้ามารวมกับระบบ BAS ภายใต้การควบคุม ของตัวควบคุมหลัก NCU ในเน็ตเวิร์กคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบ LAN ซึ่งลักษณะการใช้งานเช่นนี้ เป็นคุณสมบัติพิเศษของตัวควบคุมหลัก NCU ในการรวมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เข้ากับระบบ BAS ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่นิยมรวมระบบทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน เนื่องจากรูปแบบโปรโตคอลในการตรวจสอบข้อมูลต่างกัน ซึ่งข้อนี้จะถือเป็นเทคโนโลยีใหม่ ถ้าสามารถผลิตชุดของผลิตภัณฑ์ ให้ทำงานควบคุมทุกระบบในอาคารร่วมกันได้อย่างรวดเร็ว และปลอดภัยที่สุด

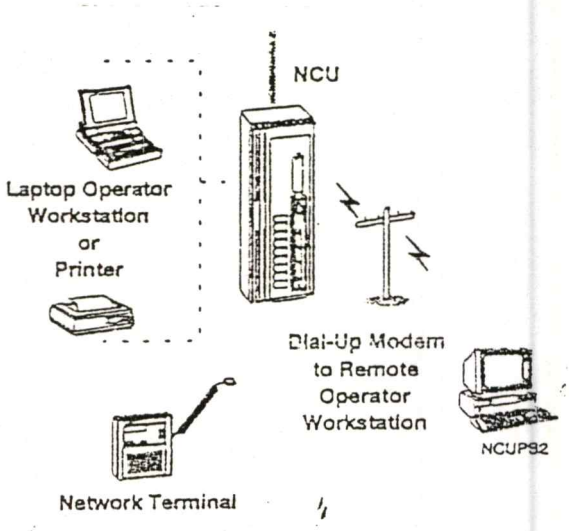
อุปกรณ์เสริมที่ใช้งานร่วมกับ NCU เพื่อเพิ่มระดับความสามารถในการควบคุม Network Expansion Unit : NEU

เป็นส่วนที่ช่วยขยาย หรือ เพิ่มจำนวนจุดต่อเชื่อมอินพุท เอาท์พุท และจำนวนลูปควบคุมของ NCU ให้มากขึ้น เพื่อขยายขอบเขตการควบคุมให้กว้างขึ้นตามความต้องการใช้งาน



รูปที่ 2.7 การทำงานร่วมกันระหว่าง NCU กับ NEU

อุปกรณ์ร่วมที่เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน NCU



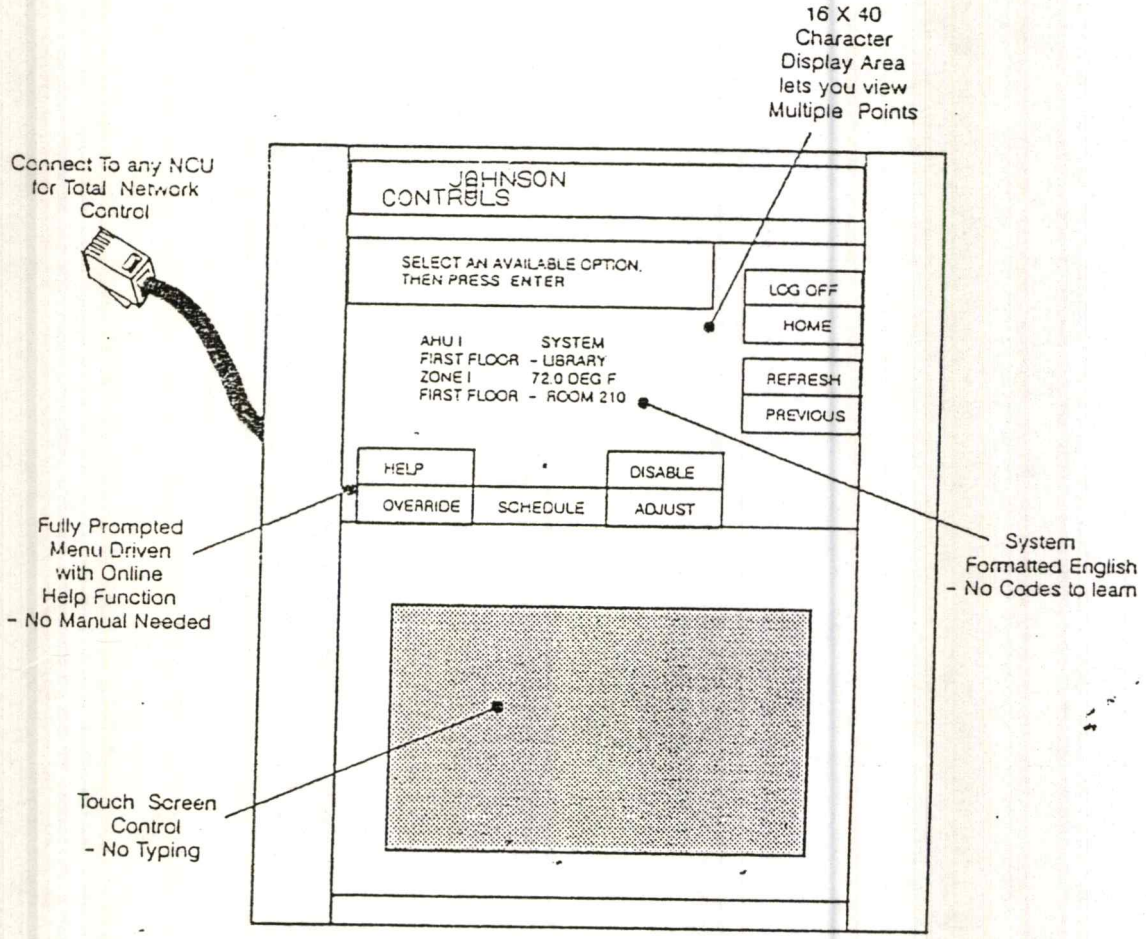
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับ NCU

1. คอมพิวเตอร์แบบพกพา และ เครื่องพิมพ์ : ทำหน้าที่เป็นโลคอลเวอร์กสเตชั่น โดยต่อเชื่อมกับ NCU ด้วยซีเรียลพอร์ท RS-232 ทำให้สามารถควบคุมระบบ BAS โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้

2. รีโมทโอเปอเรเตอร์ เวอร์กสเตชั่น : ส่วนใหญ่เป็น PC ที่ใช้ควบคุมในศูนย์ปฏิบัติการที่อยู่ห่างไกลออกไปนอกอาคารควบคุม โดยควบคุมผ่านทางโมเด็มภายนอกที่ติดต่อกับ NCU ด้วย ซีเรียลพอร์ท RS-232

3. เน็ตเวิร์กเทอมินอล (Network Terminal) : เป็นอุปกรณ์ที่ไม่เหมือนโลคอลเวอร์กสเตชั่นทั่วไป เนื่องจากสามารถนำไปต่อกับ NCU ตัวใดก็ได้ทุกจุดตามความต้องการของผู้ใช้ ที่จะนำไปเสียบเข้ากับ NCU ตัวใดเพื่อทำหน้าที่แสดงผลหรือควบคุม NCU นั้นโดยผ่านตัวเน็ตเวิร์กเทอมินอล เหมาะกับเจ้าหน้าที่ที่จะทำการทดสอบ หรือตรวจสอบ NCU ถึงตำแหน่งที่ติดตั้ง NCU โดยตรง

ลักษณะ เน็ตเวิร์กเทอมินอล มี 2 ชนิด คือ แบบติดตั้งที่ตัว NCU และแบบมีสาย เลือกเสียบเข้าตัว NCU บนตัวเครื่องมีหน้าจอแสดงผลแบบ ทัชสกรีน (Touch Screen) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีจาก ลิควิด คริสตัล ดิสเพล (Liquid Crystal Display) เพียงลากนิ้วสัมผัสและยกนิ้วขึ้นเพื่อแสดงการเลือกก็สามารถควบคุมการทำงานของ NCU ได้



รูปที่ 2.9 เน็ตเวิร์กเทอมินอล

ส่วนประกอบหลักภายใน NCU/ NEU

ส่วนประกอบหลักที่สำคัญภายใน NCU มีลักษณะเป็นโมดูล (Module) 5 ชนิดแต่ใน NEU จะมีโมดูลภายในเพียง 4 ชนิด ดังนี้

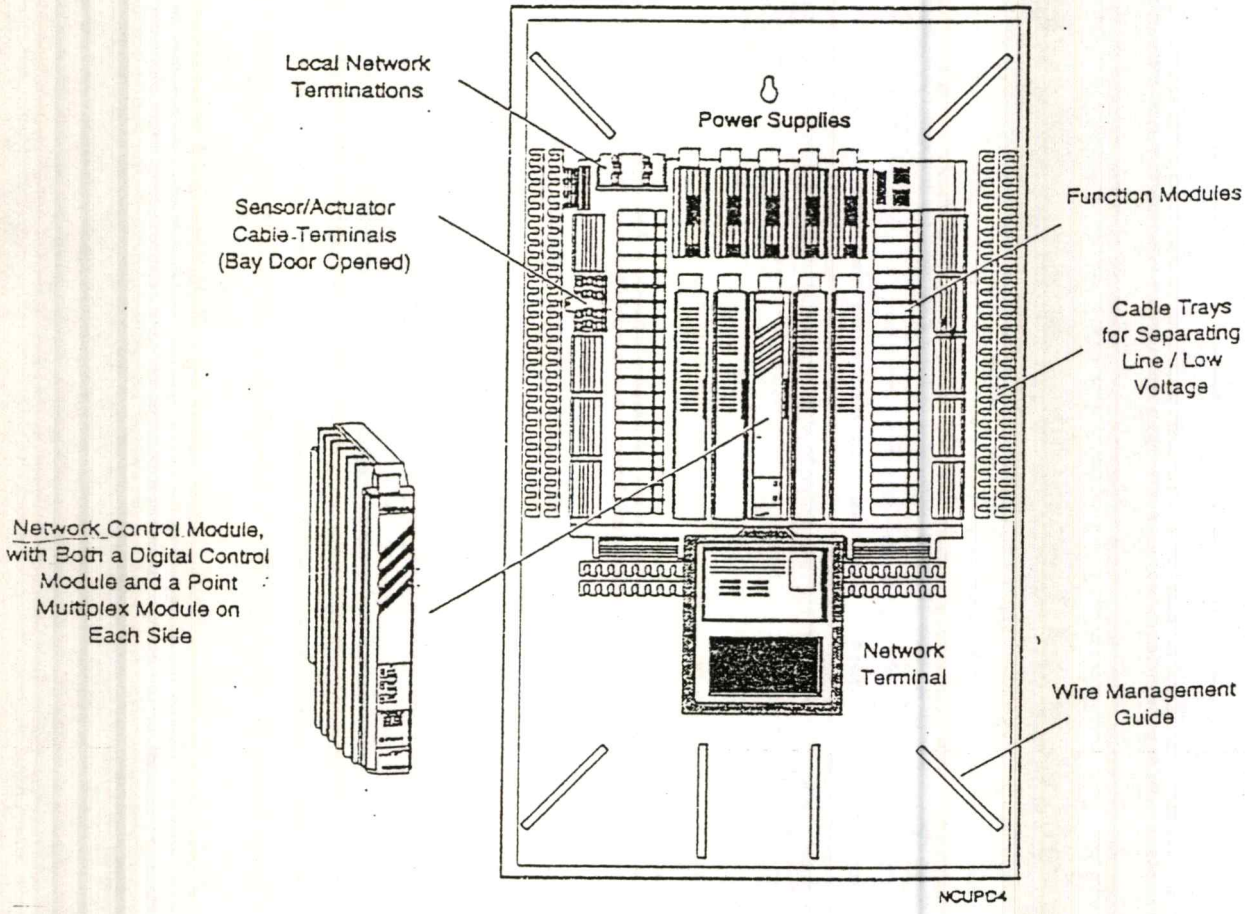
1) Network Control Module : NCM มีเฉพาะใน NCU เท่านั้น

2) Digital Control Module : DCM

3) Point Multiplex Module : XM

4) Function Module

5) Power Supply : PS



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายใน NCU

1) เน็ตเวิร์กคอนโทรลโมดูล (Network Control Module : NCM)

เป็นโปรเซสเซอร์หลักของ NCU ซึ่งมีการทำงานคล้ายส่วนประมวลผลทั่วไป และมีหน่วยความจำ ที่สามารถโปรแกรมได้เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในจุด และลูปต่างๆ ที่มาต่อเชื่อมกับ NCU

สามารถแบ่ง NCM ได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานดังนี้

— แบบปลั๊กอินโมดูล (Plug in Module) : เป็นแบบเสียบใน NCU อย่างถาวรซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ DCM หรือ XM ที่อยู่ในร่องสล็อต (Slot) ด้านข้าง

— แบบ สแตนอะโลนยูนิต (Stand Alone Unit) : จะเป็น NCM ที่ติดตั้งเชื่อมกับ ตัวควบคุมรอง และ NEU

NCM แต่ละชุด จะมีหน่วยความจำไว้สำหรับ เก็บซอร์ฟแวร์เกี่ยวกับโปรแกรมใช้งาน (Application Program), ฐานข้อมูล (Data Base) และข้อมูลย้อนหลังของอุปกรณ์ต่างๆ (Point Histories) ซึ่งสามารถแบ่งโปรแกรมใช้งานต่างๆ ออกเป็นดังนี้

1) โปรแกรมตารางเวลา (Scheduling Time) : เป็นโปรแกรมตารางเวลาแบบระยะยาวที่สามารถเขียนให้กับแต่ละชุดไว้ เพื่อควบคุมเป็นระยะเวลาเพียง 1 วัน หรือหลายวันใน 1 สัปดาห์ หรือทำตารางเวลาเป็นลักษณะปฏิทินของเดือน

2) โปรแกรมนับชั่วโมงการทำงาน (Totalization) : เป็นโปรแกรมที่จะคอยนับชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ เช่น พัดลม, มอเตอร์, ปั๊ม หรือรวบรวมพลังงานที่ใช้ไปที่ตัว เครื่องทำความเย็น หรือที่ระบบไฟฟ้า หรือแม้แต่นับจำนวนครั้งของการเปิด-ปิดตัวอุปกรณ์ เช่น ตัวคอมเพรสเซอร์

3) โปรแกรมจำกัดความต้องการพลังงาน (Demand Limiting) : เป็นโปรแกรมที่คอยตรวจสอบค่า จากมิเตอร์ที่ใช้วัดพลังงานที่ใช้ทั้งหมดภายในอาคาร ถ้ามีแนวโน้มว่าจะมีการใช้พลังงานเกินกว่าชุดที่กำหนด โปรแกรมก็จะสั่งการทำงานให้ปิดการใช้งานอุปกรณ์บางอย่างที่ไม่สำคัญลง

4) โปรแกรมควบคุม (Control Processing) : เป็นโปรแกรมควบคุมในเรื่องการประหยัดพลังงาน เช่น ควบคุมเวลาการเปิดใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม (Optimal Start Time Control) และ อื่นๆ

5) โปรแกรมพาสเวิร์ด (Password Protection) : เนื่องจากผู้ดูแลระบบแต่ละคนจะได้รับพาสเวิร์ด ไอดี (Password ID) ซึ่งเป็นชุดตัวอักษร 8 ตัวในการใช้เป็นพาสเวิร์ดเพื่อเข้าสู่ระดับข้อมูลที่แตกต่างกันไป พาสเวิร์ด ไอดี ของแต่ละคนจะสามารถใช้เป็นทางผ่านเข้าระดับข้อมูลได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากข้อมูลในระบบจะถูกเก็บเป็นส่วนๆ และข้อมูลบางส่วนผู้ดูแลธรรมดาไม่สามารถใช้พาสเวิร์ด ไอดี ของตนเข้าไปปฏิบัติงานในชุดนั้นได้ ซึ่งอาจเป็นชุดที่เก็บข้อมูลไว้สำหรับเจ้าของอาคารเท่านั้น ที่จะสามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้เพียงผู้เดียว

6) โปรแกรมเก็บข้อมูล (Trending) : เป็นโปรแกรมที่คอยบันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าของชุดที่ถูกตรวจสอบตลอดเวลา และเก็บสะสมข้อมูลจนกว่าระบบนั้นๆจะทำงานเสร็จสมบูรณ์ เพื่อนำข้อมูลที่เก็บสะสมได้นี้ มาพล็อตกราฟ (Plot) ดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตหลังจากที่ระบบทำงานผ่านพ้นไปแล้ว

2) ดิจิตอลคอนโทรลโมดูล (Digital Control Module : DCM)

เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่คล้ายส่วนต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Port) ที่เสียบอยู่ในร่องสล็อตของ NCU/NEU ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมแบบดิจิตอล (Digital Input) และทำหน้าที่เป็นโคโปรเซสเซอร์ (Coprocessor) ร่วมกับ NCM ในเรื่องของการคำนวณ

ลักษณะ DCM แต่ละตัวจะมีจุดต่ออินพุทได้ไม่เกิน 20 จุด สำหรับรับยูนิเวอร์แซลอินพุทจากจุดที่ถูกตรวจสอบ และมีจุดยูนิเวอร์แซลเอาพุทได้ไม่เกิน 20 จุดสำหรับส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ภายนอก

3) ฟังก์ชั่นโมดูล (Function Module)

เป็นตัวควบคุมรองชนิดปลั๊กอินใน NCU ต่อเชื่อมการทำงานระหว่าง DCM ใน NCU กับอุปกรณ์ภายนอกที่ส่งสัญญาณอินพุทเข้า DCM เช่น เซ็นเซอร์ต่างๆ และเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกที่จะรับสัญญาณควบคุมจาก DCM ด้วยขนาดสัญญาณที่เหมาะสม

สามารถแบ่งได้ 2 ชนิดตามการใช้งาน คือ

— แบบอินพุทฟังก์ชั่นโมดูล (Input Function Module) : เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณอินพุทที่เข้ามา ให้เป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เข้าทางอินพุทของ DCM

— แบบเอาท์พุทฟังก์ชั่นโมดูล (Output Function Module) เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์จาก DCM ไปเป็นสัญญาณที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

4) พ้อยท์มัลติเพล็กซ์โมดูล (Point Multiplex Module : XM)

ทำหน้าที่คล้ายกับส่วนต่อเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกเหมือน DCM แต่จะแตกต่างตรงที่ XM จะมีจุดต่ออินพุทและจุดต่อเอาท์พุทเป็นลักษณะเฉพาะนั่นคือมีโหมดการทำงาน 2 ชนิด คือ

— โหมด อินพุทพ้อยท์มัลติเพล็กซ์ : มีจุดต่ออินพุทอย่างเดียว

— โหมด อินพุทเอาท์พุทพ้อยท์มัลติเพล็กซ์ : มีจุดต่อทั้งอินพุทและเอาท์พุท

5) เพาเวอร์ซัพพลายโมดูล (Power Supply Module : PS)

เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ที่แยกออกมาจ่ายให้กับอิเล็กทรอนิกส์โมดูลทุกชนิด ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายโมดูล จะช่วยทำหน้าที่กรองสัญญาณรบกวนของแรงดันที่จ่ายเข้ามา และรักษาระดับให้คงที่ และเป็นส่วนที่แยกออกจากระบบเพาเวอร์ซัพพลายหลักโดยจัดทำให้เป็นโมดูลอยู่ภายใน อิเล็กทรอนิกส์โมดูลทั่วไป เช่น ในตัวควบคุมหลัก หรือ ตัวควบคุมรอง ซึ่งการแยกออกมาต่างหากเช่นนี้ มีประโยชน์เพื่อ

– ง่ายต่อการติดตั้งและถอด NCU แต่ละตัวออกจากระบบเน็ตเวิร์กคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากการแยกจ่ายพลังงานไปยัง NCU แต่ละตัวนั้น การถอด NCU ออกจากระบบจะไม่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์อื่นในเครือข่าย

– ช่วยลดแหล่งจ่ายภายนอกที่ไม่จำเป็น ที่ใช้จ่ายพลังงานให้กับ เซ็นเซอร์, ทรานสดิวซอร์ หรือ รีเลย์ที่ต่อเชื่อมอยู่กับ NCU ได้

2.1.2.2 ตัวควบคุมรอง (Field Controller : FC)

ระบบภายในอาคารที่ระบบ BAS สามารถควบคุมได้โดยตรง ได้แก่

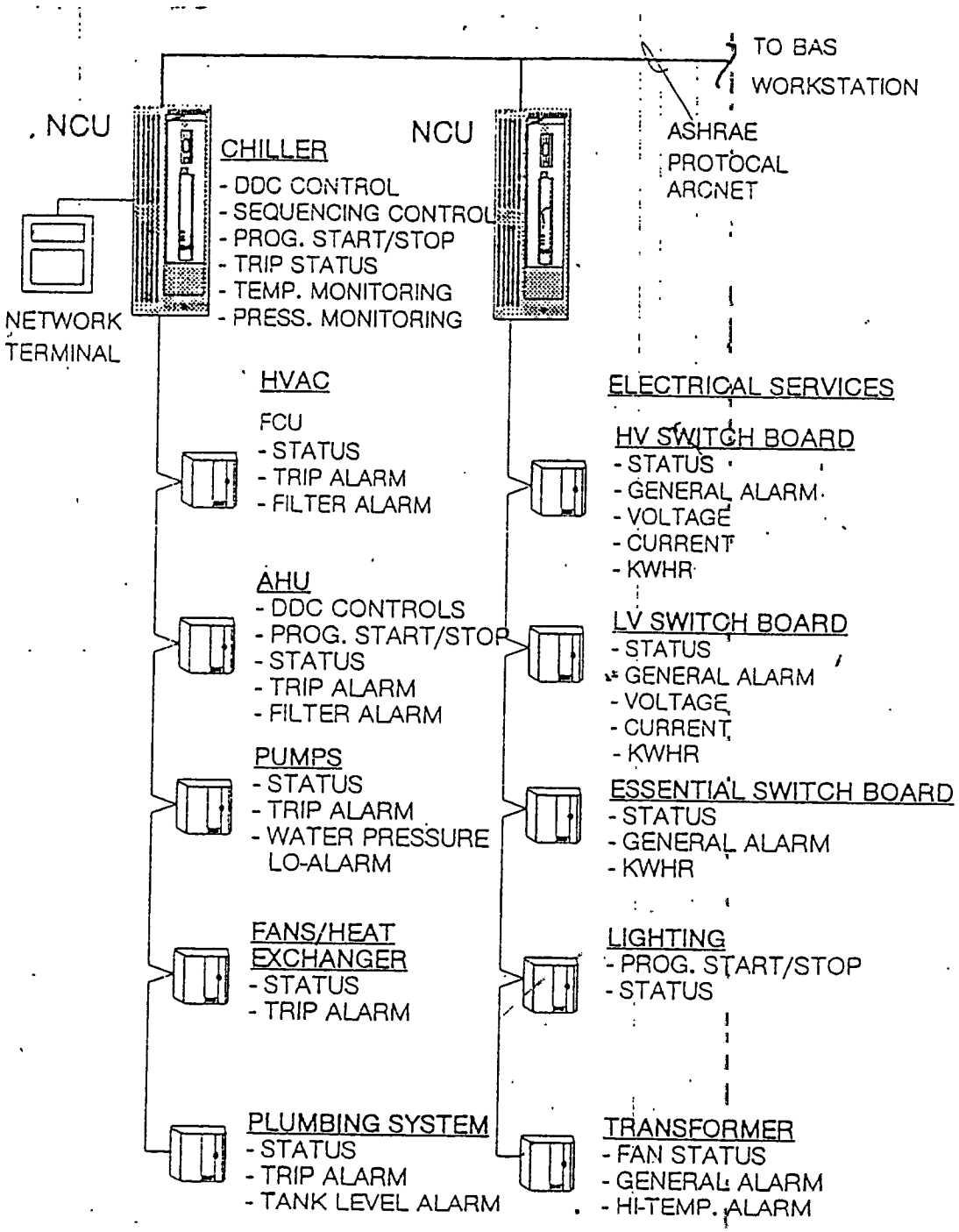
– **ระบบปรับอากาศ** (Air Conditioning System) เช่น ตัวทำความเย็น (Chillier) ตัวจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit : AHU), ตัวปรับปริมาณแอร์ (Variable Air Volume : VAV), ตัวจ่ายลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit) ฯลฯ

– **ระบบไฟฟ้า** (Electrical System) เช่น ระบบไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้า (Main sub station), แหล่งจ่ายไฟสำรอง (Generator Set), ระบบไฟส่องสว่าง (Lighting System) ฯลฯ

– **ระบบดับเพลิง** (Fire Extinguisher System)

– **ระบบสุขาภิบาล** (Sanitary System)

– **ระบบรักษาความปลอดภัย** (Security System)



รูปที่ 2.11 ตัวควบคุมรองสำหรับระบบ BAS

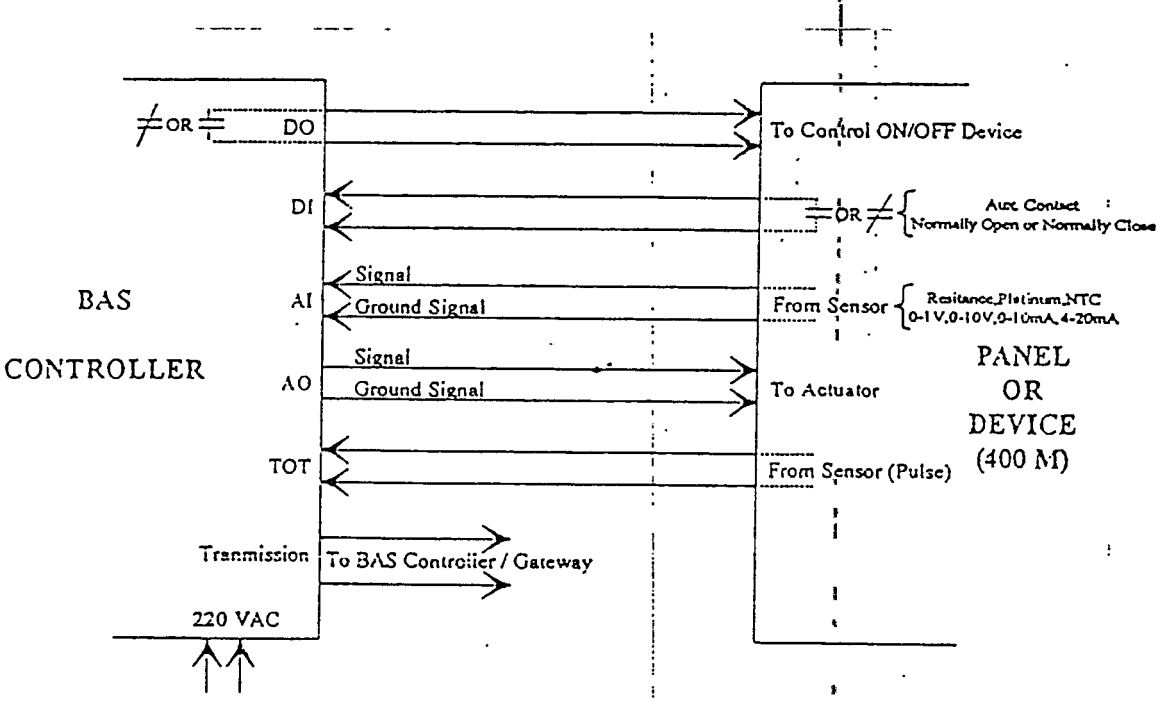
ลักษณะ เป็นตัวควบคุมรอง แบบไดเร็กดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ (Field Controller : FC ชนิด Direct Digital Controller : DDC) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เฉพาะอย่าง ที่ต้องการการควบคุมอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ในระบบ BAS เช่น ประตูน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ, ตัวจ่ายลมเย็นขนาดใหญ่, เครื่องทำความเย็น ฯลฯ โดยใช้ระบบสัญญาณควบคุมแบบป้อนกลับ (Feed Back Control System) เพื่อให้มีการคำนวณค่าอยู่ตลอดเวลา ทำให้ควบคุมได้รวดเร็วและแม่นยำตามต้องการ หรือใช้ควบคุมระบบที่ไม่ซับซ้อน เช่นระบบควบคุมการเข้าออก หรือระบบโทรทัศน์วงจรปิด โดยที่ตัวควบคุมรองมีความสามารถทำงานได้แบบ สแตนอะโลน คือ ถ้าขาดการติดต่อกับตัวควบคุมหลัก ตัวควบคุมรองก็ยังคงสามารถทำงานได้อยู่

ส่วนประกอบหลักของตัวควบคุมรอง (FC) ทั่วไป มีดังนี้

1. หน่วยความจำ (Memory) : สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงาน และฐานข้อมูล
2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) : นำสัญญาณอินพุทที่ได้จากอุปกรณ์ภายนอกมาประมวลผลตามโปรแกรม แล้วส่งสัญญาณควบคุมออกทางเอาท์พุท
3. ส่วนรับ-ส่งข้อมูลและคำสั่ง (I/O) : เป็นส่วนที่ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น เซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่สามารถตรวจสอบสภาวะได้ หรือ เชื่อมกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

การใช้งาน ตัวควบคุมรอง จะต่อเชื่อมอยู่ระหว่าง

- ตัวควบคุมหลัก ผ่านทางซีเรียลพอร์ท RS-232 โดยอาศัยสาย RS-485 และตัวคอนเวอร์ตเตอร์พอร์ท RS-232/ RS-485 ร่วมด้วย
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะ หรือ อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมการทำงานผ่านทางสาย ทวิสต์แพร์ชิลด์ (Twist Pair Shield) หรือใช้ สาย THW



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของตัวควบคุมรองสำหรับระบบ BAS

จากรูป จะเห็นว่า ตัวควบคุมรองสำหรับระบบ BAS มีพอร์ท I/O สำหรับรับ-ส่งสัญญาณด้วยกัน 4 แบบ คือ ดิจิตอล เอาท์พุทพอร์ท (Digital Output : DO), ดิจิตอลอินพุทพอร์ท (Digital Input : DI), อนาลอกเอาท์พุทพอร์ท (Analog Output : AO), อนาลอกอินพุทพอร์ท (Analog Input : AI)

DO : ทำหน้าที่ ส่งสัญญาณควบคุมในลักษณะ ดิจิตอล ด้วยหน้าสัมผัส (Contact) เปิด-ปิด ของวงจรรีเลย์ จากเทอร์มินอลภายใน ไปยังอุปกรณ์โดยตรงเพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด (ON-OFF)

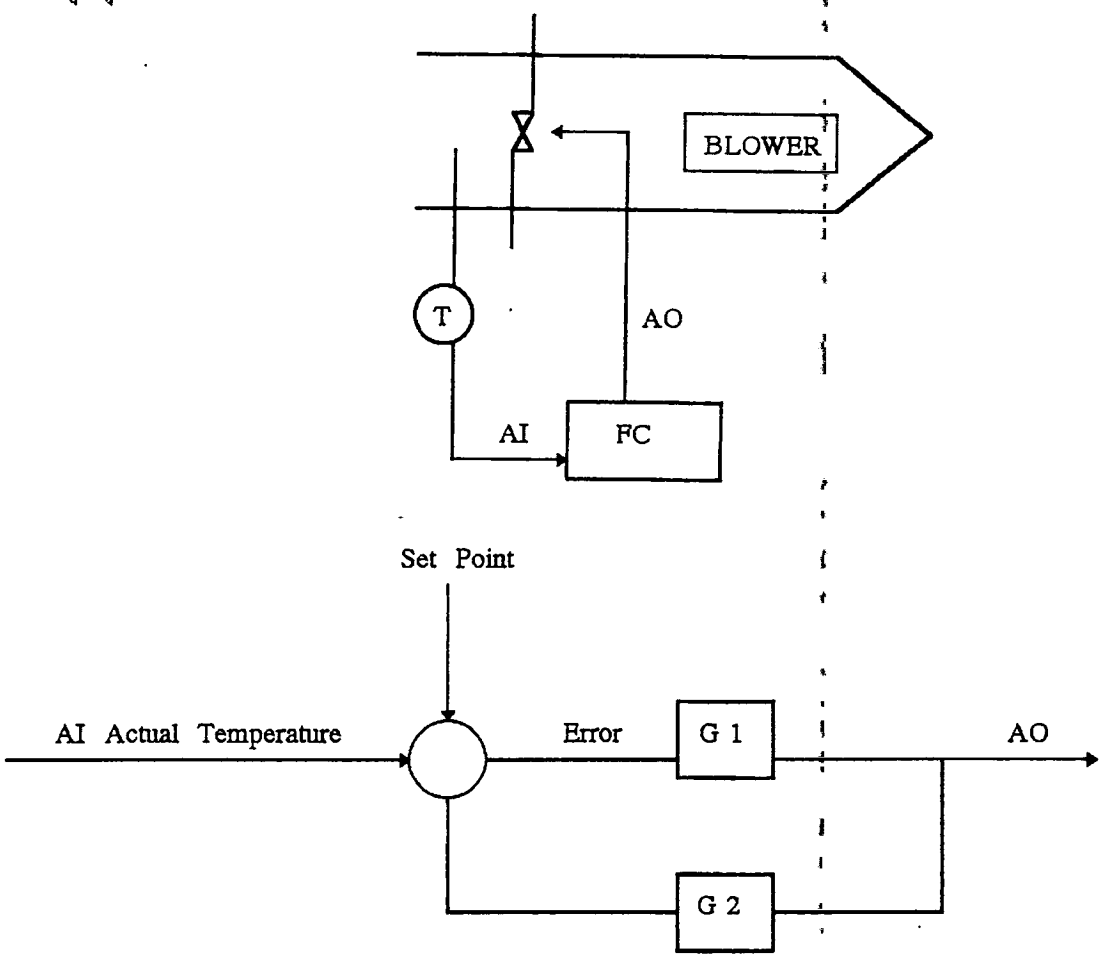
DI : ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทในลักษณะดิจิตอล จาก ออคซิลารี่ คอนแทค (Auxiliary Contact) เปิด-ปิดของรีเลย์จากตัวอุปกรณ์ เพื่อรับรู้สภาวะการเปิด-ปิด (On-Off)

AO : ทำหน้าที่ ส่งสัญญาณควบคุมในลักษณะอนาลอกโดยใช้สัญญาณทางไฟฟ้าเป็น แรงดันไฟฟ้า หรือกระแส จากตัวคอนโทรลเลอร์ ไปสู่อุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม เพื่อให้ได้การทำงานที่เป็นไปตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

AI : ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุท ในลักษณะอนาลอกโดยใช้สัญญาณทางไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟฟ้า หรือกระแส จากเซ็นเซอร์ ที่กำลังตรวจจับสภาวะการทำงานของอุปกรณ์เข้าสู่ตัวควบคุมรอง

นอกจากนี้ยังมีซีเรียลพอร์ท สำหรับการสื่อสาร (Transmission Communication) ระหว่าง ตัวควบคุมรองด้วยกันหรือสื่อสารไปยังตัวควบคุมหลัก

ตัวควบคุมรอง (FC) สำหรับระบบ BAS เป็นชนิดไดเร็กดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ (DDC) ซึ่งมีการทำงานควบคุมทั้งแบบ ไดเร็กดิจิตอลคอนโทรล คือ รับข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ด้วยสัญญาณดิจิตอล ผ่านหน้าสัมผัส เช่น การตรวจสอบและควบคุมการเปิด,ปิด อุปกรณ์ และการควบคุมแบบอนาลอกคอนโทรล คือ รับข้อมูลและควบคุมด้วยสัญญาณอนาลอก ในลักษณะโวลเตจหรือกระแส เช่น การปรับวาล์วของประตูน้ำเย็น จะใช้สัญญาณควบคุมแบบส่งกลับ จนกว่าการตรวจสอบสัญญาณอนาลอกอินพุท จะได้ค่าตามที่ตั้งไว้จึงจะเป็นสัญญาณอนาลอกเอาท์พุท ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ได้ตามต้องการ



รูปที่ 2.13 แผนภาพแสดงการควบคุมแบบอนาล่อก

สวิทช์, เซ็นเซอร์ และทรานสดิวเซอร์

สำหรับการควบคุมในระบบ BASเป็นอุปกรณ์ตรวจวัด หรือตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ที่จุดวัดค่าเพื่อส่งค่าการวัดทั้งหมดไปที่ หน่วยประมวลผล (CPU) ซึ่งเป็นศูนย์กลางของ BAS ทำการประเมินผล และทำการควบคุม

ดังนั้นการสั่งงานของ BAS จะสั่งการได้ถูกต้องและรวดเร็วเพียงใด ขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรง และรวดเร็วของเซนเซอร์ การคัดเลือกอุปกรณ์จึงต้องเลือกอย่างพิถีพิถัน โดยเลือกเฉพาะอุปกรณ์ที่ได้มาตราฐานเท่านั้น

สวิทช์ต่างๆ

1. สวิทช์วัดการไหลของน้ำ
2. สวิทช์วัดการไหลของลม
3. สวิทช์วัดผลต่างของความดัน
4. สวิทช์วัดระดับ
5. แทมเปอร์สวิทช์

1. สวิทช์วัดการไหลของน้ำ (Water Flow Switch)

ตรวจจับการไหลของน้ำ เช่น น้ำในท่อดับเพลิง หากสวิทช์ทำงานแสดงว่ามีน้ำไหลผ่านหัวฉีดน้ำฝอย (Sprinkler Head) หรือ ไหลผ่านหัวฉีดดับเพลิงในอาคาร แสดงว่าอาจมีเพลิงไหม้ หรือ ปั๊มน้ำเกิดขัดข้อง หรือ ไม่มีน้ำในถังเก็บน้ำสำรอง จะส่งสัญญาณให้ CPU ในลักษณะ ดิจิตอล อินพุท

2. สวิทช์วัดการไหลของลม (Air Flow Switch)

ตรวจสอบการไหลของลมในท่อลม เช่น ท่อส่งลมเย็นของ AHU ในระบบปรับอากาศ โดยเมื่อสั่งให้ AHU ทำงาน น้ำเย็นจะไหลผ่านท่อน้ำเย็นของ AHU และ พัดลมจะทำการส่งลมเย็นไปยังพื้นที่ต่างๆตามท่อลมเย็น หากมอเตอร์ หรือ สายพานของพัดลมเกิดขัดข้อง สวิทช์นี้จะส่งสัญญาณเป็นดิจิตอล อินพุทให้กับ CPU เพื่อแจ้งเตือน

3. สวิทช์วัดผลต่างของความดัน (Differential pressure switch)

วัดผลต่างของแรงอัดอากาศระหว่างปลายทั้งสองของสวิทช์ ซึ่งสามารถปรับค่าที่แตกต่างกันนี้เพื่อให้สวิทช์ทำงานได้ จึงนำไปใช้วัดความสกปรกของแผ่นกรองอากาศต่างๆ เช่น แผ่นกรองอากาศของ AHU ถ้าแผ่นกรองสกปรก ลมผ่านไม่สะดวกก็จะทำให้สวิทช์ทำงานส่งเป็นดิจิตอลอินพุทให้ CPU

4. สวิทช์วัดระดับ (Level Switch)

วัดระดับของเหลว เช่น ระดับน้ำในถังเก็บน้ำประปาสำรอง , ถังน้ำของระบบดับเพลิง หรือระดับน้ำของหอระบายความร้อน ในระบบปรับอากาศซึ่งมักมี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำสุด , สูงสุด และระดับน้ำล้น ส่งเป็นสัญญาณดิจิตอล อินพุทให้ CPU ควบคุม

5. แทมเปอร์สวิทช์ (Tamper Switch)

ใช้งานเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัย เช่น สวิทช์ตรวจสอบการปิด-เปิดประตู หรือประตูหนีไฟ หรือใช้งานเกี่ยวกับสัญญาณเตือนต่างๆ เช่น สวิทช์แสดงสถานะของท่อดับเพลิงว่า เปิดหรือปิด ถ้าต่างไปจากค่าที่กำหนดไว้ จะส่งดิจิตอลอินพุท เตือน CPU

เซ็นเซอร์ และ ทรานสดิวเซอร์ต่าง ๆ

6. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ
7. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของลม
8. ทรานสดิวเซอร์วัดความดัน
9. ทรานสดิวเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า
10. ทรานสดิวเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ
11. อุปกรณ์ช่วยควบคุมของรีเลย์

6. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ (Water Temperature Sensor)

วัดอุณหภูมิของน้ำภายในท่อ เช่น ท่อทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศทั้ง ท่อส่งออก และท่อไหลกลับ CPU รับสัญญาณเป็นอนาลอกอินพุท

7. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของลม (Temperature Sensor)

วัดอุณหภูมิของลม 2 ลักษณะ คือ วัดอุณหภูมิในห้องทั่วไป และวัดอุณหภูมิของลมในท่อลมในระบบปรับอากาศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุด

7.1 วัดอุณหภูมิลมเย็นที่จ่ายออก

7.2 วัดอุณหภูมิลมที่จ่ายกลับ

โดยจะนำค่าทั้งสองไปประเมินผล เพื่อควบคุมอุณหภูมิของพื้นที่ที่ต้องการ ถ้าต้องการอุณหภูมิเย็นลงก็สั่งวาล์วประตูน้ำเย็นเปิด ให้น้ำเย็นไหลมากขึ้น ถ้าต้องการ อุณหภูมิสูงขึ้นก็สั่งให้วาล์วประตูน้ำเย็นเปิดน้อยลง CPU จะรับสัญญาณเป็นอนาลอกอินพุท

8. ทรานสดิวเซอร์วัดความดัน (Pressure Transducer)

วัดความดันของลมในถังเก็บลม และใช้วัดความดันของน้ำในท่อน้ำดับเพลิง หากต่ำกว่าที่จุดกำหนดจะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน หากสูงกว่าจุดที่กำหนดจะสั่งให้ปั๊มหยุดทำงานเพื่อป้องกันความดันสูงเกินกำหนด ทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่แตกเสียหาย ในกรณีวัดความดันลมก็เช่นเดียวกัน โดยส่งสัญญาณเป็น อนาลอกอินพุท

9. ทรานสดิวเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า (Current/voltage Transducer)

ใช้วัดค่ากระแสหรือแรงดันไฟฟ้าในสาย โดยแปลงค่ากระแสสูงๆให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าต่ำๆ เพื่อ CPU สามารถต่อเชื่อมและอ่านค่าได้ ว่าระบบไฟฟ้าในอาคารมีสิ่งผิดปกติจุดไหน โดยเป็นสัญญาณอนาลอก

10. ทรานสดิวเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate Transducer)

วัดอัตราการไหลของน้ำ เช่น น้ำประปาเข้าสู่ถังเก็บน้ำสำรอง ทำให้ตรวจสอบปริมาณน้ำที่ใช้ และคำนวณค่าน้ำได้ หรือวัดการไหลของน้ำเย็นในระบบปรับอากาศเพื่อคำนวณปริมาณความเย็นที่ใช้ในอาคาร โดย CPU รับสัญญาณเป็นพัลส์

11. อุปกรณ์ช่วยควบคุมของรีเลย์ (Auxiliary Control of Relay)

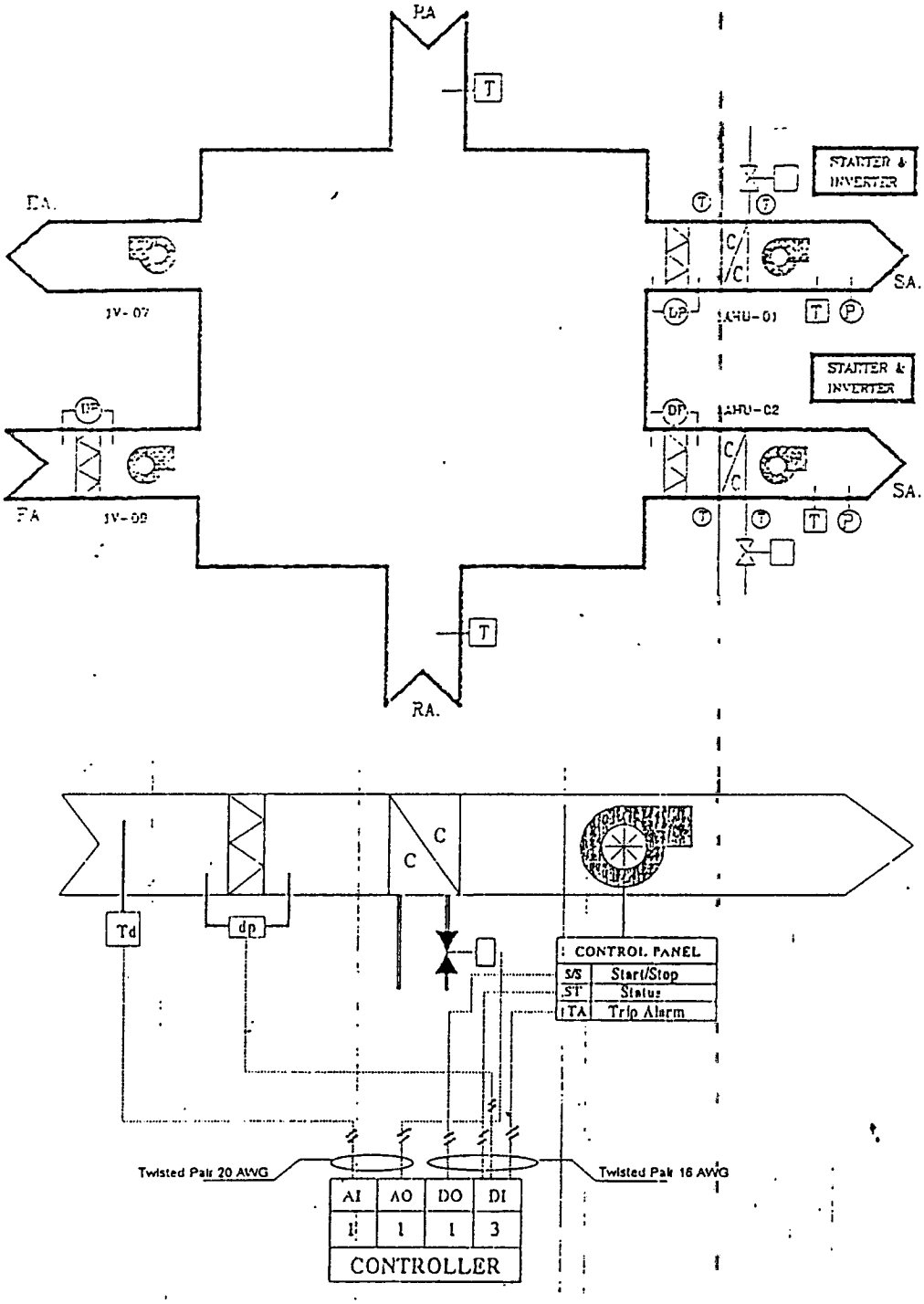
เป็นชุดอุปกรณ์ช่วยควบคุมในชุดแผงควบคุมไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเครื่องกลต่างๆ โดยมีหลอดแสดงสถานะ (Pilot Lamp) มีหน้าสัมผัสแบบปิด/เปิด แสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง เช่น เดินเครื่อง,หยุดเดินเครื่อง, แบตเตอรี่หมด, ระดับน้ำมันต่ำ หรือสภาวะผิดปรกติอื่นๆ โดย CPU รับสัญญาณเป็นดิจิตอลอินพุททำให้ผู้ควบคุมตรวจสถานะได้

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างอย่างของการใช้งานตัวควบคุมรอง (FC) ชนิด DDC ในระบบ BAS

ตัวควบคุมตัวจ่ายลมเย็น : AHU Controller

ลักษณะ ตัวควบคุมตัวจ่ายลมเย็น ทำหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงานภายในตัวจ่ายลมเย็น ดังนี้

1. ตรวจสอบสถานะการเปิดปิดของโบลวเวอร์ (Blower)
2. ควบคุมการเดินเครื่อง (Start) และ หยุดเครื่อง (Stop)
3. ตรวจสอบสภาวะการไหลของอากาศในท่อ
4. แจ้งเตือนการทริป (Trip) ของเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ตัวมอเตอร์
5. แจ้งเตือนการอุดตันของแผ่นกรองอากาศ
6. ตรวจจับควันในช่องอากาศ
7. ควบคุมการหรี่ของวาล์วประตูน้ำเย็น
8. วัดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากบริเวณที่ต้องการควบคุมความเย็น
9. วัดอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้า
10. ควบคุมความเร็วของพัดลม



รูปที่ 2.14 , 2.15 แสดงการควบคุมตัวจ่ายลมเย็น

จากรูป เป็นการแสดงการควบคุมและตรวจวัดสภาวะบางจุดเท่านั้น เช่น

AI : จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากบริเวณควบคุมด้วย ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

AO : ส่งไปควบคุมการหรี่ของวาล์วประตูน้ำเย็นให้เปิดกว้างมากขึ้นหรือน้อยลง

DO : ส่งไปควบคุมการเดินเครื่อง หรือ หยุดการทำงานของ โบลวเวอร์

DI : จากการแจ้งเตือนการอุดตันของแผ่นกรองอากาศด้วย สวิทช์ตรวจสอบความแตกต่างของแรงดัน (Different Pressure Switch)

: จากการตรวจสอบสถานะเปิด-ปิด ของโบลวเวอร์ ที่แสดงบนแผงควบคุมให้ส่งมายังคอนโทรลเลอร์

: จากการแจ้งเตือนการทริปของเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ตัวมอเตอร์ ที่แสดงบนแผงควบคุมให้ส่งมายังคอนโทรลเลอร์

หลักการควบคุมการหรี่วาล์วประตูน้ำเย็น

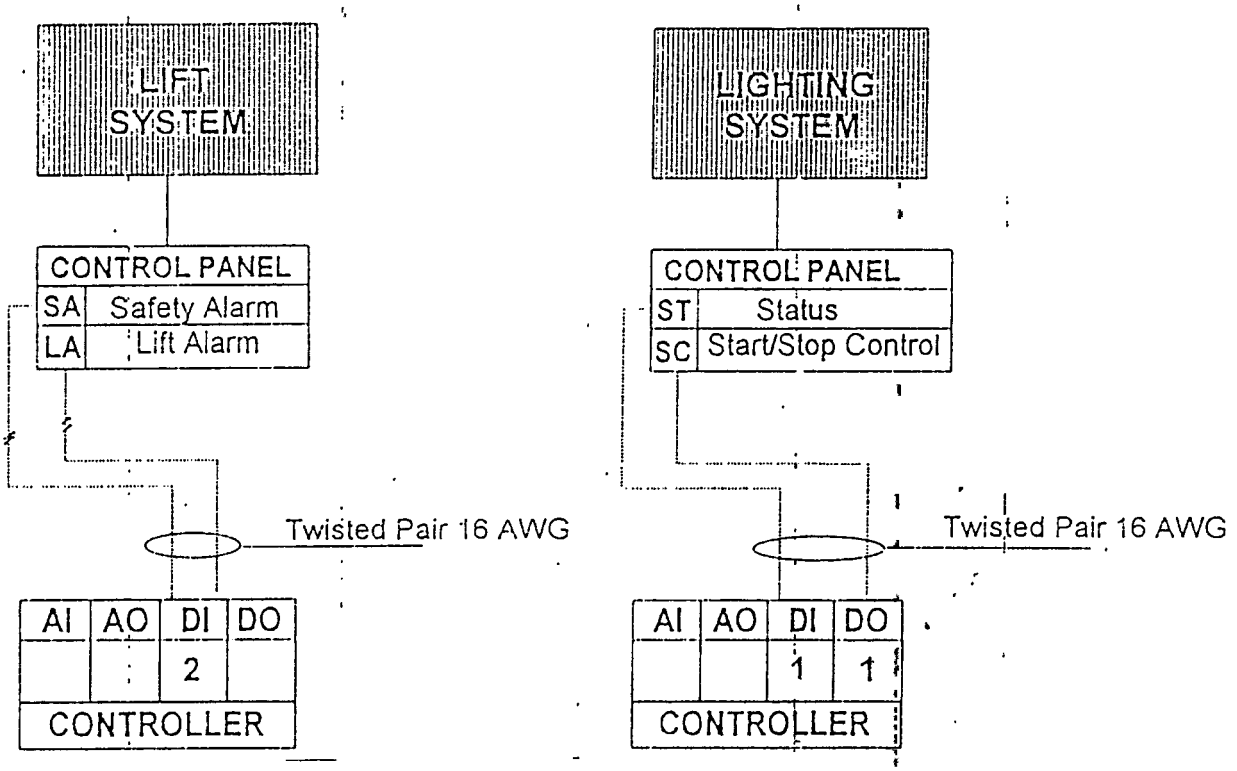
คือ การนำสัญญาณอนาลอกอินพุทของตัวตรวจวัดอุณหภูมิ ที่ตรวจวัดได้จากอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากบริเวณควบคุมอุณหภูมิ มาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรม ผ่านโปรแกรมการคำนวณในหน่วยประมวลผลของคอนโทรลเลอร์ ให้ได้สัญญาณอนาลอกเอาท์พุทในรูปกระแสที่เหมาะสม ไปควบคุมวาล์วประตูน้ำเย็นให้หรี่แคบหรือเปิดกว้าง เพื่อให้น้ำเย็นไหลออกมามากน้อยตามต้องการ ก็จะได้ความเย็นที่พอเหมาะกับการปรับอุณหภูมิในบริเวณนั้น

การเดินสาย

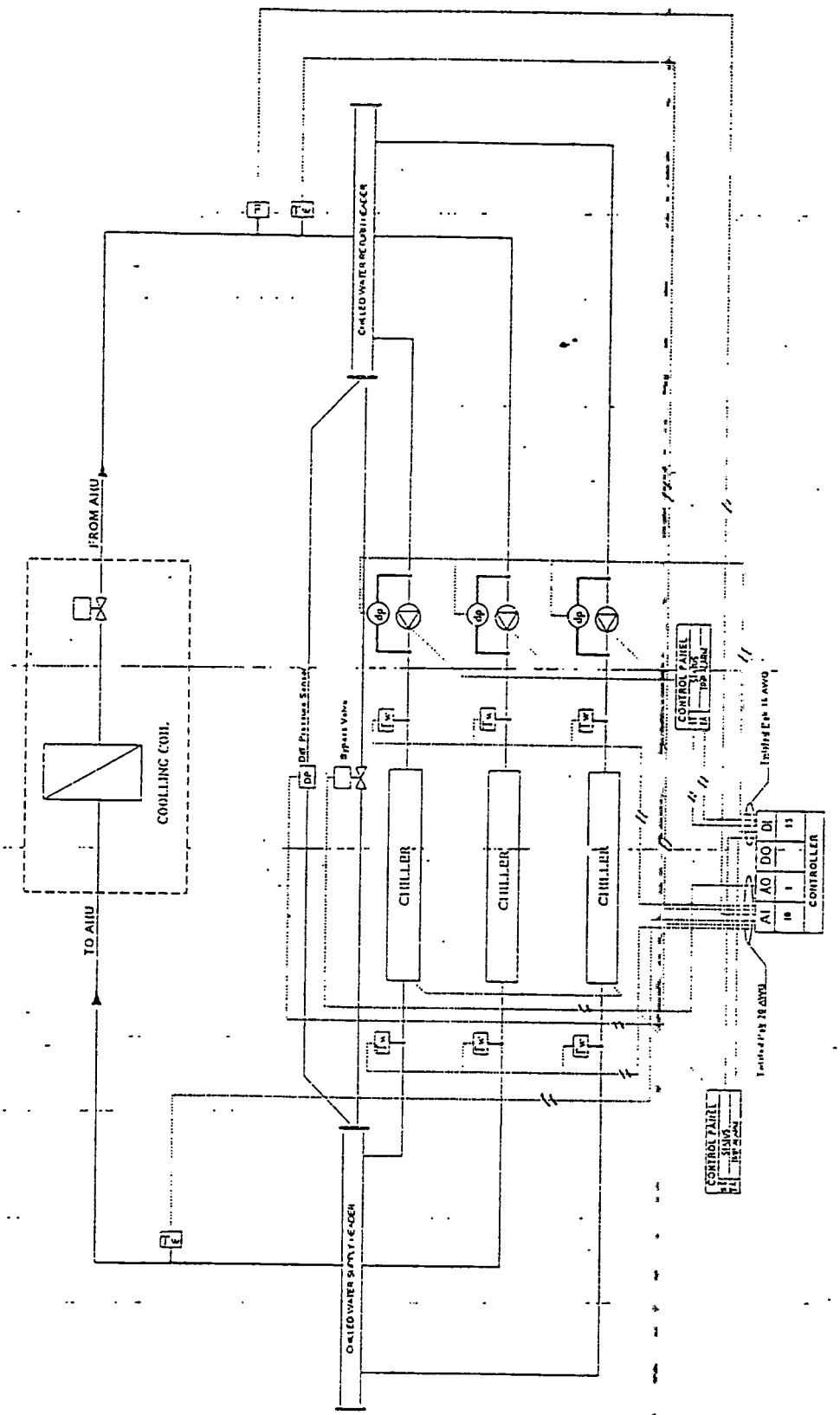
ในระบบ BAS การเดินสายจากตัวควบคุมรอง (FC) ไปยังอุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์ต่างๆจะเป็นแบบฮาร์ดไวร์ (Hard Wire) คือ เดินสาย 2 เส้นไปยังอุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยตรง เนื่องจากเป็นการรับสัญญาณอินพุทจากการตรวจวัดสภาวะของเซ็นเซอร์ หรือส่งสัญญาณเอาท์พุทไปควบคุมอุปกรณ์โดยตรง อีกทั้งเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์นั้น มีความต่างชนิดกันและมีปริมาณน้อย จึงไม่จำเป็นที่จะต้องทำเป็นโซนควบคุมหรือโซนตรวจสอบด้วยการเดินแบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) หรือแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ล (Addressable) ซึ่งเป็นการเปลืองและไม่จำเป็น

กรณีที่ใช้ตัวควบคุมรองชนิดไดเร็กดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ (DDC) ควบคุมตัวจ่ายลมเย็น (AHU) ควรจะใช้ DDC 1 ตัว ต่อการควบคุมตัวจ่ายลมเย็น 1 ชุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม เนื่องจากถ้า DDC ที่ใช้ควบคุมตัวจ่ายลมเย็นตัวใดเกิดขัดข้องก็จะไม่ส่งผลต่อตัวจ่ายลมเย็นตัวอื่นๆไปด้วย และนิยมติดตั้ง DDC ในห้องเดียวกับห้องที่ติดตั้งตัวจ่ายลมเย็นเพื่อความประหยัดเนื้อที่ และที่สำคัญเพื่อความสะดวกต่อการติดตั้งและซ่อมแซม

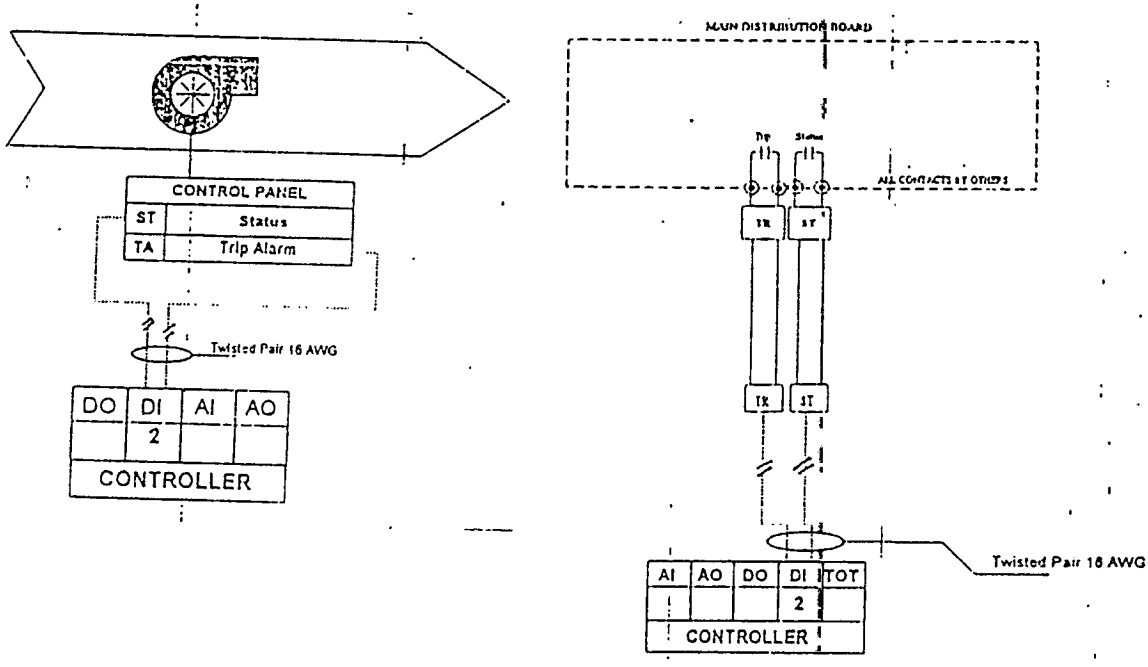
ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของตัวควบคุมรอง (FC) ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์เฉพาะอย่างของระบบ BAS



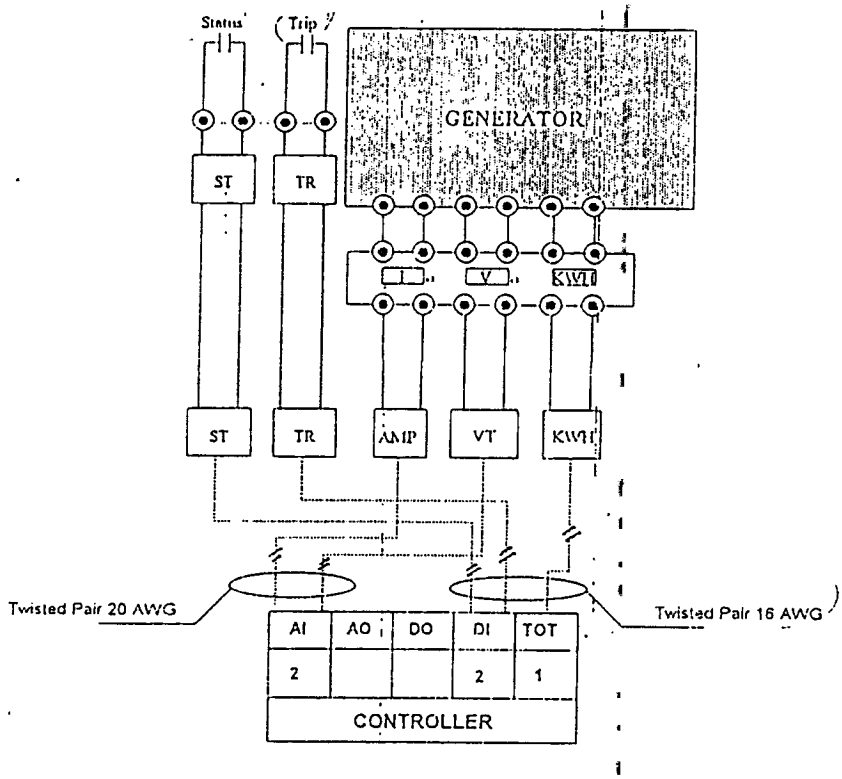
รูปที่ 2.16 การควบคุมลิฟท์ และ ระบบส่องสว่าง



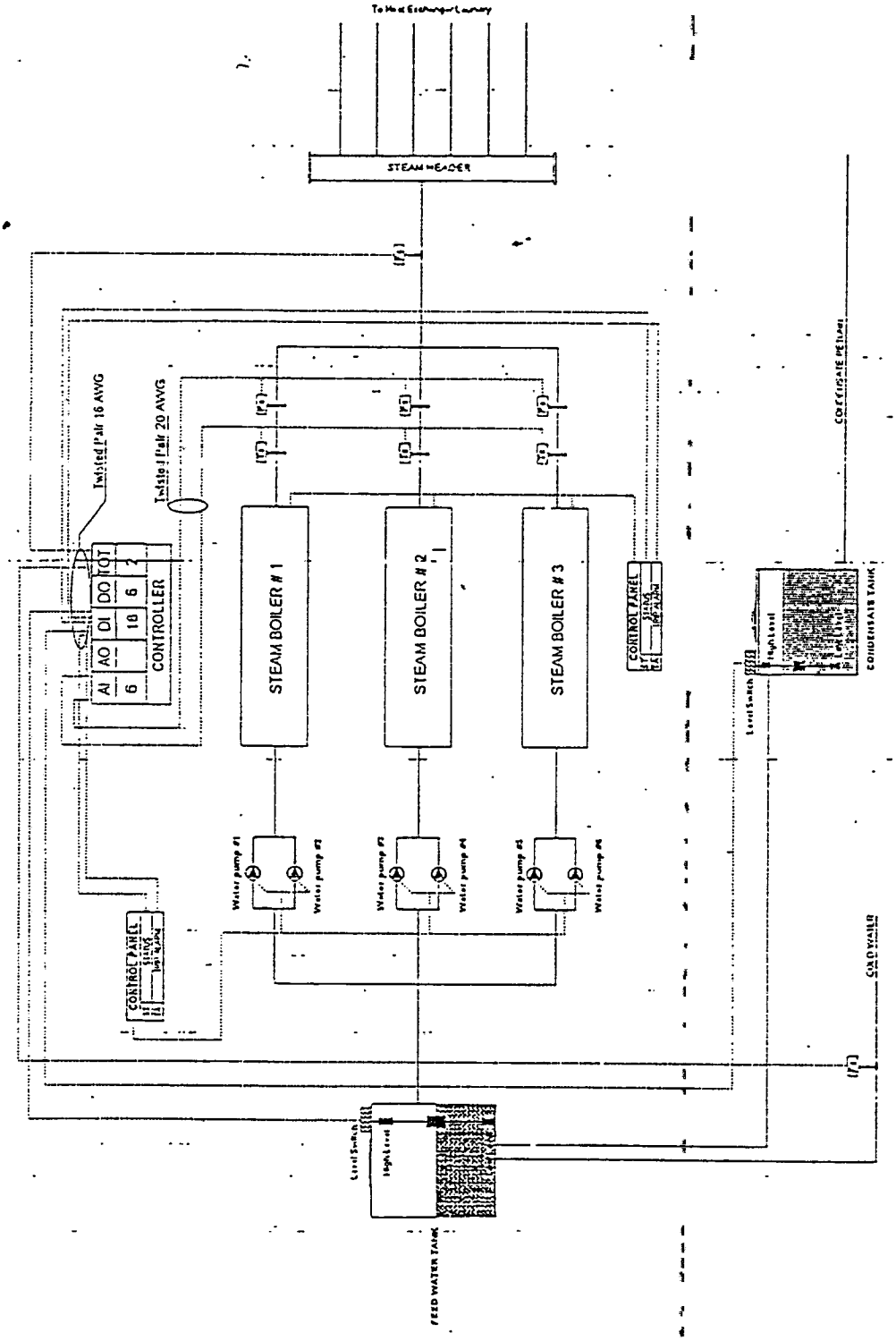
รูปที่ 2.17 การควบคุมเครื่องทำความเย็น



รูปที่ 2.18 การควบคุมพัดลมดูดอากาศ และ แผงควบคุมระบบไฟฟ้า



รูปที่ 2.19 การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator Set)



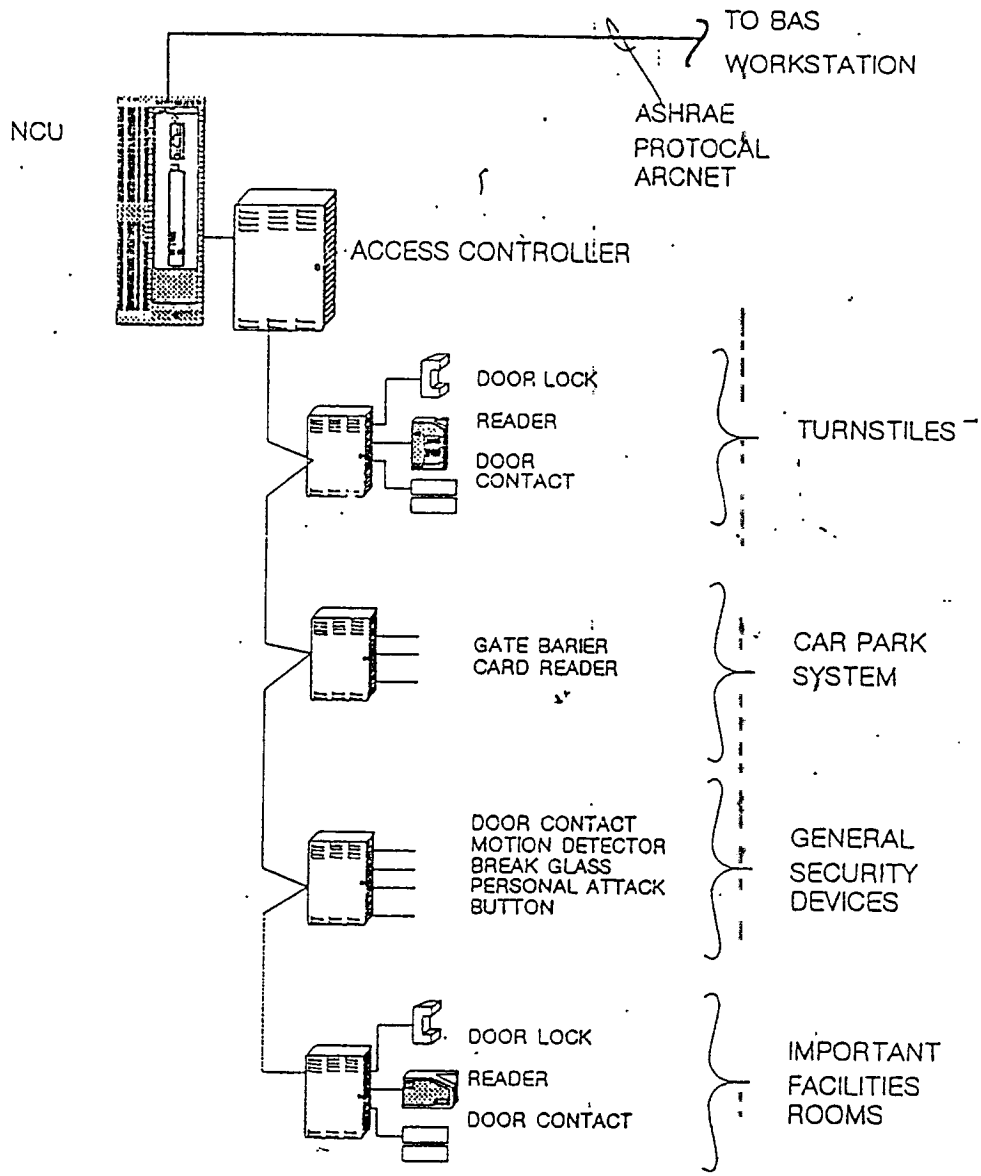
รูปที่ 2.20 การควบคุมระบบบอยล์เลอร์ (Boiler System)

ตัวควบคุมระบบรักษาความปลอดภัย : Security System

ระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้กันอยู่ภายในอาคารมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ

1. ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control System)
2. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Television System)

1. ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control System)



รูปที่ 2.21 ระบบควบคุมการเข้าออก

ระบบควบคุมการเข้าออก ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ตัวควบคุมระบบควบคุมการเข้าออก (Intelligent Access Control : IAC)
2) ตัวควบคุมภายในตัวอ่านบัตร (Card Readers Control)
3) บัตรสำหรับเข้าออก (Access Card)
4) สวิทซ์ปลดประตู (Door Release Switches)
5) ตัวตรวจจับสถานะของตัวล็อคประตู (Lock Status Detector)
6) โบลท์ด้านประตู (Door Strike / Motorized Bolt)
7) หน้าสัมผัสที่ประตู (Door Contact)
8) ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector)
9) ปุ่มกด (Personal Attack Buttons)

1) ตัวควบคุมระบบควบคุมการเข้าออก (Intelligent Access Control : IAC)

ลักษณะ IAC เป็นตัวควบคุมชนิด DDC ของระบบควบคุมการเข้าออกที่สามารถทำงานแบบสแตนอะโลน ซึ่งเป็นระบบที่มีลักษณะการป้องกันหลายรูปแบบ เช่น

- ใช้ตัวอ่านบัตร ซึ่งต้องใช้คู่กับบัตร เพื่อป้องกันการเข้าออกบริเวณที่สำคัญ, ห้องที่สำคัญ เพื่ออนุญาตให้กับผู้ถือบัตรเท่านั้น
- ใช้ตัวตรวจจับสิ่งผิดปกติที่บุกรุกเข้ามาในบริเวณป้องกัน

การใช้งาน IAC จะอยู่เชื่อมระหว่างตัวควบคุมหลักผ่านทางซีเรียลพอร์ท RS-232 กับ

- การ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์ ที่ติดตั้งกระจายไปตามพื้นที่ต่าง ๆ ที่ต้องการควบคุมการเข้าออกร่วมกับตัวอ่านบัตรธรรมดาเพื่อป้องกันการสูญเสียระบบ
- ตัวอ่านบัตรแบบพิเศษ
- ตัวตรวจจับต่าง ๆ

คุณสมบัติ IAC เป็นตัวควบคุมหลักในระบบควบคุมการเข้าออกที่เป็นไดเร็คดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ (DDC) ที่สามารถทำงานในลักษณะสแตนอะโลนได้ และเนื่องจาก IAC เป็นตัวอย่างของตัวควบคุมที่ยกมาศึกษาอ้างอิง ดังนั้นจึงอาจจะมีคุณสมบัติ หรือขอบเขตการใช้งานและจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อร่วมในระบบ มากน้อยแตกต่างจากตัวควบคุม

ของบริษัทอื่น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นสิ่งที่สำคัญคือการเข้าใจและรู้ถึงการทำงานของอุปกรณ์หลักๆ ในระบบ ซึ่งถ้าเราสามารถเข้าใจหน้าที่และการทำงานของตัวควบคุมของบริษัทหนึ่งๆ แล้ว การที่จะศึกษาคุณสมบัติ และการใช้งานของตัวควบคุมของบริษัทอื่นให้เข้าใจก็เป็นเรื่องที่ไม่ยากเช่นกัน

คุณสมบัติของ IAC มีดังนี้

1. กรณีที่ IAC ต่อกับตัวอ่านบัตร (Card Reader) โดยตรงจะสามารถต่อเชื่อมตัวอ่านบัตรได้ไม่เกิน 16 ตัว หรือกรณีที่ใช้ IAC ต่อกับการ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์นั้น การ์ดรีดเดอร์แต่ละตัวจะสามารถต่อตัวอ่านบัตรได้ไม่เกิน 4 ตัว

2. เมื่อมีการใช้บัตรในการเข้า-ออกบริเวณนั้น IAC แต่ละตัวจะสามารถเก็บฐานข้อมูลของผู้ถือบัตรทั้งหมดไว้ในหน่วยความจำได้ไม่เกิน 16,000 คนและข้อมูลส่วนนี้สามารถถูกนำไปเก็บไว้ที่โอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่นได้โดยอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หรือเก็บเป็นหลักฐาน

3. กรณีที่ใช้ IAC กับตัวตรวจจับ เพื่อตรวจจับสิ่งผิดปกติ เช่น หน้าสัมผัสของประตู , ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวสามารถเชื่อม IAC กับตัวตรวจจับได้ไม่เกิน 128 จุด

4. กรณีที่เกิดภาวะการขาดแหล่งจ่ายพลังงาน(Power Loss)ขึ้น แบตเตอรี่สำรองในตัว IAC จะช่วยให้ IAC สามารถทำงานควบคุมต่อไปได้อีกไม่เกิน 8 ชั่วโมง และหน่วยความจำจะยังคงเก็บข้อมูลไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

5. IAC สามารถถูกโปรแกรมให้ทำหน้าที่ควบคุมการเข้า-ออกตามตำแหน่ง หรือช่วงเวลาได้ และมีการตรวจสอบข้อมูลที่เข้ามาจากฐานข้อมูล ว่าจะอนุญาตหรือปฏิเสธได้อย่างรวดเร็ว

การทำงานกรณีใช้บัตร

เมื่อมีผู้ถือบัตรนำบัตรเข้ามาเสียบที่ตัวอ่านบัตร เพื่อแสดงความจำนงในการเข้าสู่บริเวณที่มีการป้องกัน หมายเลขบัตรและระดับของผู้ใช้บัตร จะถูกส่งไปยัง IAC เพื่อทำการตรวจสอบ ว่ามีข้อมูลตรงกับฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของ IAC หรือไม่ ถ้ามี IAC จะส่งสัญญาณไปยังตัวอ่านบัตร เพื่อไปสั่งการทำงานของตัวล็อคประตูให้เปิดออก และจะมีไฟขึ้นที่ LED เป็นสีเขียวที่ตัวอ่าน เพื่อแสดงการตอบสนองว่าสามารถเข้าใช้บริเวณนั้นได้ แต่ถ้าตรวจเช็คแล้วว่าไม่มีฐานข้อมูลอยู่ใน IAC ก็จะไม่ส่งสัญญาณใดไปที่ตัวอ่าน ดังนั้นตัวล็อคประตูก็ยังล็อคประตูต่อไป และจะมีไฟ LED ขึ้นเป็นสีแดงที่ตัวอ่าน เพื่อแสดงการ

ตอบสนองว่าไม่สามารถเข้าใช้บริเวณนั้นได้ ซึ่งไม่ว่าการเข้าสู่บริเวณที่มีระบบป้องกัน จะได้รับการอนุญาตหรือไม่นั้นก็จะมีการบันทึกการเข้าครั้งนั้นไว้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลของตัวบัตร, วันเวลา และสถานที่ที่ใช้บัตรเพื่อเก็บเป็นหลักฐานแสดงการใช้บัตรในครั้งนั้นไว้

2) การ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์ (Card Reader Controller)

ลักษณะ การ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมที่ติดตั้งตามบริเวณต่างๆ ร่วมกับตัวอ่านบัตร เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ได้จากส่วนอินเทลลิเจ้นท์ เทอมินอล อินเตอร์เฟส (Intelligent Terminal Interface) ของตัวอ่านบัตรไปยัง IAC และรับสัญญาณควบคุมจาก IAC ไปควบคุมอุปกรณ์อื่น เช่น ตัวล็อคประตูหรือกระดิ่งแจ้งเตือน โดยผ่านทางอินเทลลิเจนท์ เทอมินอล อินเตอร์เฟส ของตัวอ่านบัตร

คุณสมบัติ คุณสมบัติของการ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์มีดังนี้

1. การ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์แต่ละตัวสามารถต่อเชื่อมกับตัวอ่านบัตรได้ไม่เกิน 4 ตัว

2.กรณีที่ขาดการติดต่อกับ IAC การ์ดรีดเดอร์คอนโทรเลอร์จะมีบัฟเฟอร์ที่ช่วยเก็บฐานข้อมูลการเข้าออกย้อนหลังได้ถึง 1,000 รายการ และยังสามารถสั่งการแทนโดยการตรวจสอบข้อมูล จากฐานข้อมูลที่จุดป้องกันนั้น

ตัวอ่านบัตรและอินเทลลิเจ้นท์ เทอร์มินอล อินเตอร์เฟส

ลักษณะ ตัวอ่านบัตรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างบัตรกับส่วนที่ป้องกันการเข้าออกโดยตัวอ่านบัตรทั่วไปมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

— ส่วนแสดงการตอบสนอง : เป็น LED ที่แสดงถึงการตอบรับการใช้บัตรว่าอนุญาตให้ผ่านหรือไม่ ถ้าผ่านจะขึ้นไฟสีเขียว ถ้าไม่ผ่านจะขึ้นไฟสีแดง

— ส่วนอินเทลลิเจ้นท์ เทอร์มินอลอินเตอร์เฟส : เป็นส่วนที่สำคัญสำหรับตัวอ่านบัตรที่จะสัมผัสกับบัตรไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของการรูด หรือการสอด หรือการวางบัตร ซึ่งขึ้นกับลักษณะของตัวอ่านเพื่อทำหน้าที่สื่อสารกับส่วนควบคุมการเข้าออก ดังนี้

1. ถอดรหัสหรืออ่านข้อมูลของบัตรที่ผู้ถือ ใช้เป็นบัตรผ่าน เช่น หมายเลข และระดับของผู้ใช้บัตรให้เป็นรหัส (Code) เพื่อส่งข้อมูลไปยังการ์ดรีดเดอร์คอนโทรลเลอร์และ IAC

2. ควบคุมหรือรับสัญญาณควบคุมจาก IAC ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกัน เช่น ตัวล็อคประตู ตัวหน้าสัมผัสล็อคที่ประตู และ LED

3.เป็นตัวตรวจสอบสถานะของประตูว่าเปิดหรือปิด หรือสถานะของตัวล็อคประตูว่าล็อคหรือไม่ล็อค

ตัวอ่านบัตรโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ตามระดับการป้องกัน

1. ตัวอ่านบัตรธรรมดา มีส่วนประกอบในลักษณะข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งมีข้อเสีย คือ กรณีที่มีการทำบัตรหาย หรือนำบัตรของผู้อื่นมาใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต จะทำให้ไม่สามารถป้องกันและตรวจสอบการเข้าออกโดยไม่ได้รับอนุญาตได้

2.ตัวอ่านบัตรพิเศษ มีส่วนประกอบดังเช่นตัวอ่านบัตรธรรมดา และสามารถโปรแกรมรหัสส่วนตัวได้ โดยมีคีย์สำหรับกดรหัสส่วนตัวได้ 16 คีย์ ซึ่งมีข้อดีคือ

— สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันการเข้าออกได้สมบูรณ์ขึ้น โดยใช้ทั้งบัตรและรหัสส่วนตัว ซึ่งรหัสส่วนตัวจะมีผลมากกว่าการใช้บัตรเพียงอย่างเดียว ในกรณีที่ทำบัตรหาย หรือถูกนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตก็จะไม่สามารถผ่านรหัสส่วนตัวไปได้ แต่เจ้าของบัตรที่แท้จริงเมื่อมากดรหัสส่วนตัวก็จะสามารถป้องกันได้

— กรณีที่ขาดการติดต่อกับการ์ดรีดเดอร์ คอนโทรลเลอร์ ตัวอ่านบัตรจะยังคงควบคุมการเข้าออกได้โดยการใช้รหัสส่วนตัว

การใช้งาน

1. ตัวอ่านบัตร สามารถถูกออกแบบให้ใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1 ตัวอ่านบัตรที่ควบคุมการเข้าหรือออกก็ได้ คือ สามารถใช้บัตรกับตัวอ่านบัตรนี้ไม่ว่าจะเข้าหรือจะออก โดยมีการติดตั้งให้ใช้ได้ขณะผู้ถือบัตรอยู่ภายใน หรือภายนอกบริเวณป้องกันก็ได้

1.2 ตัวอ่านบัตรเฉพาะมี 2 ลักษณะ

— ตัวอ่านบัตรควบคุมการเข้าอย่างเดียว คือ จะใช้บัตรสำหรับการเข้าบริเวณป้องกันกับตัวอ่านนี้เท่านั้น

— ตัวอ่านบัตรควบคุมการออกอย่างเดียวคือ จะใช้บัตรสำหรับการออกจากบริเวณป้องกันกับตัวอ่านนี้เท่านั้น

ซึ่งตัวอ่านบัตรเฉพาะ มีประโยชน์ต่อการควบคุมการเข้า-ออกให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ผู้ใช้บัตรเมื่อผ่านตัวอ่านบัตรทางเข้าแล้ว การใช้บัตรครั้งต่อไปต้องผ่านตัวอ่านบัตรทางออกก่อน ที่จะใช้บัตรผ่านตัวอ่านทางเข้าอีกครั้ง ซึ่งมีข้อดีคือ จะไม่สามารถนำบัตรของผู้ใช้ที่อยู่ภายในไปให้บุคคลที่อยู่ภายนอกเข้ามาได้ เนื่องจากจะมีบันทึกการใช้ของตัวอ่านบัตรทางเข้า แล้วห้ามมีการใช้บัตรซ้ำอีก ดังนั้นบัตรนี้ต้องนำไปใช้กับตัวอ่านบัตรทางออกเสียก่อน จึงจะนำกลับนำมาใช้เป็นบัตรผ่านตัวอ่านทางเข้าได้

2. ชนิดของตัวอ่านบัตรที่ใช้ต้องเป็นชนิดเดียวกับชนิดของบัตรเช่น บัตรชนิดแถบแม่เหล็ก ก็จะต้องใช้กับตัวอ่านบัตรที่มีอินเทลลิเจ้นท์ เทอร์มินอล อินเตอร์เฟส ที่เป็นชนิดแถบแม่เหล็ก (Magnetic Stripe) เท่านั้น

3) บัตรสำหรับเข้าออก (Access Card)

เป็นบัตรผ่านที่มอบไว้แก่ผู้ดูแลหรือผู้ใช้ ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ หรือบริเวณที่มีการรักษาความปลอดภัย ด้วยระบบควบคุมการเข้าออก เพื่อใช้เป็นบัตรผ่านทางเข้าและทางออก

ลักษณะ บัตรผ่านโดยทั่วไปจะทำจากวัสดุประเภทพลาสติก พีวีซี ที่มีความยืดหยุ่นและความทนทานสูง โดยบัตรแต่ละใบจะมีขนาดมาตรฐานเท่าบัตรเครดิต และมีรูปติดบัตรพร้อมรายละเอียดของผู้ถือบัตรเช่น ชื่อ, สกุล, ตำแหน่ง เพื่อใช้เป็นบัตรแสดงตนไปในตัวด้วย

นอกจากนี้บัตรผ่านแต่ละใบจะต้องมีส่วนที่สัมผัสกับอินเทลลิเจ้นท์ เทอร์มินอล อินเตอร์เฟส ของตัวอ่านบัตร เพื่อถอดข้อมูลหรือรหัสเฉพาะของผู้ถือบัตร ซึ่งในปัจจุบันบัตรผ่านจะมีกรรมวิธีในการทำส่วนที่เป็นข้อมูลของบัตร (Individual Card : ID) เช่น หมายเลขบัตร, รหัส และระดับของผู้ใช้บัตร ด้วยการพิมพ์และประทับตัวเลขด้วยความร้อน แต่จะใช้สารในการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดบัตรขึ้นหลายชนิดที่มีคุณสมบัติ และการใช้งานร่วมกับตัวอ่านบัตรที่แตกต่างกันด้วย เช่น

1. BARIUM FERITE CARD เป็นบัตรที่มีส่วนที่สัมผัสกับตัวอ่าน ทำจากสาร BARIUM FERRITE และสามารถใช้กับตัวอ่านบัตรชนิด BARIUM FERITE เท่านั้น

2. WIEGAND CARD เป็นบัตรที่มีส่วนสัมผัสกับตัวอ่านทำจากสาร WIEGAND FERRITE ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีความปลอดภัยต่อการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กภายนอกที่ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในบัตรสามารถใช้กับตัวอ่านบัตรชนิด WIEGAND FERRITE เท่านั้น

3. PASSIVE PROXIMITY CARD เป็นบัตรผ่านที่ใช้กับตัวอ่าน ชนิด PASSIVE PROXIMITY CARD

4.ELECTROSTATIC PROXIMITY CARD เป็นบัตรที่ปลอดภัยจากแรงกระเทือนภายนอก ที่จะทำให้ข้อมูลในบัตรเปลี่ยนแปลงและมีอายุใช้งานทนทานอย่างน้อย 5 ปี สามารถใช้งานกับตัวอ่านบัตรชนิด ACTIVE PROXIMITY;

5. MAGNAGTIC STRIPE CARD เป็นบัตรที่มีผู้นิยมใช้มาก มีส่วนสัมผัสกับตัวอ่านเป็นแถบที่ทำจากสารแม่เหล็ก สามารถใช้งานกับตัวอ่านบัตรชนิดแถบแม่เหล็กเท่านั้น

4) สวิทช์ปลดประตู (Door Release Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมประตู โดยทำการกดสวิทช์จากภายในบริเวณป้องกันเพื่อเปิดไปสู่ด้านนอก ซึ่งขณะที่กดสวิตช์จะทำให้เกิดการสูญเสีย การตรวจสอบสถานะของหน้าสัมผัสที่ประตูไปชั่วขณะ และในบางครั้ง อาจใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวมาทำหน้าที่แทนสวิทช์ปลดประตู

5) ตัวตรวจจับสถานะของตัวล็อคประตู (Lock Status Detector)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบสถานะของประตูว่าอยู่ในตำแหน่งล็อคหรือไม่ล็อค

6) โบลท์ต้านประตู (Door Strike/Motorized Bolt)

เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับสัญญาณแรงดันขนาดต่ำจากส่วนอินเท่ลลิเจ้นท์ เทอร์มินอลอินเตอร์เฟสของตัวอ่านบัตร เมื่อมีการตรวจเช็คบัตรแล้วอนุญาตให้เข้าได้ อุปกรณ์ชนิดนี้ก็จะคลายตัวให้สามารถผลักประตูเข้ามาได้ แต่ถ้าไม่อนุญาตก็จะอัดตัวต้านประตูไว้

7) หน้าสัมผัสที่ประตู (Door Contact)

เป็นอุปกรณ์ที่ต้องอาศัยการทำงานบนแม่เหล็ก ซึ่งทำงานร่วมกับแม่เหล็กถาวรที่ซ่อนอยู่ในประตู และส่วนของสวิทช์ที่ซ่อนอยู่ในประตูด้วย

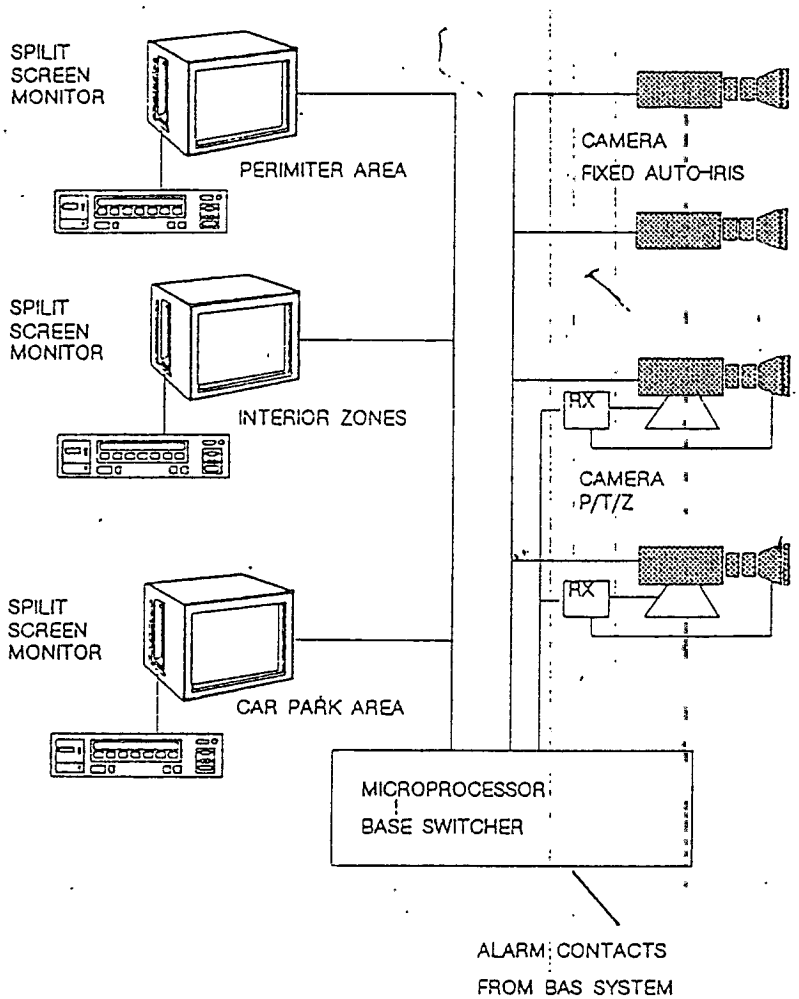
8) ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว ด้วยการใช้แสงอินฟราเรดส่งไปในทิศทางที่ต้องการตรวจจับ

9) ปุ่มกด (Personal Attract Button)

เมื่อเกิดการแจ้งเตือนด้วย LED หรือกระดิ่งมาขังห้องควบคุม ผู้ดูแลภายในจะต้องกดปุ่มนี้เพื่อแสดงการรับทราบการแจ้งเตือนนั้น

2. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Television System)



รูปที่ 2.22 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. กล้องภายใน : เป็นกล้องสีหรือขาวดำก็ได้ แต่ปัจจุบันนิยมใช้กล้องสีเนื่องจากเห็นภาพได้ชัดเจนกว่า ต้องมีความไวแสงน้อยสุด 20 ลักซ์ (Lux) และเป็นกล้องที่มีเซมิคอนดัคเตอร์เป็นตัวรับแสงชนิด CCD

2. กล้องภายนอก : ควรเป็นกล้องโมโนโครม มีความไวแสงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.1 ลักซ์ และเป็นกล้องที่มีเซมิคอนดัคเตอร์เป็นตัวรับแสงชนิด CCD

3. เลนส์ : เลนส์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

— เลนส์แบบความยาวโฟกัสคงที่ประมาณ 4 มม. ถ้าใช้สำหรับกล้องภายในจะปรับสีได้ด้วยมือ ถ้าใช้สำหรับกล้องภายนอกจะปรับสีได้โดยอัตโนมัติ

— เลนส์แบบปรับความยาวโฟกัสได้ในช่วง 8 - 120 มม. และสามารถปรับสีได้

4. ตัวครอบ : กล้องภายในตัวครอบต้องกันฝุ่น, ผง และแมลงได้ ส่วนกล้องภายนอกตัวครอบจะต้องกันแดด, ลม, ฝุ่น และมีโบลวเวอร์ในตัว

5. ตัวขับในแนวนอนและมุมก้ม-เงย : สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวในแนวนอนได้ 0 - 350 องศา และแนวก้มเงยได้ 0 - 90 องศา

6. ตัวตัดต่อ (Matrix Video Switcher) : เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่สามารถติดต่อสัญญาภาพอินพุท จากกล้องได้ไม่เกิน 16 ตัว ให้ออกได้ทั้งทางจอมอนิเตอร์ และทางตัวอัดวีดีโอได้คราวละ 1 ตัว หรือคราวละ 4 ตัวก็ได้

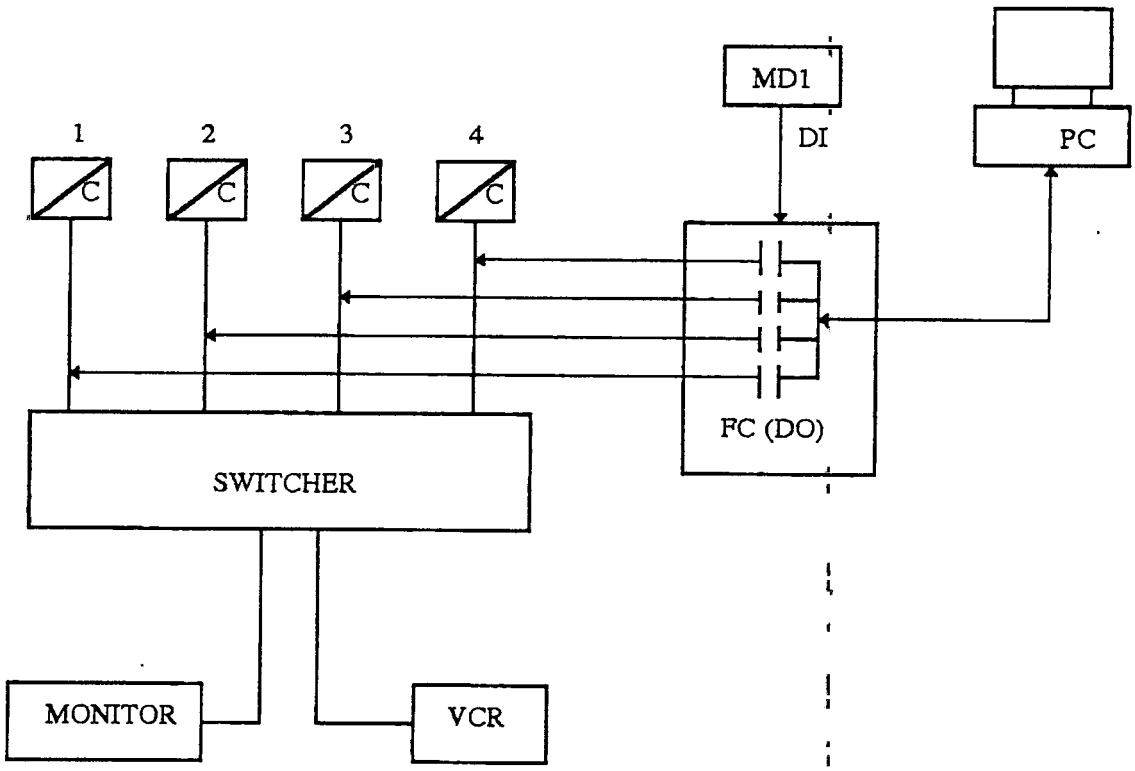
7. คีย์บอร์ด (Keys Board) : ใช้สำหรับเลือกจำนวนกล้องที่จะให้ภาพทางจอมอนิเตอร์ และใช้ปรับมุมก้ม-เงย หรือมุมแนวนอนโดยผ่านทางคีย์บอร์ด

8. จอมอนิเตอร์ : ควรเป็นจอสี

9. ไทม์เลปส์ วีซีอาร์ (Time Lapse VCR) : เป็นตัวบันทึกวิดีโอ ใช้ได้นานต่อเนื่อง 24, 48 หรือ 72 ชั่วโมง

การใช้งาน

จะใช้งานร่วมกับระบบควบคุมการเข้า-ออก โดยใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือหน้าสัมผัสที่ประตู เป็นตัวส่งสัญญาณอินพุท ไปยังตัวควบคุมการเข้า-ออกเพื่อส่งสัญญาณเอาท์พุทให้ตัวตัดต่อ เพื่อให้กล้องจับภาพในบริเวณที่เกิดการแจ้งเตือนผู้บุกรุก ไปยังห้องควบคุมของระบบ BAS และบันทึกลงวีดีโอ



รูปที่ 2.23 การควบคุมระบบโทรทัศน์วงจรปิด

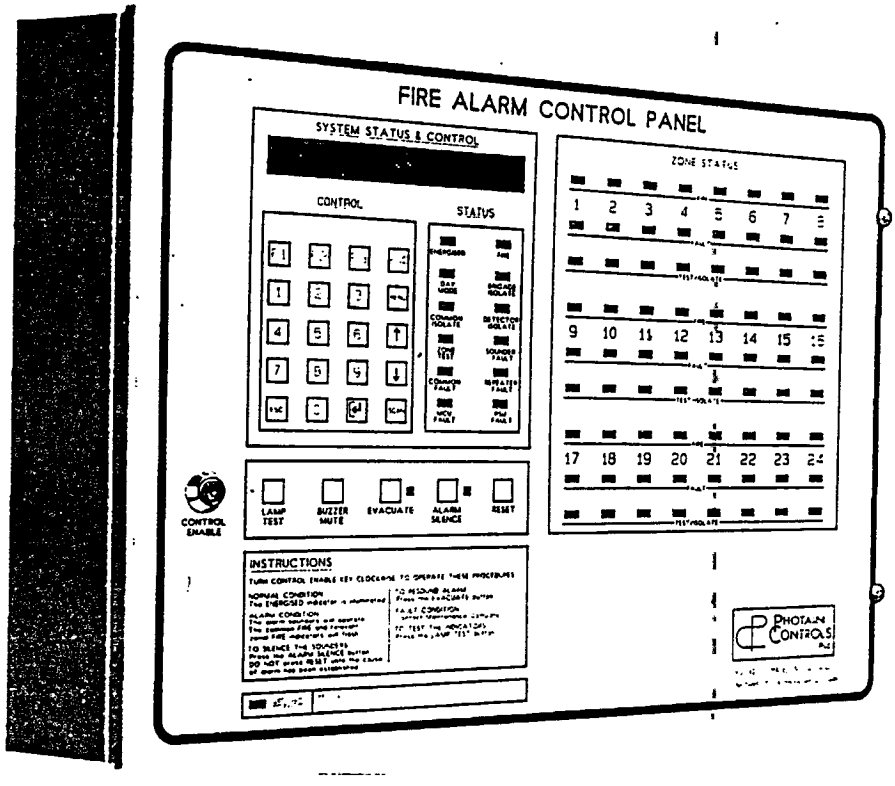
ตัวควบคุมเฉพาะระบบ (Application Specific Controller : ASC)

ระบบที่ถูกควบคุมเฉพาะ ภายในอาคารที่เกี่ยวข้องกับระบบ BAS คือระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) ซึ่งใช้ตัวควบคุมเฉพาะระบบที่มีความสามารถในการทำงานแบบ สแตนอะโลน เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนที่เรียกว่า อินดิเคติ้ง ดีไวซ์ (Indicating Device) ได้แก่ กระดิ่ง (Bell), ลำโพง (Speaker), ไฟแสดงสถานะ (LED) ฯลฯ เมื่อได้รับสัญญาณอินพุทแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จากตัวตรวจจับควัน หรือตัวตรวจจับความร้อน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจจับสภาวะที่เรียกว่า อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ (Initiating Device)

ลักษณะ ส่วนประกอบหลักๆ ของตัวควบคุมเฉพาะเหมือนกับตัวควบคุมรอง (FC) แต่ต่างกันที่ ตัวควบคุมเฉพาะระบบจะมีฟังก์ชั่นพิเศษเพิ่มขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการควบคุมระบบนั้นๆ

การใช้งาน

1. ตัวควบคุมเฉพาะระบบสำหรับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จะทำงานแบบ สแตนอะโลนดังนั้นโดยทั่วไปจึงสามารถแยกการควบคุมออกจากระบบ BAS ได้ เนื่องจากมีรูปแบบโปรโตคอลในการตรวจสอบและเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยที่ระบบ BAS มีการตรวจสอบและเก็บข้อมูลแบบพูลลิ่ง (Pulling) คือ จะตรวจสอบและเก็บข้อมูลโดยไล่จาก ตัวควบคุมรอง (FC) ตัวแรกไปยังตัวสุดท้ายแล้ววนกลับมายังตัวแรกอีก ทำเช่นนี้เรื่อยๆ เพื่อ อัพเดท (Up Date) ข้อมูลตลอดเวลา ซึ่งทำให้ทราบสภาวะของอุปกรณ์ทุกตัวช้า ขณะที่ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ มีรูปแบบการตรวจสอบและเก็บข้อมูลแบบอินเทอรัพติ้ง (Interrupting) คือ จะตรวจสอบและเก็บข้อมูลเมื่อมีอุปกรณ์ใดในระบบแจ้งเตือนหรือขัดข้องเท่านั้น ทำให้รับทราบข้อมูลได้รวดเร็ว ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยแก่ชีวิตและทรัพย์สินต่อเหตุเพลิงไหม้ได้ดีกว่า และสามารถควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ได้จากแผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel : FCP) โดยตรงยิ่งเพิ่มความสะดวกรวดเร็วขึ้นอีก

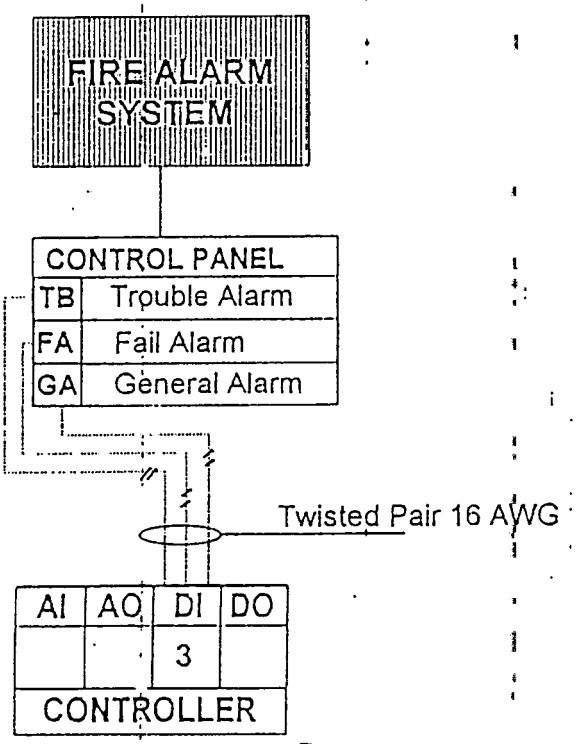


รูปที่ 2.24 แผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

2. สามารถนำระบบควบคุมเพลิงไหม้มาเชื่อม (Link) เข้ากับ ระบบ BAS ผ่านซีเรียลพอร์ท RS-232 ซึ่งมีข้อดีดังนี้

1) สามารถแสดงสภาวะของระบบแจ้งเตือนภัยมายังโอเปอเรเตอร์เวอร์กสเตชั่นของระบบ BAS แต่ไม่สามารถทำการควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ผ่านทางระบบ BAS ได้ นั่นคือ การควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ยังคงผ่านแผงควบคุม (FCP) ได้ เพียงเท่านั้น

2) กรณีเกิดเพลิงไหม้ขึ้นบริเวณหนึ่ง จะต้องมีสัญญาณไปควบคุมระบบปั๊มน้ำให้ทำงาน, ระบบปรับอากาศถูกปิดลง เพื่อไม่ให้ควันกระจายไปบริเวณอื่นตามท่อจ่ายลมเย็น, ระบบพัดลมดูดควันออกจากท่อจ่ายลมเย็น และ พัดลมอัดอากาศที่ทางหนีไฟ, ระบบลิฟท์ทุกตัวลงมาจอดที่ชั้นล่าง ให้ใช้งานสำหรับเจ้าหน้าที่ได้เพียงตัวเดียว ซึ่งสัญญาณที่ใช้ควบคุมระบบต่างๆ เหล่านี้มาจากระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ที่ตรวจจับได้ก่อน หรือมาจาก ระบบ BAS ที่รับทราบเมื่อหัวฉีดน้ำฝอย (Sprinkler) แตก ทำให้ เซ็นเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำส่งสัญญาณเตือนไปยังระบบ BAS ซึ่งทำให้อาคารมีความปลอดภัยสูงยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.25 การเชื่อมการทำงานระหว่างระบบ BAS กับระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

3. บางบริษัทได้พัฒนาระบบขึ้นโดยรวมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้เข้ากับ ระบบ BAS เพื่อให้เป็นศูนย์กลางการควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ผ่านทางระบบ BAS และเป็นการประหยัดคอนโทรลโมดูล (Control Module)ในการรับสัญญาณเอาท์พุทไปควบคุมระบบอื่น แต่ โดยทั่วไปไม่นิยมทำกันเนื่องจากเหตุผลในข้อ 1.

ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm System : FAS)

ก่อนที่เราจะกล่าวถึง ตัวควบคุมเฉพาะระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เราควรที่จะทำการศึกษาลักษณะของเพลิงไหม้กันเสียก่อนว่า ก่อนที่จะเกิดเพลิงไหม้อาคารและมีการลุกลามใหญ่โต จนบางครั้งไม่สามารถดับได้ทันนั้น มีขั้นตอน หรือลักษณะการลุกไหม้อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาและพัฒนาระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ให้สามารถทำงานได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการช่วยป้องกันการเสียหายจากเพลิงไหม้ให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

ลักษณะการลุกไหม้แบ่งได้ 4 ระดับดังนี้

1. ช่วงแรก : เป็นช่วงของการเกิดไอประทุ (ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเหล่า)

2. ช่วงของการเกิดควัน : จะเริ่มมองเห็นควัน เมื่อเกิดไอประทุ อย่างต่อเนื่องและเพิ่มมากขึ้น

3. ช่วงของการเกิดเพลิง : จะเริ่มเห็นเป็นเพลิงลุกไหม้เล็กน้อย ซึ่งช่วงนี้ยังพอที่จะทำการดับได้

4. ช่วงของการลุกลาม : เพลิงไหม้มีความร้อนสูง และมีการลุกลามต่อไป ช่วงนี้การดับจะยากขึ้น ถ้าดับไม่ทันก็อาจเกิดเป็นเพลิงไหม้ที่ลุกลามใหญ่โตสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้อยู่อาศัยในอาคาร

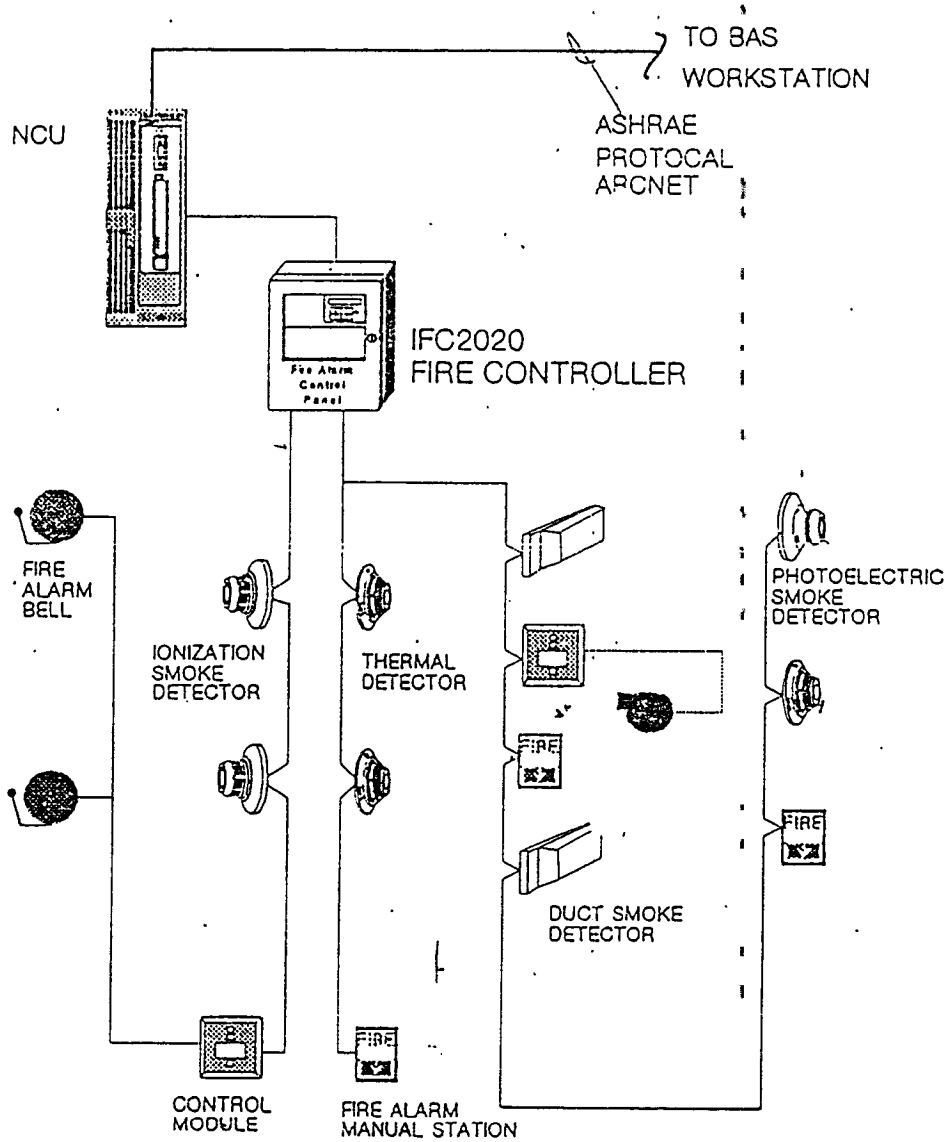
จะเห็นว่าการลุกไหม้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ทางกายภาพ : คือในช่วงแรกของการเกิดเพลิงไหม้ จะทำให้เกิดควัน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น

2. ทางพลังงาน : คือในช่วงของการเกิดเปลวเพลิง ซึ่งมีทั้งความร้อนและความสว่าง

จากการศึกษาขั้นตอนของการลุกไหม้ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สามารถนำมาวิเคราะห์หลักการของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ได้ นั่นก็คือ การหาอุปกรณ์มาตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการลุกไหม้ และถ้าตรวจจับได้ ก็จะต้องแสดงผลด้วยการแจ้งเตือนให้ผู้อื่นทราบ ผ่านทางอุปกรณ์ที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยหรือผู้ดูแลรับทราบอุปกรณ์ที่ใช้ในการ

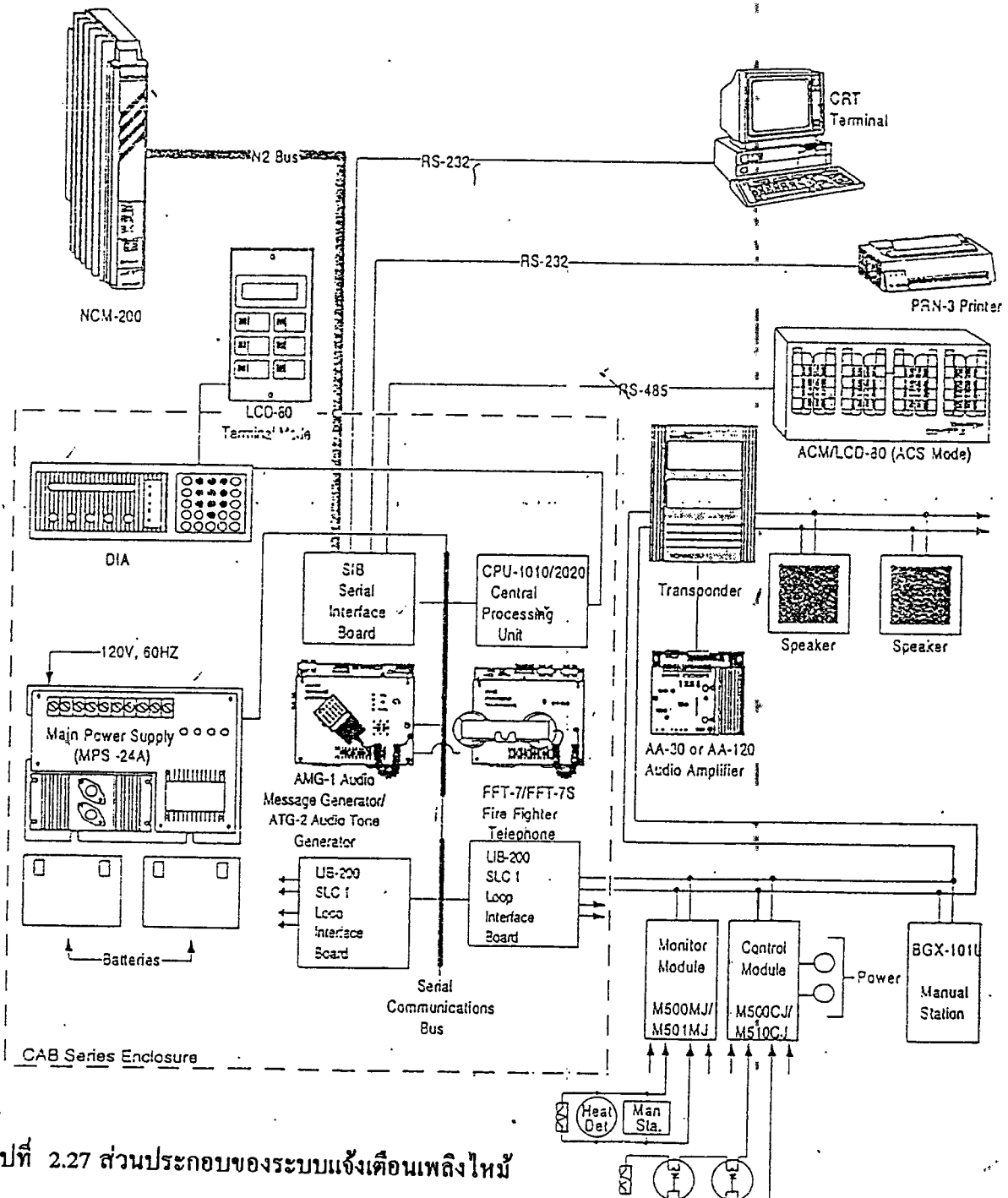
ตรวจจับสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการลุกไหม้นี้ เราเรียกว่า อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแจ้งเตือนให้ผู้อื่นรับทราบ เราเรียกว่าอินดิเคติ้ง ดีไวซ์ และที่สำคัญจะขาดเสียไม่ได้ก็คือตัวควบคุมที่จะคอยรับค่า และสั่งงานอุปกรณ์ เราเรียกว่า ตัวควบคุมเฉพาะของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm Controller)



รูปที่ 2.26 ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

ในกรณีที่ทำการเชื่อม (Link) ระบบ FAS เข้ากับระบบ BAS ตัวควบคุมเฉพาะระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จะต้องส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังระบบ BAS เพื่อให้ระบบหนึ่งระบบใดก็ได้ ที่จะสามารถทำการสั่งการควบคุมอุปกรณ์อื่น ให้ทำงานสอดคล้องกับสภาวะการเกิดเพลิงไหม้ครั้งนั้น

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างระบบ FAS ของบริษัท JOHNSON CONTROLS ผลิตภัณฑ์ METASYS ที่มีตัวควบคุมเฉพาะระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ที่เรียกว่า Intelligent Fire Alarm Controller : IFC 2020 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่รวมระบบ FAS เข้ากับระบบ BAS เพื่อเป็นศูนย์กลางควบคุมทุกระบบผ่านระบบ BAS ได้



รูปที่ 2.27 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. แผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Intelligent Fire Alarm Control Panel : FCP) ใช้ตัวควบคุม รุ่น IFC 2020
2. ทรานสปอนเดอร์ (Transponder)
3. แผงแสดงการแจ้งเตือน (Annunciation and Control Subsystem)

1. แผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FCP : ใช้ IFC 2020)

เป็นแผงควบคุมที่มีส่วนประกอบหลายส่วน โดยแต่ละส่วนสามารถทำงานร่วมกันได้ผ่านทาง ซีเรียล คอมมิวนิเคชั่นบัส (Serial Communication Bus) ที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมการติดต่อสื่อสาร ส่วนประกอบภายในแผงควบคุมได้แก่

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

ทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อสื่อสาร ของอุปกรณ์ภายในแผงควบคุม และในกรณีที่อุปกรณ์ภายในสูญเสียการทำงาน หน่วยประมวลผลกลางก็สามารถสั่งการให้แสดงผลออกทางส่วน ดิสเพล อินเตอร์เฟส แอสเซ็มบลี (Display Interface Assembly : DIA) ได้ เพื่อแสดงสถานะให้ทราบ นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ให้เป็นไปตามโปรแกรมใช้งานที่ตั้งไว้ เมื่อมีการแจ้งเตือน (Alarm) เกิดขึ้น

2) ระบบแหล่งจ่าย (Power Supply System)

จะมีระบบแหล่งจ่ายไฟหลักของระบบ FAS อยู่ภายในแผงควบคุมซึ่งต้องได้มาตราฐานตาม สมาคมป้องกันเพลิงไหม้แห่งชาติ (Nation Fire Protection Association : NFPA) และได้รับการรับรองจากห้องทดลอง (Underwriter LAB : UL) แล้วว่าสามารถทำหน้าที่จ่ายไฟให้อุปกรณ์ได้ตามข้อกำหนดจริง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- รับไฟเข้าขนาด 120 โวลท์ เอซี (VAC) ความถี่ 50-60 Hz ผ่านหม้อแปลงและวงจรเร็กติฟายเออร์ (Rectifier) ให้ได้ 24 โวลท์ดีซี (VDC)
- จ่ายไฟเลี้ยงให้กับ IFC 2020 ขนาดไม่เกิน 3 แอมป์ (Amp)
- ชาร์จแบตเตอรี่ภายในขนาด 25 แอมป์.ชั่วโมง (A-H)

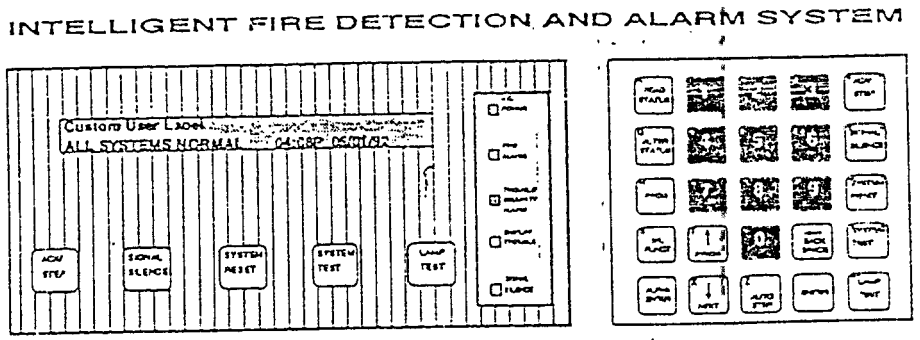
— ทำหน้าที่กรอง และรักษาระดับแรงดันให้คงที่เพื่อเป็นไฟเลี้ยงจ่ายให้กับเซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์ ขนาด 24 โวลท์ ดีซี (VDC), 1 แอมป์ และจ่ายไฟเลี้ยงสำหรับวงจรของอุปกรณ์แจ้งเตือน เช่น กระดิ่ง (Bell), LED ขนาด 24 โวลท์ดีซี, 3 แอมป์

— มีอุปกรณ์เสริม ได้แก่

ก. มิเตอร์ (Main Power Meter) สำหรับตรวจรับแรงดัน และกระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่

ข. LED สำหรับแสดงสภาวะการทำงานที่บกพร่อง เช่น แสดงความผิดปกติของแบตเตอรี่, เพาเวอร์ซัพพลาย, ที่ขั้วสายลงดิน

3) ดิสเพล อินเตอร์เฟส แอสเซ็มบลี (Display Interface Assembly : DIA)



รูปที่ 2.28 Display Interface Assembly

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ แสดงสถานะของระบบด้วย LED บนแผงควบคุม เช่น สถานะของ

AC Power	ใช้ LED สีเขียว
System Alarm	ใช้ LED สีแดง
System Trouble	ใช้ LED สีเหลือง

Display Trouble ใช้ LED สีเหลือง

Signal Silence ใช้ LED สีเหลือง

นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรมใช้งานของระบบ หรืออาจนำอุปกรณ์อื่นมาต่อกับส่วนนี้เพื่อแสดงผลออกสู่ภายนอก เช่น ลิควิด คริสตอล ดิสเพล (Liquid Crystal Display : LCD) ซึ่ง LCD ที่ใช้จะเป็น LCD - 80 ซึ่งมีโหมดการทำงาน 2 โหมด คือ

— ACS Mode : สามารถแสดงตัวอักษรได้ 80 ตัวเพื่อแสดงสถานะและสามารถโปรแกรมผ่านโหมดนี้ได้

— Terminal Mode : แสดงการรีเซ็ตหรือรับรู้ระบบผ่านโหมดนี้ได้

4) ระบบศูนย์กลางเสียง (Center of Voice System หรือ Fire Fighter Command Center)

เป็นระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียงบันทึก มี 2 แบบ คือ

— แบบติดตั้งในแผงควบคุม

— แบบแยกส่วนเป็นชุดต่างหาก

แต่ละแบบประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. Audio Message Generator (AMG - 1)

เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเสียงเตือน เป็นข้อความ (Message Alarm) ตามที่บันทึกไว้ในเครื่องบันทึกเสียง โดยใช้ไมโครโฟนช่วยส่งเสียงที่ถูกบันทึกไปยังลำโพงกระจายเสียงเพื่อเตือนเหตุผิดปกติให้ผู้อยู่อาศัยในอาคาร หรือผู้ดูแลในห้องควบคุมทราบ

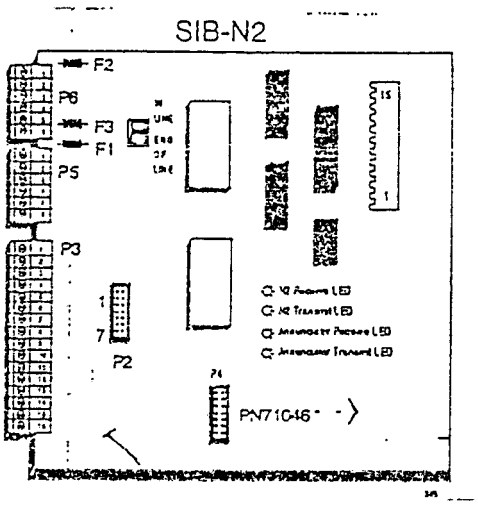
ซึ่งการบันทึกเสียงเป็นข้อความมีหลายวิธี เช่น การบันทึกเสียงเป็นข้อความลงในวีรอม (VROM) จากโรงงานผู้ผลิตที่ติดตั้งไว้ใน AMG-1 หรือสามารถทำโปรแกรมบันทึกเสียงเป็นข้อความลงใน วีแรม (VRAM) เองก็ได้แล้วนำไปติดตั้งไว้ใน AMG-1 ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการบันทึกด้วยวิธีใดก็ตาม ภายใน 24 วินาที เสียงที่เกิดขึ้นใน AMG -1 จะต้องถูกส่งผ่านไปยังไมโครโฟนและลำโพงให้ผู้อื่นรับทราบ

อาจใช้ Audio Tone Generator (ATG-2) แทน AGM-1 ก็ได้ เนื่องจากมีการใช้งานที่เหมือนกัน คือ เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเสียงเตือน (Voice Alarm) หลายโทนเสียงตามที่บันทึกไว้ในเครื่องบันทึกเสียงเช่น เสียงวู้ป หรือเสียงสูงต่ำ แล้วใช้ไมโครโฟนช่วยส่งเสียงที่ถูกบันทึกไปยังลำโพงกระจายเสียง เพื่อเป็นเสียงเตือนเหตุผิดปกติให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารหรือผู้ดูแลในห้องควบคุมทราบเช่นกัน

2. Fire Fighter's Telephone (FFT-7)

เป็นการติดต่อสื่อสารผ่านทางโทรศัพท์เพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับรู้เหตุการณ์ได้ละเอียดและรวดเร็วขึ้น หลังจากที่ AMG ทำงาน

5) ซีเรียล อินเตอร์เฟส บอร์ด (Serial Interface Board : SIB)



รูปที่ 2.29 Serial Interface Board

ซีเรียล อินเตอร์เฟส บอร์ด (SIB) เป็นบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารระหว่างหน่วยประมวลผล (CPU) บนแผงควบคุม กับอุปกรณ์แสดงผลหรืออุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ภายนอกโดยที่ SIB มีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นตัวเชื่อมต่อกับตัวควบคุม IFC 2020 กับตัวควบคุมหลักผ่านบัส (Bus) RS-485 ได้เพียง 1 ชุด เท่านั้น

2. มีสายสื่อสาร RS-232 4 ชุด โดย 2 ชุดแรก สำหรับพอร์ทของเครื่องพิมพ์ 2 พอร์ท และ 2 ชุด หลังสำหรับพอร์ทคอมพิวเตอร์ 2 พอร์ทที่สามารถเชื่อมได้ไม่เกิน 49 เครื่อง

3. มีสายสื่อสาร RS-485 สำหรับชุดแสดงสถานะ (Annunciator) ได้ไม่เกิน 32 ชุด

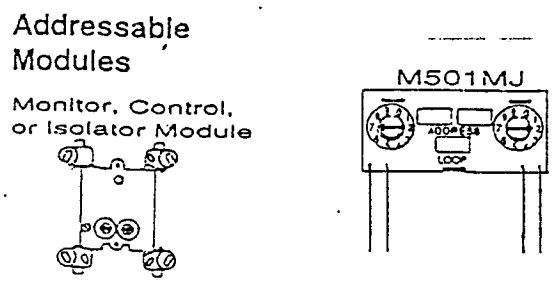
4. อุปกรณ์แต่ละชนิดที่ต่อเชื่อมกับ SIB จะต้องอยู่ห่างไม่เกิน 50 ฟุต จากแผงควบคุม

6) ลูปอินเตอร์เฟสบอร์ด (Loop Interface Board : LIB-200)

เป็นบอร์ดที่ใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารระหว่างหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) กับอุปกรณ์อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ (Initiatting Device) ที่ทำหน้าที่ตรวจจับเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์อินดิเคติ้ง ดีไวซ์ (Indicating Device) ให้แสดงการแจ้งเตือนผ่านทางลูปวงจรสายสัญญาณ (Signaling Line Circuit : SLC) ในลักษณะลูปแบบคลาส A หรือ คลาส B ก็ได้ ใช้สำหรับรับสัญญาณดิจิตอลอินพุทและดิจิตอลเอาท์พุท และในกรณีที่หน่วยประมวลผลกลาง (Main CPU) ของแผงควบคุมอยู่ในภาวะสูญเสียการทำงาน ไมโครโปรเซสเซอร์ที่อยู่ภายในลูปอินเตอร์เฟสบอร์ด ก็จะสามารถทำงานเชื่อมต่อการสื่อสารต่อไปได้

หรืออาจกล่าวได้ว่าสายวงจรสัญญาณ (SLC) ในลักษณะลูปที่ออกจากลูปอินเตอร์เฟสบอร์ด (LIB-200) นั้นจะเป็นตัวเชื่อมการติดต่อสื่อสารระหว่างแผงควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอกดังนี้

1. แอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูล (Addressable Module)



รูปที่ 2.30 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูล

เป็นโมดูลที่มีตำแหน่ง (Address) เฉพาะตัวซึ่งแอ็ดเดรสของโมดูลประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

— ส่วนที่แสดงหมายเลขของลูป : จะแสดงว่าโมดูลนี้อยู่ในวงจรสัญญาณ (SLC) ลูปที่เท่าไหร่

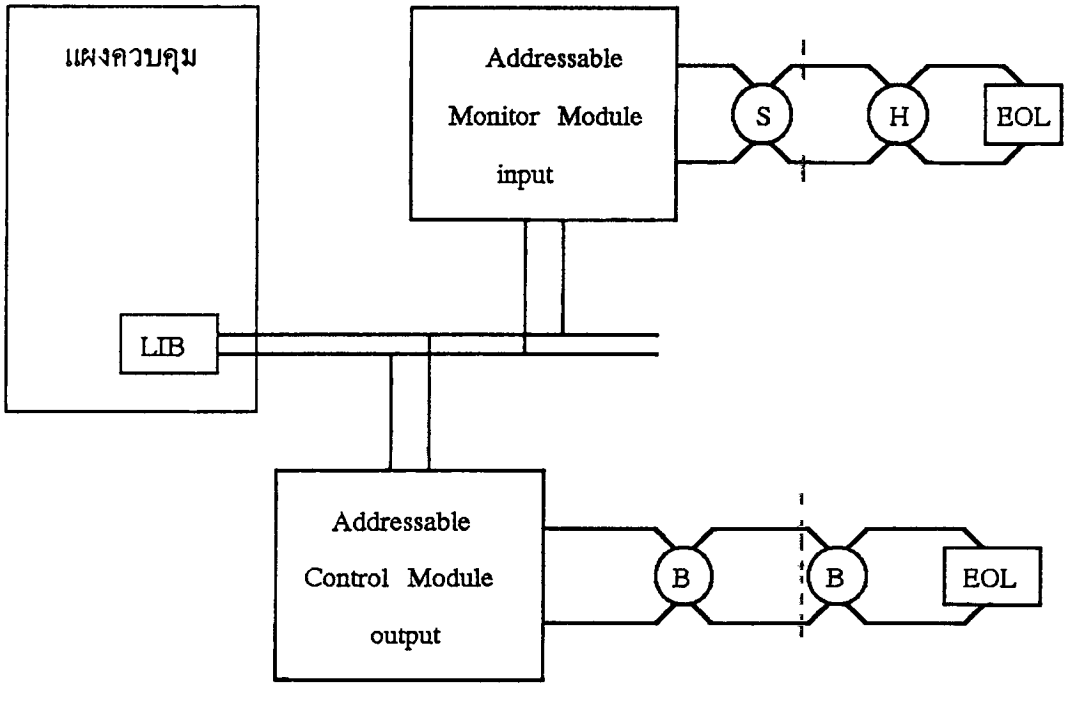
— ส่วนที่แสดงแอ็ดเดรส : จะเป็นสวิทช์หมุน 2 ชุด บนโมดูลโดยหน้าปัดแต่ละชุดจะมีหมายเลขตั้งแต่ 0-9 ดังนั้นตำแหน่งของโมดูลจึงประกอบด้วยตัวเลข 2 หลัก จึงมีจำนวนโมดูลทั้งหมดได้ไม่เกิน 99 แอ็ดเดรส ต่อ 1 ลูปวงจรสัญญาณ

สามารถแยกโมดูลที่มีแอ็ดเดรสเฉพาะตัวออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูล (Addressable Monitor Module : M)

เป็นโมดูลที่มีแอ็ดเดรสเฉพาะทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิตอลอินพุทที่ได้จากการตรวจจับหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open : NO) ของอินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ เช่น อุปกรณ์แจ้งเตือนเพลิงไหม้ด้วยมือ (Manual Pull Station), ตัวตรวจจับควัน (Smoke Detector), ตัวตรวจจับความร้อน (Heat Detector), สวิทช์ตรวจจับการไหลของน้ำ (Flow Switch) และอื่น ๆ

และจะนำสัญญาณดิจิตอลอินพุทที่ได้นี้ ส่งต่อไปยังแผงควบคุมโดยผ่านบอร์ด LIB โดยที่แผงควบคุมสามารถรับรู้ตำแหน่งหรือชนิดของอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณดิจิตอลอินพุทนี้จากแอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูล และจะมีไฟกระพริบที่ตัวฐาน เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและการสื่อสารปกติของโมดูล



รูปที่ 2.31 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูลและแอ็ดเดรสเซเบิ้ลคอนโทรลโมดูล

1.2 แอ็ดเดรสเซเบิ้ลคอนโทรลโมดูล (Addressable Control Module: C)

เป็นโมดูลที่มีแอ็ดเดรสเฉพาะ ทำหน้าที่รับสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณดิจิตอลเอาท์พุทจากแผงควบคุมโดยมีการระบุตำแหน่งมายังแอ็ดเดรสเซเบิ้ลคอนโทรลโมดูล โดยเฉพาะให้ส่งผ่านไปยังหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ของอินดิเคติ้ง ดีไวซ์ เช่น กระดิ่ง (Bell), ลำโพง (Speaker), LED และอื่น ๆ ให้ทำงาน และจะมีไฟกระพริบในตัวฐาน เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและการสื่อสารเป็นปกติของโมดูล

1.3 ฟอลท์ไอโซเลเตอร์โมดูล (Fault Isolator Module : FI)

เป็นสวิทช์อัตโนมัติชนิดหนึ่งไม่มีแอ็ดเดรสเฉพาะ ทำหน้าที่เปิดวงจรบางส่วนของลูปวงจรสัญญาณออก เมื่อพบว่าเกิดการลัดวงจรขึ้นบนลูป ซึ่งสามารถแสดงเตือนได้ด้วย LED บนโมดูล โดยที่ฟอลท์ไอโซเลเตอร์โมดูลตัวที่อยู่ใกล้กับจุดที่เกิดลัดวงจรจะเป็นตัวเปิดวงจรออก ขณะที่ส่วนอื่นที่ไม่ถูกตัดขาดจากลูปวงจรสัญญาณและระบบควบคุม ก็จะสามารถทำงานได้ต่อไป และเมื่อต่อสัญญาณกลับมาใช้งานได้ปกติ ฟอลท์ไอโซเลเตอร์โม ดูล ก็จะ ปิดวงจรโดยอัตโนมัติ และกลับมาทำงานตามปกติ และที่ตัวฐานจะมีไฟกระพริบเพื่อแสดงสภาวะการทำงานของโมดูล แต่ถ้าไฟของ LED ในตัวฐานสว่างจ้าไม่กระพริบ จะแสดงถึงการตรวจพบการลัดวงจรและได้เปิดวงจรออกแล้ว

2. อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ (Initiating Device)

ลักษณะ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณอินพุทที่ได้จากการตรวจจับสภาวะไปยังแผงควบคุม โดยผ่านทางแอ็ดเดรสเซเบิ้ล มอนิเตอร์โมดูล ซึ่งอินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ ที่ใช้กันในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามคุณสมบัติพิเศษ คือ

— อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ ชนิดธรรมดา : ไม่สามารถบอกตำแหน่งได้

— อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ ชนิดบอกตำแหน่งได้ (Intelligent Addressable)

สามารถแบ่ง อินนิชิเอทติ้ง ดีไวซ์ ได้ 4 ประเภท ตามชนิดของอุปกรณ์ ดังนี้

1) ตัวตรวจจับควัน (Smoke Detector) : ใช้กับเพลิงที่คาดว่า จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และมีควัน แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1 ตัวตรวจจับควันชนิดอาศัยการแตกตัวของประจุ (Ionization Smoke Detector)

ภายในจะมีสารกัมมันตภาพรังสี อะลูมิเนียม 241 เมื่อทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้ขนาด 24 โวลท์ดีซี จะทำให้สารกัมมันตภาพรังสีภายในเกิดการแตกตัวเป็นไอออนบวก และลบวิ่งสวนกันในปริมาณสม่ำเสมอ และมีสภาพเป็นตัวนำทำให้เกิดกระแสไหลค่าหนึ่ง แต่ถ้าเมื่อใดที่มีอนุภาคของควัน เข้าไปภายในตัวตรวจจับควัน จะเกิดการรวมตัวกับไอออนบวก เพื่อให้ได้อนุภาคที่เป็นกลาง ทำให้ไอออนบวกน้อยลง ขณะที่ไอออนลบเท่าเดิม เพราะฉะนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกระแสที่ลดลง จึงอาศัยหลักการดังกล่าวเพื่อแสดงการวัดปริมาณไอออนที่แตกตัวภายใน ด้วยระดับสัญญาณอนาลอก ในรูปของกระแสโดยนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณกระแสที่ตั้งไว้ ถ้าต่ำกว่าที่กำหนด จะส่งผลให้มีกระแสไหลผ่านรีเลย์คอยล์ (Relay Coil)ทำให้หน้าสัมผัสของตัวตรวจจับปิดลง ส่งสัญญาณดิจิตอลอินพุท ไปยับแผงควบคุม

นอกจากนี้ยังมีการเชื่อมต่อกับ LED บนแผงแอนนันซิเอเตอร์ (Annunciator) โดยใช้ระดับสัญญาณอนาลอกในรูปกระแสเป็นตัวแสดงระดับของการแจ้งเตือน (External Remote Alarm LED) และสามารถตั้งค่าความไวของตัวตรวจจับนี้ผ่านทางโปรแกรมใช้งานได้

1.2 ตัวตรวจจับควันชนิดใช้แสง (Photo Electric Smoke Detector)

ใช้หลักการสะท้อนของแสงโดยภายในตัวตรวจจับชนิดนี้ จะถูกเคลือบเป็นสีดำทั้งหมด เพื่อกันการสะท้อนแสง เมื่อแหล่งกำเนิดแสง ฉายแสงไปถูกอนุภาคของควัน จะทำให้เกิดการสะท้อนไปยังอุปกรณ์ไวแสง ซึ่งมีการทำงานแบบ โฟโต้รีซีสเตอร์ (Photo Resistor) เชื่อมกับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง ดังนั้นเมื่อมีปริมาณอนุภาคของควันเข้ามาในตัวตรวจจับมากขึ้นย่อมทำให้เกิดแสงสะท้อนไปยังอุปกรณ์ไวแสงมากขึ้น และเกิดความต้านทานมากขึ้นด้วย ดังนั้นปริมาณกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ไวแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง จึงอาศัยหลักการดังกล่าวเพื่อแสดงการวัดระดับความหนาแน่นของควันด้วยสัญญาณอนาลอกในรูปของกระแส โดยนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณกระแสที่ตั้งไว้ ถ้าต่ำกว่าที่กำหนดจะมีผลให้มีกระแสไหลผ่านรีเลย์คอยล์ทำให้หน้าสัมผัสของตัวตรวจจับปิดลง แล้วส่งสัญญาณดิจิตอลอินพุทไปยังแผงควบคุม

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระดับสัญญาณอนาลอกในรูปกระแส ส่งไปยังส่วนแสดงผลบนแผงแอนนันซิเอเตอร์ เพื่อแสดงระดับของการแจ้งเตือน และสามารถตั้งค่าความไวของตัวตรวจจับชนิดนี้ผ่านทางโปรแกรมได้

การติดตั้งและข้อควรระวัง

1. กรณีที่เป็นตัวตรวจจับแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ล จำนวนในการติดตั้งมากที่สุดจะขึ้นอยู่กับความสามารถของตัวควบคุม เช่น ถ้าใช้ IFC 2020 นั้นลูปวงจรสัญญาณ (SLC) 1 ชุด จะสามารถติดตั้งตัวตรวจจับแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ลทั้งหมดได้ไม่เกิน 99 แอ็ดเดรส

2. การติดตั้งตัวตรวจจับควันทั้งสองชนิดต้องคำนึงถึง ลม, ฝุ่น หรือแมลง ที่จะเข้าไปภายใน เนื่องจากจะทำให้เกิดการตรวจจับที่ผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรมีการถอดทำความสะอาดทุกๆ 6 เดือน

3. ไม่ควรติดตั้งตัวตรวจจับควันในบริเวณที่ควันเข้าไม่ถึง เช่น มุมเพดานของห้อง เนื่องจากเมื่อควันลอยตัวขึ้นสู่ด้านบน จะม้วนตัวกลับก่อนจะไปถึงมุมห้อง ดังนั้น จึงควรติดตั้งห่างจากผนังในระยะ 4 ฟุต เป็นอย่างต่ำ

4. ตัวตรวจจับควันตัวหนึ่งสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ประมาณ 150 ตรม.

5. การติดตั้งตัวตรวจจับควัน ต้องพิจารณาถึงลักษณะพื้นที่ และธรรมชาติของปริมาณควันในบริเวณนั้น ๆ ด้วย

2) ตัวตรวจจับความร้อน (Heat Detector) ที่พบกันทั่วไป มี 3 ชนิด คือ

2.1 ตัวตรวจจับความร้อน ชนิดอุณหภูมิคงที่(Fixed Temperature Heat Detector) จะสามารถตรวจจับบริเวณที่มีอุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด (Fixed Temperature) ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ที่ 135 องศาฟาเรนไฮต์ (57 องศาเซลเซียส) หรือ 200 องศาฟาเรนไฮต์ มี 2 ชนิด

— ชนิดโลหะหลอมละลาย : ใช้ตะกั่วที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ที่ 135 หรือ 200 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อตะกั่วถูกหลอมจนขาดจะมีสปริงไปดันหน้าสัมผัส ให้ปิดวงจร ลง ทำให้เกิดการส่งสัญญาณเตือนเป็นดิจิตอลอินพุท

— ชนิดโลหะคู่ : ใช้โลหะสองชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวด้วยความร้อนที่แตกต่างกัน มาประกบติดกัน เมื่อได้รับความร้อนถึงที่กำหนด จะงอไปด้านหนึ่งแตะสวิทช์ให้ปิดวงจร ส่งผลให้หน้าสัมผัสของตัวตรวจจับความร้อนส่ง

สัญญาณเตือนเป็นดิจิตอลอินพุท ไปยังแผงควบคุมและเมื่อเย็นตัวลงจะงอกลับไปอีกด้านหนึ่ง

2.2 ตัวตรวจจับความร้อนชนิดตรวจจับอัตราเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate Of Rise Temperature Heat Detector)

จะสามารถตรวจจับอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 15 องศาฟาเรนไฮต์ (8 องศาเซลเซียส) ต่อนาที ซึ่งเป็นอัตรามาตราฐานของ NFPA ซึ่งอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิดขึ้นเนื่องจากภายในตัวตรวจจับจะมีรูเล็ก ๆ สำหรับให้อากาศภายในออกได้ ในสภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นปกติ แต่เมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้น ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวและระบายออกทางรูไม่ทัน ทำให้เกิดแรงดันภายในดันผนังกระเปราะให้ดันหน้าสัมผัสให้ปิดวงจรลง ทำให้เกิดการส่งสัญญาณเตือนเป็นสัญญาณดิจิตอลอินพุทไปยังแผงควบคุม

2.3 ตัวตรวจจับความร้อนแบบผสม (Combination Heat Detector)

มีลักษณะและการทำงานร่วมกันระหว่างตัวตรวจจับแบบอุณหภูมิคงที่ชนิดโลหะหลอมละลายที่ 135 องศาฟาเรนไฮต์ ร่วมกับตัวตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่มากกว่า 15 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อ นาที ซึ่งตัวตรวจจับชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก

การติดตั้งและข้อควรระวัง

1. ตัวตรวจจับความร้อนชนิดอุณหภูมิคงที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ตัวละประมาณ 60-70 ตรม. ขณะที่ตัวตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ตัวละ 70-90 ตรม.

2. ตัวตรวจจับความร้อนจะสามารถตรวจจับเมื่อเกิดการลุกไหม้ในช่วงสุดท้าย ซึ่งเสี่ยงต่อการรุกรานของเพลิงไหม้ที่ยากจะดับได้ แต่เนื่องจากมีราคาถูกกว่าแบบตรวจจับควัน ดังนั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ จึงมีผู้นิยมใช้ตัวตรวจจับความร้อนในปริมาณที่มากกว่าตัวตรวจจับควัน

3. ในห้องครัวไม่ควรใช้ตัวตรวจจับความร้อนชนิดตรวจจับอัตราเพิ่มของอุณหภูมิ เนื่องจากในห้องครัว เมื่อมีการทำอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วดังนั้นจึงควรใช้ตัวตรวจจับความร้อนชนิดอุณหภูมิคงที่แทน

4. สามารถติดตั้งตัวตรวจจับความร้อนที่ก้นเพดานได้ เนื่องจากความร้อนกระจายไปทั่วทุกบริเวณ

5. การติดตั้งตัวตรวจจับความร้อน ควรพิจารณาถึงลักษณะพื้นที่และธรรมชาติของการเกิดเปลวเพลิงในบริเวณนั้น ๆ ด้วย

3) ตัวตรวจจับเปลวเพลิง (Frame detector)

เนื่องจากเมื่อเกิดเพลิงไหม้ เปลวเพลิงจะมีความยาวคลื่นตกอยู่ในช่วงของแสง อุลตร้าไวโอเลต หรือ แสงอินฟราเรด ดังนั้นถ้าสามารถตรวจจับความยาวคลื่นโดยใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต และแสงอินฟราเรด เป็นตัวเปรียบเทียบกับความยาวคลื่นของเปลวเพลิงก็จะสามารถตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ได้เช่นกัน จึงนำหลักการดังกล่าวมาสร้างตัวตรวจจับเปลวเพลิงได้ 3 ชนิด คือ

3.1 ตัวตรวจจับเปลวเพลิงชนิดแสงอุลตร้าไวโอเลต (UV Frame Detector)

เป็นตัวจับแสงอุลตร้าไวโอเลต ที่เกิดจากเปลวไฟได้เร็วที่สุดแต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถติดตั้งในบริเวณที่เป็นพื้นที่เปิด คือ สามารถมองเห็นด้านนอกขณะที่อยู่ด้านใน เนื่องจากแสงด้านนอกที่ส่องเข้ามาหรือขณะฟ้าแลบ จะทำให้ตัวตรวจจับทำงานผิดพลาด

3.2 ตัวตรวจจับเปลวเพลิงชนิดแสงอินฟราเรด (IR Frame detector)

เป็นตัวตรวจจับแสงอินฟราเรดที่เกิดจากเปลวเพลิง มีข้อเสียที่สามารถตรวจจับได้ช้า กว่าชนิดแสงอุลตร้าไวโอเลต

3.3 ตัวตรวจจับเปลวเพลิงชนิดผสม (UV & IR Frame Detector)

สามารถตรวจจับได้ทั้งแสงอุลตร้าไวโอเลต และแสงอินฟราเรด

ข้อควรระวัง

1. ตัวตรวจจับเปลวเพลิงทั้ง 3 ชนิด ควรจะสามารถจับความถี่ของความเคลื่อนไหวของเปลวเพลิงได้ ประมาณ 10 เฮิร์ท ด้วย เพื่อไม่ให้การทำงานผิดพลาด

2. การติดตั้ง ต้องคำนึงถึงการสะท้อนของแสงในบริเวณนั้นด้วย

3.ส่วนใหญ่จะใช้ตัวตรวจจับชนิดนี้ในพื้นที่ที่มีอันตราย คือ บริเวณที่มีไอของน้ำมัน หรือแก๊ส ที่มีความไวไฟ เช่น ห้องเก็บน้ำมัน หรือห้องเก็บสีขนาดใหญ่ ดังนั้นอุปกรณ์ในห้องนั้น จะต้องกันระเบิดได้ (Explosion Proof) หรือไม่เกิดการสปาร์ค (Spark) ขึ้นนอกเสียจากว่า อุปกรณ์ในบริเวณนั้น จะไม่มีอากาศหรือไอน้ำมันเข้าสู่อุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัสที่จะทำให้เกิดการสปาร์คได้ เช่น โทรศัพท์

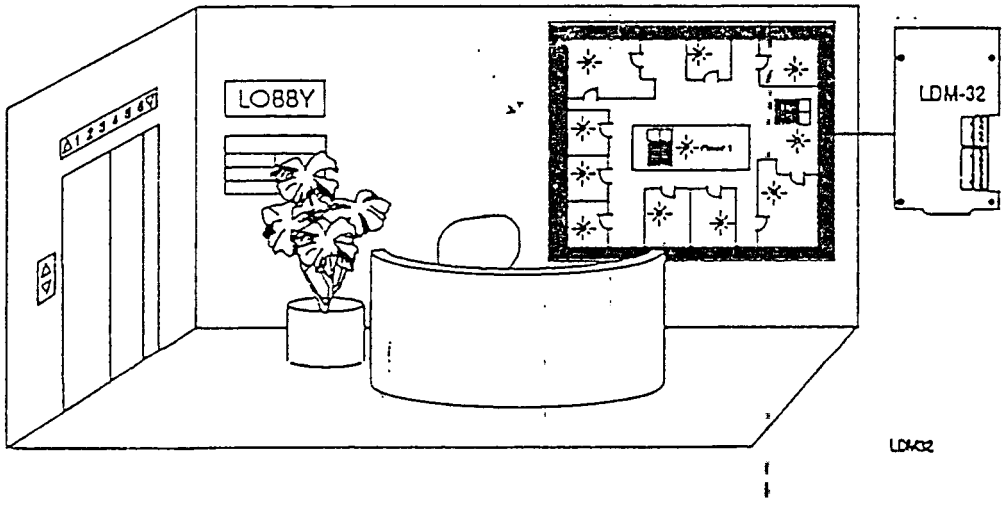
3. อินดิเคติ้ง ดีไวซ์ (Indicating Device)

ลักษณะ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิตอลเอ่าท์พุท จากแผงควบคุม โดยผ่านทางแอ็ดเดรสเซเบิ้ลคอนโทรลโมดูล (Addressable Control Module) มายังรีเลย์ทำให้หน้าสัมผัสของวงจรปิดลง ทำให้เกิดการทำงานแสดงผลการแจ้งเตือนซึ่งมีหลายลักษณะด้วยกัน เช่น

— แสดงด้วยเสียง : เช่น ในอาคารทั่วไปจะใช้เสียงของกระดิ่ง (Bell), เสียงแตร (Horn), เสียงหวอ (Siren) หรือลำโพงที่ใช้ร่วมกับแอมปลิไฟเออร์ (Amplifier) และไมโครโฟน หรือในโรงพยาบาลอาจจะใช้เสียงของไช่ม์ (Chime) ซึ่งมีเสียงดังต๊อง ๆ เรียบ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความตกใจขณะกำลังผ่าตัด ซึ่งการแจ้งเตือนด้วยเสียงไม่ว่าแบบใดก็ตามจะต้องมีความดังไม่น้อยกว่า 75 เดซิเบล

— แสดงด้วยแสง : เช่น อินดิเคติ้งแลมป์ (Indicating Lamp) จะเป็นไฟแสดงให้เห็นสำหรับคนหูหนวก หรือ LED แอนนันซิเอเตอร์จะแสดงการแจ้งเตือนบนแผงแอนนันซิเอเตอร์

— แสดงด้วยรูปภาพ : เช่น กราฟฟิก แอนนันซิเอเตอร์ (Graphic Annunciator) เป็นตัวแจ้งเตือนโดยแสดงด้วยรูปภาพออกทางจอเพื่อง่ายต่อการรับรู้เหตุผิดปกติ



รูปที่ 2.32 กราฟฟิก แอนนันซิเอเตอร์

ตารางที่ 2.1 แสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเพลิงไหม้

✓	หมายถึง เหมาะสม
✓✓	หมายถึง เหมาะสมมาก
×	หมายถึง ไม่เหมาะสม
–	หมายถึง ไม่นิยมใช้มากนัก

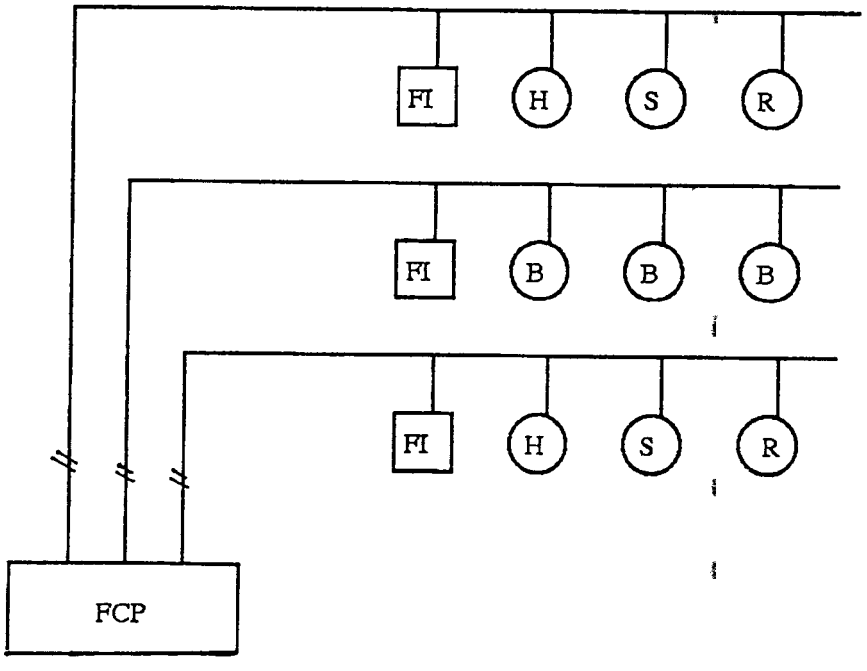
ห้องที่จะติดตั้ง	อุปกรณ์ตรวจสอบความร้อน		อุปกรณ์ตรวจสอบควัน	
	แบบอุณหภูมิคงที่	แบบเพิ่มความร้อน	แบบแตกตัวเป็นไอออน	แบบใช้แสง
1. ห้องทั่วๆไป	–	✓✓	✓	✓✓
2. ทางเดิน	×	×	–	✓✓
3. ช่องลิฟต์ ท่อ ท่อสายไฟ	×	×	–	✓✓
4. ห้องพัก	×	×	✓	✓✓
5. ห้องทำงาน	–	✓✓	✓	✓✓
6. ห้องแต่งตัว	–	✓✓	✓	✓✓
7. ห้องอาบน้ำ	✓✓	×	×	×
8. ห้องครัว	✓✓	×	×	×
9. ห้องทานอาหาร	–	✓✓	✓	✓✓
10. ห้องสมุด	–	✓✓	✓✓	
11. ห้องเก็บของ	–	✓✓	✓	✓✓
12. ห้องน้ำ	✓✓	–	–	✓✓
13. ห้องคอมพิวเตอร์สื่อสาร	–	–	✓	✓✓
14. ห้องไฟฟ้า	–	–	✓	✓✓
15. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	–	✓✓	×	×
16. ห้องโถน้ำ	✓✓	×	×	×
17. ห้องเครื่องจักร ปั๊ม	✓✓	✓✓	✓	✓✓
18. ห้องเครื่องปรับอากาศ	–	✓✓	✓	✓✓

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเพลิงไหม้

ห้องที่จะติดตั้ง	อุปกรณ์ตรวจสอบความร้อน		อุปกรณ์ตรวจสอบควัน	
	แบบอุณหภูมิคงที่	แบบเพิ่มความร้อน	แบบแตกตัวเป็นไอออน	แบบใช้แสง
19. โรงรถ	–	✓✓	×	×
20. ห้องเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง	✓✓	×	×	×
21. ห้องภาพ ห้องมืด	–	✓✓	×	✓✓

รูปแบบการเดินสายของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ มี 3 ระบบ คือ

1. ระบบคอนเวนชันนอล (Conventional System) หรือที่เรียกว่า แบบฮาร์ดไวร์



รูปที่ 2.33 การเดินสายแบบคอนเวนชันนอล

ลักษณะ

1. เป็นการเดินสาย 2 เส้น ทีละโซน

2. สัญญาณดิจิตอลอินพุทจากอินนิชิเอทติ้งดีไวซ์ที่ส่งมายังแผงควบคุม ทำให้รับทราบเป็นโซน

3. อินนิชิเอทติ้งดีไวซ์ แต่ละตัวเป็นแบบธรรมดาไม่มีแอ็ดเดรส

ข้อดี

1. ราคาถูก

2. เหมาะกับอาคารที่มีความสูงไม่กี่ชั้น

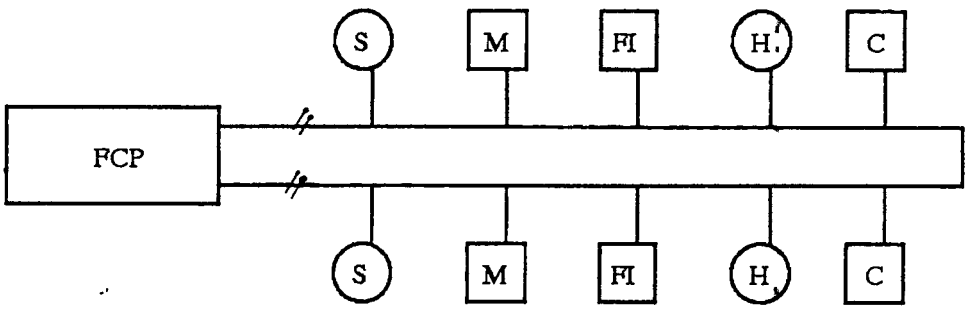
ข้อเสีย

1. เปลืองสาย

2. รับรู้เป็นโซน ทำให้ต้องใช้เวลาในการหาจุดเกิดเหตุนาน

2. ระบบมัลติเพล็กซ์แอ็ดเดรสเซเบิ้ล (Multiplex Addressable System) มี 2 แบบ คือ

2.1 แบบคลาส A (Four Wire Loop)



รูปที่ 2.34 การเดินสายแบบมัลติเพล็กซ์คลาส A

ลักษณะ

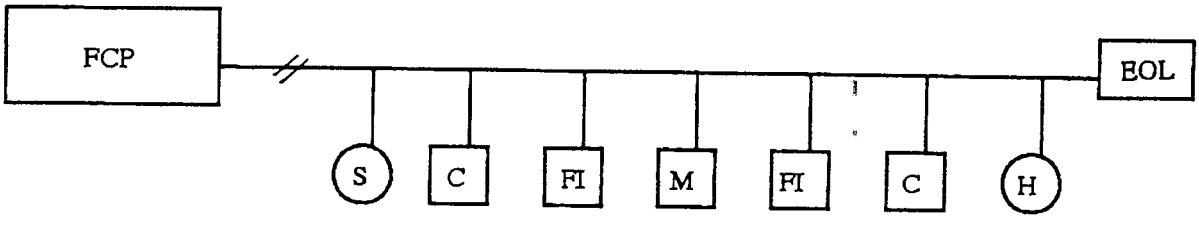
1. อุปกรณ์ที่ต่อในลูปวงจรสัญญาณ เป็นแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ล

2. เดินด้วยสายทวิสต์แพร์ (Twist Pair) ซึ่งใน 1 ลูป จะสามารถต่ออุปกรณ์แบบมีแอ็ดเดรสเซเบิ้ลได้ไม่เกิน 198 แอ็ดเดรส

3. กรณีสายขาด 1 ตำแหน่ง อุปกรณ์ในลูปยังคงสื่อสารกับตัวควบคุมได้อยู่

4. กรณีที่เกิดฟอลท์ (Fault) ขึ้น ฟอลท์ไอโซเลเตอร์โมดูล (Fault Isolator Module : FI) 2 ตัว ที่อยู่ใกล้จุดเกิดฟอลท์จะทำหน้าที่ตัดวงจรสัญญาณส่วนที่เกิดฟอลท์นั้นออก แต่ส่วนอื่นยังใช้งานได้อยู่

2.2 แบบคลาส B (Two Wire Loop)



รูปที่ 2.35 การเดินสายแบบมัลติเพล็กซ์คลาส B

ลักษณะ

1. อุปกรณ์ที่ต่อในลูปวงจรสัญญาณเป็นแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ลทุกตัว ยกเว้น FI

2. เดินด้วยสายทวิสต์แพร์ ซึ่งในหนึ่งวงจรสัญญาณสามารถต่อเชื่อมอุปกรณ์แบบมีแอ็ดเดรสเซเบิ้ลได้ไม่เกิน 198 แอ็ดเดรส

3. กรณีสายขาดส่วนที่หลุดออกจากตัวควบคุมจะขาดการติดต่อและสามารถตรวจกรณีเกิดสายขาดได้จากตัวต้านทานตัวสุดท้ายในลูป (End Of Line Resistor : EOL)

4. กรณีเกิดฟอลท์ขึ้น ฟอลท์ไอโซเลเตอร์โมดูลตัวที่อยู่ใกล้ 1 ตัว จะเป็นตัวตัดลูปวงจรสัญญาณส่วนที่เกิดฟอลท์ออก ทำให้ส่วนที่ยังติดกับตัวควบคุมเท่านั้นที่ยังทำงานได้ต่อไป

ข้อดี

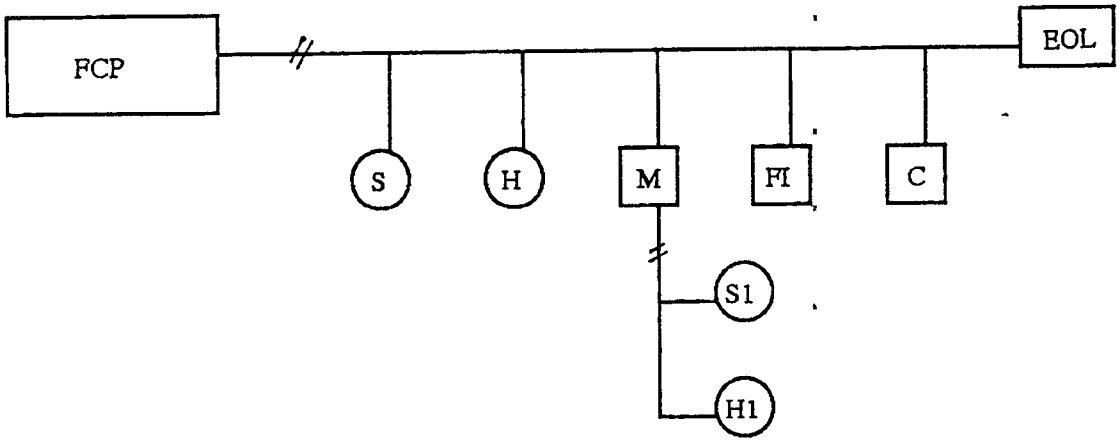
1. ไม่เปลืองสายและการควบคุมง่าย

2. รับรู้เป็นตำแหน่ง ดังนั้นจึงง่ายต่อการหาจุดเกิดเหตุ

ข้อเสีย

1. ราคาแพงโดยเฉพาะตัวตรวจจับควันแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ลจะมีราคาแพงมากซึ่งบางครั้ง บางบริเวณไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้แบบมีแอ็ดเดรสเซเบิ้ลทำให้ สิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ

3. ระบบผสม (Combination System) มีทั้งแบบคลาส A และคลาส B ผสมกัน



รูปที่ 2.36 การเดินสายแบบผสม

ลักษณะ

1. การเดินสายในแบบคลาส A และคลาส B เป็นสายทวิสต์แพร์

2. อุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมอยู่กับลูปวงจรสัญญาณโดยตรงเป็นแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ล ยกเว้น FI ซึ่งต่อเชื่อมได้ไม่เกิน198แอ็ดเดรสต่อ 1 ลูป

3. ตัวตรวจจับความร้อน (H1), ตัวตรวจจับควัน (S1) เป็นแบบธรรมดา แต่อาศัยแอ็ดเดรสของแอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูล ทำให้สามารถระบุเป็นตำแหน่งได้โดยใช้แอ็ดเดรสร่วมกัน และสามารถนำตัวตรวจจับธรรมดามาต่อกับแอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูลเท่าใดก็ได้ตามต้องการรวมถือว่าเป็น 1 แอ็ดเดรส

4. วงจรสัญญาณย่อยในแอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูลจะเดินแบบฮาร์ดไวร์ หรือ คลาส A หรือ คลาส B ก็ได้

5. การทำงานของ FI ในคลาส A และคลาส B เหมือนแบบที่2

ข้อดี

1. ไม่เปลืองสายและการควบคุมง่าย

2. อุปกรณ์ในระบบถือว่ามีแอ็ดเดรสหมด ทำให้ง่ายต่อการระบุตำแหน่งหาจุดเกิดเหตุแม้ว่าจะมีการใช้ตัวตรวจจับแบบธรรมดาร่วมด้วยแต่อยู่ในวงจรสัญญาณแอ็ดเดรสของแอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูล

3. เป็นรูปแบบที่ไม่แพงเกินไป เนื่องจากมีการประหยัดตัวตรวจจับความร้อนและตัวตรวจจับควันแบบแอ็ดเดรสเซเบิ้ลในระบบโดยใช้แบบธรรมดาแทน แต่อาศัยแอ็ดเดรสร่วมกับแอ็ดเดรสเซเบิ้ลมอนิเตอร์โมดูล

2. ทรานสปอนเดอร์ (Transponder)

ลักษณะ ทรานสปอนเดอร์เป็นแผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ระยะไกล (Remote Intellegent Fire Controller) ซึ่งในสภาวะปกติ

1. จะได้รับพลังงานจากแหล่งจ่ายส่วนกลาง เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานและเก็บสำรองภายในตัวเอง

2. ถูกควบคุมโดยแผงควบคุม IFC 2020 ผ่านทางลูปวงจรสัญญาณในการติดต่อสื่อสารร่วมกับอินนิชิเอทติ้งดีไวซ์ เช่น ตัวตรวจจับควัน, หน้าสัมผัส และร่วมกับอินดิเคติ้งดีไวซ์ เช่น กระดิ่ง, แตร, ลำโพง

ในสภาวะผิดปกติ คือในกรณีที่ลูปวงจรสัญญาขาด ทำให้ทรานสปอนเดอร์ขาดการติดต่อกับแผงควบคุม แต่เนื่องจากทรานสปอนเดอร์สามารถถูกโปรแกรมให้สับโหมดการทำงานเป็นแบบสแตนอะโลนได้สำหรับบริเวณที่ขาดการติดต่อนั้นๆ ทำให้ทรานสปอนเดอร์มีคุณสมบัติเป็นแผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ระยะไกล

อุปกรณ์ภายนอกที่ทำงานร่วมกับทรานสปอนเดอร์ได้แก่ :

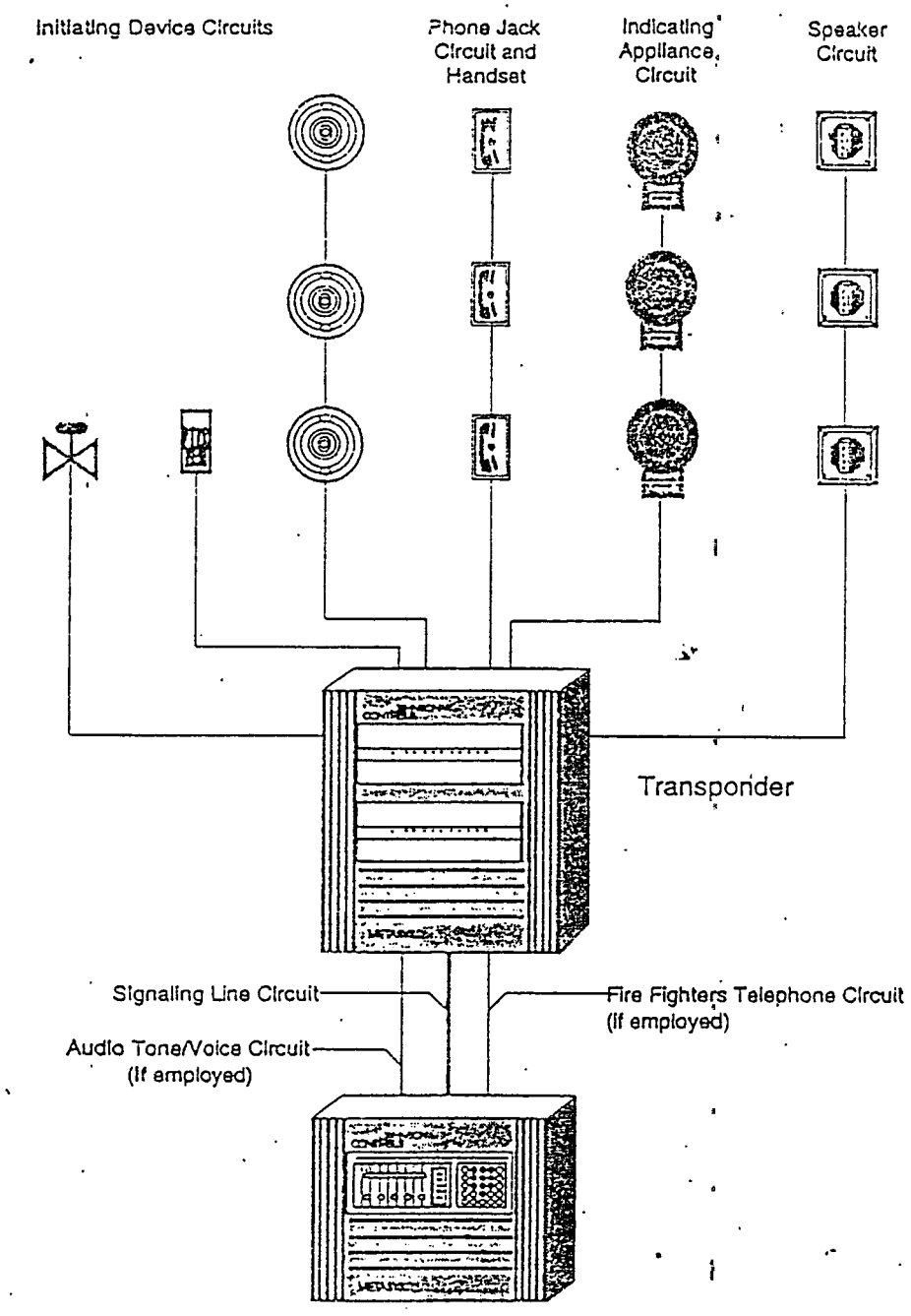
1. อินนิชิเอทติ้งดีไวซ์ : ใช้ในการตรวจจับเพลิงไหม้ในบริเวณต่าง ๆ ได้แก่ ตัวตรวจจับควัน, หน้าสัมผัสปกติเปิด ฯลฯ ซึ่งรวมกันแล้วในแต่ละวงจรจะมีได้ไม่เกิน 30 ตัว

2. อินดิเคติ้งดีไวซ์ : ใช้ในการแสดงผลในการแจ้งเตือนทั้งหมดที่แสดงด้วยเสียง, แสง เช่น กระดิ่ง, LED โดยในแต่ละวงจรจะมีพลังงานจ่ายได้ไม่เกิน 2 แอมป์, 24 โวลต์ดีซี

3. ไฟร์ไฟท์เตอร์เทเลโฟน (Fire Fighter's Telephone) : มีได้ไม่เกิน 7 เครื่อง ขณะที่อยู่ในโหมดคอมมอนทอล์ก (Command Talk Mode)

4. ลำโพงแจ้งเตือนไฟไหม้ (Fire Alarm Speaker) : ใช้แสดงผลแจ้งเตือนด้วยเสียง ซึ่งในแต่ละวงจรจะส่งได้ไม่เกิน 30 วัตต์

5. อ็อกซิลาลี่คอนโทรลรีเลย์เอาท์พุท (Auxiliary Control Relay Output) : เมื่อต้องการนำผลของสัญญาณแจ้งเตือนที่ได้ไปใช้กับระบบอื่น ซึ่งวงจรทั้งหมดของอ็อกซิลาลี่มีพิกัด 2 แอมป์ , 30 โวลต์ดีซี



รูปที่ 2.37 ทรานสปอนเดอร์

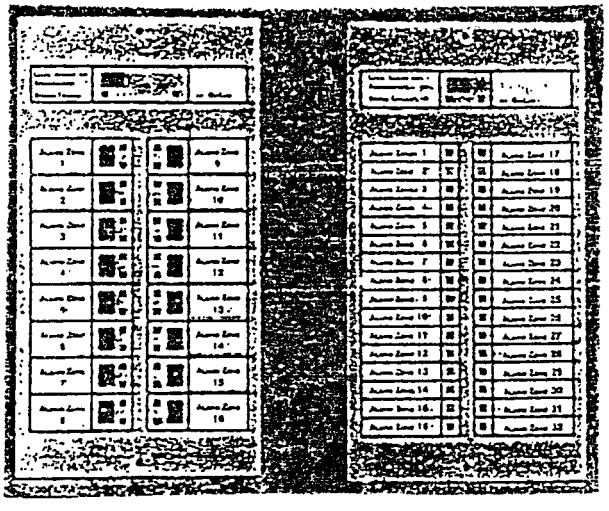
การใช้งาน

1. ทรานสปอนเดอร์แต่ละตัวสามารถขยายพอร์ทอินพุท เอาท์พุท เพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 3 โมดูล ซึ่งแต่ละโมดูลสามารถมีวงจรสำหรับอินนิชิเอทติ้งดีไวซ์ หรือ อินดิเคติ้งดีไวซ์ หรือคอนโทรลรีเลย์ ได้ไม่เกิน 8 วงจร

2. ทรานสปอนเดอร์แต่ละตัวสามารถใช้งานร่วมกับแอ็ดเดรสเซเบิ้ลโมดูล หรือ แอ็ดเดรสเซเบิ้ลดีเทคเตอร์ ได้ไม่เกิน 27 ตัวต่อลูปวงจรสัญญาณ 1 ลูป

3. แอนนันซิเอเตอร์แอนด์คอนโทรลซับซิสเต็ม (. Annunciator And Control Subsystem : ACM/LCD-80 หรือ ACS MODE)

แอนนันซิเอเตอร์แอนด์คอนโทรลโมดูล (ACS) เป็นแผงที่แสดงการแจ้งเตือนของระบบย่อยตามจุดและโซนต่างๆ โดยนำสัญญาณแจ้งเตือนที่ส่งให้กับแผงควบคุม IFC 2020 นั้น ออกมาแสดงผลบนแผงแอนนันซิเอเตอร์ด้วย



รูปที่ 3.38 แอนนันซิเอเตอร์

ลักษณะการใช้งาน

1. แผงแอนนันซิเอเตอร์แต่ละชุดจะได้รับพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟขนาด 24 โวลต์ดีซีเพื่อใช้ในการแสดงผล

2. แผงแอนนันซิเอเตอร์ จะติดต่อสื่อสารกับแผงควบคุม IFC 2020 โดยผ่านทางซีเรียลพอร์ท RS-485 ซึ่งมีความยาวได้มากสุดไม่เกิน 6,000 ฟุต และเชื่อมแผงแอนนันซิเอเตอร์ได้ไม่เกิน 32 ชุด โดยแต่ละชุดจะแสดงการแจ้งเตือนได้ไม่เกิน 64 จุด

3. แผงแอนนันซิเอเตอร์แต่ละชุดจะประกอบด้วยแอนนันซิเอเตอร์คอนโทรลโมดูล (Annunciator Control Module) ในการควบคุมสัญญาณแจ้งเตือน ที่ส่งมายังแผงควบคุมให้สามารถส่งสัญญาณเอาท์พุทมาแสดงผลการแจ้งเตือนที่แผงแอนนันซิเอเตอร์ด้วย

จากตัวอย่างระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FAS) ผลิตภัณฑ์ METASYS ของบริษัท JOHNSON CONTROLS ที่มีตัวควบคุมเฉพาะระบบที่ชื่อว่า IFC 2020 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดนั้นทำให้สามารถสรุปคุณสมบัติและ ความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบได้ ดังนี้

1. INTELLIGENT/ADDRESSABLE LOOP (SLC) ทั้งหมดไม่เกิน 10 ลูป
2. INTELLIGENT DETECTOR PER LOOP ไม่เกิน 99 แอ็ดเดรส
3. ADDRESSABLE MODULE PER LOOP ไม่เกิน 99 แอ็ดเดรส
4. TOTAL INTELLIGENT DETECTOR ทั้งหมด 990 ตัว
5. TOTAL ADDRESSABLE MONITOR หรือ CONTROLL MODULE ทั้งหมด 990 ตัว
6. TOTAL INTELLIGENT/ADDRESSABLE DEVICES ต่อแผงควบคุม 1980 ตัว
7. จุดแจ้งเตือนบนแอนนันซิเอเตอร์ 1 ชุด ไม่เกิน 64 จุด
8. REMOTE ANNUNCIATOR ต่อระบบไม่เกิน 32 ชุด
9. จุดแจ้งเตือนทั้งหมดต่อระบบได้เท่ากับ 2048 จุด
10. REMOTE PRINTER ต่อระบบ 2 ตัว
11. COMPUTER REMOTE TERMINAL (CRT) ต่อระบบ 49 ตัว

2.2 ซอฟท์แวร์ (BAS Software)

จากบทก่อนๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ ของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ แต่การที่ระบบจะสามารถทำงานได้ตามต้องการนั้น จำเป็นต้องมีโปรแกรม หรือชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน โปรแกรม หรือชุดคำสั่งดังกล่าวก็คือ ซอฟท์แวร์ ของระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ระบบปฏิบัติการ (Operating System) เป็นชุดของโปรแกรมซึ่งควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับอาคารทั้งหมดเช่น คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น, ตัวควบคุมหลัก, ตัวควบคุมรอง, อุปกรณ์อินพุท และเอาท์พุททั้งหมดรวมทั้ง ซอฟท์แวร์ประยุกต์และยังเป็นตัวเชื่อมโยงการติดต่อระหว่างผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบฮาร์ดแวร์ด้วย

ชื่อระบบปฏิบัติการ	ชื่อบริษัทและผลิตภัณฑ์
DOS	STAEFA (MS2000)
WINDOWS	TREND (945), JOHNSON CONTROLS (METASYS),
	SATCHWELL (BAS2000), LANDIS (SYSTEM 600)
OS/2	ANDOVER (SX8000)
UNIX	HONEYWELL (EXCEL)

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของซอฟท์แวร์ระบบปฏิบัติการ(Operating Software)

2. โปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อการทำงานเฉพาะอย่างตามที่ต้องการ ซึ่งมีโปรแกรมต่างๆ ดังนี้

2.1 โปรแกรมด้านการจัดการพลังงานและบริหารอาคาร ได้แก่

- โปรแกรมออกคำสั่งเริ่มหรือหยุดการทำงานของโหลดต่างๆ เป็นขังหวะ (Duty Cycling) เช่น การเดินเครื่องพัดลมจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit : FCU) 50 นาที หยุดเดิน 10 นาที ใน 1 ชั่วโมง สามารถปรับได้โดยอัตโนมัติ โดยคำนึงถึง

  — อุณหภูมิ ของอากาศภายในอาคาร

  — ขีดจำกัดของอุณหภูมิเพื่อความสบายของผู้คน

— ช่วงเวลาที่น้อยที่สุดของการหยุดเดินพัดลมซึ่งจะไม่ให้เกิดการสะสมความร้อนในตัวมอเตอร์

— จำนวนผู้คนภายในอาคารและอุณหภูมิภายนอกอาคาร ฯลฯ

- โปรแกรมตารางเวลาต่อหนึ่งอาทิตย์พร้อมวันหยุด (Time of Day Programming) เพื่อเริ่มและหยุดการทำงานของโหลด

- โปรแกรมควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand Control) ด้วยการตัดโหลดต่างๆ ที่มีความจำเป็นน้อยออกชั่วขณะ

- โปรแกรมควบคุมพัดลมระบายอากาศ และ แดมปิเปอร์ (Fan and Damper Control)

- โปรแกรมออกคำสั่งเริ่มหรือหยุดการทำงานของโหลด ตรงตามเวลาที่ได้รับข้อมูลไว้ในส่วนความจำ นอกจากนี้ยังปรับแต่งช่วงเวลาในการเดิน-หยุดอุปกรณ์ให้เหมาะสม (Optimum Start/Stop Programming)โดยพิจารณาจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น ถ้าอุณหภูมิของ อากาศภายในและภายนอกอาคารต่ำ ให้ยืดระยะเวลาก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ ออกไป และปิดเครื่องปรับอากาศเร็วกว่าปกติ

- โปรแกรมออกคำสั่งเปิดและปิดไฟแสงสว่างตามตารางเวลา (Programmable Lighting Control)

- โปรแกรมออกคำสั่งเริ่มหรือหยุดการทำงานของระบบต่างๆ โดยอัตโนมัติ หากเกิดกรณีฉุกเฉิน (Emergency Operation)

- โปรแกรมตรวจสอบขีดจำกัดสูงสุดและต่ำสุดของค่าต่างๆ เช่น กิโลวัตต์, อุณห ภูมิ ฯลฯ ของอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไว้ในส่วนของความจำ หากค่าดังกล่าวอยู่เกินขีดจำกัดสูงสุดหรือต่ำกว่าขีดจำกัดต่ำสุด จะมีการรายงานเหตุฉุกเฉินมายังห้องควบคุม

- โปรแกรมปรับแต่งค่าต่างๆ (เช่น อุณหภูมิ กิโลวัตต์ ฯลฯ) เป็นค่าต่างๆ กันเพื่อให้โหลดต่างๆ ทำงานด้วยเวลาน้อยที่สุดและทำงานด้วยค่าที่เหมาะสม

- โปรแกรมคำนวณค่าต่างๆ เช่น คำนวณค่าประสิทธิภาพของชิลเลอร์ (Chiller) โดยใช้ข้อมูล เช่น อุณหภูมิ, ความดัน และ กิโลวัตต์มิเตอร์ เป็นต้น

2.2 โปรแกรมด้านความปลอดภัย ได้แก่

- โปรแกรมควบคุมการทำงานในขณะเกิดเพลิงไหม้ เช่น สั่งให้ลิฟท์จอดชั้นล่าง, ปั๊มน้ำทำงาน, พัดลมระบายควัน, พัดลมอัดอากาศบันไนหนีไฟ

- โปรแกรมควบคุมการทำงานเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัย

2.3 โปรแกรมช่วยในด้านการซ่อมบำรุง ได้แก่

- โปรแกรมเก็บบันทึกระยะเวลาที่อุปกรณ์นั้นเปิดใช้งาน(Runtime Totalizatiion)
- โปรแกรมเก็บบันทึก ประวัติการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ (Maintenance Log)
- โปรแกรมควบคุมรายการอะไหล่และวัสดุอุปกรณ์ในคลัง (Inventory Control)
- โปรแกรมบันทึกสถิติ เพื่อเป็นประวัติการใช้งานอุปกรณ์ (Historical Data)

ตัวอย่าง การปฏิบัติงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

การปฏิบัติงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุมหรือ ห้องคอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางของระบบทั้งหมดที่ใช้ควบคุมด้วยระบบ BAS สามารถที่จะนำผู้ใช้เข้าไปสู่โปรแกรมการควบคุมระบบต่างๆ ภายในอาคารได้ดังนี้

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ในข้อ 2.2.1 ถึง 2.2.11 เป็นศัพท์เฉพาะทางคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏจริงบนหน้าจอ จึงมิได้ใช้คำแปลภาษาไทย เพื่อรักษาความหมายโดยรวมของศัพท์เฉพาะนั้นไว้

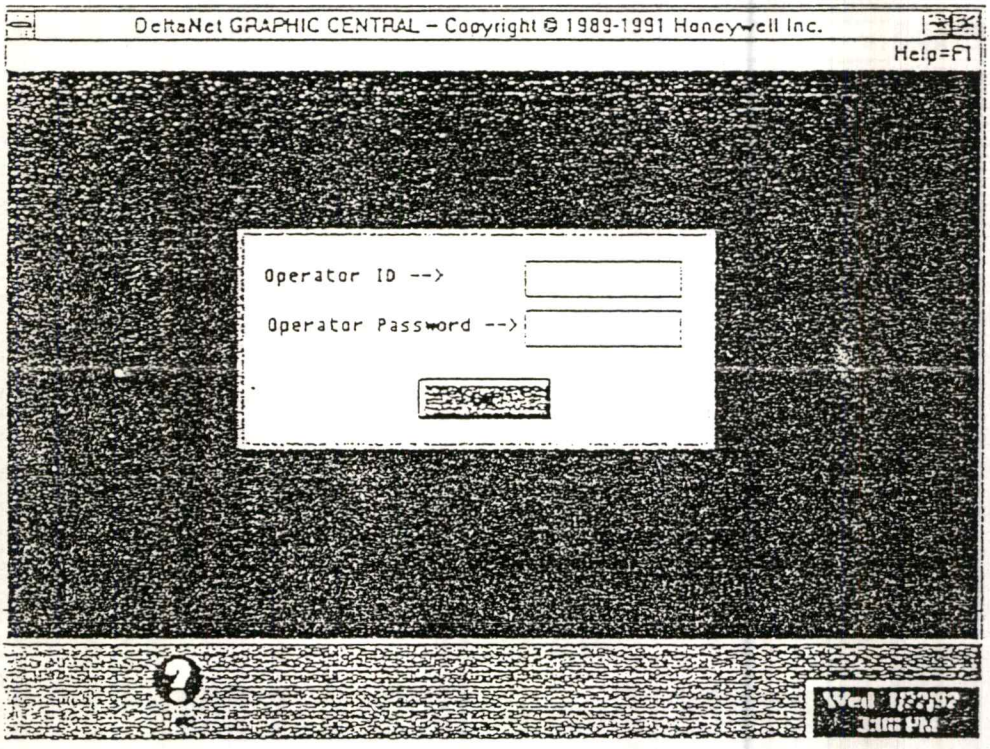
2.2.1 การเข้าระบบ (Sign-On)

การเข้าระบบ เป็นหน้าจอที่ปรากฏขึ้นเริ่มแรกบนจอคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เจ้าหน้าที่แสดง รหัสผ่าน (Password) ของตนเอง เมื่อต้องการเข้าสู่โปรแกรม ระบบควบคุมต่างๆ ภายในอาคาร ที่สามารถควบคุมได้ด้วยคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม ซึ่งหน้าจอนี้ก็จะมีองค์ประกอบพื้นฐานดังรูปที่ 2.39 ได้แก่

- บรรทัดบน : เป็นส่วนของบรรทัดแสดงลิขสิทธิ์ผลิตภัณฑ์
- บรรทัดที่สอง : เป็นส่วนของแถบตัวเลือก (Menu Bar) ซึ่งประกอบด้วยเมนูตัวเลือกต่างๆดังนี้ EDIT, MAIL, SIGN-OFF, ACCESS, REPORTS, TREND, VIEW, SCHEDULE, UTILITY, HELP เช่นในรูปที่ 2.40
- พื้นที่ใช้งาน เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องปฏิบัติร่วมกับคอมพิวเตอร์ เช่น เมื่อผู้ใช้อยู่หน้าจอ ขณะเข้าระบบ ดังรูป 2.39 สิ่งที่ต้องปฏิบัติคือ กรอกหมายเลขประจำตัว (Operator ID) และ รหัสผ่าน (Operator Password) ของผู้ใช้เอง
- มุมล่างด้านซ้ายแสดงไอคอน (Icon) เล็กๆที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานได้
- มุมล่างด้านขวา แสดง วันที่ และ เวลาที่เริ่มเปิดหน้าจอ

หลังจากที่กรอกรหัสผ่านถูกต้องแล้วก็จะเข้าสู่หน้าจอที่แสดงสถานะของระบบ (System Status) อย่างอัตโนมัติ ถ้าผู้ใช้ไม่มีรหัสผ่าน หรือกรอกรหัสผิดก็จะไม่สามารถเข้าสู่

โปรแกรมเพื่อ ควบคุมระบบต่างๆที่อยู่ ภายในได้ หน้าจอการเข้าระบบ ก็จะยังปรากฏต่อไป ซึ่งเป็นการป้องกันบุคคลภายนอกในการลักลอบเข้ามาปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบควบคุมภายในอาคาร



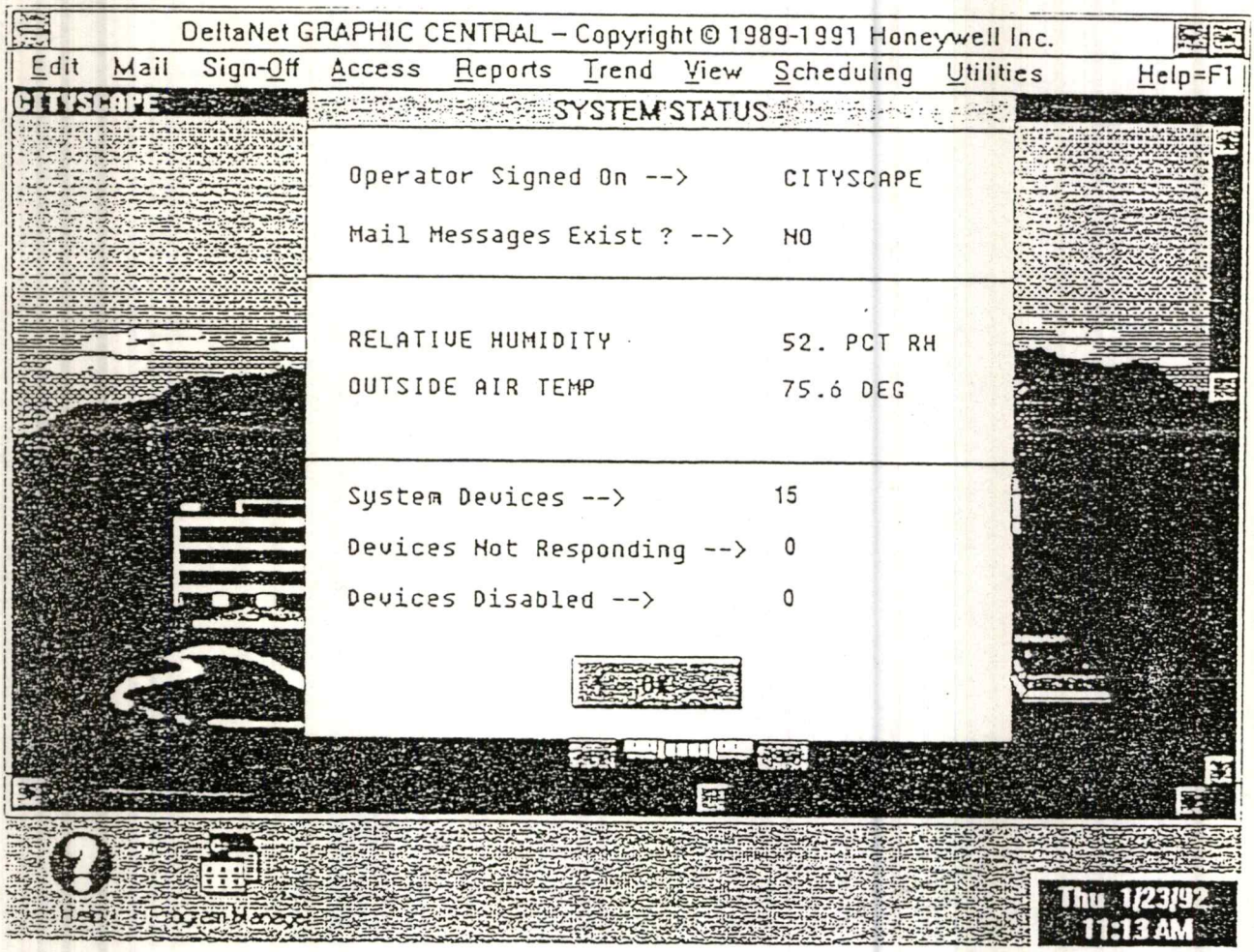
รูปที่ 2.39 แสดงการเข้าถึงระบบ

2.2.2 การแสดงสถานะของระบบ (System Status)

หลังจากที่ผู้ดูแลระบบป้อนรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบจอภาพจะแสดงหน้าต่าง สถานะของระบบ ซึ่งจะบอกถึงลักษณะการเข้าระบบของผู้ใช้งาน และบอกจำนวนจดหมาย (Mail Message) ที่ส่งเข้ามาถึงผู้ใช้ระบบในขณะที่ไม่อยู่ หากผู้ใช้ต้องการอ่านข้อความในจดหมาย ก็จะคลิ๊กไปที่ตัวเลือก MAIL บนแถบตัวเลือก และสามารถคลิ๊กไปที่ไอคอน N ที่อยู่ด้านล่างของหน้าจอ เพื่ออ่านข้อความแจ้งเตือนที่ยังไม่มีการกด O.K. เพื่อรับทราบการแจ้งเตือนนั้น

นอกจากนี้หน้าต่างแสดงสถานะของระบบ ยังแสดงระดับความชื้นสัมพัทธ์, ระดับอุณหภูมิภายนอกอาคาร และบอกจำนวนของอุปกรณ์ในระบบว่ามีทั้งหมดกี่ตัว ทำงานกี่ตัว และไม่ทำงานกี่ตัว ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการกลับมาดูสถานะต่างๆของอาคาร ขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ที่ตัวเลือกอื่นๆ ก็

สามารถทำได้โดยคลิ๊กตัวเลือก REPORTS บนแถบตัวเลือก จากนั้นคลิ๊กที่ตัวเลือกย่อย System Status ดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 แสดงสถานะของระบบ

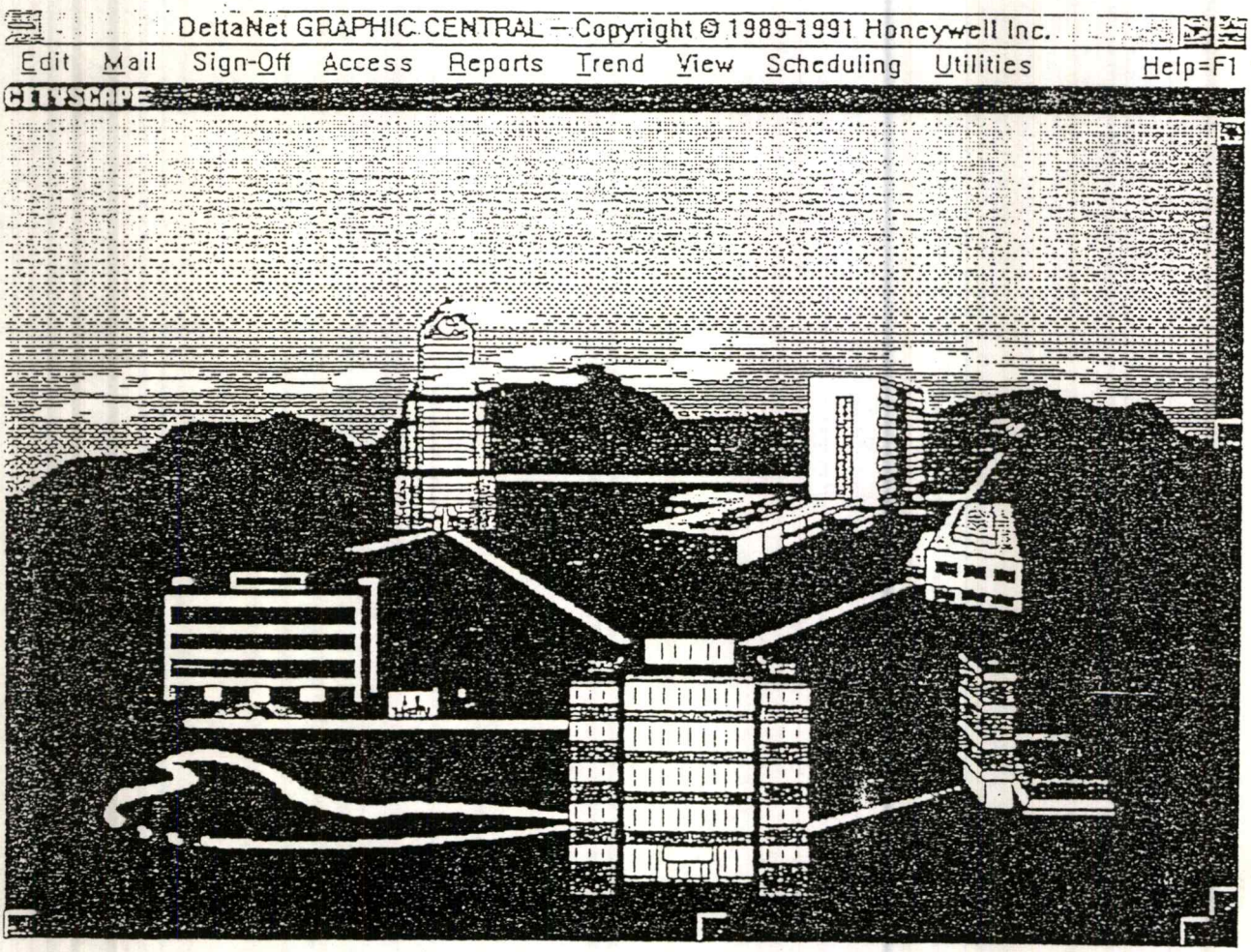
และเมื่อสำรวจสถานะต่างๆเรียบร้อยแล้ว ให้คลิ๊กที่ OK ดังรูปที่ 2.40 เพื่อเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านภาพกราฟฟิก (Graphic Penetration)

2.2.2.1 การเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านภาพกราฟฟิก (Graphics Penetration)

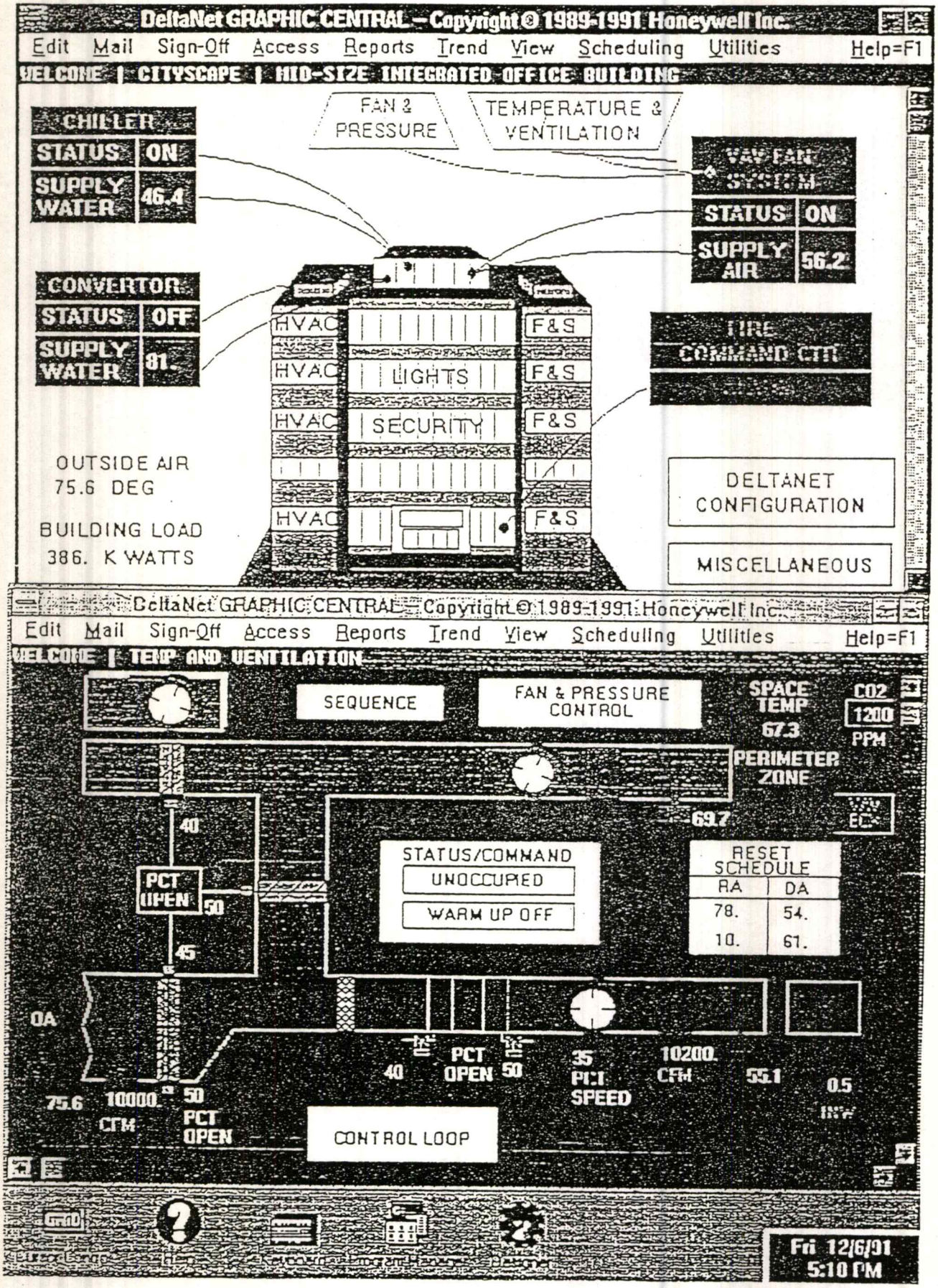
เป็นหน้าจอที่แสดงถึงรูปกราฟฟิกของอาคาร ซึ่งเมื่อใช้เมาส์ คลิ๊ก ที่ตำแหน่งพื้นที่กราฟฟิก ใดที่ต้องการก็จะสามารถเห็นรูปกราฟฟิก ส่วนนั้นได้ชัดขึ้นตามต้องการ ซึ่งอาจจะละเอียดจนสามารถทราบค่าการใช้พลังงานในอาคารหนึ่งๆเป็นกิโลวัตต์, สถานะของระบบพัดลม (Fan System), อุณหภูมิในอาคาร ณ.เวลานั้นๆ หรือแสดงรายละเอียดถึงภายในชั้นที่ต้องการเช่น แสดงตำแหน่งของตัวตรวจจับเพลิงไหม้ หรืออุปกรณ์ในระบบรักษาความปลอดภัยบนชั้นนั้นๆ เช่น เครื่องตรวจจับขโมย รวมถึง การแสดงผลของ เซ็นเซอร์ในรูปของระดับสี (Alarm Color)

แถบตัวเลือก ด้านบนจะแสดงตัวเลือก (Options) ต่างๆ เพื่อความสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน เช่น EDIT, MAIL, SIGN-OFF, ACCESS, REPORTS, TREND, VIEW, SCHEDULING, UTILITIES, HELP

ในกรณีที่ถ้าผู้ใช้ต้องการดูภาพกราฟฟิก ในช่วงแรกที่เข้ามาในระบบ ผู้ใช้สามารถคลิ๊ก ตัวเลือก VIEW ที่แถบตัวเลือก ก็จะเข้าสู่ภาพกราฟฟิก ได้ทันที



รูปที่ 2.41 แสดงภาพอาคารในบริเวณที่ BAS ควบคุม



รูปที่ 2.42 แสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศ (HVAC)

ภาพกราฟฟิก นอกจากจะแสดงส่วนต่างๆของอาคาร แล้วยังสามารถแสดงถึงกระบวนการทำงานต่างๆ ในระบบ (Process Of System) รวมถึงค่าที่ตั้งไว้ในระบบ, การบันทึกสถานะ ณ.เวลานั้นๆ และสัญลักษณ์การทำงานของเครื่อง เช่น ขณะที่พัดลมทำงานจะใช้สัญลักษณ์กำลังหมุน (Rotating Symbols)

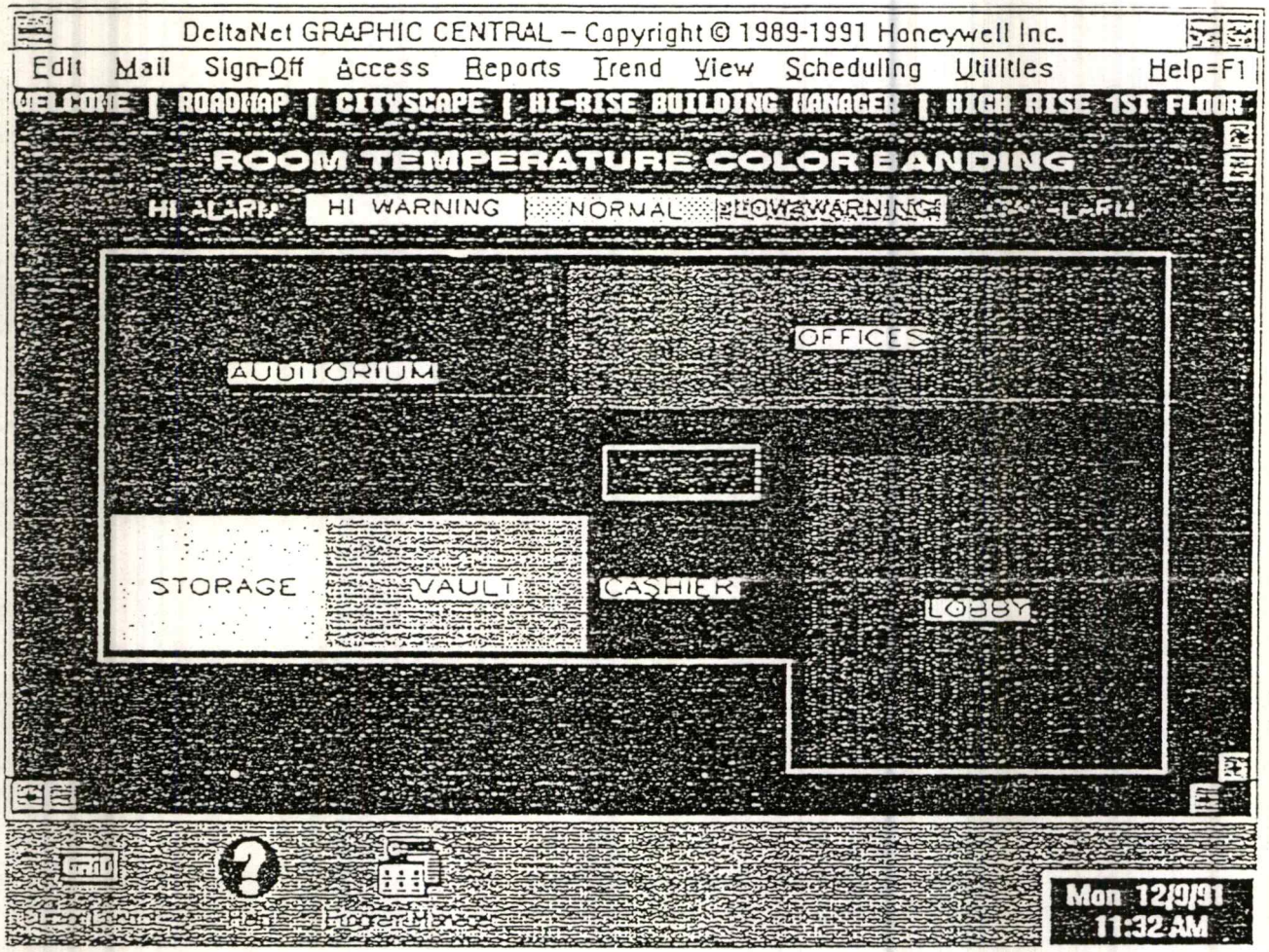
2.2.2.2 การแสดงตัวเลือก (Display Option)

ภาพกราฟฟิก สามารถแสดงสถานะ หรือปริมาณต่างๆ ของกระบวนการทำงานของระบบ ให้เข้าใจง่ายๆ ด้วย

- การใช้สัญลักษณ์ที่เคลื่อนไหวได้ (Animation) แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง เช่น พัดลมกำลังหมุน, ปั๊มกำลังสูบน้ำ
- การใช้สี (Color) ใช้สีแสดงสถานะของเซ็นเซอร์ เป็นระดับดังนี้
- แดง : การแจ้งเตือนระดับสูง ; ระดับปริมาณควันมาก
- ชมพู : การแจ้งเตือนระดับสูง
- ฟ้า : การแจ้งเตือนระดับต่ำ
- น้ำเงิน : การแจ้งเตือนระดับต่ำ, เตือนว่ามีควันก่อนแจ้งเตือนจริง
- เขียว : เปิด
- ขาว : ปิด
- ส้ม : เตือนระดับควันก่อนแจ้งเตือนจริง
- เหลือง : แจ้งปัญหา
- เทา : เมื่อไม่มีการโต้ตอบ

นอกจากนี้สียังสามารถแสดงระดับอุณหภูมิ หรือระดับควันของบริเวณพื้นที่ (Zone) ว่าอยู่ในระดับมากน้อยเพียงใด การแสดงอุณหภูมิของห้องด้วยความเข้มของสี เช่นในรูปที่ 2.43

การเปลี่ยนสัญลักษณ์ (Symbol Exchange) สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้ เช่น สัญลักษณ์ของแคมป์เปอร์ขณะทำงาน จะแตกต่างจากสัญลักษณ์ขณะที่หยุดทำงาน นอกจากนั้นข้อความแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่ออุปกรณ์ทำงานผิดปรกติ กับทำงานปรกติก็จะแตกต่างกัน เช่นรูปที่ 2.44 ด้านซ้าย แจ้งเตือนเรื่องการทำความเย็นว่า ให้เปิดปั๊มของชิลเลอร์และเปิดวาล์วน้ำเย็น ส่วนทางด้านขวาเป็นข้อความบอกภาวะปรกติ



รูปที่ 2.43 การแสดงอุณหภูมิของห้องด้วยความเข้มของสี

รูปที่ 2.44 แสดงข้อความแจ้งเตือน กับข้อความแจ้งสถานะปรกติ

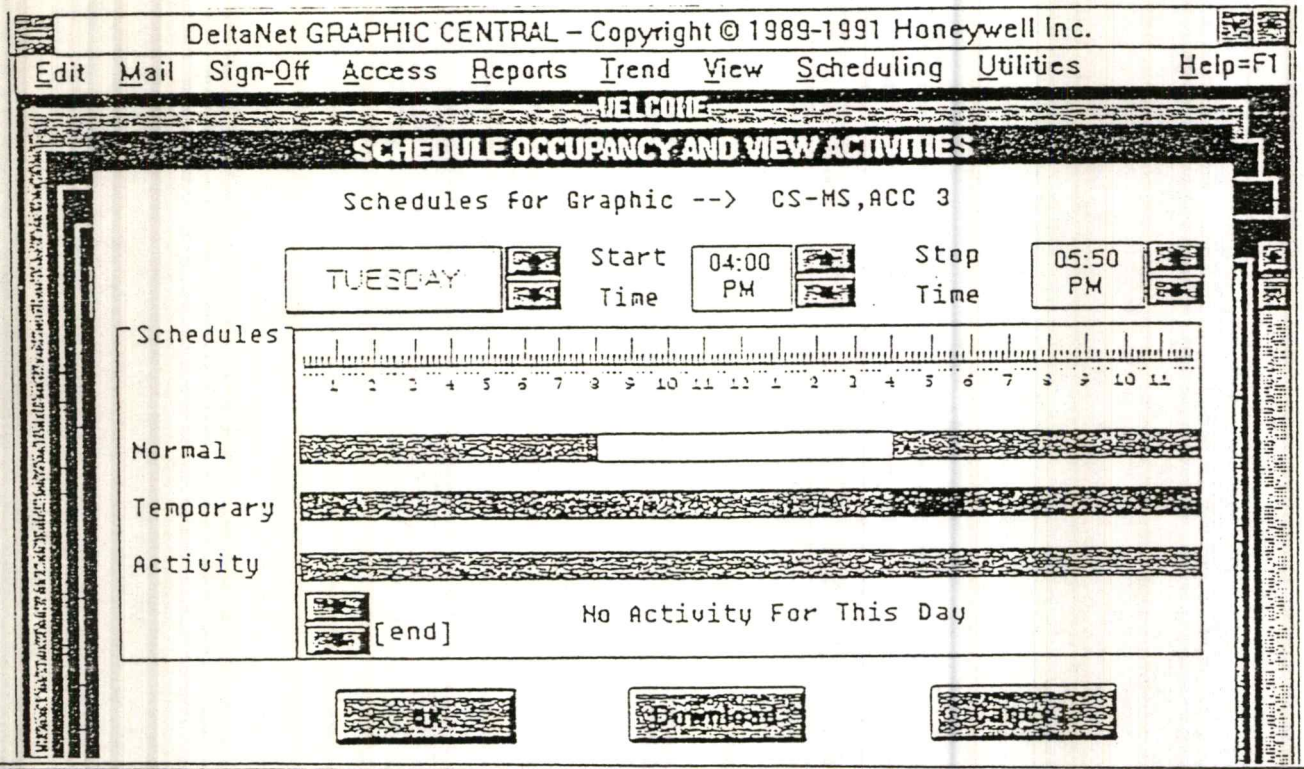
2.2.3 ตารางเวลา (Schedule)

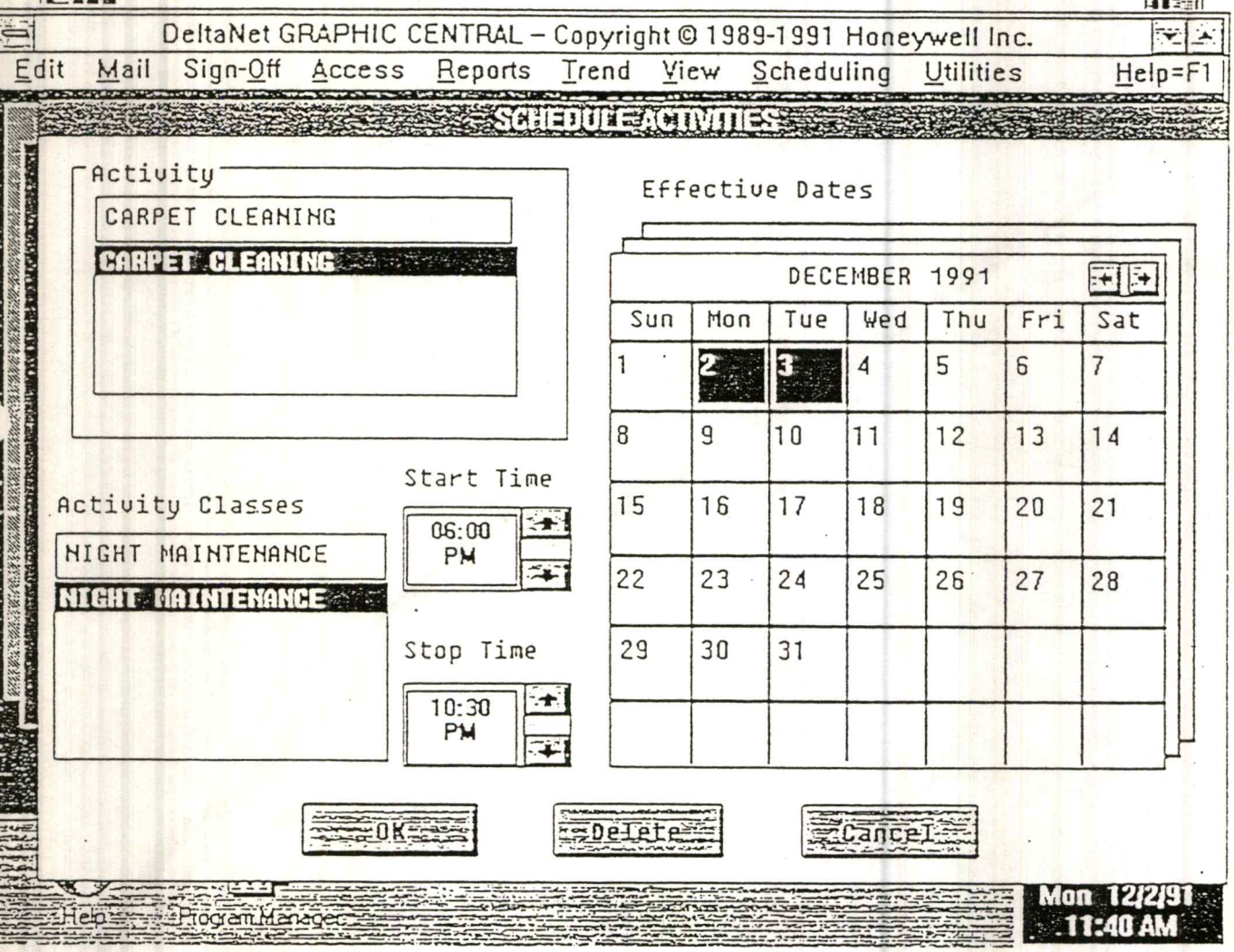
ตารางเวลาเป็น ตัวเลือกอันหนึ่งบนแถวตัวเลือกที่ผู้ใช้สามารถคลิ๊ก ที่ SCHEDULING แล้วจะมีตัวเลือกย่อยให้เลือกอีก 3 อย่างคือ OCCUPANCY, TEMPORARY SCHEDULE และ ACTIVITIES SCHEDULE เพื่อเลือกว่าผู้ใช้ต้องการทราบตารางแบบใดของระบบ

- OCCUPANCY SCHEDULE : เป็นตารางที่แสดงเวลาเดินเครื่อง และหยุดเครื่องของระบบด้วยการตั้งค่า และในลักษณะของแท่งกราฟแนวนอน ซึ่งสามารถปรับได้ตามเวลาที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกวัน และเวลาในการทำงานของระบบที่ไม่ซ้ำกันเลยในแต่ละสัปดาห์ตามต้องการได้ด้วย

- TEMPORARY SCHEDULE : เป็นตารางชั่วคราวเฉพาะวันที่เลือกให้ระบบทำงานแตกต่างจากวันอื่นๆ สามารถตั้งค่าได้ตามปกติ และเมื่อหมดวันที่ใช้ตารางชั่วคราวแล้ว ระบบก็จะกลับไปใช้ตารางปกติ (NORMAL OCCUPANCE) ที่วางไว้โดยอัตโนมัติ

- ACTIVITIES SCHEDULE : เป็นตารางที่แสดงการทำงานหลายๆอย่าง เช่นถ้าอยากทราบว่า HVAC SYSTEM SCHEDULE จะมีการทำความสะอาดพรมเมื่อไหร่ ให้คลิ๊กที่ SCHEDULING (ขณะที่อยู่ใน GRAPHIC ของระบบ HVAC) และคลิ๊กที่ ACTIVITIES, จากนั้นคลิ๊กที่ CARPET CLEANING ตามลำดับ ก็จะปรากฏตารางการทำความสะอาดพรมขึ้นว่า ทำวันใดตั้งแต่เวลาเท่าไหร่ ดังรูปที่ 2.45, 2.46



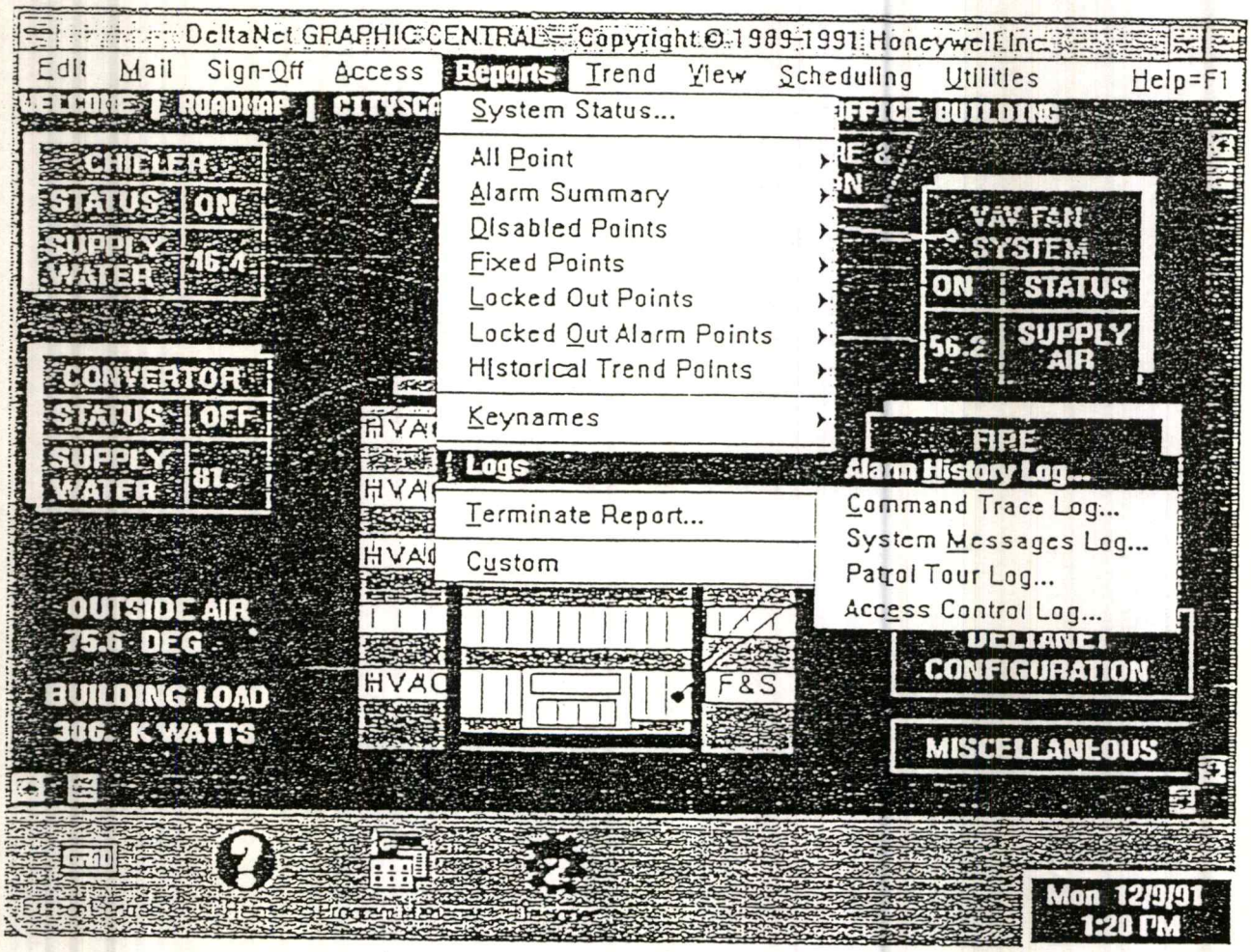


รูปที่ 2.45 และ 2.46 แสดง Occupancy Schedule กับ Activity Schedule ตามลำดับ

2.2.4 รายงาน (Report)

เมื่อผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดข้อความแจ้งเตือน (Alarm) ที่โปรแกรมได้บันทึกไว้ขณะที่เกิดการแจ้งเตือน ผู้ใช้สามารถดูได้จากการคลิ๊กที่ ตัวเลือก REPORT บนแถบตัวเลือก เพื่อเลือกจุดรายงานการแจ้งเตือน ที่ผู้ใช้ต้องการ ดังรูป 2.47

- ทุกจุดในระบบ : ALL POINT
- จุดที่เกิดการแจ้งเตือนครั้งปัจจุบัน : ALARM SUMMARY
- จุดที่ไม่ทำงานจากการตรวจดู ของผู้ใช้ : DISABLE POINT
- จุดที่มีการกำหนดสถานะ หรือค่าโดยผู้ใช้ : FIXED POINT
- จุดที่ถูกปลดออกจากสถานะการแจ้งเตือน : LOCKED OUT POINTS
- จุดที่ถูกปลดออกแต่ยังอยู่ในสถานะการแจ้งเตือนปัจจุบัน : LOCKED OUT ALARM POINTS



รูปที่ 2.47 แสดง ตัวเลือก HELP บนแถบตัวเลือก

หลังจากที่มีการเลือกแล้วว่าต้องการรายงานประเภทใด ก็จะมีตัวเลือก 3 อย่างให้ผู้ใช้ได้เลือกคือ

VIEW เพื่อแสดงข้อความรายงาน ประเภทที่เลือกไว้

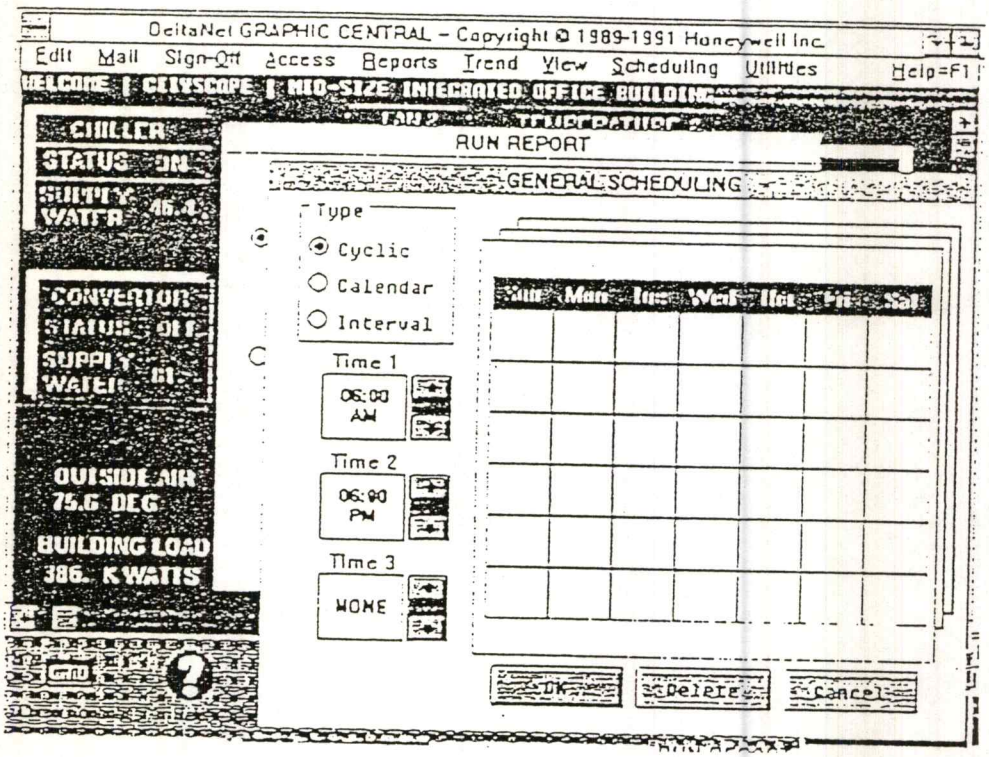
PRINT เพื่อออกคำสั่งให้พิมพ์รายงานที่ได้เลือกไว้แล้ว

SCHEDULE เพื่อขอดูรายงานที่ต้องการว่ารายงานประเภทนั้นๆมีตารางการทำงานอย่างไร สำหรับพิมพ์ออกมาด้วย เช่น

- CYCLICAL REPORT: จะพิมพ์รายงานของเวลาที่ผู้ใช้ต้องการทุกวันหรือทุกสัปดาห์

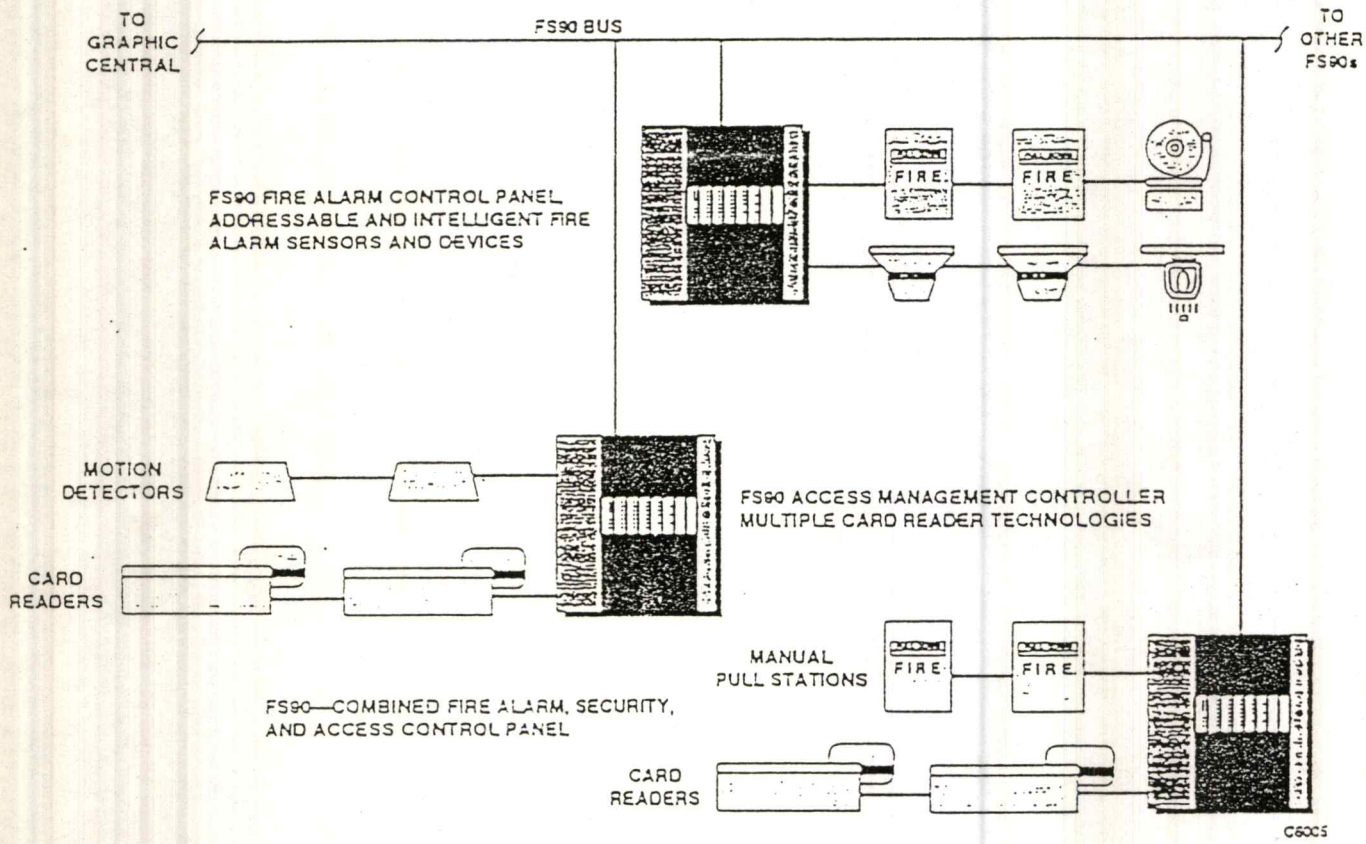
- CALENDAR REPORT : จะพิมพ์รายงานตามเวลาที่แน่นอน ของวันไหนหรือเดือนไหนก็ได้

- INTERVAL REPORT : จะพิมพ์รายงานที่ช่วงเวลาพิเศษ ระยะสั้นๆ 10 นาทีของทุกๆวัน



รูปที่ 2.48 แสดงรายงานแบบ Cyclical Report

กรณีที่เกิดเหตุผิดปกติขึ้นที่ระบบใดก็ตาม บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะแสดงข้อความหรือการปฏิบัติงานของโปรแกรม อย่างอัตโนมัติ เพื่อแจ้งเหตุให้เจ้าหน้าที่ทราบว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างภายในอาคาร ยกตัวอย่าง เช่น การแจ้งเตือนในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ในห้องควบคุมทราบ จะใช้งานร่วมกับแผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้และระบบรักษาความปลอดภัย (Fire and Security Panel) ซึ่งเป็นแผนผังที่แสดงถึงการเชื่อมโยงของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้, ระบบรักษาความปลอดภัยและระบบควบคุมการผ่านเข้าออกโดยใช้เครื่องอ่านบัตรที่ติดต่อแสดงผลกับคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม



รูปที่ 2.49 แผนภาพแสดงการทำงานร่มกันของแผงควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้และระบบรักษาความปลอดภัย

ขั้นตอนการแจ้งเตือนและตอบสนองสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm Process and Response)

เมื่อเกิดการแจ้งเตือนขึ้น โปรแกรมจะแสดงให้ผู้ใช้เห็นถึงสภาพผิดปกติด้วยระดับสีที่เข้าใจง่ายดังนี้

- แต่ละชั้นจะมีสีแสดงสถานะของการแจ้งเตือนโดยระดับสีหนึ่งๆ จะแทนสถานะของ การแจ้งเตือนหนึ่งเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจถึงสภาวะของแต่ละพื้นที่ได้ง่ายขึ้น

- แต่ละชั้นจะมีเสียงเตือนบี๊บๆ ซึ่งมีอัตราช้า, กลางและเร็ว โดยที่อัตราเสียงเตือนช้าๆ จะแสดงถึงการแจ้งเตือนที่ไม่เร่งด่วน แต่ถ้ามีเสียงบี๊บเป็นช่วงต่อเนื่องกันยาวนานจะแสดงถึงการแจ้งเตือนที่เร่งด่วนกว่าเดิม

- แต่ละชั้นจะเชื่อมต่อกับระบบเครื่องพิมพ์ เพื่อให้การแจ้งเตือนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไปแสดงผลที่เครื่องให้ผู้ใช้เก็บเป็นข้อมูล พร้อมทั้งบอกวิธีการแต่ละขั้นตอนในการปฏิบัติต่อการแจ้งเตือนที่เกิดขึ้นว่าควรทำอย่างไร

- แต่ละชั้นจะมีการแสดงภาพกราฟฟิกอัตโนมัติในชั้นที่เกิดการแจ้งเตือนและรับรู้การเกิดการแจ้งเตือนแบบอัติโนมัติเพื่อกลับไปสู่ระบบปกติ

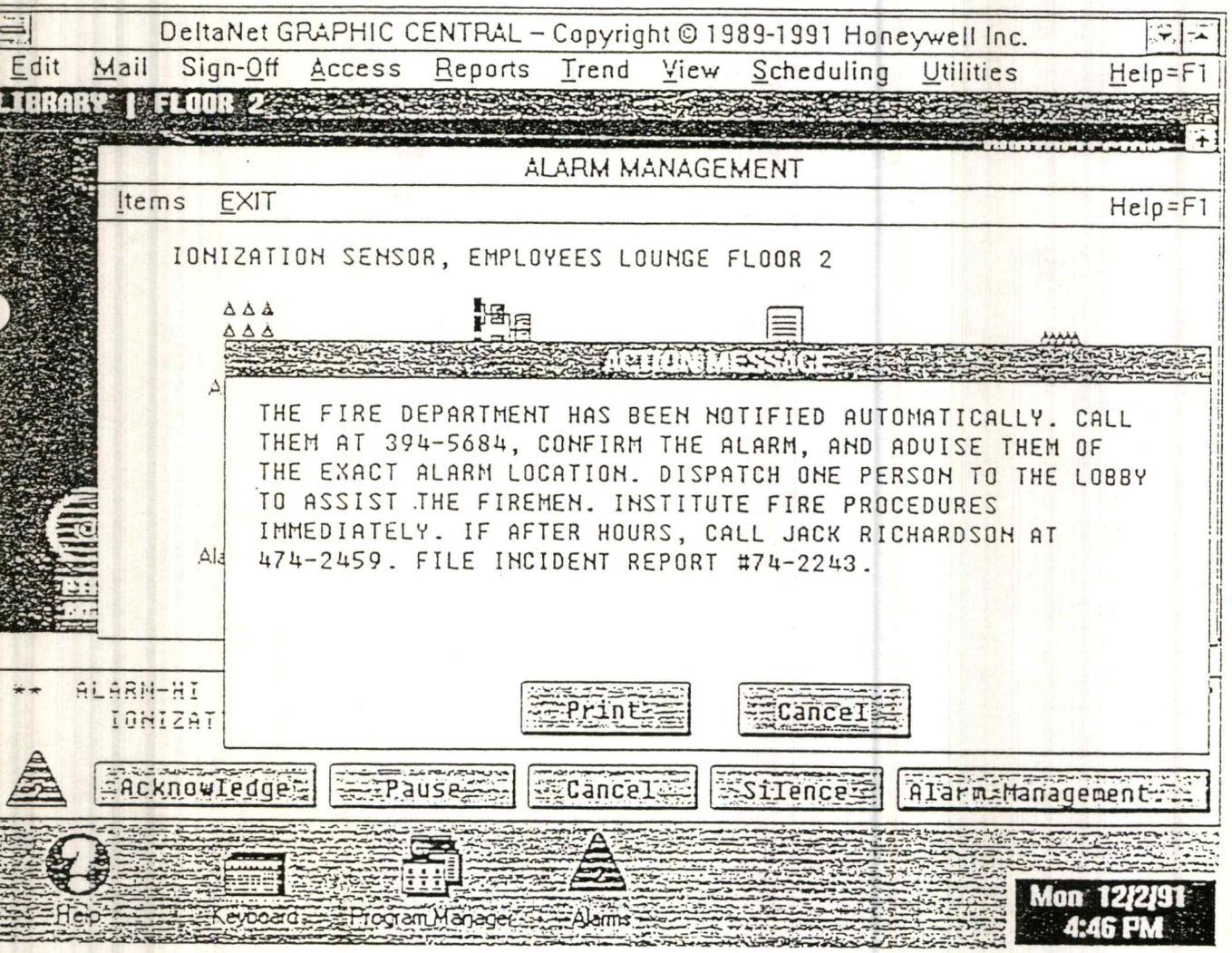
ขณะที่เรากำลังทำงานโดยใช้ภาพกราฟฟิก ถ้าหากมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น จอภาพจะปรากฏข้อมูลของการแจ้งเตือนนั้น ว่าเป็นประเภทไหนซ้อนขึ้นมาบนจอ พร้อมกับทำการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์และเก็บข้อมูลไว้ในฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) เป็นสถิติเพื่อบันทึกเหตุการณ์วันที่เกิดการแจ้งเตือน ซึ่งผู้ใช้สามารถกลับมาดูและรับรู้การแจ้งเตือนที่ยังไม่ได้รับทราบที่เกิดขึ้นเมื่อในอดีตโดยการเลือกไอคอนการแจ้งเตือน (Icon Alarm) ที่ใช้สัญลักษณ์อักษรเอ็ม (M)

ลักษณะการแจ้งเตือนประกอบด้วย

- การแสดงจุดที่เกิดแจ้งเตือนทั้งหมด (All Alarm)
- การแสดงภาพกราฟฟิกของระบบ ณ จุดที่เกิดการแจ้งเตือน (Alarm Graphic)
- การแสดงข้อความแจ้งเตือน (Alarm Message)
- การแสดงสถิติการแจ้งเตือนคราวก่อนๆ ของจุดที่เกิดการแจ้งเตือน (Alarm History)
- การแสดงขอบเขตของการการแจ้งเตือน (Alarm)
- การจัดการ ณ ตำแหน่งต่างๆ (Point Management)
- การจัดการอุปกรณ์ (Device Management)
- การเลือกดูแนวโน้มของจุดที่เกิดการแจ้งเตือนครั้งก่อน ๆ (Point History)

2.2.5 ข้อความแจ้งเตือน (Alarm Action Message)

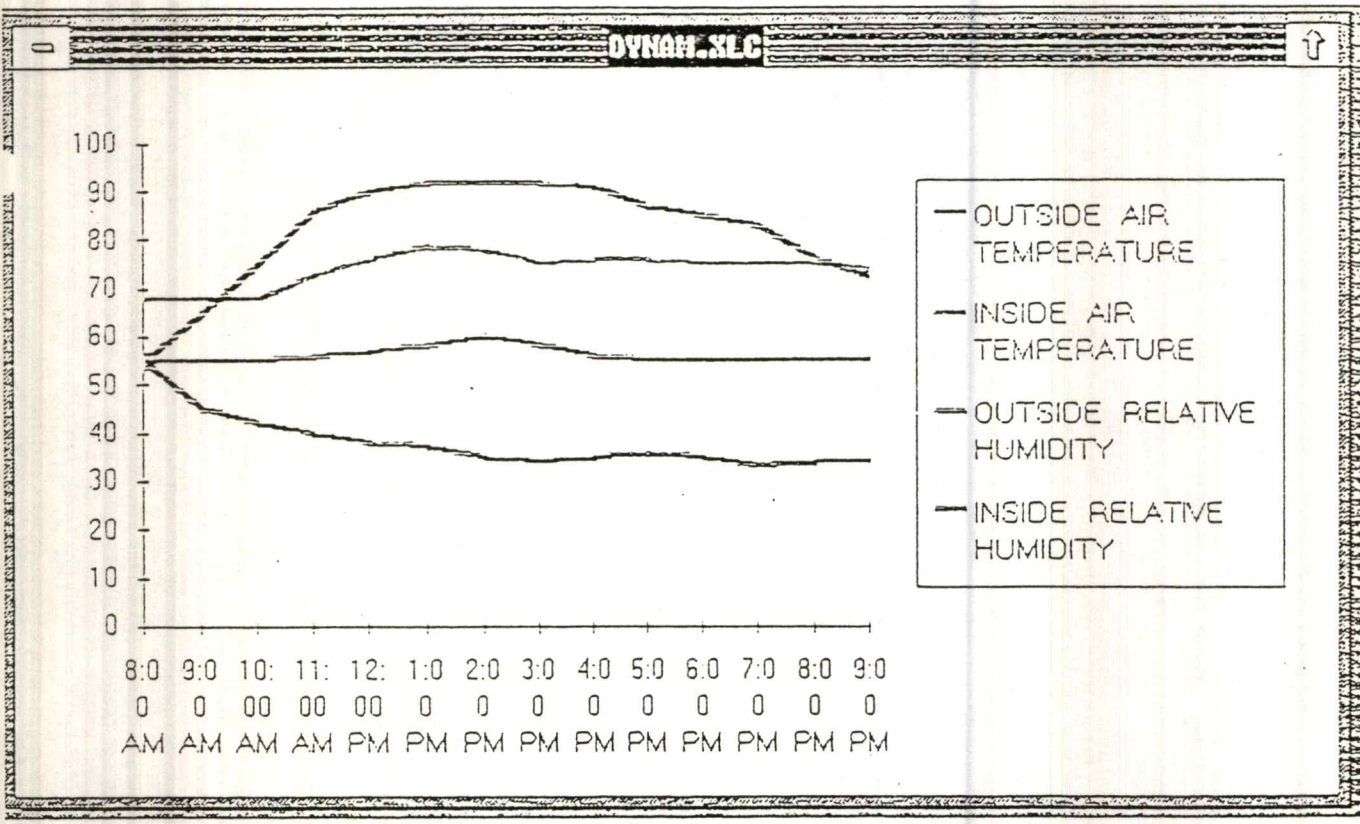
เซ็นเซอร์ตรวจจับควันสามารถแจ้งสภาวะได้ 4 ระดับคือ ปกติ (Normal), แจ้งเตือน (Alarm), แจ้งเตือนขั้นต้น (Pre-Alarm) และเกิดปัญหา (Trouble) เมื่อเกิดการแจ้งเตือนขึ้น ข้อความแจ้งเตือนจะปรากฏบนหน้าจอเพื่อบอกให้ผู้ดูแลระบบโทรศัพท์กลับไป ตรวจสอบที่เบอร์โทรศัพท์ของยามที่รับผิดชอบบริเวณนั้นว่าเกิดเพลิงไหม้จริงหรือไม่ พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่ยามว่าต้องทำอย่างไร เมื่อใดก็ตามที่ผู้ดูแลระบบได้รับข้อคามแจ้งเตือนจะสั่งพิมพ์ข้อความแจ้งเตือนนั้นออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อใช้เป็นรายงาน ซึ่งปกติจะมีเครื่องพิมพ์ 2-3 ตัวสำหรับดูรายงานที่ออกมา หากรายงานออกมาเหมือนกันแสดงว่าไม่มีระบบที่เชื่อมโยงกับเครื่องพิมพ์ ตัวใดผิดพลาดที่ทำให้ข้อมูลตกหล่นหรือสูญหาย



รูปที่ 2.50 แสดงการส่งข้อความแจ้งเตือน

2.2.6 แนวโน้มของระบบจากรายงาน (Trend Report)

ตัวเลือก TREND เป็นตัวเลือกที่อยู่ในแถบตัวเลือกหนึ่งที่แสดงค่าต่างๆที่สามารถแสดงได้ด้วยกราฟ เช่น อุณหภูมิ และความชื้นทั้งภายในและภายนอกอาคารในช่วงเวลาหนึ่งดังรูป



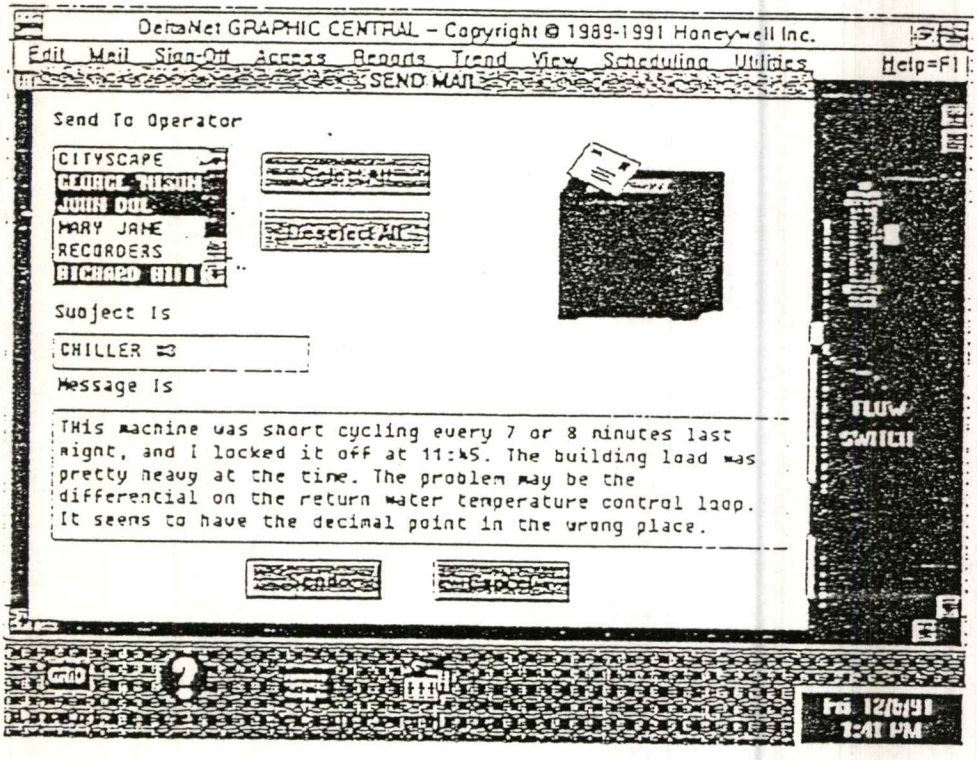
รูปที่ 2.51 กราฟแสดงอุณหภูมิของบริเวณต่างๆ

2.2.7 การส่งข้อความ (Mail)

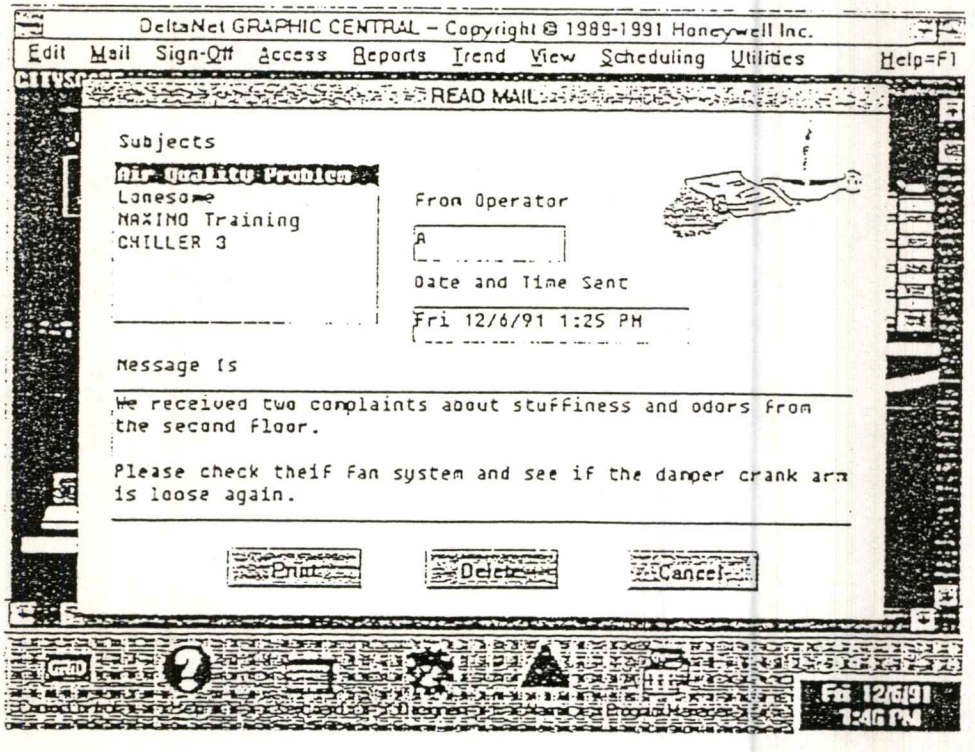
ขณะที่อยู่บนหน้าจอแสดงสถานะของระบบ ถ้ามีจดหมายส่งมาถึงผู้ใช้ ก็จะปรากฏข้อความว่ามีจดหมายมาถึงซึ่งผู้ใช้สามารถ เลือกตัวเลือก MAIL บนแถบตัวเลือกเพื่อที่จะขออ่านหรือส่งจดหมายได้โดย

- ถ้าเลือกอ่านก็จะปรากฏหัวข้อของข้อความที่ส่งมา เราสามารถเลือกว่าจะอ่านจดหมายฉบับใด และหลังจากอ่านเสร็จสามารถเก็บไว้หรือจะสั่งพิมพ์ออกมาหรือลบออกไปจากฮาร์ดดิสก์ก็ได้

- ถ้าเลือกส่งก็จะสามารถส่งจดหมายได้มากถึง 300 ตัวอักษร ส่วนเวลา วันที่ และรหัสประจำตัวของผู้ส่งจะถูกแนบไปกับจดหมายโดย อัตโนมัติ



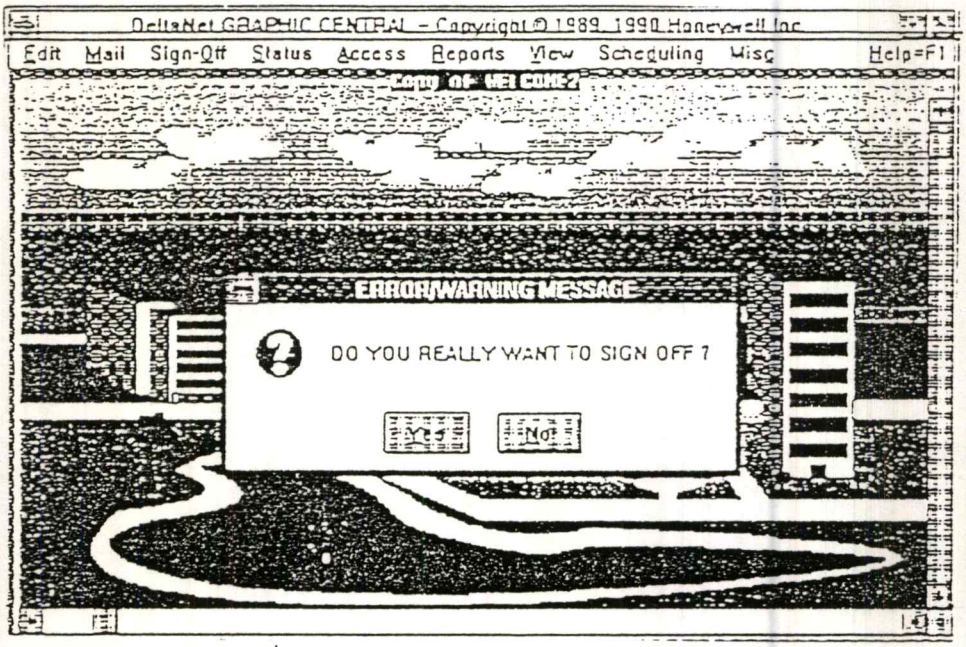
รูปที่ 2.52 แสดงการส่งข้อความ



รูปที่ 2.53 แสดงการรับข้อความ

2.2.8 การออกจากระบบ (Sign Off)

เมื่อต้องการที่จะออกจากโปรแกรมของระบบให้คลิ๊กที่ตัวเลือก SIGN-OFF บนแถบตัวเลือก จากนั้นระบบจะถามผู้ใช้เพื่อยืนยันการเลือกที่จะออกจากระบบดังรูป



รูปที่ 2.54 แสดงการออกจากโปรแกรมของระบบ

2.2.9 การเข้าส่งระบบกราฟฟิก (View)

การคลิ๊กตัวเลือก VIEW บนแถบตัวเลือกจะช่วยให้การเข้าสู่ระบบกราฟฟิกได้เร็วยิ่งขึ้นซึ่งที่ตัวเลือก VIEW จะประกอบด้วย

- DIRECT ACCESS: ผู้ใช้สามารถเข้าไปทำการเลือกดู SCROLL BAR หรือ ทำการตั้งชื่อหรือแก้ไขชื่อของระบบกราฟฟิกนั้นๆได้

- KEYNAME ACCESS : ผู้ใช้สามารถเลือกปฏิบัติงานบนตำแหน่งต่างๆ บน GRAPHIC ได้เมื่อเลือก KEYNAME ACCESS เช่น

- ถ้าป้อนคำสั่ง P1 ซึ่งเป็นรหัสของปั๊มหมายเลขหนึ่งก็จะแสดงตำแหน่งของ ปั๊มหมายเลขหนึ่งบนกราฟฟิกที่เลือกไว้แล้ว

- ป้อนคำสั่งโดยตรงให้ตำแหน่งใดๆ บนกราฟฟิกทำงานเป็น AHU ON

- START PICTURE : ผู้ใช้สามารถกลับไปที่ภาพกราฟิกที่เริ่มแรกบนจอได้

- SPLIT SCREEN : ผู้ใช้สามารถทำงานพร้อมกันทีเดียวบนภาพกราฟฟิก 2 ภาพได้

- STACLE PICTURE OR FLAT PICTURE: ผู้ใช้สามารถดูภาพกราฟฟิกย้อนกลับไปได้ตั้งแต่ 5 ภาพขึ้นไป

- PRINT SCREEN : ผู้ใช้สามารถพิมพ์ภาพกราฟฟิกบนจอเมื่อเลือก PRINT SCREEN หรือสั่งพิมพ์หน้าจอด้วยการกดปุ่ม F5 บนแป้นพิมพ์

2.2.10 โปรแกรมอำนวยความสะดวก (Utilities)

ตัวเลือก UTILITY เป็นตัวเลือกหนึ่งบนแถบเครื่องมือที่ช่วยให้การปฏิบัติงานบนคอมพิวเตอร์สะดวกและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

- ไมโครซอฟต์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) : เป็นโปรแกรมที่ช่วยจัดเก็บข้อมูลในรูปตารางเพื่อง่ายแก่การจัดการ

BUILDING	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER	
	Kwh /1000	Ton-hrs /1000	Kwh /1000	Ton-hrs /1000	Kwh /1000	Ton-hrs /1000	Kwh /1000	Ton-hrs /1000
Medical	8.81	4.96	8.80	4.97	8.12	3.97	7.20	3.53
Library	2.7	2.01	2.77	2.18	2.37	1.63	1.87	1.18
Chiller Plant	6.66	7.24	6.83	7.42	5.40	5.87	4.58	4.98
TOTAL	18.17		18.40		15.89		13.65	

รูปที่ 2.55 การแสดงการจัดเก็บข้อมูลในตาราง

- เครื่องคิดเลข (Calculator) : เป็นส่วนที่ช่วยในการคำนวณ เช่นการหารากที่สองหรือเปอร์เซ็นต์โดยใช้แป้นพิมพ์ทำหน้าที่เป็นเครื่องคิดเลข

- ปฏิทิน (Calendar) : เป็นส่วนที่แสดงเวลาการทำงานและการนัดหมายประจำวัน

- แฟ้มนามบัตร (Cardfile) : เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเจ้าหน้าที่เจ้าของนามบัตร เช่น ชื่อ, วัน เดือน ปีเกิด, เบอร์โทรศัพท์ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับเจ้าหน้าที่นี้ถูกเก็บอยู่บนดรรชนีนามบัตร (Index Card)

- สมุดบันทึก (Notepad) : เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้มีไว้สำหรับบันทึกข้อมูลหรือเขียนเตือนความจำ

2.2.11 โปรแกรมช่วยเหลือ (Help)

เป็นตัวเลือกบนแถบตัวเลือกที่ช่วยให้รายละเอียดในการใช้โปรแกรมให้กับผู้ใช้ที่ต้องการคำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆบนโปรแกรมควบคุมนี้

เมื่อคลิ๊กที่ตัวเลือก HELP ก็จะพบว่าภายในตัวเลือก HELP ประกอบด้วย

- การปฏิบัติงานผ่านภาพกราฟฟิก (GRAPHIC OPERATOR INTERFACE OVERVIEW)

- ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอ (SCREEN LAYOUT AND CONVENTIONS)

- แถบตัวเลือก (MENU BAR)
    - แก้ไข (EDIT)
    - ออกจากระบบ (SIGN-OFF)
    - สถานะ (STATUS)
    - รายงาน (REPORTS)
    - มุมมอง (VIEW)
    - ตารางเวลา (SCHEDULE)
    - เข้าระบบ (SIGN-ON)
- กระบวนการต่างๆ (TYPICAL PROCEDURES)
    - รับและส่งจดหมาย (READ AND SENT MAIL)
    - ส่งการควบคุมอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งต่างๆ (COMMAND A POINT)
    - แก้ไขค่าต่างๆ (MODIFY POINT VARIABLES)
    - การจำลองเหตุการณ์ (DO TERMINAL EMULATION)
    - การแสดงผลเอาท์พุท (OUTPUT REPORTS)
    - เปลี่ยนค่าที่กำหนด (CHANGE SETPOINTS)
    - รายงานตารางเวลา (SCHEDULE REPORTS)
- กรอบข้อความ (DIALOG BOXES)
    - บันทึกหรือเก็บข้อมูล (SAVE/STORE DATABASE)
    - รับรู้และเก็บข้อความแจ้งเตือนแจ้งเตือน (ACKNOWLEDGE AND STORE ALARM)
    - เพิ่มเติมหรือแก้ไขขอบเขตการให้งานของผู้ดูแลระบบ (ADD/MODIFY OPERATOR AUTHORITIES)
    - การปรับตั้งค่าต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ (ADJUST PC OPERATING VARIABLES)
    - การสั่งจุดทำงานผ่านตารางเวลาการทำงาน (SCHEDULE POINT COMMANDS)
    - การเปลี่ยนระดับของจุดทำงาน (CHANGE POINT CLASSES)
    - การเปลี่ยนระดับของจุดทำงาน (EDIT ALARM PROCESSING PARAMETERS)
- คำนิยามศัพท์ต่างๆ (DEFINITIONS)

2.3 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power Supply)

ในระบบอาคาร แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า จะประกอบด้วยอุปกรณ์รับพลังงาน และอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าเช่น หม้อแปลง เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์ หรือโหลดต่างๆ ที่ต้องการพลังงานมากน้อยแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ระบบ ปรับอากาศต้องใช้พลังงานมาก จนกระทั่ง แหล่งจ่ายพลังงานของพวกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

ในระบบ BAS สามารถเลือกแหล่งจ่ายพลังงานให้เหมาะสมเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ เช่น ไฟดับชั่วคราว, การกระเพื่อมขึ้นๆ ลงๆ ของแรงดันไฟฟ้า (Fluctuation) การเกิดสัญญาณรบกวนต่างๆ เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะมีผลอย่างมากต่อการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ BAS ซึ่งต้องการแหล่งจ่ายพลังงานที่มีคุณภาพสูง และมีความเชื่อถือสูง จึงนิยมใช้ UPS (Uninterruptible Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายพลังงานสำรอง โดย UPS ก็รับพลังงานไฟฟ้ามาจากการไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ตัดต่อ และหม้อแปลง หรือ มาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Emergency Generator) ซึ่งจะใช้ในกรณีฉุกเฉินเช่น ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน อันอาจจะเกิดจากระบบสายส่ง เป็นต้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง มีขนาดตั้งแต่ 10-3750 kVA ซึ่งมีทั้งแบบติดตั้งภายในและการติดตั้งภายนอกอาคาร

UPS (Uninterruptible Power Supply)

เป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่ไม่มีการรบกวนจากปัญหาต่างๆ เช่นปัญหาสัญญาณรบกวน และเป็นแหล่งจ่ายที่มีเสถียรภาพ เนื่องจากจ่ายไฟฟ้าได้อย่างไม่ขาดตอน ถึงแม้จะมีราคาแพง แต่นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับระบบ BAS เพราะนอกจากจะจ่ายโหลดด้าน ฮาร์ดแวร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังจำเป็นสำหรับการใช้ซอฟท์แวร์ ให้สามารถทำงานได้ตลอดเวลา เนื่องจากมีแบตเตอรี่ จ่ายพลังงานในช่วงเวลาไฟดับ

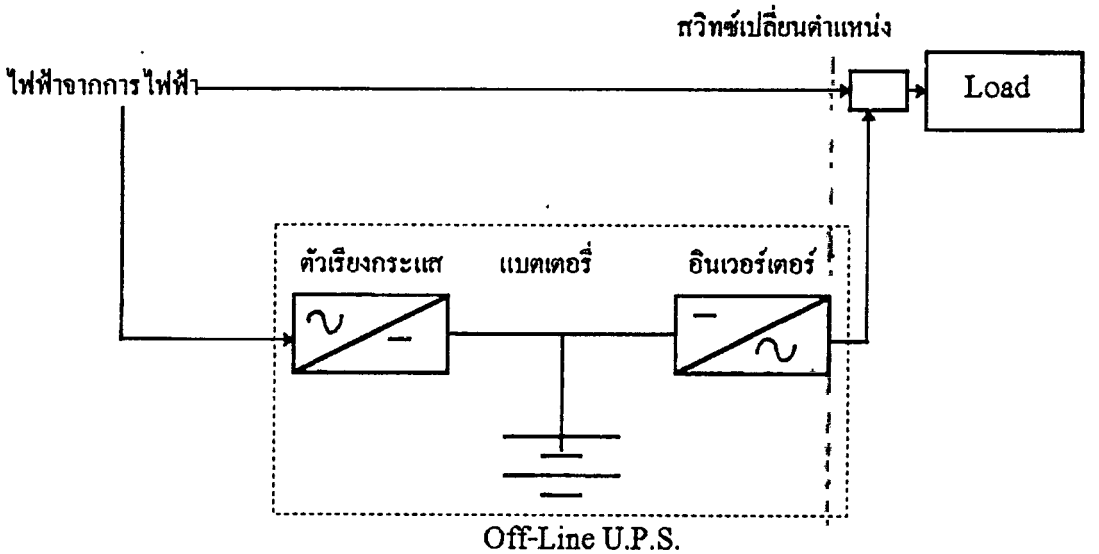
UPS ช่วยลดปัญหาทางด้านแหล่งจ่ายพลังงาน เช่น กรณีที่

1. แรงดันมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ไฟตก ไฟเกิน
2. ความถี่มีการเปลี่ยนแปลง
3. เฟสมีการเปลี่ยนแปลง
4. เกิดกระแสผิดปกติ (Transient)
5. เกิดการรบกวนของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า EMI (Electromagnetic Interference) หรือคลื่นวิทยุ RFI (Radio Frequency Interference)

UPS มี 2 ชนิดหลักๆ คือ แบบ ออฟไลน์ (Off Line) และแบบ ออนไลน์ (On Line)

1. UPS แบบ ออฟไลน์

มีขนาดตั้งแต่ 200 VA ถึง 3 kVA สามารถป้องกันปัญหาไฟดับได้ โดยในภาวะที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าปรกติ UPS ชนิดนี้จะไม่ทำการจ่ายโหลด แต่จะสะสมพลังงานที่ได้รับจากการไฟฟ้า ผ่านตัวเรียงกระแส (Rectifier) ที่ทำหน้าที่สะสมประจุในแบตเตอรี่ เมื่อไฟดับ ประจุในแบตเตอรี่จะผ่านอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ เพื่อจ่ายโหลดเช่น คอมพิวเตอร์ หรืออุตัวควบคุม อย่างไม่ขาดตอน หากไม่มี UPS คอมพิวเตอร์ในระบบ BAS อาจประสบปัญหาไฟดับบ่อยๆ ทำให้อายุการใช้งาน (Lift time) สั้นลงมากเช่น จาก 10 ปี เหลือเพียง 2 ปี เป็นต้น



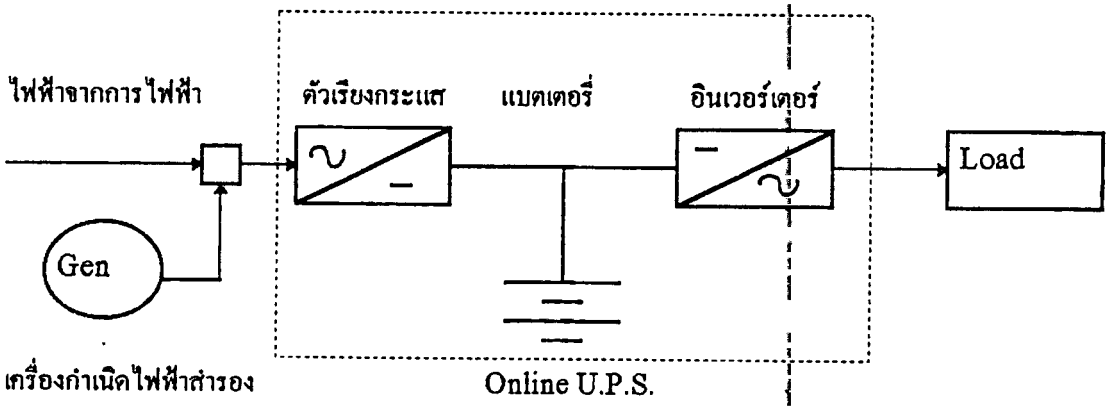
Off-Line U.P.S.

รูปที่ 2.56 แสดงลักษณะของ U.P.S. แบบออฟไลน์

2. UPS แบบออนไลน์

จะนิยมใช้ในระบบ BAS ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าแบบ ออฟไลน์ประมาณ 3 เท่า เนื่องจากเป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับโหลดคอมพิวเตอร์ และ ตัวควบคุมอยู่ตลอดเวลา โดยในภาวะปรกติ จะรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ผ่านตัวเรียงกระแสเพื่อประจุแบตเตอรี่ แล้วจึงเอาพลังงานจากแบตเตอรี่ผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายโหลดได้โดยทันทีไม่ขาดตอน หากไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน UPS

ชนิดนี้ก็จะรับพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Emergency Generator) ที่มีขนาด(VA) ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ UPS เพื่อทำงานต่อไปโดยที่ แบตเตอรี่ไม่หมด เหตุผลที่ไม่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจ่ายโหลดโดยตรง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่องไม่ต่ำกว่า 10 วินาที ซึ่งอาจทำให้ ซอฟท์แวร์ และข้อมูลในระบบ BAS เสียหาย



รูปที่ 2.57 แสดงลักษณะของ U.P.S. แบบออนไลน์

UPS แบบออนไลน์ ดีกว่าแบบ ออฟไลน์ ตรงที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ ปราศจากสัญญาณรบกวนให้อุปกรณ์ได้ตลอดเวลา จึงนิยมใช้กับห้องควบคุม เพื่อเป็นการป้องกัน

1. อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ เช่น คอมพิวเตอร์, ตัวควบคุม
2. ซอฟท์แวร์ปฏิบัติการของ BAS (Operating Software) เช่น DOS ,WINDOWS, OS/2, UNIX เป็นต้น
3. ซอฟท์แวร์ประยุกต์ของ BAS (Application Software) เช่นโปรแกรมปิด-เปิดอุปกรณ์ตามช่วงเวลา เป็นต้น
4. ข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจค่า หรือวัดค่าต่างๆ เช่น สถานะของสายสัญญาณ, ระดับอุณหภูมิ, ระดับน้ำ

ขนาดของ UPS ชนิดนี้มีตั้งแต่ 500 VA-800 VA เช่น อาคารสำนักงานใหญ่ของธนาคารกสิกรไทย ใช้ UPS 400 kVA 5 ตัว รวมเป็น 2000 kVA เพื่อจ่ายให้กับคอมพิวเตอร์ และระบบสำคัญอื่นๆ โดยการคำนวณขนาด UPS ที่จะใช้ในระบบ BAS อย่างคร่าวๆ ทำได้โดย

$$\text{ขนาดของ UPS (หน่วย VA)} = \frac{\text{โหลดทั้งหมด (Watt)}}{\text{Power Factor}}$$

ตัวอย่างเช่น ระบบ BAS ใช้คอมพิวเตอร์ตัวละ 200 วัตต์ 4 ตัว และตัวควบคุม 100 วัตต์อีก 10 ตัว ก็จะเลือก UPS ขนาด (200x4)+(100x10)/0.8 =2250 VA โดยที่กำหนดให้ค่าเพาว์เวอร์แฟคเตอร์ เป็น 0.8 เมื่อคิดเผื่อค่าตัวคูณเพื่อความปลอดภัย (Satety Factor) อีกประมาณ 20% ก็ควรจะเลือก UPS ขนาด 3000 VA

แหล่งจ่ายพลังงานเรคติฟายเออร์ (Rectifier Power Unit)

เป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับ เป็นกระแสตรงมีตั้งแต่ช่วง 25-500 แอมแปร์ ซึ่งจะจ่ายให้กับอุปกรณ์สวิทซ์บอร์ด (Switch Board) และอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ของระบบ BAS ในภาวะปรกติ เพราะการส่งสัญญาณต่างๆ ในระบบ BAS มักใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 24 โวลท์

อุปกรณ์แบตเตอรี่สำรอง (Storage Battery Equipent)

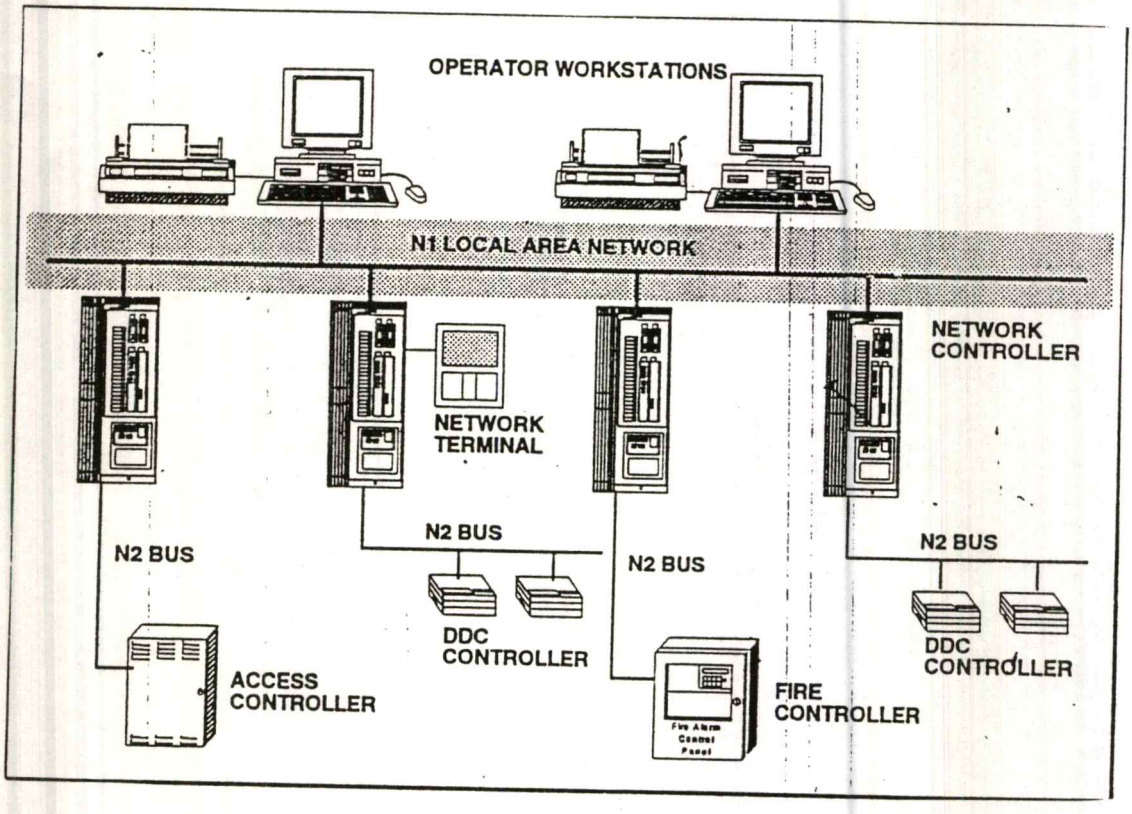
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรองพลังงาน (Back Up) ให้กับอุปกรณ์สื่อสารและสวิทซ์บอร์ดในภาวะไฟดับ มีช่วงตั้งแต่ 10-2500 แอมป์แปร์-ชั่วโมง (A-H) และสามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันไฟฟ้า 24 โวลท์ให้กับระบบ BAS ได้อย่างสะดวก

แหล่งจ่ายพลังงานทั้งจากการไฟฟ้า, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง, UPS, เรคติฟายเออร์ หรือแบตเตอรี่สำรอง ที่ติดตั้งในระบบ BAS จะสามารถตรวจสอบการทำงานได้โดยผ่านจอมอนิเตอร์ (Monitor) ของคอมพิวเตอร์

บทที่ 3
การสื่อสารในระบบ BAS

การสื่อสารในระบบ BAS เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารรถทำงานร่วมกันได้ โดยมีสื่อกลางคือ สายสัญญาณในรูปแบบต่างๆ และอุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล การรับส่งค่าทางไฟฟ้าและสั่งงานระบบให้ทำงานตามที่กำหนดไว้ได้ จึงต้องทราบส่วนต่างๆ ของระบบ BAS ก่อนว่ามีส่วนใดบ้างและแต่ละส่วนมีลักษณะสัญญาณ สายสัญญาณและการเชื่อมต่อเป็นอย่างไร

ลักษณะของชุดควบคุมมีลักษณะดังภาพรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของการต่อพ่วงของอุปกรณ์ควบคุม

จากภาพจะทราบตำแหน่งของการวางสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ในส่วนตัวควบคุม ว่ามีการต่อพ่วงกับอุปกรณ์อะไรบ้าง แบ่งเป็น

- คอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์
- คอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมหลัก
- ตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง
- ตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

การสื่อสารในระบบ BAS สามารถแบ่งส่วนประกอบที่ใช้ในการสื่อสาร ได้ดังนี้

3.1 ลักษณะของสายสื่อสาร

3.2 ระบบสัญญาณ

3.3 การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์

3.1 ลักษณะของสายสื่อสาร

สายที่ใช้สื่อสารในงานระบบ BAS มีหลายชนิดมีรูปแบบการใช้งานขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ ความสามารถในการรับ-ส่งข้อมูล ขนาด ค่าการสูญเสียและลักษณะของการใช้งาน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

3.1.1 สายสัญญาณ (Communication Line)

3.1.2 สายไฟเลี้ยง (Power Supply)

3.1.1 สายสัญญาณ (Communication Line)

สายสัญญาณเป็นสายที่ออกแบบให้ใช้ในการส่งข้อมูลหรือส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีค่าไม่สูงมากนัก ส่วนใหญ่เป็นการส่งสัญญาณไฟกระแสตรง แบ่งตามลักษณะของสายสัญญาณได้ดังนี้

1) สายโคแอ็กเชียล (Coaxial)

2) สายทวิสต์แพร์ (Twist Pair)

3) สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

4) สายส่งตามมาตรฐานอาร์เอส (RS Standard)

1) สายโคแอ็กเชียล (Coaxial)

สายโคแอ็กเชียลมีลักษณะสายสัญญาณแบบเดียวกับสายที่ใช้รับสัญญาณเครื่องรับโทรทัศน์ประกอบด้วยแท่งตัวนำภายใน ซึ่งทำมาจากทองแดงผสม

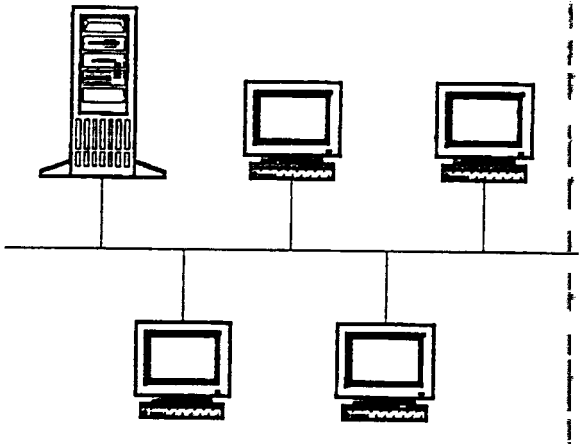
อัลลอยด์คั่นด้วยฉนวนไฟฟ้าไดอิเล็กทริกซ์ แล้วหุ้มด้วยตะแกรงลวดป้องกัน (Shield) ซึ่งทำมาจากอะลูมิเนียมหรือทองแดง แล้วหุ้มด้วยฉนวนภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

คุณสมบัติของสายโคแอ็กเชียล

สายโคแอ็กเชียลมีส่วนแท่งตัวนำแกนกลางใช้ในการส่งสัญญาณภาพ, เสียง และข้อมูล ส่วนตะแกรงลวดภายนอกสามารถป้องกันสัญญาณรบกวน เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ ฯลฯ ได้ทำหน้าที่รับสัญญาณ มีขนาดให้เลือกหลายขนาด ส่วนที่นำมาใช้งานกับระบบ BAS มีขนาด RG 59-62 ใช้กับพื้นที่ไม่ห่างไกลมากนัก

การใช้งานในระบบ BAS

มีการนำสายโคแอ็กเชียลมาใช้งานในระบบ BAS ในส่วนที่คอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมหลัก ดังเส้นระบายในรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นการเชื่อมตัวเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (Local Area Network : LAN) ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหลักของส่วนควบคุมในงานระบบ BAS โดยมีการต่อสายเป็นแบบบัส มีลักษณะการต่อเป็นดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อแบบบัส

การต่อแบบบัสเป็นรูปแบบพื้นฐานในการเชื่อมต่อสัญญาณ และใช้ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการต่อประเภทอื่น เนื่องจากใช้สายโคแอ็กเชียลเป็น

สายหลักในการติดต่อสื่อสาร แต่การเชื่อมต่อของอุปกรณ์จะต้องมีการวางแผนการต่อ หากมีการโยกย้ายอุปกรณ์จะต้องทำการตัดต่อสายใหม่ ซึ่งอาจจะต้องทำให้ระบบหยุดทำงานได้

2) สายทวิสต์แพร์ (Twist Pair)

สายทวิสต์แพร์มีลักษณะสายสัญญาณคล้ายกับสายโทรศัพท์ เป็นตัวนำแกนเดียวและฉนวนชั้นเดียวสองเส้นขดตีเกลียวกัน โดยเส้นหนึ่งเป็นสายส่งสัญญาณและสายอีกเส้นหนึ่งเป็นสายรับสัญญาณ สายทวิสต์แพร์แบ่งเป็น

- ชีลด์ทวิสต์แพร์ (Shielded Twist Pair : STP)
- อันชีลด์ทวิสต์แพร์ (Unshielded Twist Pair : STP)

ชีลด์ทวิสต์แพร์ (Shielded Twist Pair : STP)

เป็นสายทวิสต์แพร์ที่มีลักษณะตีเกลียวกัน และมีตะแกรงลวดโลหะหุ้มอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกัน สัญญาณรบกวนได้มากกว่าขึ้น มีราคาแพง นิยมใช้ในส่วนที่จำเป็นต้องเดินสายสัญญาณใกล้กับสายไฟหรือในที่ๆ มีสัญญาณรบกวนมาก

อันชีลด์ทวิสต์แพร์ (Unshielded Twist Pair : STP)

เป็นสายทวิสต์แพร์ที่มีลักษณะตีเกลียวเช่นเดียวกัน ป้องกันสัญญาฯรบกวนได้ดีระดับหนึ่งแต่ไม่ดีเท่าสายชีลด์ทวิสต์แพร์

คุณสมบัติของสายทวิสต์แพร์

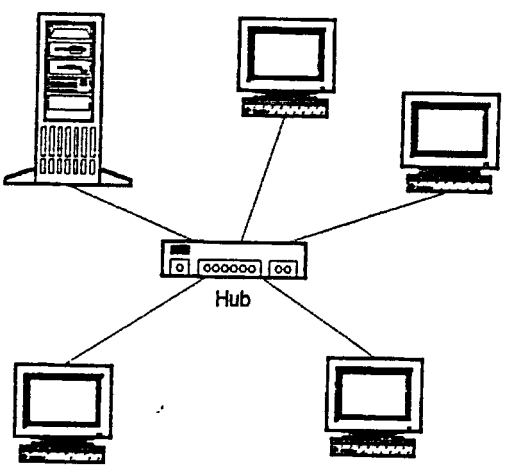
สายทวิสต์แพร์นำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน เนื่องจากสภาพแวดล้อม และเพื่อป้องกันการสูญเสียของข้อมูลที่อยู่ภายในสาย

การตีเกลียวกัน (Twisting) สามารถป้องกันคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Interference : RFI) ได้แก่คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ ฯลฯ ซึ่งสัญญาณรบกวนแบบ RFI จะมีผลต่อการส่งสัญญาณในสายธรรมดาด้วยความถี่สูง จึงทำให้มีการสูญเสียของข้อมูลหรือค่าทางไฟฟ้าภายในสายได้

ส่วนการมีตะแกรงลวดเป็นการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference) ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำในสายไฟ มีผลทำให้เกิดสัญญาณรบกวนได้

การใช้งานสายทวิสต์แพร์ในระบบ BAS

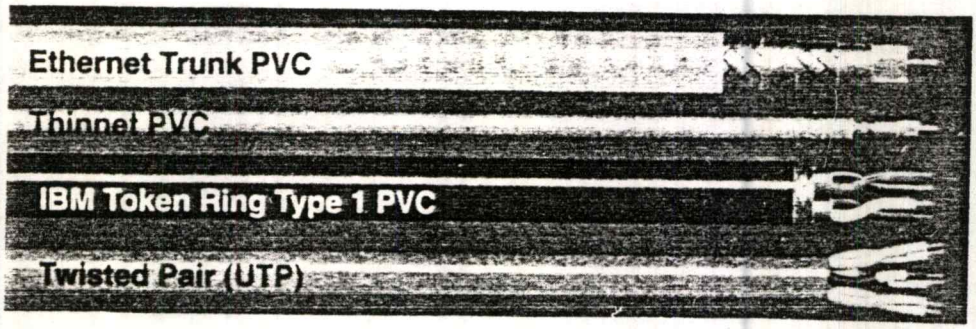
สายทวิสต์แพร์มีการนำมาใช้งานในระบบ BAS พิจารณาส่วนที่เป็นคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อกันในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับสายโคแอ็กเชียล แต่เป็นการเชื่อมต่อแบบสตาร์ คอนฟิกกูเรชั่น ซึ่งมีลักษณะการต่อดังภาพ



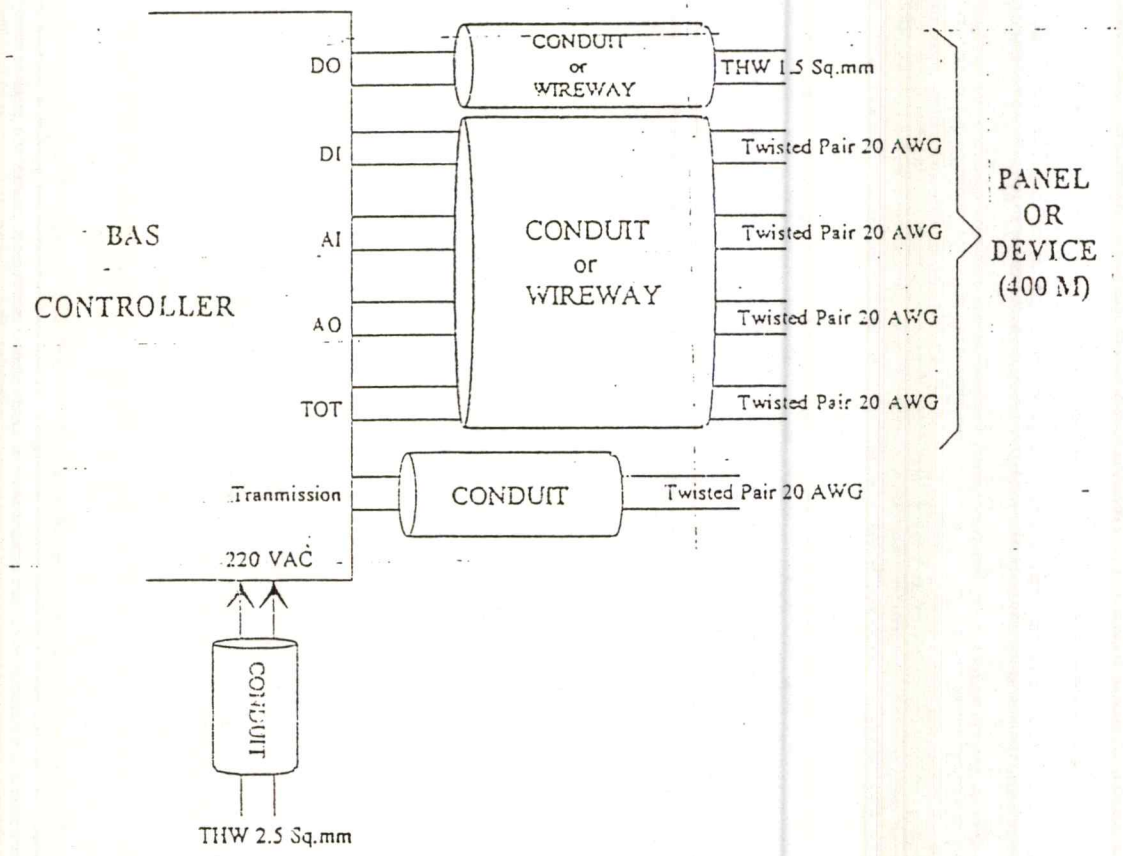
รูปที่ 3.3 แสดงการต่อแบบสตาร์ คอนฟิกกูเรชั่น

โดยมีจุดแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันผ่านตัวเลือกเส้นทาง (Hub) ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นในการสั่งงานหรือรับรู้ข้อมูลทางระบบ BAS สายที่ใช้ในส่วนนี้เป็นสาย UTP มีขนาดตั้งแต่ 18-24 AWG และการเชื่อมต่อสายเป็นไปด้วยความสะดวก หากมีการเคลื่อนย้าย หรือเปลี่ยนตำแหน่งอุปกรณ์ในภายหลังก็สามารถทำได้โดยง่าย

ในส่วนที่เป็นตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบต่างๆ ก็มีการนำสายทวิสต์แพร์มาใช้เช่นกัน ดังภาพ



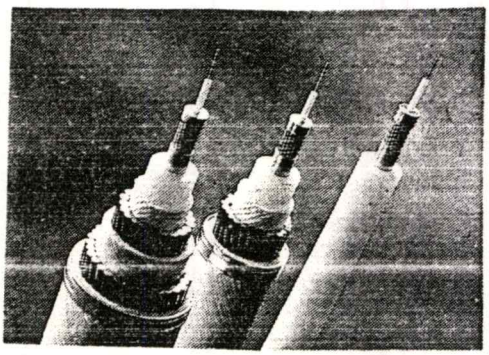
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของสายทวิสต์แพร์



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของการใช้สายระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์

3) สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

สายใยแก้วนำแสง เป็นสายที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลแบบใหม่มีลักษณะเป็นแท่งแก้ว หรือพลาสติกไฟเบอร์ใส หลายแท่งมาพันตีเกลียวกัน และห่อหุ้มด้วยฉนวนภายนอกอีกชั้นหนึ่ง ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของสายใยแก้วนำแสง

คุณสมบัติของสายใยแก้วนำแสง

สายใยแก้วนำแสงอาศัยหลักการตกกระทบของแสงภายในท่อ จึงทำให้โอกาสที่จะสูญเสียสัญญาณมีน้อยมากในการรับ-ส่งข้อมูล มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูง และสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในระยะไกล และรวดเร็วกว่าสายแบบอื่น

การใช้งานในระบบ BAS

สามารถนำสายใยแก้วนำแสงมาใช้กับระบบได้ ในส่วนของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กับ ตัวควบคุมหลัก เพื่อให้การรับ-ส่งข้อมูล มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีมาตรฐานในการเชื่อมต่อเป็นไปตามผู้ผลิตของแต่ละบริษัท

4) สายส่งตามมาตรฐานอาร์เอส (RS Standard)

สายส่งตามมาตรฐานอาร์เอส มีลักษณะเป็นสายไฟเส้นเล็กๆ หลายเส้น โดยแต่ละเส้นจะมีฉนวนชั้นเดียวแบ่งเป็นสีชัดเจน มีตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป มีรูปแบบการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) แบ่งสายตามมาตรฐานที่ใช้งานในระบบ BAS ได้แก่

- มาตรฐานอาร์เอส 232
- มาตรฐานอาร์เอส 485
- มาตรฐานอาร์เอส 422

มาตรฐานอาร์เอส 232

ประกอบด้วยสายสัญญาณ 3 เส้นคือ สายรับ, สายส่ง และสายดิน ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง มีลักษณะสัญญาณภายในเป็นแบบพัลส์ ใช้กับงานควบคุมทั่วไป ในระยะใกล้ๆ กันระหว่างอุปกรณ์ ไม่เกิน 15 เมตร (50 ฟุต)

มาตรฐานอาร์เอส 485

ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น คือ สายรับ และสายส่ง สามารถรับส่งได้ไกลกว่าสายชนิด อาร์เอส 232 โดยตัวควบคุมส่วนใหญ่จะไม่มีพอร์ท ของ อาร์เอส 485 จะต้องใช้ตัวแปลงสายเรียกว่า RS 232 TO RS 485 Converter เพื่อที่จะทำให้ตัวควบคุมสามารถติดต่อสื่อสารได้ไกลมากขึ้น ประมาณ 400 เมตร (1200 ฟุต)

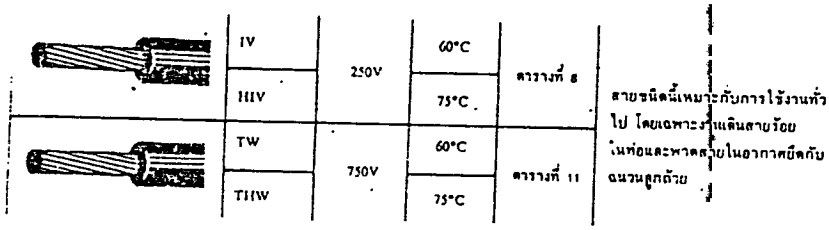
มาตรฐานอาร์เอส 422

ประกอบด้วยสายสัญญาณ 4 เส้น คือสายส่ง 2 เส้น และสายรับอีก 2 เส้น มีลักษณะเดียวกับ อาร์เอส 485 แต่จะส่งข้อมูลได้เร็วกว่า

3.1.2 สายไฟเลี้ยง (Power Supply)

สายไฟเลี้ยงในงานระบบ BAS เป็นสาย THW ที่มีลักษณะเป็นตัวนำแกนเดียว โดยใช้สาย 2 เส้นในการส่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมักจะเป็น 12 หรือ 24 โวลท์ดีซี เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทาง BAS ต่างๆ เช่น ตัวควบคุมรอง หรือตัวตรวจจับควัน ฯลฯ แต่ถ้าเป็นการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลก็มักจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ รีเลย์ (Relay) นอกจากนี้ในบางอาคารได้มีการนำสาย THW มาใช้ในการส่งสัญญาณด้วย เนื่องจากสาย THW เป็นลวดตัวนำ จึงสามารถส่งสัญญาณได้แต่อาจมีผลต่อการสูญเสียข้อมูลได้หากนำมาส่งสัญญาณแบบพัลส์ เนื่องจากสัญญาณรบกวนเนื่องด้วยสาย THW มีราคาถูกกว่าสายชนิดอื่น

ลักษณะของสายไฟเลี้ยงในงานระบบ BAS มีลักษณะส่วนประกอบดังภาพ



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของสาย THW

3.2 ระบบสัญญาณ

ระบบสัญญาณของระบบ BAS คือระบบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับ-ส่งค่าทางไฟฟ้า เพื่อใช้สัญญาณเหล่านี้ไปทำการเปิด-ปิดวงจร หรือปรับค่าต่างๆ ซึ่งสัญญาณทางไฟฟ้าเหล่านี้ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า (Voltage) และกระแสไฟฟ้า (Current) ซึ่งเป็นไฟกระแสตรง (DC) มีค่าไม่สูงมากนัก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

3.2.1 สัญญาณ อนาลอก (Analog)

3.2.2 สัญญาณ ดิจิตอล (Digital)

3.2.3 สัญญาณ พัลส์ (Pulse)

3.2.1 สัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีลักษณะต่อเนื่องกันคือ มีลักษณะการรับแรงดันไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง หรือมีการส่งกระแสอย่างต่อเนื่อง หรือค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง เช่น การตรวจจับการขึ้น-ลงของอุณหภูมิ การเปิด-ปิดวาล์วน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ เป็นต้น โดยแบ่งเป็น สัญญาณอนาลอกอินพุท (Analog Input: AI) และสัญญาณอนาลอกเอาท์พุท (Analog Output : AO)

สัญญาณอนาลอกอินพุท ประกอบด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า 2 ประเภทที่ใช้ในการส่งหรือรับสัญญาณ ได้แก่

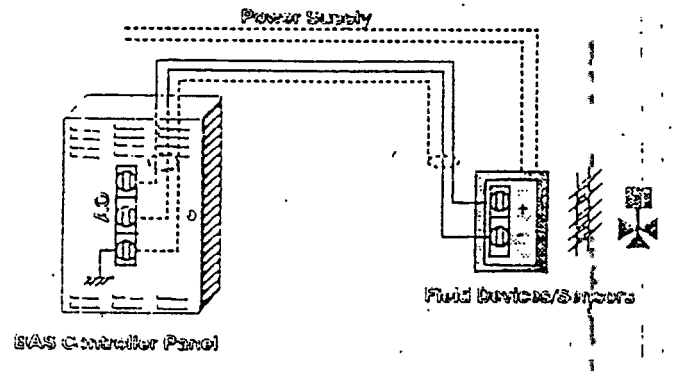
— แรงดันไฟฟ้า (DC Voltage) มีค่าระหว่าง 0-5 VDC

— กระแสไฟฟ้า (DC Current) มีค่าระหว่าง 4-20 mA

***หมายเหตุ** ถ้าหากรับเป็นแรงดัน (Pressure) จะมีค่าระหว่าง 0-10 psi (pound per square inch)

ลักษณะของการเชื่อมต่อและควบคุมระหว่างตัวควบคุม (Controller) กับอุปกรณ์ (Device) เป็นไปดังภาพ

BAS Point - AO (Analog Output)



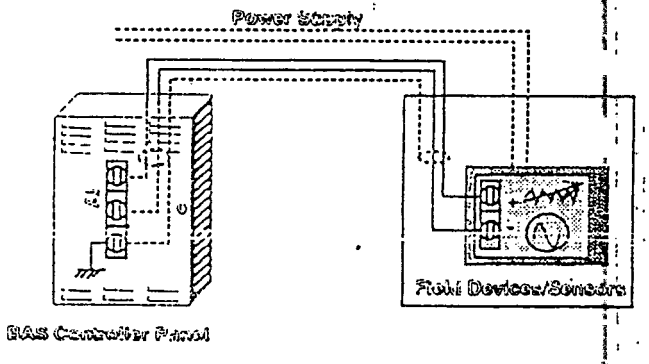
รูปที่ 3.8 แสดงการส่งสัญญาณอนาลอกอินพุท

สัญญาณอนาลอกเอาท์พุท ประกอบไปด้วยสัญญาณ 2 ประเภทที่ใช้ในการรับและส่งค่าเช่นเดียวกัน คือ

- แรงดันไฟฟ้า (DC Voltage) มีค่าระหว่าง 0-10 VDC
- กระแสไฟฟ้า (DC Current) มีค่าระหว่าง 4-20 mA

***หมายเหตุ** ถ้าหากส่งค่าเป็นแรงดัน (Pressure) จะมีค่าระหว่าง 0-10 psi ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุม และอุปกรณ์ เป็นไปดังภาพ

BAS Point - AI (Analog Input)

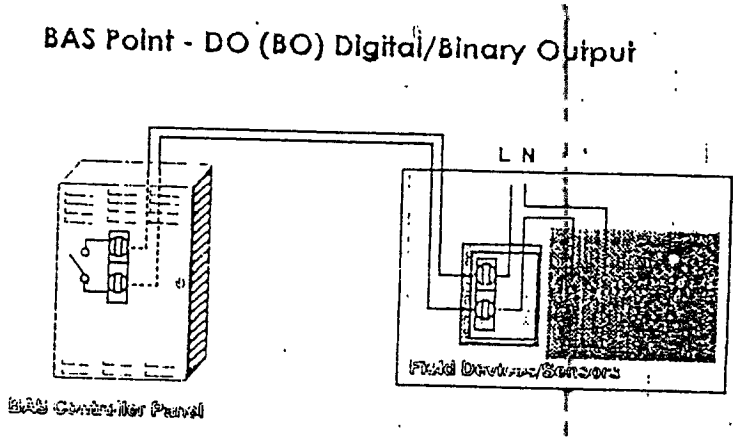


รูปที่ 3.9 แสดงการส่งสัญญาณแบบอนาลอกเอาท์พุท

สรุป สัญญาณอนาลอก มักจะใช้กับค่าที่มีการปรับแต่ง เปลี่ยนแปลง หรือต้องการควบคุมตลอดเวลา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งาน เช่น การปรับการขึ้น-ลงของอุณหภูมิมีผลต่อการควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วน้ำเย็น เป็นต้น

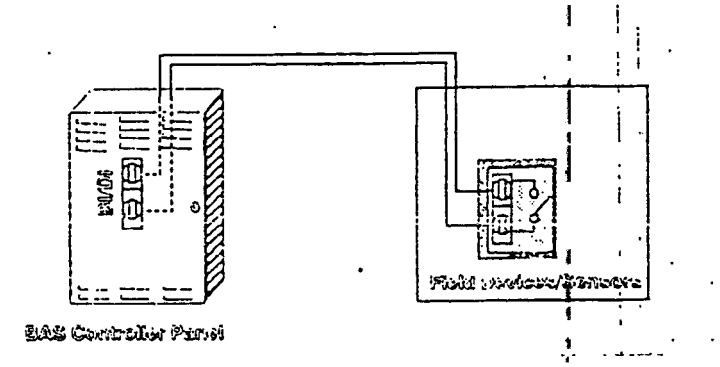
3.2.2 สัญญาณดิจิตอล คือ สัญญาณทางไฟฟ้าที่รับเข้าหรือส่งออกเพียง 2 สภาวะเท่านั้น ได้แก่ เปิด หรือ ปิด โดยแบ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลอินพุท (Digital Input : DI) และสัญญาณดิจิตอลเอาท์พุท (Digital Output : DO)

สัญญาณดิจิตอลอินพุท บางครั้งเรียกว่าไบนารี่อินพุท (Binary Input : BI) คือ ส่วนที่รับสัญญาณโดยหน้าสัมผัสทางไฟฟ้า หรือเป็นอุปกรณ์รีเลย์ (Relay) ว่าเป็น เปิด หรือ ปิด ดังภาพ



รูปที่ 3.10 แสดงการส่งสัญญาณดิจิตอลอินพุท

สัญญาณดิจิตอลเอาท์พุท หรือเรียกว่าไบนารี่เอาท์พุท (Binary Output : BO) เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในลักษณะของแรงดันไฟฟ้าจ่ายออกหรือไม่จ่ายออก ค่าแรงดันที่ใช้จะมีค่าระหว่าง 0-10 VDC เพื่อขัดการให้ไฟเลี้ยงไปป้อน รีเลย์ (Relay) ดังภาพ



รูปที่ 3.11 แสดงการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลเอาท์พุท

3.2.3 สัญญาณพัลส์ เป็นสัญญาณอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งไม่ถือว่าเป็นสัญญาณอนาลอกหรือสัญญาณดิจิตอล สัญญาณพัลส์ มีลักษณะคล้ายสัญญาณดิจิตอล แต่มีการเปลี่ยนแปลงค่าอย่างรวดเร็ว มีลักษณะเป็นสัญญาณอินพุทอีกชนิดหนึ่ง เช่น การวัดอัตราการไหลของน้ำโดยใช้ตัววัดอัตราการไหล (Flow Rate Transducer) หรือ เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

สัญญาณทางไฟฟ้าต่างๆเหล่านี้มักจะส่งค่าเป็นแรงดันไฟกระแสตรง อุปกรณ์ต่างๆที่มีภายในเป็นอิเล็กทรอนิกส์ มักจะต้องการไฟเลี้ยง (Power Supply) ซึ่งเป็นไฟกระแสตรงเช่นกันแต่มีขนาด 12 หรือ 24 โวลท์ เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้ ส่วนสัญญาณทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับ-ส่งค่านั้นจะมีค่าระหว่าง 0-10 VDC

3.3 การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์

รูปแบบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ จะบ่งบอกถึงการทำงานในระบบ BAS ว่ามีการทำงานร่วมกันได้อย่างไร และมีอะไรเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

3.3.1 ระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมหลัก

3.3.2 ระหว่างตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง

3.3.3 ระหว่างตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์

3.3.1 ระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมหลัก

ในส่วนนี้จะมีการสื่อสารด้วยระบบ LAN มีลักษณะดังนี้

ระบบ LAN ในงานระบบ BAS

ระบบ LAN (Local Area Network) เป็นระบบติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายท้องถิ่น หรือใช้เฉพาะภายในอาคารนั้นๆ ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือ ตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมหลัก เพื่อที่จะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ ในงานระบบ BAS โดยส่วนใหญ่ จะทำการติดตั้งระบบ LAN เพียง 2 ชนิด ได้แก่

1) อาร์คเน็ต (Arcnet LAN)

2) อีเทอร์เน็ต (Ethernet LAN)

1) อาร์คเน็ต (Attached Resource Computer Network)

เป็นเครือข่ายชนิดหนึ่ง สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงถึง 2.5 Mbps มีความน่าเชื่อถือ ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี และราคาไม่แพงมากนัก อาร์คเน็ต LAN ใช้รับ-ส่งข้อมูลที่มีขนาดเล็กและทำงานในระดับ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) โดยใช้สายโคแอ็กเชียล มาตรฐานขนาด RG-62 หรือใช้สายทวิสต์แพร์ และในบางแห่งก็ใช้สายใยแก้วนำแสง เพื่อช่วยในการส่งข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อาร์คเน็ต LAN สามารถที่จะต่อเป็นแบบบัส (Bus configuration) หรือแบบ สตาร์ (Star configuration) ก็ได้ การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุมจะใช้เวลาเพียงระยะสั้นๆ เนื่องจากเป็นการติดต่อระดับฮาร์ดแวร์ หรือในระดับวงจรใช้งาน และเปรียบเทียบ รูปแบบในการวางระบบได้ดังนี้

การวางรูปแบบการส่งแบบบัส จะทำงานได้ช้ากว่าการส่งข้อมูลแบบสตาร์ เนื่องจากแต่ละตู้ควบคุม (Panel) ห้ามมิให้ส่งข้อมูลพร้อมกัน จะส่งและรับได้เพียงตู้ควบคุมเดียวเท่านั้น

การวางรูปแบบการส่งแบบสตาร์ สามารถทำงานได้รวดเร็วโดยไม่ต้องคอยให้สายสัญญาณว่าง เพราะแต่ละเทอร์มินอล (Terminal) จะมีชุดสายสัญญาณเป็นของตนเอง และจะมีตัวเลือกเส้นทางเป็นศูนย์กลางในการจัดแจงสัญญาณ

ข้อดีของการต่อแบบสตาร์ คือจะสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าการต่อแบบบัส และสามารถรู้ได้ว่า อุปกรณ์ตัวไหนกำลังใช้งานอยู่

ข้อเสียคือ จะต้องใช้สายสัญญาณมากกว่า และต้องเพิ่มตัวเลือกเส้นทางตามจำนวนคู่สายที่ใช้

ข้อดีของการต่อแบบ บัสคือ มีการวางตำแหน่งอุปกรณ์แน่นอน และใช้สายสัญญาณน้อยกว่า

ข้อเสียคือ จะส่งข้อมูลได้ช้า เนื่องจากจะต้องรอให้สายสัญญาณว่างก่อนจึงจะทำการรับ-ส่งข้อมูลได้

2) อีเทอร์เน็ต LAN (Ethernet LAN) เป็นระบบที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน ออกแบบให้ใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ (Application software) ใช้ส่งข้อมูลที่มีจำนวนมากระหว่างอุปกรณ์ และส่งข้อมูลแบบ CSMA (Carrier Sense Multiple Access Collision Detection) คือการป้องกันการชนกันของข้อมูล โดยทั่วไประบบ LAN ชนิดนี้มักจะติดตั้งแบบสตาร์ และมีความเร็วในการส่งข้อมูลถึง 10 Mbps ซึ่งประกอบด้วย

- แผงวงจรเน็ตเวิร์ก (Network Interface Card)
- ตัวต่อสัญญาณ (Connector) และช่องต่อสาย
- สายสัญญาณ
- ตัวเลือกเส้นทาง (Hub)

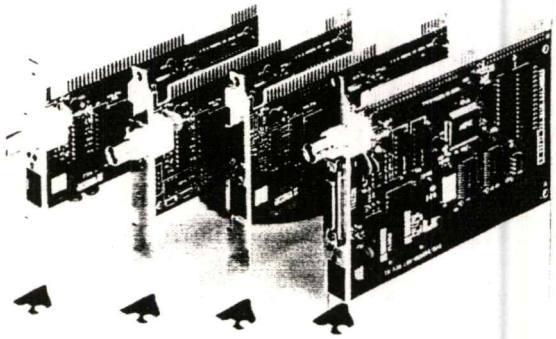
แผงวงจรเน็ตเวิร์ก แผงวงจรเน็ตเวิร์ก มีลักษณะเป็นแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่หลักคือเป็นตัวกลางในการรับค่า-ส่งค่าและโอนถ่ายข้อมูล มีรูปแบบและมาตรฐานความเร็วให้เลือกอยู่ 4 ลักษณะด้วยกันคือ

10BASE-TX จะส่งข้อมูลที่มีระดับความเร็ว 100 Mbps จะเป็นรูปแบบที่จะมีการนำมาใช้ในอนาคตอย่างแพร่หลาย และในปัจจุบันก็มีการนำมาใช้แล้ว

10BASE-T จะส่งข้อมูลที่มีระดับความเร็ว 10 Mbps มีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันและเป็นที่นิยม

10BASE-5 และ 10BASE-2 เป็นมาตรฐานเริ่มแรกของระบบ LAN แบบ อีเทอร์เน็ต ซึ่งยังไม่รองรับและไม่สนับสนุนสายแบบ UTP และค่อนข้างจะมีความเร็วในการทำงานต่ำ

แผงวงจรเน็ตเวิร์กมีลักษณะดังภาพ



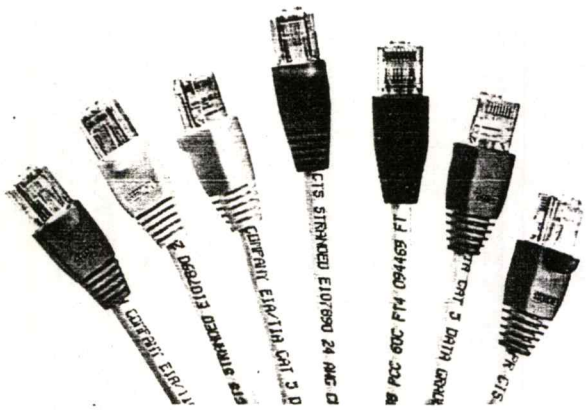
รูปที่ 3.12 แสดงภาพของแผงวงจรเน็ตเวอร์กที่ใช้กับคอมพิวเตอร์

ตัวต่อสัญญาณและช่องต่อสาย ตัวต่อสัญญาณ มีหลายแบบด้วยกัน แบ่งเป็นตัวต่อสัญญาณแบบ BNC , แบบ RJ-45, และแบบ AUI

แบบ BNC จะมีลักษณะเป็นหัวกลมๆ มีเกลียวขัน ใช้สำหรับสายโคแอ็กเชียล หรือ สาย UTP เป็นลักษณะข้อต่อแบบเก่า ที่จะมีการใช้น้อยลงทุกที ใช้กับระบบ 10BASE-2

แบบ RJ-45 มีลักษณะคล้ายหัวต่อแบบโทรศัพท์ แต่มีสายภายในมากกว่าสายโทรศัพท์ใช้ต่อกับสาย UTP โดยมีสายภายใน 8 เส้น เป็นที่นิยมใช้กันมาก ใช้กับระบบ 10 BASE-T หรือ 10 BASE- TX

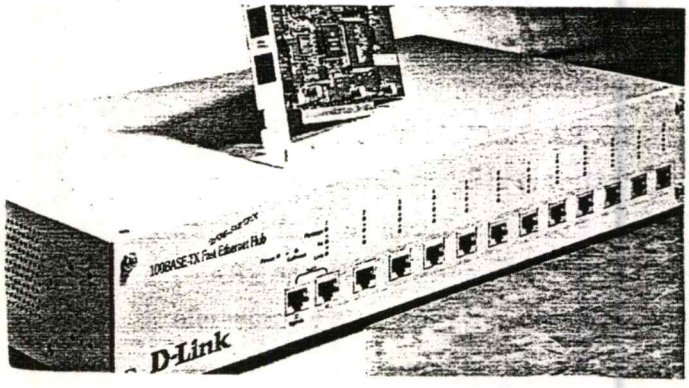
แบบ AUI เป็นหัวต่ออีกชนิดหนึ่งที่ใช้กับระบบ 10 BASE -5 ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ มีลักษณะเป็นพอร์ท



รูปที่ 3.13 แสดงหัวต่อแบบ RJ-45

สายสัญญาณ สายสัญญาณที่ใช้กับระบบ LAN แบบ อีเทอร์เน็ต มีได้ทุกแบบ หากใช้สายโคแอ็กเชียล ก็จะเรียกว่า อีเทอร์เน็ต แบบหนา (Thick Ethernet) หากใช้สาย UTP ก็จะเรียกว่า อีเทอร์เน็ต แบบบาง (Thin Ethernet) บางแห่งก็มีการนำสายใยแก้วนำแสงมาใช้แล้ว

ตัวเลือกเส้นทาง ตัวเลือกเส้นทางที่ใช้ในระบบ LAN จะมีพอร์ท์ต่างๆให้เชื่อมต่อเป็นแบบสตาร์ โดยส่วนมากจะมีพอร์ท์ไม่เกิน 24 พอร์ท์ ทำหน้าที่หลักในการจัดสรรเส้นทางของเครือข่าย และสามารถขยายเครือข่ายได้ โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวเลือกเส้นทางกับตัวเลือกเส้นทาง ทำให้มีจำนวนพอร์ทมากขึ้นในการติดต่อสื่อสารดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะของตัวเลือกเส้นทาง (HUB)

ในส่วนนี้คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่สั่งงาน หรือรับข้อมูลจากตัวควบคุมหลัก โดยผ่านการสื่อสารเป็นแบบสัญญาณพัลส์ สู่หน่วยประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ และผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาเพื่องานเฉพาะ ทำให้การสื่อสารในส่วนนี้เป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว

3.3.2 ตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง

ในส่วนของตัวควบคุมหลักกับตัวควบคุมรอง มีการเชื่อมต่อผ่านพอร์ทมาตรฐาน RS หากตัวควบคุมห่างกันไม่เกิน 15 เมตร ก็จะใช้สายมาตรฐาน RS- 232 หากอยู่ห่างกันมากก็จะใช้สายมาตรฐาน RS-485 ซึ่งจะสามารถส่งได้ไกลมากขึ้น โดยปรกติตัวควบคุมจะมีพอร์ทมาตรฐาน RS-232 หากจะใช้สาย RS-485 ก็จะมีตัวแปลง (Converter) จากสาย RS-232 เป็น RS-485 เพื่อส่งได้ไกลขึ้นถึง 400 เมตร และลักษณะสัญญาณในการสื่อสารเป็นแบบพัลส์

3.3.3 ระหว่างตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์

ระหว่างตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์ตรวจจับ จะมีการสื่อสารผ่านสายหลายประเภทด้วยกันขึ้นอยู่กับว่าอุปกรณ์ที่ใช้ มีความต้องการในความแม่นยำ รวดเร็ว เพียงไร เช่น ตัวตรวจจับควัน จะต้องมีการทำงานที่แน่นอน จึงจำเป็นจะต้องใช้สายทวิสต์แพร์เพราะหากใช้สายแบบอื่น เมื่อมีสัญญาณรบกวนอาจจะทำให้เกิดสัญญาณหลอกได้ ส่วนอุปกรณ์แจ้ง

เตือนก็จะใช้สาย THW หรือสายตัวนำแกนเดียวแต่มีตะแกรงลวดหุ้มก็มี การควบคุมที่ใช้สัญญาณ อนาลอก ก็จะใช้สาย ทวิสต์แพร์ แบบมีตะแกรงลวดป้องกัน การเลือกใช้สายจะต้องคำนึงถึงสถานที่ที่ทำการติดตั้งด้วยว่าอยู่ใกลกับสิ่งรบกวนสัญญาณหรือไม่ แต่โดยส่วนมากมักจะใช้สาย THW เป็นหลัก สัญญาณที่ใช้ในการรับ-ส่งส่วนใหญ่เป็น สัญญาณอนาลอก และดิจิตอล โดยรับมาจากอุปกรณ์ในระบบต่างๆ หรือ ส่งค่าไปควบคุมอุปกรณ์นั้นๆ

3.4 มาตรฐานการสื่อสาร (Standard Protocol)

3.4.1 เหตุผลของการมีมาตรฐานการสื่อสาร

การติดตั้งระบบ BAS ในสมัยก่อนนั้น ผู้ขายระบบจะติดต่อกับผู้ขายเพียงรายใดรายหนึ่งเท่านั้น เวลามีปัญหาเกิดขึ้นก็จะต้องแจ้งไปยังผู้ขายรายนั้นๆ ซึ่งดูเหมือนว่าจะต้องรับบริการกับผู้ขายรายนั้นเพียงรายเดียว หากผลิตภัณฑ์ทาง BAS ที่ใช้อยู่เกิดใช้งานไม่ได้หรือล้าสมัย ก็จะต้องใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ขายรายเดินเท่านั้น ทำให้ไม่มีอิสระในการเลือกผลิตภัณฑ์อื่น ดังนั้นจึงมีองค์กรหนึ่งตั้งขึ้นมา ชื่อว่า ASHRAE หรือ BACNET (Building Automation And Control Network) ซึ่งเป็นองค์กรที่ทำให้ผู้ผลิตระบบ BAS มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางฮาร์ดแวร์ร่วมกัน และ สามารถใช้งานร่วมกันได้แม้ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์จากต่างบริษัท จึงทำให้ผู้ซื้อระบบ สามารถที่จะเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดของแต่ละบริษัทที่ผลิตระบบ BAS ได้ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้มาตรฐานอันนี้ คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบ BAS จากหลายผลิตภัณฑ์ สามารถใช้งานร่วงกันได้ ทำให้ผู้ขายมีอิสระในการที่จะนำสินค้าทาง BAS มาเสนอขายให้กับเจ้าของอาคารบางส่วนของระบบได้
2. เนื่องจากมีผู้ขายหลายราย เจ้าของอาคาร ก็สามารถที่จะเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดของแต่ละระบบได้ จากผู้ขายหลายราย
3. ความสามารถในการใช้งานร่วมกันได้ของผลิตภัณฑ์ต่างบริษัท ทำให้ง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไขเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ หากเกิดความล้าสมัย หรือใช้งานไม่ได้ หรือไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีความยืดหยุ่น สำหรับผู้ใช้
4. เกิดผู้ขายรายใหม่ๆ ขึ้นมาซึ่งมีความเชี่ยวชาญทางด้านระบบ BAS หรือสามารถที่จะเขียนโปรแกรม หรือสร้างอุปกรณ์ได้ดีกว่า จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ใช้ระบบ BAS

5. เนื่องจากมีมาตรฐานในการเชื่อมต่อของระบบ BAS บริษัทอื่นๆที่ทำระบบที่มีความสัมพันธ์กันเช่น ระบบ โทรศัพท์, ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้, ระบบแสงสว่าง ฯลฯ ก็สามารถที่จะพัฒนาระบบของตนให้ใช้กับระบบ BAS ได้ง่ายขึ้น

เนื่องจากในเมืองไทย ผู้ใช้ระบบ BAS จะใช้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเดียว เมื่อเริ่มติดตั้งระบบเป็นครั้งแรก เพราะในช่วงที่ประมูลงานจะมีหลายๆ บริษัทเข้ามาเสนอขายระบบ BAS ผู้ใช้โดยทั่วไปก็จะเลือกบริษัทที่มีความน่าเชื่อถือที่สุดมาติดตั้ง หากเกิดปัญหาขึ้นก็จะติดต่อกับผู้รับเหมาเพียงรายเดียว จึงไม่เกิดความยุ่งยากในการแก้ไข และอุปกรณ์บางอย่างอาจจะไม่ดีที่สุด แต่ก็ถือว่าขอมรับได้

รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ มาตรฐานการใช้งานเดียวกัน

- JOHNSON CONTROLS
- HONEY WELL
- LANDIS & GYR
- STAEFA
- TRANE
- AMERICAN AUTOMATRIX
- ANDOVER
- BARBER COLEMAN
- ENERGYLINE
- ROBERTSHAW

3.4.2 ข้อตกลงในการสื่อสาร (โปรโตคอล)

ข้อตกลงในการสื่อสาร ในงานระบบ BAS จะกล่าวถึงในส่วนของ ตัวควบคุมหลักว่ามีการติดต่อสื่อสารกับตัวควบคุมรองได้อย่างไร ตัวควบคุมหลักจะมีการใช้เทคนิค 2 วิธีในการติดต่อสื่อสารคือ

1) พูลลิ่งเทคนิค (Polling Technics)

2) อินเทอร์รัพเทคนิค (Interrupt Technics)

1) พูลลิ่งเทคนิค

ตัวควบคุมหลักจะต่ออยู่กับ ตัวควบคุมรองหลายๆตัว พูลลิ่งเทคนิค คือวิธีการที่ตัวควบคุมหลัก ต้องการที่จะรับรู้ค่าการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Update) จึงใช้วิธีตรวจจับ (Scan) ตัวควบคุมรองที่ละตัว และดูว่าตัวควบคุมรองตัวไหนพร้อมที่จะส่งค่าบ้าง หากตัวไหนพร้อม ก็ส่งข้อมูลไปยังตัวควบคุมหลักต่อไป และทำงานซ้ำไปเรื่อยๆ (Loop)

2) อินเทอร์รัพเทคนิค คือวิธีการที่ ตัวควบคุมหลักไม่ต้องไปตรวจจับ ตัวควบคุมรองทีละตัว ถ้าตัวควบคุมรองตัวไหนมีการเปลี่ยนแปลง ก็จะส่งค่าไปยังตัวควบคุมหลัก หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นก็จะไม่มีการส่งค่า อินเทอร์รัพเทคนิค นี้จะเขียนซอฟท์แวร์ในการใช้งานยาก ส่วนใหญ่ใช้กับงานระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เพราะจะทำงานได้เร็วกว่าพูลลิ่งเทคนิค

บทที่ 4

การศึกษาการออกแบบระบบ BAS และการเลือกใช้ตัวควบคุม (Controller)

ในการออกแบบระบบ BAS เพื่อเสนอประมูลจะสามารถทำได้พร้อมๆ กับการออกแบบระบบอื่นๆ ของอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ เป็นต้น เริ่มจากการนำข้อกำหนด (Criteria) หรือความต้องการของเจ้าของโครงการมาพิจารณาประกอบกับแบบโครงสร้างของอาคารหรือแบบโยธาธิการ เพื่อทราบถึงรายละเอียดของอาคารในด้านกายภาพ เช่นจำนวนชั้น ลักษณะพื้นที่ เป็นต้น จากนั้นใช้แบบของระบบที่ต้องการควบคุม เช่นระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ระบบลิฟท์บันไดเลื่อน ระบบปรับอากาศ ฯลฯ มาประกอบการพิจารณา เมื่อได้แบบ BAS เบื้องต้น เจ้าของโครงการจะทำการประมูลเพื่อหาบริษัทผู้รับเหมาที่จะติดตั้งระบบซึ่งมักจะเป็นบริษัทที่ขายระบบและอุปกรณ์ (Supplier) นั่นเอง เนื่องจากมีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งผลิตภัณฑ์ของบริษัทตน การประมูลจะพิจารณาจากราคาและคุณภาพเป็นสำคัญ

หลังจากประมูลได้ บริษัทรับออกแบบและติดตั้งนั้น จะทำการเลือกอุปกรณ์โดยทำตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule) และมีขั้นตอนต่างๆ ตามหัวข้อ 4.1 ส่วนการติดตั้งและเชื่อมสายอุปกรณ์ต่างๆ จะกล่าวรายละเอียดต่อไปในบทที่ 5 โดยในบทที่ 4 นี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบระบบ BAS ซึ่งสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบจะเริ่มจากการ

1. พิจารณาลักษณะของโครงงานว่าเป็นอาคารแบบใด เป็นอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์หรืออาคารพักอาศัย เพราะพฤติกรรมการใช้อาคารจะมีผลต่อการออกแบบ เช่น ถ้าเป็นอาคารพาณิชย์หรือศูนย์การค้าจะมีผู้คนค่อนข้างพลุกพล่าน หลากหลาย มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ ลิฟท์ค้าง ระดับน้ำสำรองไม่พอใช้ เป็นต้น เวลาออกแบบจึงจำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตัวตรวจจับเพลิงไหม้แบบอุณหภูมิคงที่ให้มากขึ้น หรือเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ เซ็นเซอร์ตรวจสอบการทำงานของลิฟท์ อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยต่างๆ เช่น ระบบโทรทัศน์วงจรปิดที่ใช้ร่วมกับ BAS ก็ต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษให้เหมาะสมสำหรับอาคารนั้นๆ

2. พิจารณาถึงจำนวนชั้นของอาคารซึ่งมีผลต่อการออกแบบในด้านการเลือกประเภทของการเดินสาย หากเป็นอาคารที่สูงมากๆ มีจำนวนหลายชั้น อาจจะต้องใช้การเดินสายที่มีประสิทธิภาพ เช่น แบบระบุตำแหน่งอุปกรณ์ได้ (Addressable) เพื่อจะได้ทราบถึงการทำงานของอุปกรณ์ว่าอยู่โซนไหน ชั้นไหนหรือห้องไหน โดยการเดินสายเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบ เพราะในกรณีที่สายขาด อุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ส่วนการออกแบบอาคารที่มีขนาดกลางหรือขนาดเล็ก อาจออกแบบให้มีการเดินสายแบบฮาร์ดไวร์ (Hardwire) เพราะราคาถูกกว่าและเหมาะสมเนื่องจากมีอุปกรณ์ ณ จุด

ตรวจสอบและจุดควบคุมไม่มากถึงแม้จะใช้สายจำนวนมากเท่ากับจำนวนโซนทั้งหมด แต่ก็เป็นสายสั้นๆ ความยาวไม่กี่ชั้น สายใดขาดก็ทราบได้ทันทีว่าเกิดปัญหาโซนไหน ไม่ต้องใช้อุปกรณ์แบบระบุตำแหน่งได้

3. พิจารณาการแบ่งส่วนพื้นที่ ห้องแต่ละห้องจะมีการใช้งานแตกต่างกัน ทำให้การออกแบบในด้านเลือกอุปกรณ์แตกต่างกันไปด้วย เช่น การใช้ระบบ BAS ร่วมกันระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ต้องพิจารณาตัวตรวจจับความร้อนและตัวตรวจจับควัน โดยอาจใช้ตัวอย่างตามตารางที่ 2.1 เช่น หากเป็นห้องครัว มีควันจากการทำอาหารมากและมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจากเตาแก๊สต่างๆ จึงไม่ใช้ตัวตรวจจับเพลิงไหม้แบบตรวจจับควันหรือแบบตรวจจับอัตราการเพิ่มความร้อน แต่ออกแบบให้ใช้ตัวตรวจจับแบบอุณหภูมิคงที่แทนหรือการออกแบบระบบดับเพลิงอัตโนมัติก็เช่นกันจะไม่ใช้หัวฉีดน้ำฝอยในห้องคอมพิวเตอร์เวอร์คสเตชันเนื่องจากน้ำจากการดับเพลิงอาจทำให้คอมพิวเตอร์เสียหาย จึงออกแบบให้ใช้หัวฉีดก๊าซหรือหัวฉีดโฟมดับไฟแทน

4. พิจารณาระบบอื่นๆ ว่ามีระบบใดบ้างที่จะให้ BAS ควบคุม เช่น ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ระบบลิฟท์ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดหรือระบบอื่นๆ ถ้าไม่ต้องการให้ BAS ควบคุมการสามารถออกแบบให้ทำงานตามปกติได้ เช่น ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ก็ใช้ตัวควบคุมแบบสแตนอะโลนได้ แต่ถ้าต้องการให้มีการแจ้งเตือนผ่านคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม ก็ออกแบบให้มีการเชื่อมต่อ (Interface) กับ BAS ได้ ทั้งนี้ออกแบบจะขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของอาคารและการลงทุนเป็นหลัก

4.1 ขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งระบบ BAS

สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ดังนี้

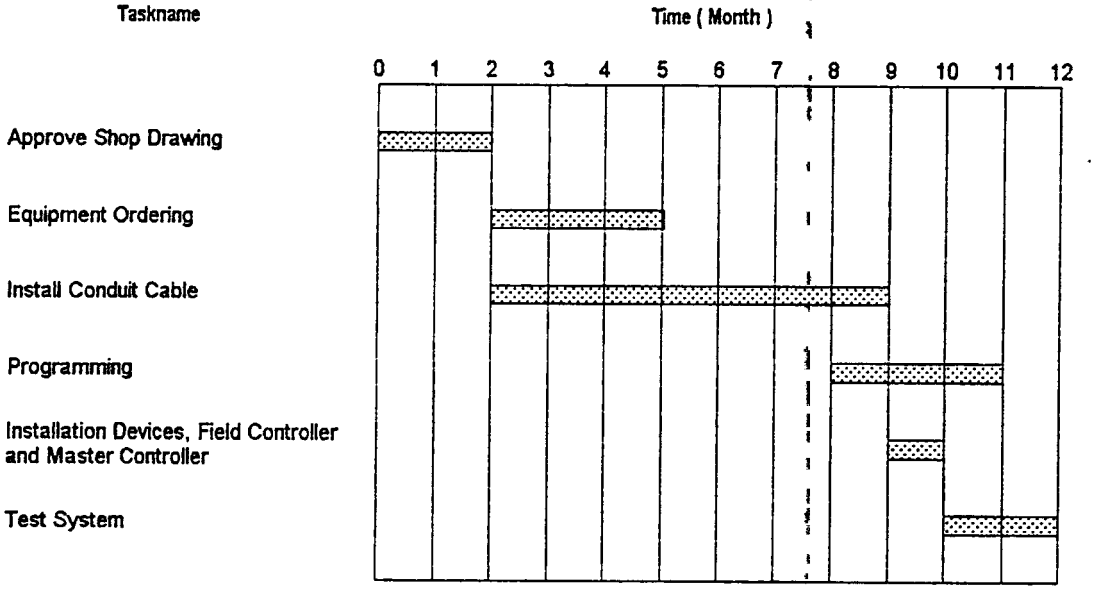
1) ขั้นตอนการวางแผน (Plan)
2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design)
3) ขั้นตอนการสั่งซื้อของ (Equipment Ordering)
4) ขั้นตอนการติดตั้ง (Installation)
5) ขั้นตอนการทดสอบระบบ (Testing System)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนหลักดังกล่าวนี้สามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผนงาน (Plan)

เป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องพิจารณาถึง หลังจากที่ได้งานประมูลและตกลงเซ็นต์สัญญารับงานออกแบบและติดตั้งระบบ BAS จากเจ้าของโครงการแล้ว เพื่อวางแผนกำหนดระยะเวลาการทำงานให้ได้ตามสัญญาว่าจ้าง ซึ่งโดยปกติแล้วงานระบบ BAS จะใช้ระยะเวลาออกแบบติดตั้งไม่เกิน 2 ปี ดังนั้นจึงสามารถแบ่งเวลาในการทำงานตามขั้นตอนของการออกแบบและติดตั้งระบบ BAS ในลักษณะของตารางการทำงานโดยแต่ละขั้นตอน จะใช้ระยะเวลาดำเนินงานแตกต่างกันไปหรือบางช่วงเวลาอาจต้องทำงานมากกว่า 1 อย่างควบคู่กันไป ดังเช่นตัวอย่างต่อไปนี้

อาคารหลังหนึ่งมีสัญญาว่าจ้างออกแบบและติดตั้งระบบ BAS เป็นระยะเวลา 1 ปี สามารถจัดทำตารางการทำงานได้ดังนี้



ตารางที่ 4.1 แสดงตารางการทำงาน

การวางแผนตารางการทำงานมีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านค่าใช้จ่าย เพราะหากไม่สามารถทำงานเสร็จตามกำหนดเวลาอาจจะต้องเสียค่าปรับวันต่อวันเป็นจำนวนเงินที่สูง

2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

1) หลังจากขั้นตอนวางแผนงานเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มงานออกแบบด้วยการทำตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule) เป็นลำดับแรกเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำไปเลือกจำนวนตัวควบคุมในระบบ BAS

2) พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ระบบในอาคารที่ต้องการควบคุม (Equivalent Location) จากแบบงานจริงของอุปกรณ์ระบบในอาคารเพื่อนำมาประกอบการออกแบบตำแหน่งจุดติดตั้งแผงควบคุมของระบบ BAS (BAS Panel Location) จากข้อ (1) ให้เหมาะสมกับพื้นที่และข้อจำกัดในเรื่องความยาวของสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการดูแล, ติดตั้งและซ่อมแซมอุปกรณ์ระบบในอาคาร เช่น ตัวควบคุม DDC ของตัวจ่ายลมเย็น AHU ควรติดตั้งภายในห้องเดียวกันตัวจ่ายลมเย็นเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและซ่อมแซมบำรุงรักษาและที่สำคัญเป็นการประหยัดพื้นที่ใช้งานของอาคาร

3) จากข้อ (1) และ (2) จึงเริ่มเขียนแบบที่แสดงตำแหน่งการติดตั้งแผงควบคุมและเส้นทางการเดินท่อและสายสัญญาณควบคุมอุปกรณ์เป็นส่วน โดยพิจารณาร่วมกับแบบติดตั้งจริงของอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมในอาคาร ซึ่งแบบที่เขียนได้เมื่อผ่านการตรวจสอบ (Approved) แล้วเรียกว่า แบบหน้างานจริง (Shop Drawing) นำมาใช้สำหรับทำการติดตั้งเดินสายและท่อของอุปกรณ์ทางระบบ BAS

3. ขั้นตอนการสั่งซื้อของ (Equipment Ordering)

1) จากการทำตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule) ทำให้สามารถรู้จำนวนอุปกรณ์ทางระบบ BAS เช่น ตัวควบคุมที่ต้องใช้ทั้งหมดในอาคาร เซ็นเซอร์ ทรานสดิวเซอร์และอื่นๆ

2) จากแบบหน้างานจริง (Shop Drawing) ทำให้สามารถประมาณจำนวนสาย ท่อและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ในการติดตั้งได้

3) การสั่งของควรสั่งของที่ต้องใช้งานก่อน เช่น สาย, ท่อและอุปกรณ์เสริมในการติดตั้ง เนื่องจาก

- เป็นส่วนที่ต้องมีการทำงานควบคู่ไปกับงานก่อสร้างอาคารและงานระบบไฟฟ้า

- ตัวควบคุมและคอมพิวเตอร์จะทยอยสั่งเข้ามาเรื่อยๆ เนื่องจากไม่เป็นการนำเงินลงทุนไปจมกับอุปกรณ์ที่ยังไม่มีความจำเป็นต้องติดตั้งก่อน และเพื่อความปลอดภัยต่อการสูญหายของอุปกรณ์ได้

4. ขั้นตอนการติดตั้ง (Installation)

1) การติดตั้งระบบ BAS จะเริ่มจากการติดตั้งท่อและร้อยสายตามแบบหน้างานจริง โดยทำไปพร้อมกับงานระบบอื่น เช่น งานก่อสร้าง งานระบบไฟฟ้าและขณะที่ดำเนินงานวางท่อและร้อยสายก็สามารถเริ่มงานด้านโปรแกรมควบคุมไปพร้อมๆ กันได้ ซึ่งโดยส่วนมากผู้ผลิตจะมีชุดซอฟท์แวร์สำเร็จรูปให้อยู่แล้ว เพียงแต่นำมาดัดแปลงเล็กน้อยให้สะดวกต่อการใช้งาน

2) ขณะติดตั้งท่อและร้อยสายตามแบบหน้างานจริงก็สามารถทำการติดตั้ง (Installation) และเชื่อมต่อ (Wiring) ตัวตรวจสอบต่างๆ ในระบบ (BAS Transducer/Sensor Wiring) ควบคู่ไปด้วยก็ได้ แล้วจึงค่อยทำการตั้งค่าหรือทดสอบการใช้งานหลังจากที่ติดตั้งท่อร้อยสายและติดตั้งเชื่อมต่อตัวควบคุมทั้งหมดในระบบ

3) ติดตั้งตัวควบคุม (Controller) ของระบบ BAS (BAS Panel Installation) แล้วทำการเชื่อมต่อตัวควบคุมกับอุปกรณ์ตรวจสอบหรืออุปกรณ์ควบคุมตามแบบหน้างานจริง

4) ขณะที่ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ก็ควรจะทำการตรวจสอบจุดเชื่อมต่อที่ทำการเชื่อมไปแล้วไปในตัวด้วย หากพบว่ามีจุดเชื่อมต่อบางจุดไม่แน่นหนาพอก็ต้องทำการแก้ไขเชื่อมต่อใหม่ทันที

5. ขั้นตอนการทดสอบระบบ (Testing System)

เป็นการทดสอบว่าอุปกรณ์ทาง BAS ที่นำมาติดตั้งและเชื่อมต่อกันนั้นสามารถทำงานร่วมกันได้จริง โดยทำการทดสอบตั้งแต่ระบบใหญ่ เช่น ส่วนคอมพิวเตอร์จนถึงส่วนย่อยๆ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งระดับการทดสอบได้ดังนี้

1) Controller Online เป็นการทดสอบในขั้นของตัวควบคุม
2) Field Point Testing เป็นการทดสอบอุปกรณ์ที่ติดตั้งแต่ละชุด
3) Features Testing เป็นการทดสอบโดยทั่วไปทั้งหมด
4) BAS Acceptance Testing เป็นการทดสอบเพื่อส่งมอบงานขั้นสุดท้าย

ซึ่งระดับการทดสอบดังกล่าว จะนำไปกล่าวในหัวข้อ 5.4 อีกครั้งหนึ่ง

4.2 ข้อกำหนดในการออกแบบ (BAS System Criteria)

การออกแบบระบบ BAS ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนตายตัว ผู้ออกแบบสามารถประยุกต์ใช้ BAS กับระบบอาคารอื่นๆ ได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งจะเป็นผู้ตัดสินใจในการกำหนดขอบเขตการใช้ BAS ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นหลัก

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดในการออกแบบระบบ BAS สำหรับอาคารหลังหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นอาคารพักอาศัยขนาดใหญ่ 4 ชั้น ใช้ระบบ BAS เพื่อควบคุมระบบปรับอากาศภายในอาคารแบบชิลเลอร์ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและเหมาะสม

ข้อกำหนดการออกแบบ

1. ตัวระบบจะต้องใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นมูลฐาน (Microprocessor Base) ตัวควบคุมเป็นแบบ DDC (Direct Digital Control) และควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถควบคุมหรือตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้ ตามที่ระบุใน ตารางจุดตรวจสอบของ BAS (Point Schedule)

2. สายสัญญาณหรือสายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ ให้เป็นไปตาม มาตรฐานของผู้ผลิตทั้งนี้สายสัญญาณ หรือ สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องเดินในท่อร้อยสายชนิดโลหะ (ท่อ EMT หรือท่อ IMC) ขนาดท่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน

3. ชุดแผงควบคุมหลัก (Main Control Panel) ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง พร้อมชุดเครื่องชาร์จเพื่อเป็นกำลังไฟฟ้าสำรองของระบบในกรณีไฟฟ้าของอาคารดับ ทั้งนี้แบตเตอรี่ที่ใช้ต้องเป็นแบบซีลลีดแอซิด (Seal Lead Acid Battery) แบบบำรุงรักษาง่าย

4. ในกรณีที่แผงควบคุมรอง (Field Panel) อยู่ไกลจากตำแหน่งแผงควบคุมหลัก อาจจำเป็นต้องมีชุดขยายสัญญาณ เพื่อให้ระบบทำงานได้สมบูรณ์

5. ระบบต้องมีซอฟท์แวร์ซึ่งสามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนการจัดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ภายในอาคาร การเปลี่ยนหรือตั้งค่าต่างๆ ต้องสามารถ

กระทำได้ง่าย ผ่านทางคีย์บอร์ด หรือ เมาส์ โดยซอฟท์แวร์ต้องสามารถสร้างภาพกราฟฟิกแสดงผัง หรือ รูปตัดอาคาร แสดงตำแหน่ง หรือ ไดอะแกรม (Diagram) ของอุปกรณ์และระบบต่างๆได้

6. ระบบต้องสามารถรับและส่งสัญญาณตรวจสอบหรือสัญญาณควบคุมระหว่างตัวระบบ BAS เองกับชุดควบคุมของระบบปรับอากาศแบบชิลเลอร์ (Chiller Plant Controller) ทั้งนี้การทำงานอย่างน้อยต้องสามารถทำได้ดังนี้

- ตรวจสอบและควบคุมการทำงานทั้งหมด (Full Operation)ของชิลเลอร์
- สามารถควบคุมค่าที่กำหนด (Set Point) ของชิลเลอร์ได้ทุกค่า
- ตรวจสอบและควบคุมการจัดลำดับการทำงานของชิลเลอร์ ทุกชุด
- ตรวจสอบและควบคุมการทำงานทั้งหมดของปั๊ม
- ตรวจสอบและควบคุมการจัดลำดับการทำงานของปั๊มทุกตัว
- ส่งสัญญาณเตือนเมื่อชิลเลอร์ทำงานผิดปรกติ
- ส่งสัญญาณเตือนเมื่อปั๊มทำงานผิดปรกติ
- เปิดชิลเลอร์ และ ปั๊มชุดอื่นทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อชิลเลอร์และปั๊มชุดที่ทำงานอยู่ผิดปรกติ
- ปรับตั้งระยะเวลาในการปิด-เปิด เครื่องชิลเลอร์ (Chiller Plant) โดยอัตโนมัติ
- ปรับเปลี่ยน เปอร์เซ็นต์โหลด (Percent Load) ของชิลเลอร์
- แสดงสภาวะการทำงานของชิลเลอร์

7. รายชื่อผลิตภัณฑ์ หรือเทียบเท่า

AMERICAN AUTOMATRIX	USA
TRANE	USA
JOHNSON CONTROL	USA
HONEYWELL	USA

จากข้อกำหนดของโครงการนี้ ทำให้บริษัทผู้ออกแบบที่ประมูลงานได้สามารถตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ได้โดยมีวิธีการทำตารางขุดตรวจสอบตามข้อ 4.3 และสามารถเลือกตัวควบคุมหลักและตัวควบคุมรองได้ตามข้อ 4.4 จากนั้นพิจารณาการติดตั้งและเชื่อมต่อสายของอุปกรณ์ได้ดังบทที่ 5

ขั้นตอนแรกของการออกแบบ (Design) คือ การทำตารางจุดตรวจสอบเนื่องจากตารางจุดตรวจสอบเป็นตารางสำคัญที่ทำให้ทราบถึงจำนวนจุดตรวจสอบ หรือจุดสั่งงานของอุปกรณ์ในระบบอาคารทุกระบบที่ต้องการการควบคุม เพื่อนำไปพิจารณาเลือกใช้ตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงาน และรวมถึงการนำไปพิจารณาเลือกตัวควบคุมที่เหมาะสมกับระบบนั้นๆ ด้วย

4.3 ตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule)

ตารางจุดตรวจสอบเป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบเพื่อเลือกตัวควบคุมที่เหมาะสม เนื่องจากตารางจุดตรวจสอบเป็นตารางที่บรรจุข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบและการสั่งงานอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ไว้ ซึ่งก่อนที่เราจะเริ่มทำตารางจุดตรวจสอบนั้น ควรจะต้องทราบสิ่งต่อไปนี้ก่อนเริ่มทำตารางจุดตรวจสอบ คือ

1. อุปกรณ์ในระบบต่างๆ ที่ต้องการควบคุมมีอะไรบ้าง และต้องการควบคุมการทำงานอย่างไร
2. จุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานของอุปกรณ์ที่ต้องการให้เป็นไปตามต้องการ
3. ตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานที่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานต่างๆ
4. ลักษณะสัญญาณจากจุดตรวจสอบที่ได้หรือลักษณะสัญญาณที่ส่งไปสั่งงานอุปกรณ์เป็นอย่างไร

1. อุปกรณ์หรือระบบที่ต้องการควบคุมมีอะไรบ้าง และต้องการควบคุมการทำงานอย่างไรในระบบนั้นๆ

พิจารณาดังตารางที่ 4.1 คอลัมน์ที่ 1

1) ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) มีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมได้แก่

- เครื่องทำความเย็น (Chiller)
- หอระบายความร้อน (Cooling Tower)
- ตัวจ่ายลมเย็น (AHU)
- ตัวควบคุมปริมาณลม (VAV)

- พัดลมจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit)
- ปั๊มน้ำเย็นในท่อน้ำเย็น
- ระบบถ่ายเทอากาศ

ฯลฯ

2) ระบบไฟฟ้า (Electrical System) มีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม ได้แก่

- สวิทซ์บอร์ดด้านแรงสูง (Main HV. Switch Board)
- สวิทซ์บอร์ดด้านแรงดันต่ำ (Main HV. Switch Board)
- หม้อแปลง (Transformer)
- แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)
- แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง (UPS)
- ระบบแสงสว่าง (Lighting System)
- ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน (Lift System)

ฯลฯ

3) ระบบดับเพลิง (Electrical System) มีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม ได้แก่

- หัวฉีดน้ำฝอย
- ตู้สายยาง
- ปั๊มน้ำมันดับเพลิง
- แท็งก์น้ำสำหรับการดับเพลิง
- หัวฉีดก๊าซดับเพลิง

ฯลฯ

4) ระบบประปา (Sanitary System) มีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม ได้แก่

- ปั๊มน้ำสำหรับระบบน้ำดี
- ปั๊มน้ำสำหรับระบบน้ำเสีย
- แท็งก์เก็บน้ำดี
- แท็งก์บำบัดเสีย

ฯลฯ

5) ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) มีระบบที่ต้องการควบคุม ได้แก่

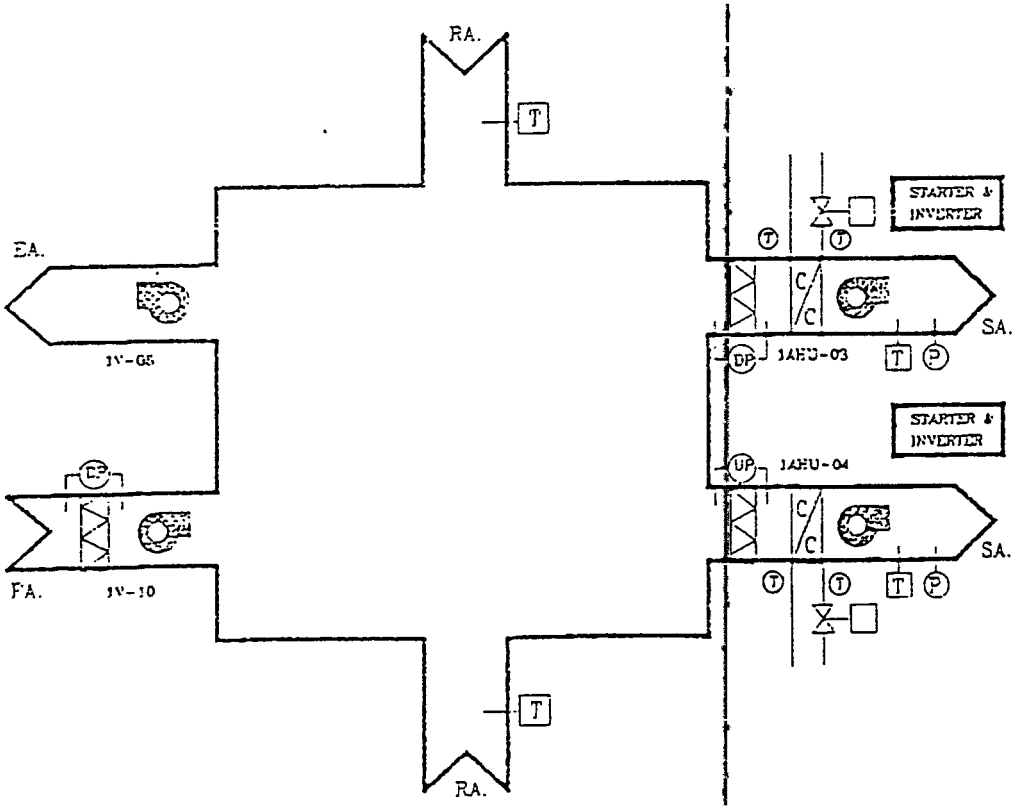
- ระบบควบคุมการเข้าออก
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ฯลฯ

ยกตัวอย่างเช่น ในระบบปรับอากาศต้องการควบคุมให้อุณหภูมิที่จ่ายให้กับบริเวณหนึ่งๆ คงที่ตามที่กำหนดไว้ไม่ว่าจะมีคนในห้องมากแค่ไหนก็ตาม อีกทั้งต้องการรับรู้สภาวะการทำงานของระบบ

2. จุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานของอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมให้เป็นไปตามต้องการ

จากตารางที่ 4.1 คอลัมน์ที่ 2 ยกตัวอย่างระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น AHU (VAV) จะมีจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงจุดตรวจสอบและจุดสั่งงานภายในตัวจ่ายลมเย็น AHU (VAV)

EQUIPMENT	POINT DESCRIPTION	BAS POINT				FIELD DEVICES	FIELD DEVICES SCOPE								REMARKS
							PROVIDED BY				INSTALLAED BY				
		AO	AI	BO	BI		BAS	EE	A/C	PLUMB	BAS	EE	A/C	PLUMB	
LIGHTING	PUBLIC LIGHTING CONTROL ON/OFF			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY EE.
LIGHTING	PUBLIC LIGHTING CONTROL ON/OFF			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY EE.
	ZONE OVERRIDE SWITCH (OPTION)				X	SWITCH		X				X			
CHILLER	START/STOP			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY A/C
	FLOW STATUS (WATERFLOW SW. IN WATER SUPPLY LINE)				X	WATER FLOW SW.			X				X		
	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		
	GENERAL ALARM				X	VFC			X				X		
	CHILLER TEMPERATURE RESET	X					X				X				CHILLER CONTROL PANEL SHALL ACCEPT
	CHILLER DEMAND CONTROL	X					X				X				0-10 VDC SIGNAL FOR CONTROL PURPOSE
	INCOMING POWER FOR EACH CHILLER		X			KW, AMP, VOLT	X					X			
	CONDENSER WATER SUPPLT/RETURN TEMP		X			PIPE TEMP. SENSOR	X						X		
	CHILLED WATER SUPPLY/RETURN TEMP		X			PIPE TEMP. SENSOR	X						X		
HEADER	- SUPPLY/RETURN TEMP HEADER (CHILLED WATER)		X			PIPE TEMP. SENSOR	X						X		
	- SUPPLY/RETURN TEMP HEADER (CONDENSER WATER)		X			PIPE TEMP. SENSOR	X						X		
	- RETURN WATER FLOW-RATE		X			FLOW RATE TRANSDUCER	X						X		
PUMPS	FLOW STATUS (WATER FLOW SW.)				X	WATER FLOW SW.			X				X		
(CHILLER, CONDENSER	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
COOLING TOWER	ON/OFF STATUS				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
	LOW LEVEL ALARM				X	VFC			X				X		
AHU (CAV)	START/STOP			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY A/C
	FLOW STATUS (AIR FLOW SW.)				X	AIR FLOW SW.	X						X		
	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
	FILTER CLOG ALARM				X	DIFF. PRESSURE SENSOR	X						X		
	RETURN SMOKE DETECTOR				X	DUCT SMOKE DETECTOR	X						X		
	CONTROL VALVE	X				VALVE & ACTUATOR			X				X		
	RETURN AIR TEMP		X			DUCT TEMP. SENSOR	X						X		
	SUPPLY AIR TEMP		X			DUCT TEMP. SENSOR	X						X		
AHU (VAV)	START/STOP			X		CONTROL RELAY	X						X		POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY A/C
	FLOW STATUS (AIR FLOW SW.)				X	AIR FLOW SW.	X						X		
	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
	FILTER CLOG ALARM				X	DIFF. PRESSURE SENSOR	X						X		
	RETURN SMOKE DETECTOR				X	DUCT SMOKE DETECTOR	X						X		
	CONTROL VALVE	X				VALVE & ACTUATOR			X				X		
	RETURN AIR TEMP		X			DUCT TEMP. SENSOR	X						X		
	SUPPLY AIR TEMP		X			DUCT TEMP. SENSOR	X						X		
	FAN SPEED OR INLET GUIDE VANE CONTROL	X				AIR VOLUME CONTROL			X				X		
	STATIC PRESSURE SENSOR		X			STATIC PRESS. SENSOR	X						X		
FAN	- SUPPLY & EXHAUST FAN														
	START/STOP			X		CONTROL RELAY	X						X		POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY A/C
	FLOW STATUS (AIR FLOW SW.)				X	AIR FLOW SW.	X						X		
	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
	- SMOKE & PRESSURIZATION														
	FLOW STATUS (AIR FLOW SW.)				X	AIR FLOW SW.	X						X		
	STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC			X				X		

ตารางที่ 4.1 แสดงตารางจุดตรวจสอบ

EQUIPMENT	POINT DESCRIPTION	BAS POINT				FIELD DEVICES	FIELD DEVICES SCOPE								REMARKS
							PROVIDED BY				INSTALLAED BY				
		AO	AI	BO	BI		BAS	EE	A/C	PLUMB	BAS	EE	A/C	PLUMB	
LIGHTING	PUBLIC LIGHTING CONTROL ON/OFF			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY EE.
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
	- HEAT EXCHANGER														
	START/STOP			X		CONTROL RELAY	X						X		POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY A/C
	STATUS				X	VFC			X				X		
	MOTOR TRIP ALARM				X	VFC			X				X		
FIRE	SPRINKLER STATUS				X	SPRINKLER FLOW SW.									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	FIRE HOST CABINET				X	WATER FLOW SW.									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	FIRE PUMP STATUS				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	FIRE PUMP MOTOR TRIP ALARM				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	JOCKEY PUMP STATUS				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	JOCKEY PUMP MOTOR TRIP ALARM				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	HYDRANT PUMPS														
	- STATUS				X	WATER FLOW SW.									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	- MOTOR TRIP ALARM				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	FIRE WATER TANK														
	- HI/LO LEVEL ALARM				X	LEVEL SW.									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	HALON														
	- NORMAL STATUS				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
	- ALARM STATUS				X	VFC									SUP. & INSTL. BY FIRE FIGHTING CONTRACTO
PLUMBING	CLEAN WATER PUMP														
	- FLOW STATUS				X	WATER FLOW SW.				X				X	
	- STATUS (VOLTAGE FREE CONTACT AT STARTER PANEL)				X	VFC				X				X	
	- MOTOR TRIP ALARM				X	VFC				X				X	
	SEWAGE TREATMENT PUMP														
	- ON/OFF STATUS				X	WATER FLOW SW.				X				X	
	- MOTOR TRIP ALARM				X	VFC				X				X	
	CLEAN WATER TANKS														
	- HI/LO LEVEL ALARM				X	LEVEL SW.				X				X	
	SEWAGE TREATMENT TANKS														
	- HI/LO LEVEL ALARM				X	LEVEL SW.				X				X	
ELECTRICAL	MAIN HV. SWITCH BOARD														
	- STATUS				X	VFC		X				X			
	- TRIP, ALARM				X	VFC		X				X			
	MAIN LV. SWITCH BOARD														
	- STATUS (KEY CB'S & ALL MAIN ACB'S)				X	VFC		X				X			
	- TRIP (KEY CB'S & MAIN ACB'S)				X	VFC		X				X			
	- INCOMING POWER TO BUILDING		X			KW, VOLT, AMP, KWH	X					X			
	- POWER TO TENANTED AREAS		X			KWH	X					X			
	TRANSFORER														
	- HIGH TEMP				X	VFC		X				X			
	GENERATOR							X							
	- ON/OFF STATUS				X	VFC		X				X			
	- FUEL TANK LOW LEVEL ALARM				X	LEVEL SW.		X				X			
	- GENERAL ALARM				X	VFC		X				X			
	- ATS STATUS				X	VFC		X				X			
	- ATS TRIP				X	VFC		X				X			
	UPS														
	- ON/OFF STATUS				X	VFC		X				X			
	- GENERAL ALARM				X	VFC		X				X			
LIFTS/ESCALATOR	- ON/OFF STATUS				X	VFC		X				X			
	- GENERAL ALARM				X	VFC		X				X			

ตารางที่ 4. 1(ต่อ)

TYPICAL BAS POINT SCHEDULE

EQUIPMENT	POINT DESCRIPTION	BAS POINT				FIELD DEVICES	FIELD DEVICES SCOPE								REMARKS
							PROVIDED BY				INSTALLAED BY				
		AO	AI	BO	BI		BAS	EE	A/C	PLUMB	BAS	EE	A/C	PLUMB	
LIGHTING	PUBLIC LIGHTING CONTROL ON/OFF			X		CONTROL RELAY	X				X				POWER RELAY SHALL BE PROVIDED BY EE.
COMPUTER ROOM	AIR CONDITION														
	- GENERAL ALARM				X	VFC									SUP & INSTALL BY COMP. A/C CONTRACTOR
	- UNIT FAILURE				X	VFC									SUP & INSTALL BY COMP A/C CONTRACTOR
	ROOM TEMP. & RH MONITOR		X			ROOM TEMP & RH SENSORS	X					X			
	WATER LEAK ALARM				X	WATER LEAK DETECTOR	X					X			

LEGEND

AO = ANALOG OUTPUT
AI = ANALOG INPUT
BO = BINARY OUTPUT
BI = BINARY INPUT
BAS = BAS CONTRACTOR
EE. = ELECTRICAL CONTRACTOR
A/C = AIR CONDITIONING CONTRACTOR
PLUMB = PLUMBING CONTRACTOR

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

- ควบคุมการเดินเครื่องหรือหยุดเครื่องของตัวจ่ายลมเย็นในที่นี้คือโบลวเวอร์
- ตรวจจับการแจ้งเตือนการทริป (Trip) ของเซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ตัวมอเตอร์
- ตรวจจับการแจ้งเตือนการอุดตันของแผ่นกรองอากาศ
- ตรวจจับควันในท่อลมเย็นส่งกลับ
- ควบคุมวาล์วประตูน้ำเย็น
- ตรวจจับอุณหภูมิของลมเย็นในท่อส่งลมเย็นที่ไหลเข้าตัวจ่ายลมเย็น
- ตรวจจับอุณหภูมิของลมเย็นในท่อส่งลมเย็นที่จ่ายออกจากตัวจ่ายลมเย็น
- ควบคุมความเร็วของพัดลมหรือควบคุมการเปิดกว้างของอินเล็ทไกด์เวน
- ตรวจจับความดันอากาศ

จะเห็นว่าจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานของตัวจ่ายลมเย็นดังกล่าวข้างต้นนี้ มีจุดประสงค์เพื่อต้องการควบคุมตัวจ่ายลมเย็นในระบบปรับอากาศให้สามารถรักษาอุณหภูมิตามที่ตั้งค่าไว้ เมื่อมีการตรวจสอบอุณหภูมิแล้วพบว่ามีความแตกต่างของอุณหภูมิจากค่าที่ตั้งไว้ไม่มากนักจึงทำการควบคุมที่ตัวจ่ายลมเย็นก่อน เนื่องจากควบคุมง่ายกว่าการไปควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องทำความเย็นโดยตรง อีกทั้งการควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องทำความเย็นจะมีผลต่อปริมาณพลังงานที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นเมื่อต้องการเพิ่มปริมาณความเย็นขึ้นอีก

3. ตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานที่ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานนั้นๆ

ในระบบ BAS มีตัวตรวจสอบมากมาย เช่น เซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์และสวิทซ์ต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดตรวจสอบได้ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 ในส่วนของฮาร์ดแวร์ของระบบ BAS เช่น ตรวจวัดอุณหภูมิใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) หรือวัดการไหลของลมในท่อใช้สวิตซ์วัดการไหลของลม (Air Flow Switch) เป็นต้น

กรณีสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์หรือตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิด ตัวสั่งงานที่ใช้จะเป็นคอนโทรลรีเลย์ (Control Relay) โดยอาศัยหน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) เป็นจุดสั่งงาน

หรือจุดตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดของอุปกรณ์นั้นๆ นอกจากนี้อาจใช้การสั่งงานไปยังตัวทำงาน (Actuator) เช่นวาล์ว โดยตรงเลยก็ได้

ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานให้เหมาะสมกับจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานนั้นๆ ดังตารางที่ 4.1 คอลัมน์ที่ 3 เนื่องจากถ้าใช้ตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานไม่ตรงกับการใช้งานจะทำให้ไม่สามารถรับรู้หรือสั่งงานอุปกรณ์ให้เป็นไปตามโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของระบบ BAS ที่ไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์นั้นได้ตามต้องการ

4. ลักษณะสัญญาณจากจุดตรวจสอบที่ได้หรือลักษณะที่ส่งไปสั่งงานอุปกรณ์

ลักษณะสัญญาณจากจุดตรวจสอบที่ได้หรือลักษณะสัญญาณที่ส่งไปสั่งงานอุปกรณ์ดังตารางที่ 4.1 คอลัมน์ที่ 4 สามารถแยกได้ 4 ประเภทคือ

1) สัญญาณอนาลอกเอาท์พุท (AO)

2) สัญญาณอนาลอกอินพุท (AI)

3) สัญญาณอนาลอกเอาท์พุท (DO)

4) สัญญาณอนาลอกอินพุท (DI)

ซึ่งสัญญาณทั้ง 4 ประเภทนี้เป็นสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างตัวควบคุมกับตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานอุปกรณ์ผ่านทางพอร์ทอินพุทเอาท์พุทของตัวควบคุม (Field Controller : FC) ซึ่งเป็นจุดต่อเชื่อมที่สำคัญอีกจุดหนึ่งที่อาจเป็นสาเหตุ ทำให้ระบบ BAS ไม่สามารถสั่งการควบคุมอุปกรณ์นั้นได้ตามต้องการ เนื่องจากความผิดพลาดในการเชื่อมต่อ เช่น การเชื่อมต่อไม่แน่นหนาพอหรือนำตัวสั่งงาน เช่น วาล์วรับสัญญาณอนาลอกเอาท์พุท ไปต่อเชื่อมที่พอร์ทดิจิตอลเอาท์พุทเป็นต้น

หลังจากที่ทราบรายละเอียดต่างๆ ดังข้อ 1 ถึงข้อ 4 แล้วจึงจะสามารถเริ่มทำตารางจุดตรวจสอบได้ ดังตาราง 4.1 โดยนำสิ่งที่ควรทราบข้อ 1 ถึงข้อ 4 มาลำดับเป็นขั้นตอนการทำตารางจุดตรวจสอบได้ดังนี้

ขั้นตอนการทำตารางจุดตรวจสอบ

1. ทำรายการอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมในแต่ละระบบ จัดเรียงไว้ในหมวด Equipment ไว้ทางคอลัมน์ซ้ายมือ ดังตาราง 4.1

2. แสดงรายการของจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานในแต่ละอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบ BAS โดยจัดเรียงไว้ในหมวด Point Description ในคอลัมน์ถัดไปทางขวา ดังตารางที่ 4.1

3. พิจารณาเลือกตัวตรวจสอบ เช่น เซ็นเซอร์, ทรานสดิวเซอร์หรือสวิทช์ และตัวสั่งงาน เช่นคอนโทรลรีเลย์หรือตัวทำงาน (Actuator) ให้สอดคล้องและมีจำนวนเหมาะสมกับจุดตรวจสอบและจุดสั่งงานจัดไว้ในหมวด Field Device ในคอลัมน์ถัดไป

4. พิจารณาลักษณะสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจสอบหรือตัวสั่งงานว่าเป็นลักษณะใด และมีจำนวนสัญญาณกี่ชุดตามจำนวนจุดตรวจสอบหรือจุดสั่งงานที่จุดนั้นๆ นำมาใส่ในตารางในหมวด BAS Point (AO, AI, BO, BI) ในคอลัมน์ถัดไปซึ่งในคอลัมน์นี้มีผลต่อการนำไปพิจารณาเลือกตัวควบคุมที่สามารถมีจำนวนพอร์ทอินพุทเอาท์พุทรองรับจุดตรวจสอบและจุดสั่งงานได้ตามต้องการ

4.4 นำตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule) มาหาตัวควบคุมรองและตัวควบคุมหลักให้สอดคล้อง

หัวใจของการออกแบบ คือการเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ไม่ให้ฟุ่มเฟือยจนเกินไปและไม่ให้มีคุณภาพต่ำเกินไปจนไม่สามารถรองรับการทำงานของระบบได้ ดังนั้นจึงใช้ตารางจุดตรวจสอบในการเลือกตัวควบคุมทั้งตัวควบคุมหลักและตัวควบคุมรอง เพื่อให้ประหยัดและคุมค่าต่อการลงทุน

จากตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (ซึ่งมีข้อกำหนดในการออกแบบตามหัวข้อ 4.2) สามารถทำการออกแบบได้ดังนี้

พิจารณาจากพ้อยน์สเกตดูล (Point Schedule) ของการควบคุมตัวจ่าขลมเย็น (AHU) ของบ้านหลังหนึ่ง เป็นตัวอย่างศึกษา ซึ่งมีการติดตั้งตัวตัวจ่าขลมเย็น เป็นบริเวณ ๆ หรือโซน (Zone) ทั้งหมด 7 โซน โซนละ 2 ชุด ให้ช่วยกันจ่าขลมเย็น มีลักษณะตารางจุดตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.2 โซนที่ 1-7 และดังรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4. 2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 1

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-1AHU-01 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-1
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-1
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-1
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-1
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-1
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-1
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-1
2	-1AHU-02 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-2
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-2
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-2
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-2
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-2
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-2
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-2
3	1V-07 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-1
4	1V-08 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-2
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-2

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 2

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-1AHU-03 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-3
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-3
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-3
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-3
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-3
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-3
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-3
2	-1AHU-04 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-4
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-4
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-4
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-4
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-4
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-4
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-4
3	1V-08 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-3
4	1V-10 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-4
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-4

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 3

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-BAHU-01 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-5
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-5
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-5
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-5
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-5
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-5
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-5
2	-BAHU-02 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-6
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-6
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-6
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-6
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-6
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-6
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-6
3	-BAHU-03 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-7
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-7
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-7

	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-7
4	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-7
5	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-7
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-7
	BV-01 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-5
	BV-02 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-6
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-6

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 4

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-2AHU-05 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-8
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-8
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-8
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-8
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-8
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-8
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-8
2	-2AHU-06 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-9
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-9
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-9
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-9
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-9
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-9
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-9
3	-2AHU-07 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-10
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-10
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-10

		- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-10
		- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-10
		- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-10
		- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-10
4	2V-01	: - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-8

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 5

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-2AHU-01 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-11
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-11
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-11
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-11
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-11
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-11
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-11
2	-2AHU-02 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-12
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-12
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-12
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-12
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-12
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-12
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-12
3	2V-06 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-11
4	2V-07 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-12
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-12

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 6

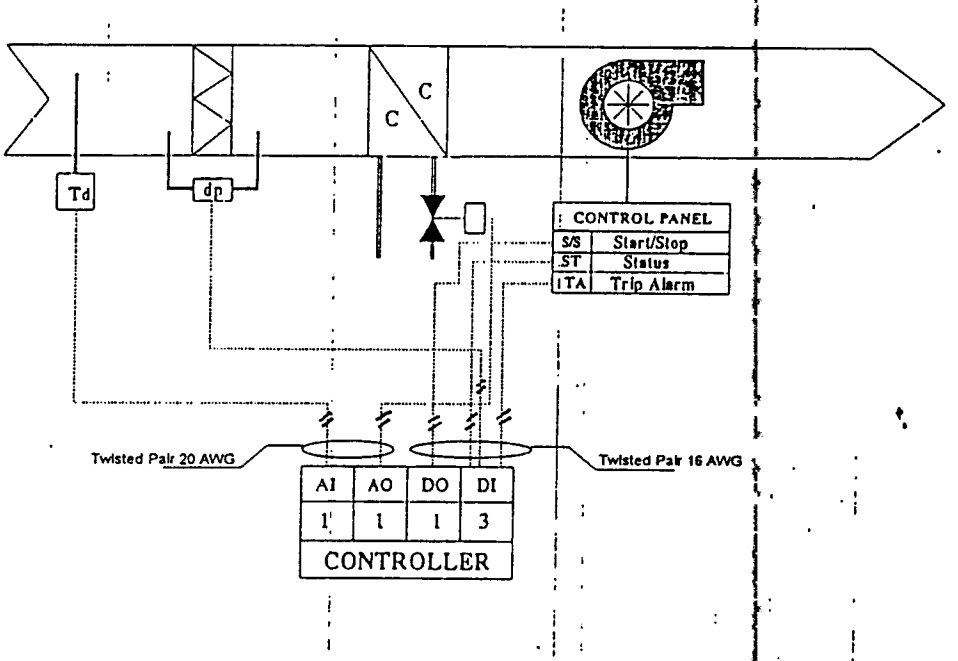
Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-2AHU-03 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-13
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-13
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-13
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-13
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-13
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-13
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-13
2	-2AHU-04 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-14
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-14
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-14
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-14
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-14
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-14
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-14
3	2V-08 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-13
4	2V-09 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-14
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-14

ตารางที่ 4.2 Point Schedule ของระบบปรับอากาศที่ตัวจ่ายลมเย็น (AHU) โซนที่ 7

Item	Description	DI	DO	AI	AO	Controller
1	-3APB-03 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-15
	- FAN SPEED CONTROL	-	-	-	1	FC-15
	- CONTROL VALVE MODULATING CONTROL	-	-	-	1	FC-15
	- DUCT STATIC PRESSURE	-	-	1	-	FC-15
	- SUPPLY AND RETURN AIR TEMP.	-	-	2	-	FC-15
	- LEAVING AND INTERING WATER TEMP.	-	-	2	-	FC-15
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-15
2	3V-02 : - UNIT ON/OFF CONTROL AND STATUS	1	1	-	-	FC-15
3	3V-03 : - UNIT ON/OFF CONTROL	1	1	-	-	FC-15
	- FILTER CLOG STATUS	1	-	-	-	FC-15

ตารางที่ 4. 3 สรุปจำนวนพอร์ท I/O ของตัวควบคุม (FC)

ตัวควบคุม (Field Controller : FC)	จำนวนพอร์ท I / O ทั้งหมด	จำนวน DI	จำนวน DO	จำนวน AI	จำนวน AO
FC -1	12	3	2	5	2
FC -2	13	4	2	5	2
FC -3	12	3	2	5	2
FC -4	13	4	2	5	2
FC -5	12	3	2	5	2
FC -6	13	4	2	5	2
FC -7	10	2	1	5	2
FC -8	12	3	2	5	2
FC -9	10	2	1	5	2
FC -10	10	2	1	5	2
FC -11	12	3	2	5	2
FC -12	13	4	2	5	2
FC -13	12+2	3+1	2+1	5	2
FC -14	13	4	2	5	2
FC -15	13	4	2	5	2



รูปที่ 4.2 แสดง AHU

พิจารณาโซนที่ 1 จากที่เคยกล่าวไว้แล้วว่า การใช้ตัวควบคุมรอง (Field Controller: FC) ชนิดไดเร็กดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ (Direct Digital Controller : DDC) 1 ตัว ควรจะควบคุมตัวจ่ายลมเย็นเพียง 1 ตัว เพื่อให้เกิดเสถียรภาพการทำงานเมื่อเวลาที่ DDC ตัวใดเกิดขัดข้อง ตัวจ่ายลมเย็นตัวอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมจะได้ไม่เกิดปัญหา และจากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าบริเวณการควบคุมการจ่ายลมเย็น นอกจากจะมีส่วนตัวจ่ายลมเย็นแล้ว ยังมีจุดที่ต้องควบคุมเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ดังเช่น ITEM 3, 4 ของบริเวณโซนที่ 1 เพื่อให้การควบคุมความเย็นในบริเวณหนึ่ง ๆ มีประสิทธิภาพในการทำงานสมบูรณ์ขึ้น จึงต้องแจกจ่ายจุดดังกล่าว เพิ่มเข้าไปเป็นพ้อยท์ (Point) หนึ่งของตัวควบคุมรอง ที่จะต้องควบคุมให้สอดคล้องกับตัวจ่ายลมเย็นตัวหนึ่ง ๆ

จากการพิจารณาข้างต้น จึงนำ ตัวควบคุมรอง (FC)ไปเลือกใส่ให้เหมาะสมในตารางจุดตรวจสอบ ดังคอลัมน์สุดท้ายของโซนที่ 1 ซึ่งแสดงถึงขอบเขตการควบคุมของ FC ตัวหนึ่งในโซนนั้น

และในการพิจารณาโซนอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกันนี้ จะทำให้ทราบว่า แต่ละโซนจะต้องใช้ FC กี่ตัว และขอบเขตการควบคุมของ FC ตัวหนึ่งมีกี่จุด, จุดใดบ้าง และ ต้องใช้พอร์ท I/O มากน้อยเพียงไร

จากตารางจุดตรวจสอบที่ทำการเลือก FC ตามจุดสั่งงานต่าง ๆ แล้ว สามารถนำมาจัดเรียงใหม่เพื่อให้พิจารณาจำนวน I/O ของ FC แต่ละตัวได้ง่ายขึ้น เพื่อนำไปพิจารณาเลือก FC ที่มีจำนวน I/O เหมาะสมตามต้องการ ดังตารางที่ 4.3

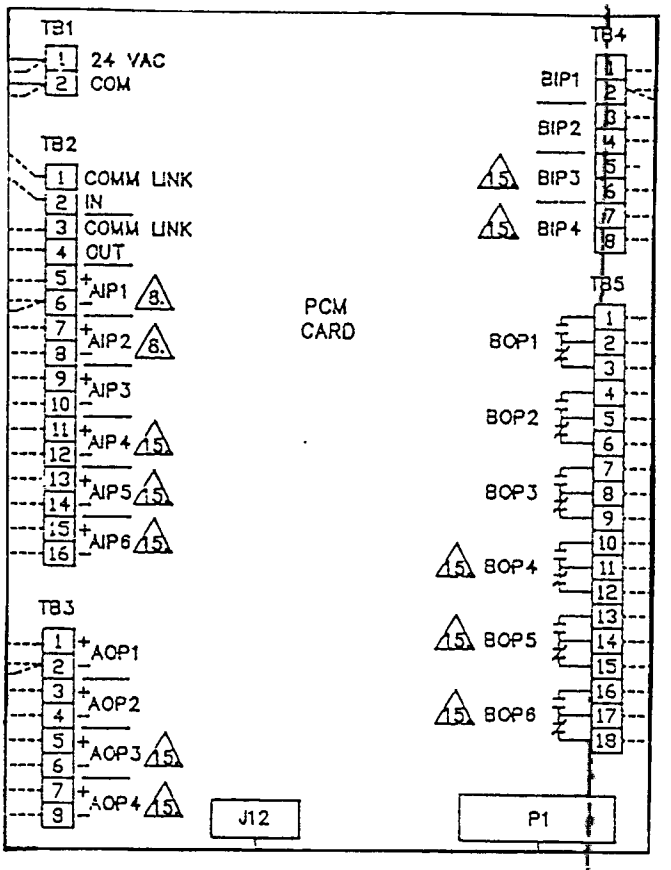
การเลือกใช้ตัวควบคุมรอง

1. จากตารางที่ 4.3 สรุปได้ จะต้องพิจารณาที่จำนวน DI, DO, AI, AO ของแต่ละ FC เพื่อนำไปเลือก FC ที่มีจำนวน DI, DO, AI, AO เท่ากับที่ต้องการ หรืออาจจะเลือกให้มีจำนวนมากกว่าก็ได้ เพื่อรองรับการขยายจุดควบคุมที่อาจจะมีเพิ่มขึ้นในอนาคต

2. จากข้อ 1. เพียงหาจำนวน DI, DO, AI, AO ของ FC ที่รองรับการควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวในโซนใด ๆ ให้เพียงพอก็ใช้ได้แล้ว แต่ก็ควรจะเลือกให้ FC ทั้งหมดในครั้งแรกของการติดตั้งตัวควบคุมอุปกรณ์เฉพาะอย่างในระบบนั้นๆ ทุกตัว ให้มีจำนวน I/O เท่ากันหมดหรือเป็น FC รุ่นเดียวกันทั้งหมดในระบบควบคุมนั้นๆนั่นเอง เพื่อให้มีรูปแบบการติดตั้งและมีการทำงานที่เหมือนกัน เช่น จากตารางที่ 4.3 จำนวนพอร์ท I/O ของตัวควบคุมรอง ควรเลือกพอร์ท I/O อย่างต่ำเป็นดังนี้ คือ DI 4 พอร์ท , DO 2 พอร์ท , AI 5 พอร์ท และ AO 2 พอร์ท ซึ่งอาจทำให้บางโซนที่มีการใช้พอร์ท I/O น้อยจะ เหลือพอร์ท I/O มาก ซึ่งจะไม่มองว่าเป็นการสิ้นเปลือง เพราะถึงอย่างไรก็ต้องใช้ FC แน่นอน แต่จะมองว่าเป็นการเผื่อสำหรับการขยายจุดควบคุมของระบบนั้นในอนาคต

3. เลือกตามสเปค (Specification) ของ FC จากบริษัทใด ที่มี DI, DO, AI, AO ตามต้องการและมีคุณสมบัติอื่น ๆ ทางซอฟท์แวร์ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

จากการเลือกใช้ FC เราได้เลือกใช้ FC ของบริษัท TRANE ผลิตภัณฑ์ TRACER SUMMIT ชื่อ Programmable Control Module : PCM เป็นตัวอย่างของ FC ที่จะนำมาใช้ควบคุมตัวจ่ายลมเย็นแต่ละตัว โดยที่สามารถรองรับ DI, DO, AI, AO ตามตารางจุดตรวจสอบของตัวจ่ายลมเย็นแต่ละตัวและเลือกให้ FC แต่ละตัวที่ควบคุมตัวจ่ายลมเย็น มีลักษณะเหมือนกัน ดังนี้



รูปที่ 4.3 PROGRAMABLE CONTROL MODULE (PCM)

ซึ่งพอร์ท I/O ของตัวควบคุมรอง Programmable Control Module (PCM) มี 20 พอร์ท ประกอบด้วย

DI : 4 ไบนารี่อินพุท (Binary Input)

DO : 6 ไบนารี่เอาท์พุท (Binary Output)

AI : 6 อนาลอกอินพุท (Analog Input)

AO : 4 อนาลอกเอาท์พุท (Analog Output)

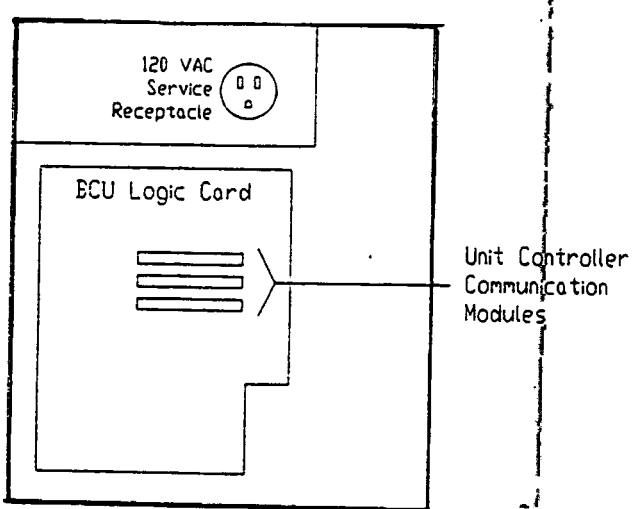
หลักการเลือกตัวควบคุมหลัก

1. หลังจากที่เราได้เลือกใช้ ตัวควบคุมรอง (FC) ให้เหมาะสมกับการควบคุมแล้ว เราต้องรวบรวมจำนวน ตัวควบคุมรอง ทั้งหมดในระบบ BAS ว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าไร

2. นำจำนวนตัวควบคุมรองทั้งหมดที่ได้ไปเลือกตามสเปค (Specification) ของตัวควบคุมหลักจากบริษัทใดว่าตัวควบคุมหลัก 1 ตัว สามารถรองรับการควบคุมตามจำนวน FC ได้กี่ตัว แล้วจึงเลือกว่าจะต้องใช้ตัวควบคุมหลักกี่ตัวในการควบคุม FC ทั้งหมด และมีคุณสมบัติทางซอฟต์แวร์ที่ต้องการ

จากหลักการเลือกใช้ตัวควบคุมหลักเบื้องต้น เราได้เลือกใช้ตัวควบคุมหลักของบริษัท TRANE ผลิตภัณฑ์ TRACER SUMMIT ชื่อ BUILDING CONTROL UNIT (BCU)

เนื่องจากครั้งแรกของการเลือกใช้ตัวควบคุมในระบบ BAS ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุมหลักหรือตัวควบคุมรองนั้น มักซื้อทั้งระบบจากบริษัทที่ขายอุปกรณ์ทางระบบ BAS แต่ในการซื้อครั้งต่อไปเมื่อมีการเปลี่ยนตัวควบคุมรอง หรือตัวควบคุมหลักอาจจะใช้ผลิตภัณฑ์ต่างบริษัทกันได้ ถ้าบริษัทต่างๆ เหล่านั้นมีการใช้รูปแบบ โปรโตคอล (Protocol) ทางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในระบบ BAS เป็นมาตรฐานเดียวกัน



รูปที่ 4.4 BCU Logic Card

จากองค์ประกอบภายในของ BCU จะมีส่วนของ BCU ลอจิกการ์ด (Logic Card) และเทอร์มินอลบล็อค (Terminal Block : TB 1) ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับตัวควบคุมรอง (FC) ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ

1. ส่วน BCU ลอจิกการ์ด : เป็นร่องสล็อต (Slot) 3 ร่อง สำหรับเสียบการ์ดยูนิตคอนโทรลเลอร์คอมมิวนิเคชั่นโมดูล (Unit Controller Communication Module) ซึ่งเป็นการ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Card) เพื่อติดต่อสื่อสารกับตัวควบคุมรอง (FC)

2. ส่วนเทอร์มินอลบล็อค (TB 1) : เป็นเทอร์มินอลสำหรับต่อเชื่อมภายนอกโดยมี

— พอร์ท I/O 3 ชุด สำหรับยูนิตคอนโทรลเลอร์คอมมิวนิเคชั่นลิงค์ (Unit Controller Communication Link) ที่ 1 , 2 , 3 ไปยังตัวควบคุมรอง

— ยูนิเวอร์แซลอินพุท(Universal Input) 2 ชุดสำหรับรับข้อมูลโดยตรงจากส่วนอื่น

ซึ่งการเชื่อมเทอร์มินอลบล็อค (TB 1) ทั้งหมดของตัวควบคุมหลักยังคงสื่อสารผ่านทางอินเตอร์เฟสการ์ด เพื่อให้หน่วยประมวลผลในตัวควบคุมหลักรับรู้

บทที่ 5
การติดตั้งอุปกรณ์ และการเชื่อมสาย

อุปกรณ์ในระบบ BAS มีหลายชนิดและมีการติดตั้ง (Installation) รวมทั้งการเชื่อมสาย (Wiring) ที่แตกต่างกันออกไป แต่หลักการติดตั้งและเชื่อมสาย มีขั้นตอนดังนี้

1. จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ (Equipment Location)
2. จัดวางตำแหน่งแผงควบคุม (BAS Panels Location)
3. ทำแบบหน้างานจริง (Shop Drawing)
4. เดินท่อและร้อยสาย (Conduit and Wiring)
5. ติดตั้ง เซ็นเซอร์ ทรานสดิวเซอร์ (BAS Sensors/Transducers Installation)
6. ติดตั้งแผงควบคุม (BAS Panels Installation)
7. ตรวจสอบและเชื่อมสาย (Checking and Terminations)
8. ทดสอบระบบ (BAS Testing)

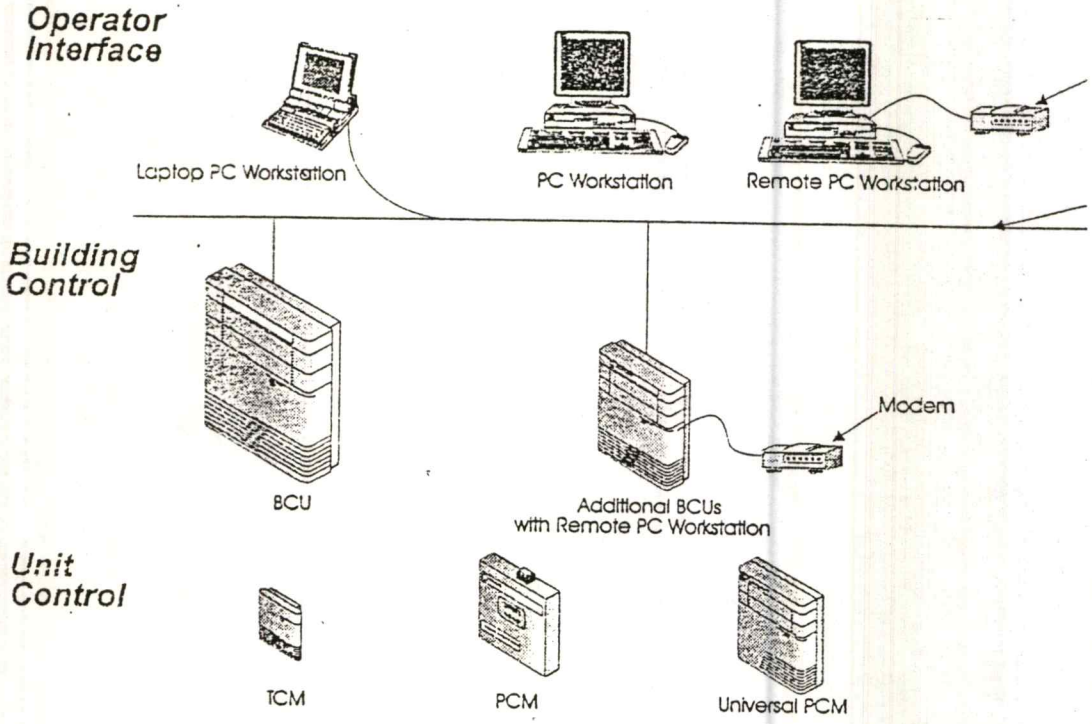
ในบทที่ 4 จากตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตารางจุดตรวจสอบ (Point Schedule) มีการเลือกใช้ระบบ BAS ของบริษัท TRANE ที่มีชื่อผลิตภัณฑ์ว่า เทรเซอร์ ซัมมิท (TRACER SUMMIT) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถควบคุม ระบบปรับอากาศ, ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์อื่นๆ ของอาคารที่สามารถควบคุมได้ เช่น อุปกรณ์ HVAC ในระบบปรับอากาศ ที่ควบคุมโดยตัวควบคุมรอง ซึ่งจะถูกควบคุมโดยตัวควบคุมหลักอีกทีหนึ่ง ผู้ดูแลระบบจะเข้าควบคุมผ่านทาง คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น ที่เป็นเครื่องระดับ PC (Personal Computer) ซึ่งอาจมีเครื่องเดียวหรือหลายเครื่องก็ได้ โดยใช้ซอฟท์แวร์ เทรเซอร์ซัมมิท และมีระบบ LAN เชื่อมอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกันเป็นระบบ

5.1 อุปกรณ์ของระบบ BAS ที่จะติดต่อและเชื่อมสาย

ระบบ BAS ที่เลือกใช้นี้ จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. ส่วนควบคุม (Operator Interface) เป็นส่วนที่ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุม และติดต่อกับ แผงควบคุม หรือ อุปกรณ์ต่างๆได้ ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น, ซอฟท์แวร์ เทรเซอร์ซัมมิท, แผงแสดงผล, โมเด็ม และ เครื่องพิมพ์

2. ตัวควบคุมหลัก ใช้รุ่น BCU (Building Control Unit) ซึ่งทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เพื่อ รายงานค่า หรือควบคุมระบบผ่าน เครือข่ายระบบ LAN



รูป 5.1 แสดง ส่วนประกอบทั้ง 3 ระดับของระบบ BAS ที่เลือกใช้

3. ตัวควบคุมรอง ใช้รุ่น PCM (Programmable Control Module) สามารถป้อนโปรแกรมได้ และทำงานได้เองแบบ สแตนอะโลน ใช้ควบคุม HVAC ในระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ในระบบอื่นๆ

การวิเคราะห์คุณลักษณะ, การติดตั้ง และการเชื่อมสาย อุปกรณ์ BAS ในอาคารโดยใช้ตัวอย่างระบบ BAS ของบริษัท TRANE ชื่อผลิตภัณฑ์ TRACER SUMMIT เพื่อเป็นกรณีศึกษา

5.1.1 คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น

ใช้เครื่องระดับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) โดยที่แต่ละเครื่องสามารถเข้าถึงข้อมูล ในลักษณะกราฟฟิกได้ ผู้ดูแลระบบสามารถสร้างหรือแก้ไขฐานข้อมูลได้ และสามารถเรียกดูข้อมูลในปัจจุบัน หรือดูแนวโน้มของข้อมูลล่วงหน้า, รับทราบการแจ้งเตือนตลอดจน สั่งการผ่านคอมพิวเตอร์ได้ ข้อกำหนดขั้นต่ำของฮาร์ดแวร์ คือ

1. ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 80486 หรือ Pentium

2. หน่วยความจำ RAM ขนาด 16 เมกกะไบต์
3. ฮาร์ดดิสก์ขนาด 200 เมกกะไบต์
4. ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว 1.44 เมกกะไบต์
5. มีแผงวงจรเน็ตเวิร์ก ARCNET
6. มีพอร์ทอนุกรมสำหรับ โมเด็ม
7. มีพอร์ทขนานสำหรับ เครื่องพิมพ์
8. จอภาพสี VGA หรือ XGA
9. เมาส์แบบ IBM หรือ ไมโครซอฟท์
10. คีย์บอร์ด IBM PS/2

อุปกรณ์เพิ่มเติม

11. โมเด็มแบบต่อภายนอก หรือแบบต่อภายใน ขนาดในการส่งข้อมูลเป็น 14.4 หรือ 28.8 kBps
12. เครื่องพิมพ์ แบบต่อพอร์ทขนาน

ซอฟท์แวร์ที่ใช้

13. Tracer Summit software (รวม PC Paint Brush 5)
14. IBM OS/2 เวอร์ชั่น 2.1 ใช้เป็นซอฟท์แวร์ปฏิบัติการ

การเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบ

การติดตั้งคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเวอร์กสเตชั่นเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป คือ ต่อเมาส์, คีย์บอร์ด และ จอภาพ เข้ากับแผงวงจรที่ประกอบไปด้วย CPU,RAM และ ฮาร์ดดิสก์ จากนั้นต่อเครื่องพิมพ์เข้าไปที่พอร์ทขนาน และต่อโมเด็มเข้าพอร์ทอนุกรม ซึ่งอาจจะเป็นโมเด็มแบบติดตั้งภายในหรือภายนอกก็ได้

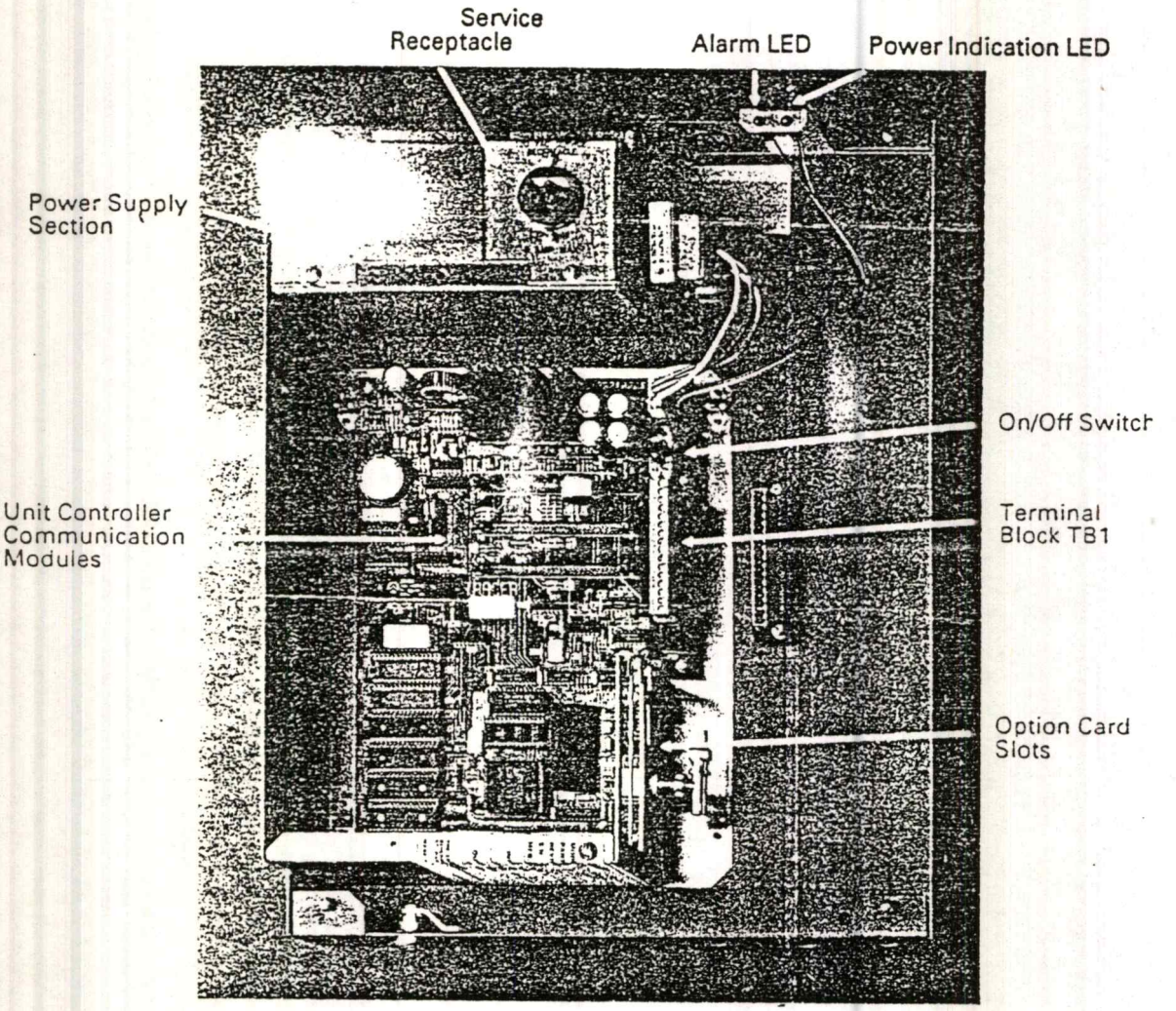
เวอร์กสเตชั่นจะเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบผ่านเครือข่าย LAN แบบ ARCNET โดยมีมาตรฐาน ASHRAE เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ของบริษัทอื่นได้ คอมพิวเตอร์ จะทำสำเนาฐานข้อมูล ในตัวควบคุม และจะทำการตรวจสอบค่าสม่ำเสมอ เพื่อจะรับค่าใหม่ๆตลอดเวลา ข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละตัวจะสามารถเข้าถึงได้โดยอุปกรณ์อื่นๆ และ สามารถแก้ไขได้โดยผู้ดูแลระบบ แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะไม่ได้ต่อเข้ากับระบบ LAN ระบบต่างๆก็ยังสามารถทำงานได้ เช่น ตัวควบคุมรองจะสามารถทำงานเองด้วยโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำ

การแสดงภาพในรูปกราฟฟิก เช่นแสดงสถานะของพัดลมว่าทำงานหรือไม่ทำงาน ภาพเหล่านี้สามารถตกแต่งเพิ่มเติมได้ด้วยโปรแกรม PaintBrush 5+ ,AutoCAD หรือ Micrografx

Design การทำงานของเวอร์กสเตชั่นเป็นแบบ มัลติทาส์กกิ้ง (Multitasking) สามารถแสดงภาพได้มากกว่า 1 ภาพในเวลาเดียวกัน และทำงานได้พร้อมกัน เช่น แสดงภาพ ชิลเลอร์กำลังรับ และแจ้งข้อมูล ในขณะที่ผู้ดูแลระบบกำลังใช้เมาส์เปลี่ยนค่าในตารางเวลาการทำงานของระบบแสงสว่าง

5.1.2 ตัวควบคุมหลัก (Master Controller)

ตัวควบคุมหลัก รุ่น BCU มีช่องเสียบแผงวงจรสำหรับเชื่อมต่อกันวงจรควบคุมรอง (PCM) ได้ 3 ช่อง BCU จะตรวจการทำงานของ PCM ตามลำดับทีละตัว เพื่อรับข้อมูลล่าสุด และทำการควบคุม โดยเชื่อมต่อกับ PCM และ เวอร์กสเตชั่นผ่าน ARCNET LAN ส่วนประกอบภายในของ BCU ประกอบด้วย สวิทช์เปิด-ปิด , แหล่งจ่ายพลังงาน, ช่องเสียบแผงวงจรเชื่อมต่อกับ PCM , หลอด LED แจ้งเตือน, หลอด LED แสดงการเปิดหรือปิด และ ช่องเสียบแผงวงจรเพิ่มเติม (Option Card Slot) 3 ช่อง สำหรับแผงวงจร RS-232 หรือแผงวงจร ARCNET ที่ใช้ในระบบ LAN ดังรูป



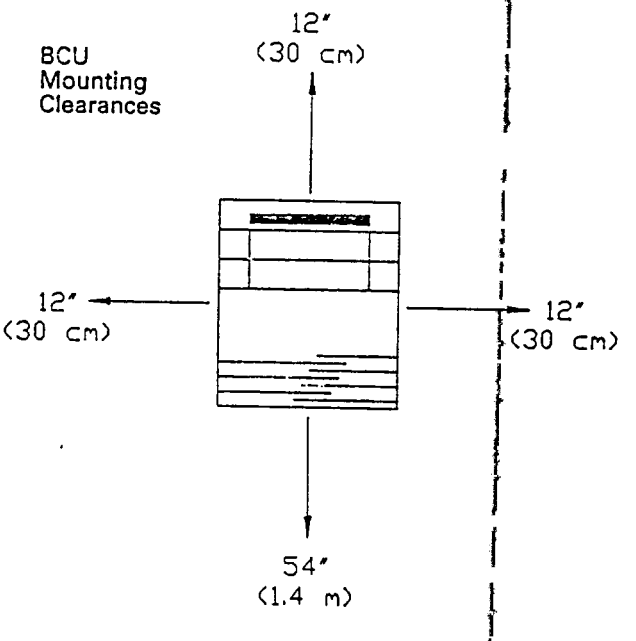
รูปที่ 5.2 แสดงภาพภายในตัวควบคุมหลัก

นอกจากการเชื่อมต่อกับ PCM แล้วยังสามารถเชื่อมต่อกับตัวควบคุมรองอื่นๆ เช่น ตัวควบคุมรองของชิลเลอร์แบบโรตารี่ (Rotary Chiller) , Universal Programmable Control Module (UPCM), VAV, Thermostat Control Module (TCM) ผ่านทางช่องเสียบแผงวงจรทั้งสาม

ลักษณะของ BCU

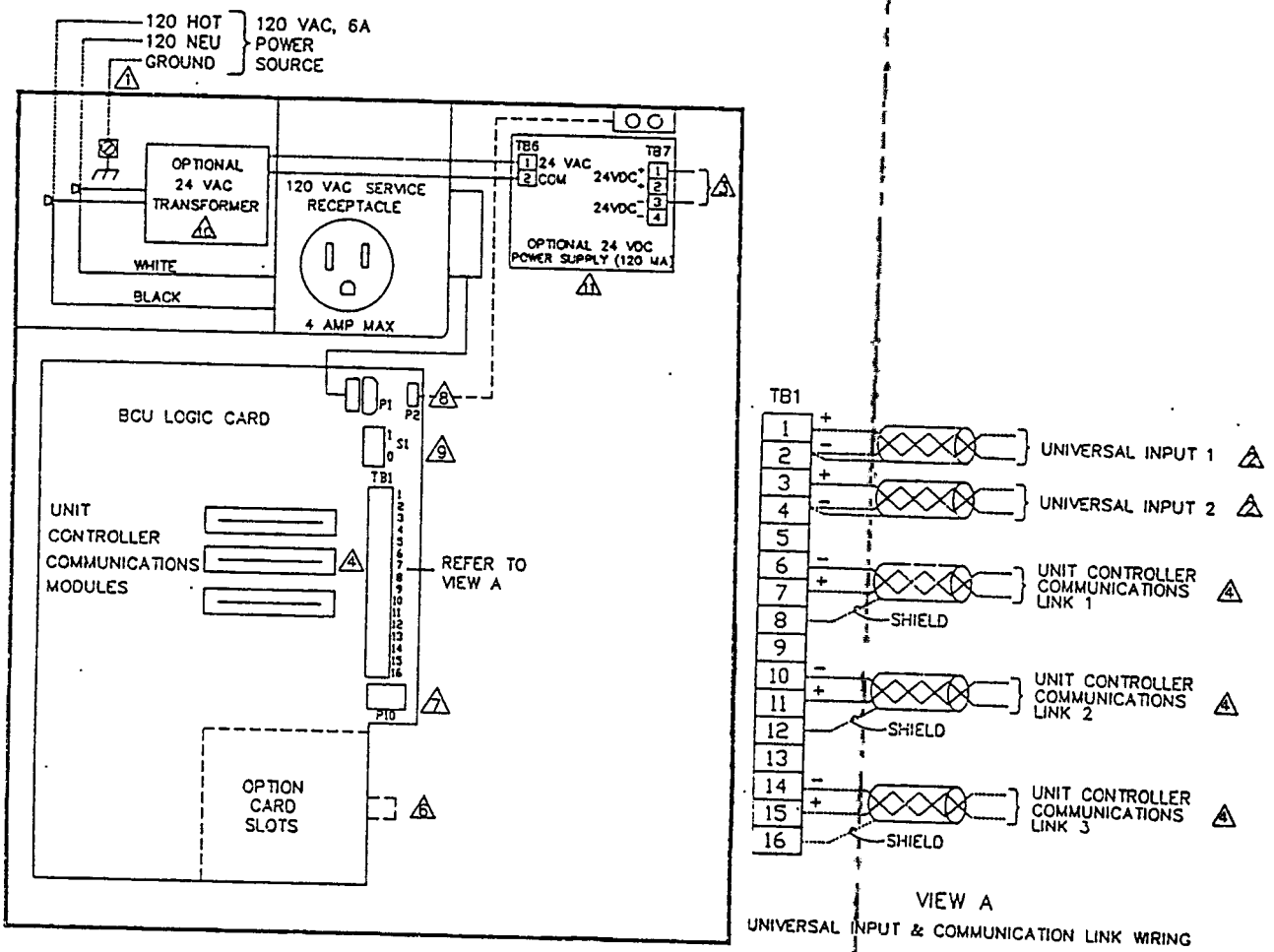
1. แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการคือ 120 VAC 1 เฟส 50 หรือ 60 Hz
2. สภาพแวดล้อมในการทำงาน อุณหภูมิ 0-49 เซลเซียส
   ความชื้นสัมพัทธ์ 10-90%

3. มาตรฐาน NEMA-1,UL-916-PAZX, FCC Part 15 Class A
4. ไมโครโปรเซสเซอร์ INTEL 80C188 14 MHz
5. หน่วยความจำ RAM 256 K ROM 128K EEPROM,512K FlashEPROM
6. แบตเตอรี่ไม่ต้องใช้ เนื่องจากโปรแกรมจะถูกเก็บใน ROM
7. ขนาดสูง 19 นิ้วxกว้าง 16 นิ้วx หนา 8 นิ้ว (482mm X 406mm X 152mm)
8. น้ำหนัก 6.8 กิโลกรัม
9. การติดตั้ง: ติดตั้งบนผนัง
10. ระยะห่าง (Clearance) ต่ำสุด ขณะติดตั้งบนกำแพงเป็นดังรูป



รูปที่ 5.3 แสดงระยะห่างในการติดตั้ง ตัวควบคุมหลัก (BCU)

การเชื่อมสาย BCU (Wiring)



รูปที่ 5.4 แสดงการเชื่อมสายของตัวควบคุมหลัก

สายที่เชื่อมแบ่งออกเป็น สายไฟเลี้ยงและสายสัญญาณ มีรายละเอียดตามหมายเลขรูปดังนี้

1. สายไฟเลี้ยงเป็นสาย THW จะรับแรงดันไฟ 120 โวลท์ ไฟฟ้ากระแสสลับ 6 แอมป์ พร้อมทั้งมีสายดิน (ใช้สายสีเขียว) เดินกลับไปยังแผงเซอร์กิตเบรคเกอร์

2. บริเวณ TB1 มีลักษณะเป็นขั้วต่อเชื่อมจำนวน 16ขั้วสำหรับต่อสายสัญญาณอินพุทและสายควบคุมที่ใช้ในการสื่อสาร ขั้ว 1-4 สำหรับต่อสายอินพุทแบบยูนิเวอร์แซลคือสามารถต่อได้ทั้งอนาลอกอินพุท (AI) และดิจิตอลอินพุท(DI)

การเชื่อมสายดิจิตอลอินพุท ใช้สายทวิสต์แพร์ ชีลด์ ขนาด 18-22 AWG ที่ขั้วของ BCU จะต้องต่อชีลด์เข้ากับขั้วที่เป็นเลขคู่ เช่นขั้วที่ 2 หรือ ขั้วที่ 4 ดังรูป ระยะทางไกลสุดของสายดิจิตอลอินพุทคือ 305 เมตร หรือ 1000 ฟุต และจะต้องไม่สัมผัสกับส่วนที่ต่อลงดิน

การเชื่อมสายอนาลอกอินพุท ใช้สายทวิสต์แพร์ 18-22 AWG และต่อชีลด์เข้ากับขั้วที่เป็นเลขคู่ เช่นเดียวกับสายดิจิตอลอินพุท ระยะทางไกลสุดคือ 91 เมตร หรือ 300 ฟุต

3. แหล่งจ่ายพลังงาน ขนาด 24 VDC 120 mA โดยอินพุทรับมาจากหม้อแปลงขนาด 10 VA 120 /24 VAC เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ เซ็นเซอร์ขนาด 4-20 mA
4. ขั้วสำหรับต่อสายควบคุม ตัวควบคุมรองซึ่งต่อได้ 3 วงจรดังรูป เช่นขั้ว 6,7,8 ต่อได้ 1 วงจร
5. สายควบคุมของตัวควบคุมรอง เป็นสายทวิสต์แพร์ขนาด 18 AWG ตัวนำทองแดงตีเกลียว ความยาวขึ้นอยู่กับค่า คาปาซิแตนซ์ระหว่างสาย ตามตารางที่ 5.1

ความยาวสูงสุดในการเดินสาย		ค่าแคปาซิแตนซ์สูงสุดระหว่างตัวนำ	
ฟุต	เมตร	ρF/ft	ρF/m
1,000	305	ไม่เกิน 60	ไม่เกิน 197
2,000	610	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 164
3,000	914	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 131
4,000	1,219	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 98
5,000	1,524	ไม่เกิน 25	ไม่เกิน 82

ตารางที่ 5.1 แสดงความยาวสูงสุดในการเดินสายกับค่าแคปาซิแตนซ์สูงสุดระหว่างตัวนำ

6. ช่องสล๊อทสำหรับเสียบแผงวงจรเพิ่มเติม (Option Card Slot) เพื่อเชื่อมต่อกับ ตัวควบคุมหลักตัวอื่นๆ หรือ เชื่อมกับ คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชั่น ผ่าน ARCNET LAN ใช้สาย

โคแอ็กเชียล ขนาด RG-62 พร้อมตัวเชื่อม หรือใช้ใยแก้วนำแสงที่มีแกน (Core) ขนาด 62.5 ไมครอน พร้อมตัวเชื่อมต่อ นอกจากนั้น ยังสามารถต่อกับระบบ BAS ของอาคารอื่นๆ โดยใช้ ระบบ LAN ในการเชื่อมต่อ

7. ตัวเชื่อมต่อ (Connector) P10 (RJ-12) สำหรับต่อพอร์ท RS-232 ซึ่งเป็นพอร์ทที่โรงงานผู้ผลิตใช้สำหรับให้บริการซ่อมบำรุง
8. ตัวเชื่อมต่อ P1 เชื่อมแผงวงจร BCU (Logic Card) เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 120 VAC ส่วนตัวเชื่อม P2 ต่อแผงวงจร BCU เข้ากับหลอด LED เพื่อแสดงสถานะว่ากำลังทำงานหรือแสดงการแจ้งเตือน
9. สวิทซ์ S1 สำหรับเปิด-ปิด BCU
10. หม้อแปลง 120/24 VAC เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม สำหรับจ่ายไฟให้แหล่งจ่ายไฟขนาด 24 VDC
11. แหล่งจ่ายไฟขนาด 24 VDC เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม สำหรับจ่ายไฟให้กับเซ็นเซอร์

5.1.3 ตัวควบคุมรอง (Field Controller)

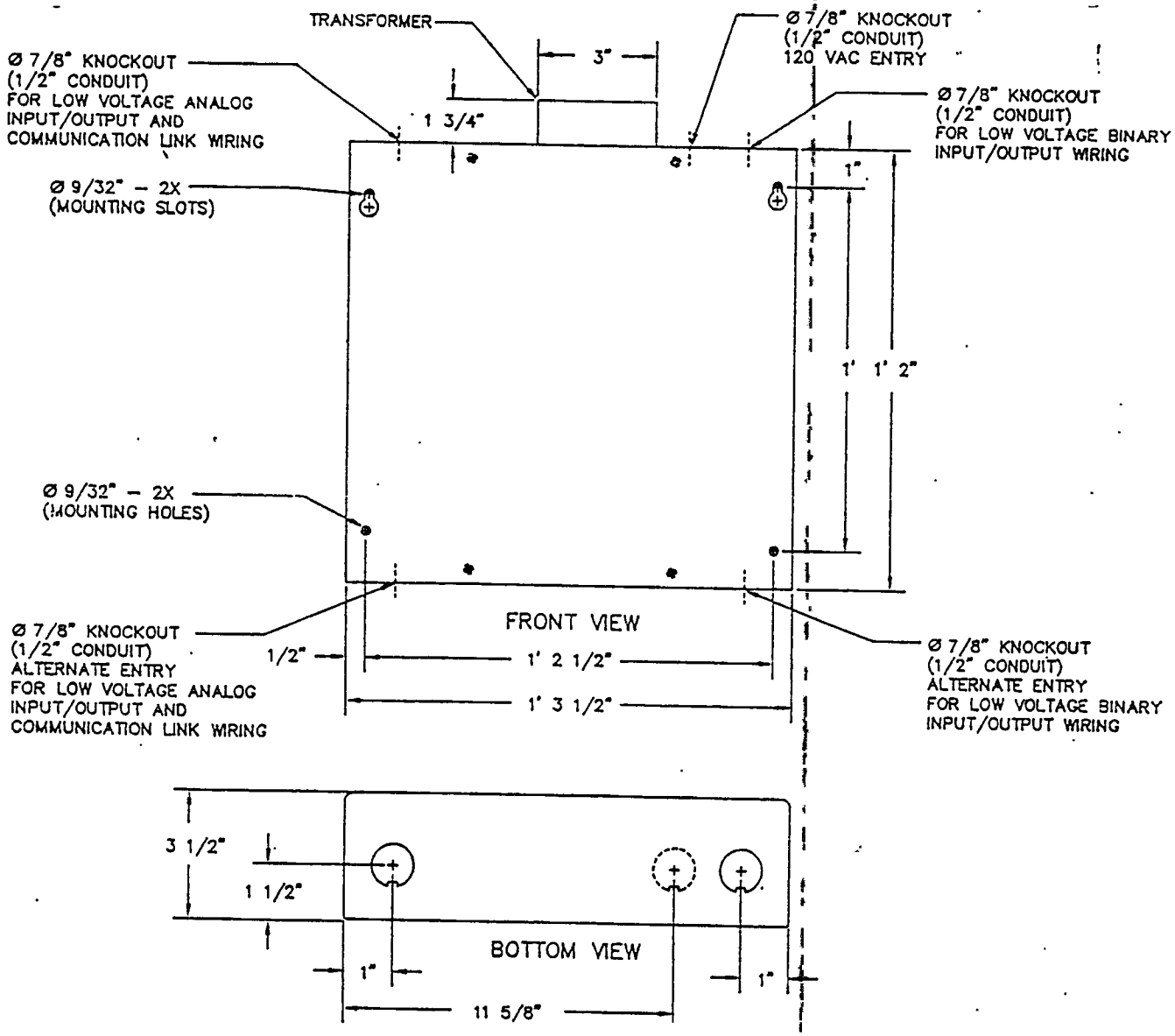
ใช้ตัวควบคุม PCM ซึ่งทำงานแบบไดเร็กดิจิตอลคอนโทรล (Direct Digital Control : DDC) เพื่อควบคุมการทำงาน HVAC ,AHU , ปั๊ม, หอระบายความร้อน, หน่วยทำความเย็น (Chilling Unit) และระบบเครื่องต้มน้ำ (Boiler System) เป็นต้น สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ของบริษัทอื่น และทำงานแบบสแตนอะโลนได้โดยมีโปรแกรมในหน่วยความจำ ที่สามารถแก้ไขได้ตามต้องการ

ลักษณะของ PCM ประกอบไปด้วย CPU, หน่วยความจำ และ อินพุท/เอาท์พุท ดังนี้

1. มี 20 อินพุท/เอาท์พุทซึ่งประกอบด้วย 6 AI, 4DI, 4AO, 6DO
2. มีจอแสดงผล 2 บรรทัด 20 ตัวอักษร เป็นแบบ LCD (Liquid Crystal Display)
3. กล่องหุ้มและอุณหภูมิใช้งาน PCM มี 3 แบบ

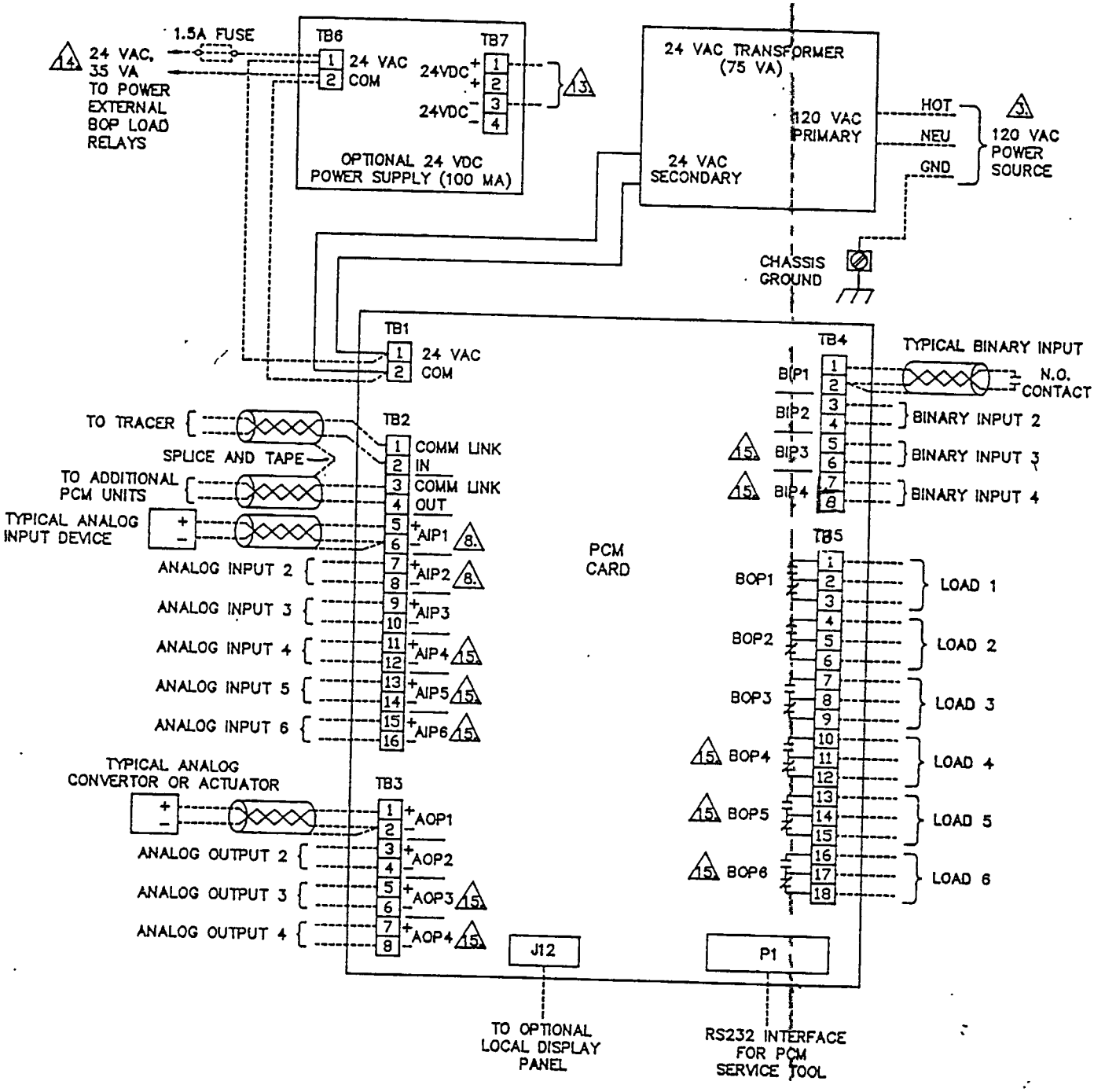
   - แบบมาตรฐานใช้ ภายในอาคาร กล่องหุ้มตามมาตรฐาน NEMA1 ใช้งาน ที่อุณหภูมิ 0-49 อาศาเซลเซียส หรือ 32-120 องศาฟาเรนไฮน์ ความชื้น สัมพัทธ์ 10-95%
   - แบบทนความร้อน กล่องหุ้มตามมาตรฐาน NEMA1 แต่ทนอุณหภูมิ ตั้งแต่ -40 ถึง 150 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 10-95%
   - แบบติดตั้งภายนอกอาคารได้ กล่องหุ้มตามมาตรฐาน NEMA 4 ทนอุณหภูมิ -40 ถึง 158 อาศาฟาเรนไฮน์

4. PCM แบบมาตรฐานและแบบทนความร้อนมีหม้อแปลง 120/24 VAC ขนาด 75VA โดย 10VA จ่ายเป็นอินพุทให้กับ แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ภายในขนาด 24 VDC ที่จ่ายให้กับ เซ็นเซอร์ 100 mA, อีก 30VA จ่ายให้กับแผงวงจร PCM ส่วนที่เหลืออีก 35 VA จ่ายให้กับอุปกรณ์อื่นๆ
5. PCM ต้องการแรงดันอินพุท 120 VAC 50 Hz 1A ยกเว้นแบบติดตั้งภายนอกอาคารต้องการพลังงาน 24 VAC 60 Hz 40VA เพื่อจ่ายให้แผงวงจร 30 VA และจ่ายให้กับแหล่งจ่ายไฟภายในขนาด 24 VDC, 100 mA อีก 10 VA
6. น้ำหนัก 5.4 กิโลกรัม
7. ขนาดสูง 14 นิ้ว x กว้าง 15.5 นิ้ว x หนา 3.5 นิ้ว ดังรูป



รูปที่ 5.5 แสดงขนาดของตัวควบคุมรอง (PCM)

8. สัญญาณดิจิตอลอินพุท (DI) มีขนาด 12 VDC, 12 mA ซึ่งเพียงพอสำหรับตรวจการทำงานของหน้าสัมผัสรีเลย์ว่าเปิดหรือปิด
9. สัญญาณอนาลอกอินพุท (AI) มีขนาด 0-10 VDC 4-20mA
10. สัญญาณดิจิตอลเอาท์พุท (DO) มีขนาด 24 VDC
11. สัญญาณอนาลอกเอาท์พุท (AO) มีขนาด 0-10 VDC 0-20 mA



รูปที่ 5.6 แสดงการเชื่อมสายของตัวควบคุมรอง

การเชื่อมสายของตัวควบคุมรอง

1. เส้นประที่แสดงในภาพเป็นสายพลังงาน (สายไฟเลี้ยง) และสายสัญญาณซึ่ง ผู้รับเหมาจะเป็นผู้ติดตั้งโดยที่ขั้วที่ 1 และ 2 บน TB6 ไปยังขั้วที่ 1 และ 2 บน TB1 เป็นสายไฟเลี้ยงและสายที่ต่อกับขั้วบน TB2, TB3, TB4 และ TB5 เป็นสายสัญญาณ
2. การเชื่อมสายใช้ตัวนำทองแดงเท่านั้น และต้องปลดไฟฟ้าออกก่อนทำการติดตั้ง
3. แหล่งจ่ายพลังงานที่ต้องการ คือ 120 VAC 60 Hz 1 Amp สำหรับตัวควบคุมรอง มีทั้งรุ่นมาตรฐาน และรุ่นทนความร้อน (NEMA 1)
4. ดิจิตอลอินพุท จะใช้สาย ทวิสต์แพร์ชีลด์ขนาด 18 AWG และจะต้องตัดชีลด์ออกและพันเทปเมื่อเชื่อมเข้ากับเซ็นเซอร์ ที่ขั้วดิจิตอลอินพุทของ PCM จะต้องต่อชีลด์เข้ากับขั้วเลขคู่ และเดินสายได้ไกลสุด 1000 ฟุต จากรูปจะเห็นว่า ขั้วทั้ง 8 บน TB4 สามารถต่อสายสัญญาณดิจตอลอินพุทได้ 4 ชุด
5. ดิจิตอลอินพุทจะต้องไม่สัมผัสกับสายดิน
6. อนาลอกอินพุท ใช้สายทวิสแพร์ชีลด์ขนาด 18 AWG ที่เซ็นเซอร์ใช้ปอกชีลด์ออกและพันเทป จากรูป บน TB2 มี 16 ขั้ว สามารถต่อสัญญาณอนาลอกอินพุทได้ 6 ชุดและจะต้องต่อชีลด์เข้ากับขั้วที่เป็นเลขคู่ ระยะทางเดินสายไกลสุด 300 ฟุต
7. อนาลอกอินพุท อาจทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแส 4-20 mA เมื่อขับโหลดไม่เกิน 200 โอห์ม หรือเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน 0-10 VDC เพื่อขับโหลดไม่เกิน 9000 โอห์ม
8. อนาลอกอินพุทที่ 1 และ 2 สามารถใช้สำหรับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ -30 ถึง 220 $^{\circ}$F ขนาด 1000 โอห์ม
9. อนาลอกเอาท์พุท ใช้สายชีลด์ทวิสต์แพร์ขนาด 18 AWG ที่อุปกรณ์เอาท์พุทจะต้องปอกชีลด์ออกและพันด้วยเทป และที่ขั้วของ PCM จะต้องต่อชีลด์เข้ากับขั้วเลขคู่ ระยะทางไกลสุดของสายคือ 300 ฟุต จากรูปขั้ว TB3 ทั้งแปดขั้วต่อสายสัญญาณเอาท์พุทได้ 4 ชุด
10. อนาลอกเอาท์พุท จะให้สัญญาณต่อเนื่องในการขับอนาลอกทรานสดิวเซอร์ (Transducers) หรือ แอคชูเอเตอร์ (Actuator) แต่ละเอาท์พุทจะให้แรงดัน 0-10 VDC เพื่อขับโหลดตั้งแต่ 500 โอห์มขึ้นไป และจะให้กระแส 0-20 mA ในการขับโหลดที่ไม่เกิน 500 โอห์ม
11. ดิจิตอลเอาท์พุท สำหรับหน้าสัมผัสของรีเลย์ มีขนาด 24 VAC/VDC 1 Amp 24 VA Pilot Duty
12. ในการเชื่อมต่อ PCM เข้ากับตัวควบคุมอื่นๆ ใช้สายทวิสต์แพร์ชีลด์ขนาด 18 AWG ตัวนำแต่ละตัวจะต้องเป็นทองแดงตีเกลียว เดินไกลที่สุดไม่เกิน 5000 ฟุต

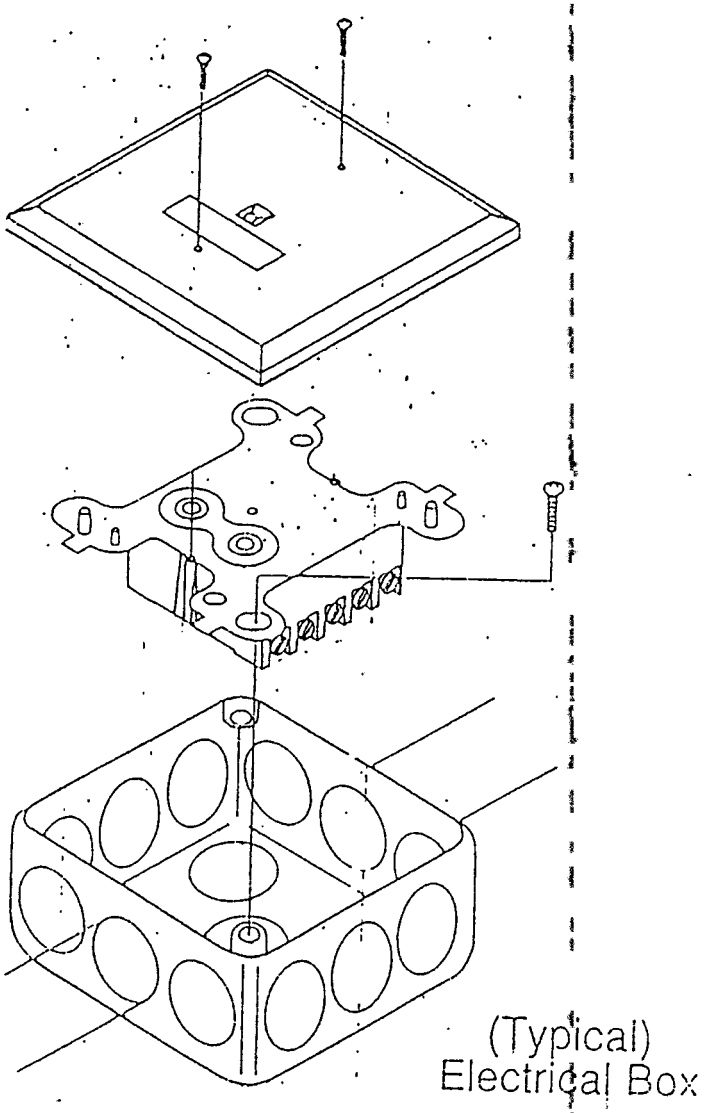
13. แหล่งจ่ายไฟขนาด 24 VDC เป็นส่วนพิเศษเพิ่มเติม เพื่อจ่ายไฟ 24 VDC 100 mA ให้กับเซ็นเซอร์ขนาด 4-20 mA หรือ 0-10 VDC
14. พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผงวงจร PCM และจ่ายให้กับแหล่งจ่ายพลังงาน 24 VDC มาจากหม้อแปลง 120/24 VAC ขนาด 75 VA โดยส่งพลังงาน 35 VA ให้กับรีเลย์ที่ใช้เป็น ดิจิตอลเอาท์พุท และเป็นโหลดภายนอกที่จะต้องต่อฟิวส์ขนาดไม่เกิน 1.5 Amp
15. อนาลอกอินพุท ที่ 4, 5, และ 6 ,อนาลอกเอาท์พุทที่ 3 และ 4, ดิจิตอลอินพุทที่ 3 และ 4 และ ดิจิตอลเอาท์พุทที่ 4, 5,และ 6 จะมีเฉพาะ PCM ที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร คือแบบมาตรฐานและแบบทนความร้อน
16. จุดเชื่อมต่อสายเข้ากับ PCM ทุกจุด เป็นแบบขั้วที่ขันนอต จึงสะดวกแก่การเชื่อมสายเปลือยเข้ากับขั้ว

5.1.4 โมดูล (Module)

โมดูล คือ อุปกรณ์ ที่ต่อระหว่างตัวควบคุมรองกับอุปกรณ์สนาม เช่น เซ็นเซอร์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. คอนโทรลโมดูล (Control Module) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เช่น เปิด-ปิด พัดลม จึงเป็นตัวรับสัญญาณเอาท์พุทจากตัวควบคุมรอง เพื่อนำไปปฏิบัติงานต่อไป
2. มอนิเตอร์โมดูล ทำหน้าที่รับค่าข้อมูล จาก เซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น สถานะการทำงานของพัดลม ส่งเป็นสัญญาณอินพุทให้กับ ตัวควบคุมรอง เพื่อนำไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ และเก็บเป็นค่าสถิติ
3. อุปกรณ์แยกฟอลท์ (Fault Isolator Module) เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่ตัดวงจรส่วนที่มีปัญหาเช่น ลัดวงจร ออกไป เพื่อให้อุปกรณ์อื่นๆในวงจรสามารถทำงานต่อไปได้

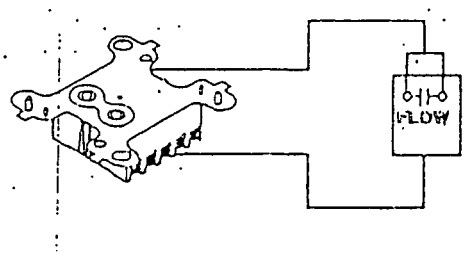
การเชื่อมสายโมดูล จะใช้กล่องเชื่อมมาตรฐานขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว x 1.5 นิ้ว ดังรูป



รูปที่ 5.7 แสดงการเชื่อมต่อ โมดูล เข้ากล่องมาตรฐาน

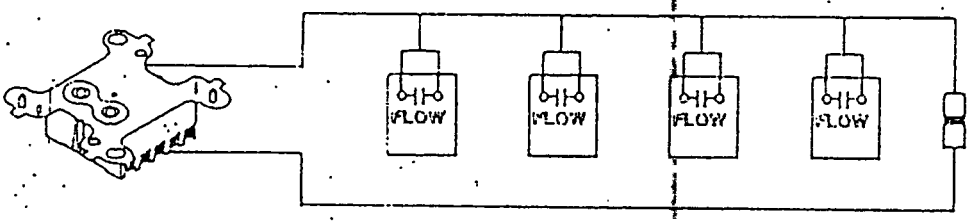
การต่อมอนิเตอร์โมดูล ประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ตัวเดียว ต่อสองสายแบบฮาร์ดไวร์ตามปรกติ



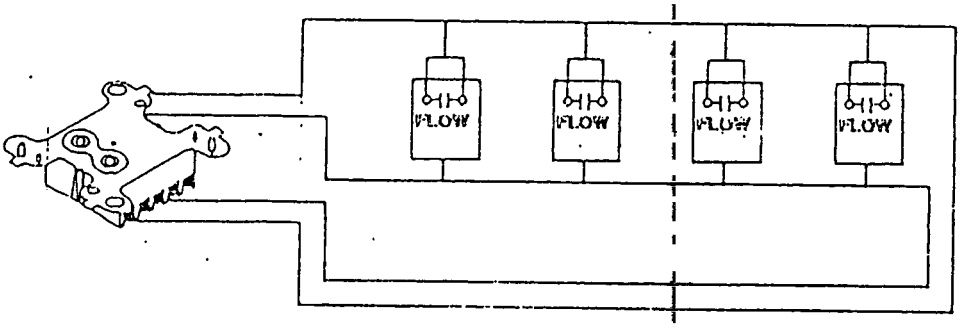
รูปที่ 5.8 แสดงการต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์ตัวเดียว

2. อุปกรณ์หลายตัว ต่อสองสาย (Two Wire Loop) แบบมีความต้านทาน (End Of Line) เพื่อตรวจสอบสายถ้าสายขาด กระแสไหลกลับจะเป็นศูนย์ ถ้าสภาวะปรกติกระแสไหลกลับจะเป็นไมโครแอมป์



รูปที่ 5.9 แสดงการต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์หลายตัว

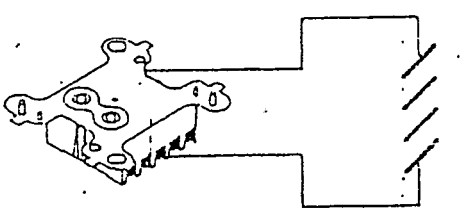
3. อุปกรณ์หลายตัวต่อแบบ 4 เส้น (Four Wire Loop) เมื่อสายเส้นใดเส้นหนึ่งขาด ก็ยังคงทำงานต่อไปได้ เพราะมีสายไฟอีกคู่หนึ่งทำหน้าที่แทน



รูปที่ 5.10 แสดงการต่อมอนิเตอร์โมดูลกับอุปกรณ์หลายตัวแบบคลาส A

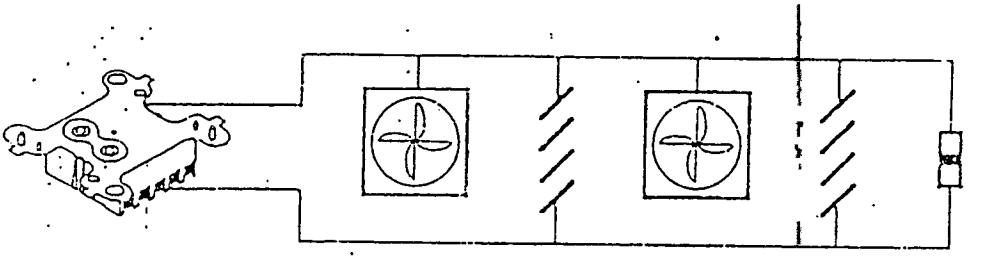
การต่อคอนโทรลโมดูล

1. ต่อกับอุปกรณ์ตัวเดียวต่อสองสายแบบฮาร์ดไวร์ตามปรกติ



รูปที่ 5.11 แสดงการต่อคอนโทรลโมดูลกับอุปกรณ์ตัวเดียว

2. ต่อกับอุปกรณ์หลายตัว เช่น รีเลย์ปรกติเปิด, รีเลย์ปรกติปิด , พัดลม, แดมเปอร์ ต่อแบบสองสาย (Two Wire Loop) และมีความต้านทาน เพื่อตรวจสอบว่าสายขาดหรือไม่

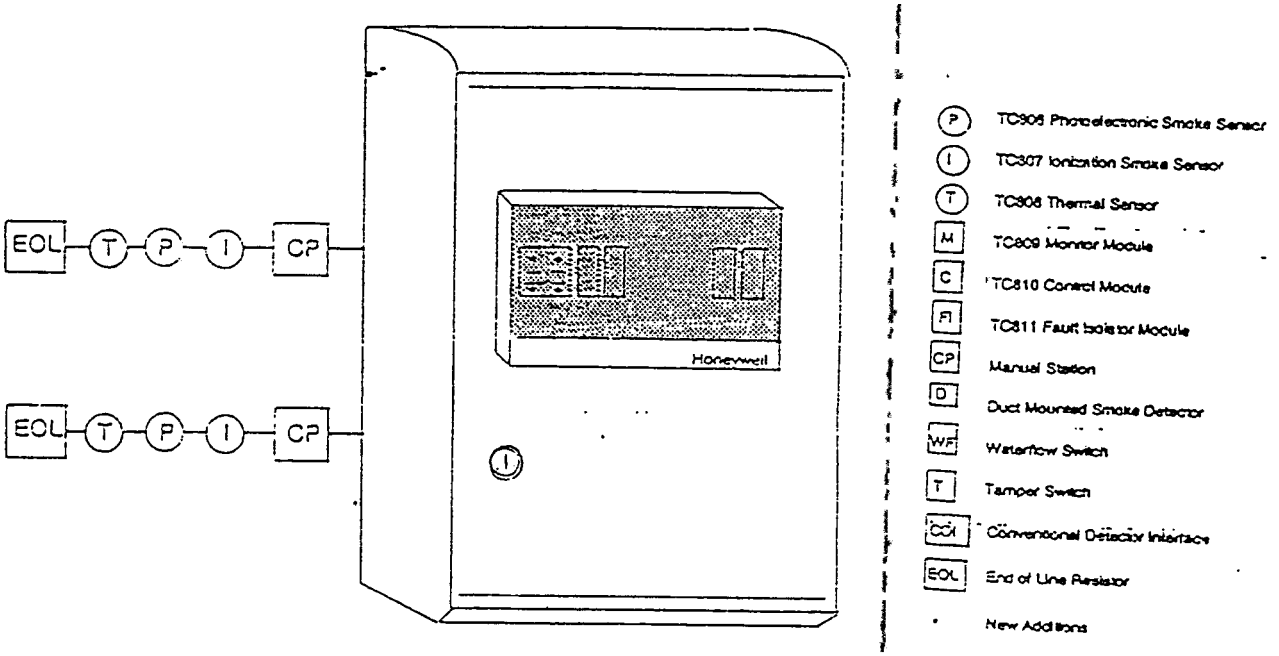


รูปที่ 5.12 แสดงการต่อคอนโทรลโมดูลกับอุปกรณ์หลายตัว

5.1.5 ตัวตรวจจับ , เซ็นเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ (Detector ,Sensor and Transducer)

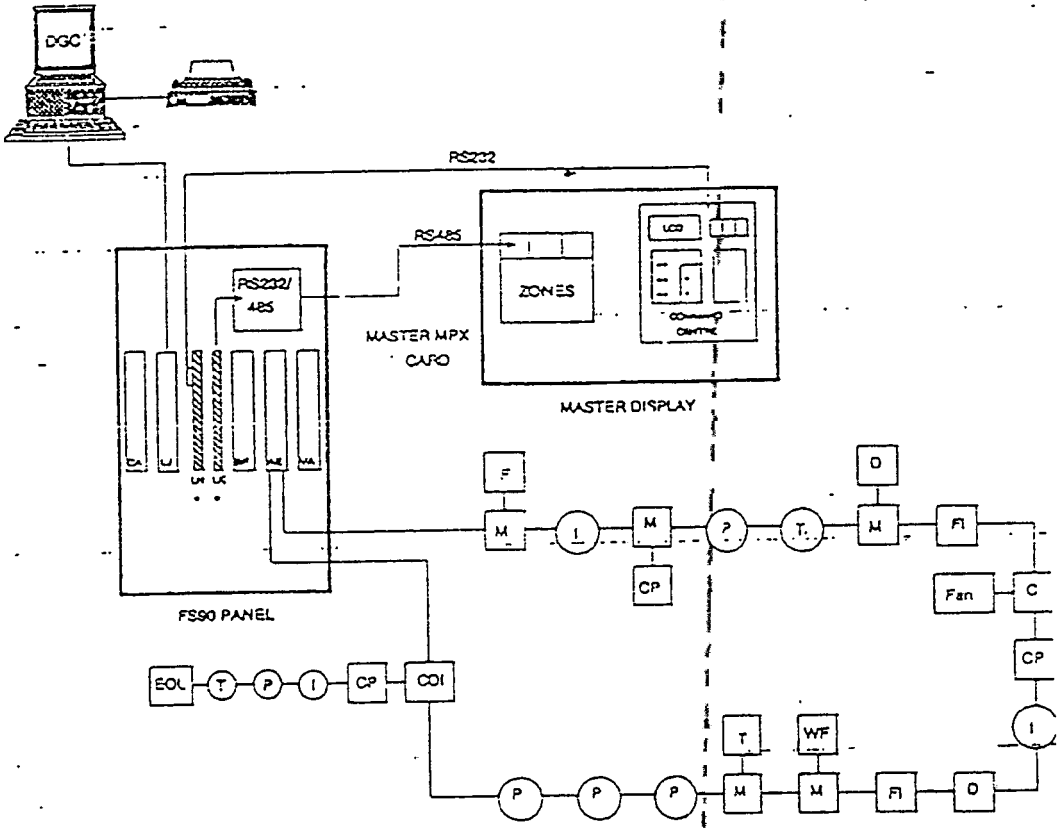
สามารถต่อได้สองลักษณะคือ

1. คลาส B ใช้สาย 2 เส้นต่อตัวตรวจจับ หรือ เซ็นเซอร์ต่างๆ เข้าด้วยกันไปเรื่อยๆ โดยสาย 2 เส้นจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าในลักษณะแรงดันหรือกระแสโดยสายเส้นหนึ่งจะส่งแรงดันหรือกระแสตรง ส่วนอีกเส้นหนึ่งเป็นสายนิวทรัลที่ทำให้การต่ออุปกรณ์นั้นครบวงจรและที่สิ้นสุดของสายต่อความต้านทานที่เรียกว่า EOF (End Of Line) หลักการทำงานคือ ตัวควบคุมจะตรวจขนาดกระแสย้อนกลับ ในภาวะปรกติตัวตรวจจับต่างๆ เป็นแบบปรกติเปิด (Normally Open) กระแสจะไหลผ่านความต้านทานแล้วไหลกลับ ในหน่วยไมโครแอมป์แปร์ ถ้าตัวตรวจจับใดทำงาน กระแสจะไหลผ่าน ตัวตรวจจับนั้นกลับมาในปริมาณมากเช่น 100 mA ตัวควบคุมหลักก็สามารถรับรู้ได้ว่าตัวตรวจจับทำงาน หากกระแสที่ไหลกลับมาเป็น 0 ตัวควบคุมจะแจ้งสถานะว่าสายขาด การต่อแบบคลาส B คือ จะประหยัดสายแต่ข้อเสียคือ ถ้าสายขาดตัวตรวจจับที่ต่อถัดไปจากตำแหน่งที่สายขาดจะไม่ทำงาน



รูปที่ 5.13 แสดงการต่ออุปกรณ์ตรวจจับต่างๆแบบคลาส B

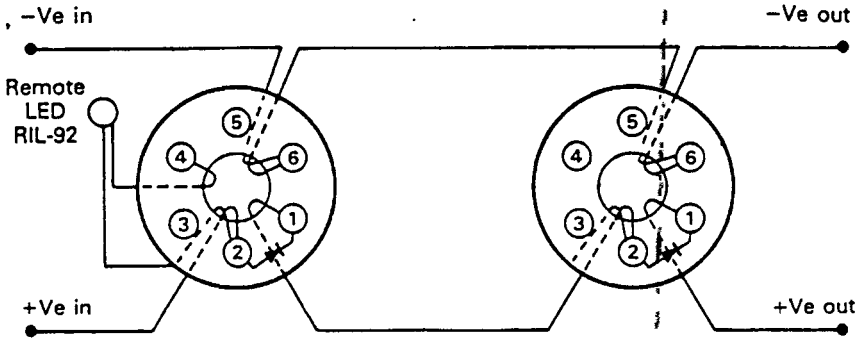
2. คลาส A ใช้สาย 4 เส้นโดยสายที่ 2 เส้นของลูปวงจรสัญญาณยังคงต่อเชื่อมอุปกรณ์เช่นเดียวกันกับแบบคลาส B แต่จะมีการวนลูปสายทั้งสองเส้นกลับเข้ามายังตัวควบคุม ทำให้ต้องเสียพอร์ทสำหรับใช้งานอื่นไป 2 พอร์ทและไม่มีความต้านทาน EOL มีข้อดีคือถ้าสายเส้นใดเส้นหนึ่งขาด อุปกรณ์ต่างๆ ยังคงทำงานได้ เนื่องจากกระแสสามารถไหลได้ทั้งสองทิศทาง แม้ว่าจะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่ระบบมีความเชื่อถือได้สูง



รูปที่ 5.14 แสดงการต่ออุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ แบบ คลาส A

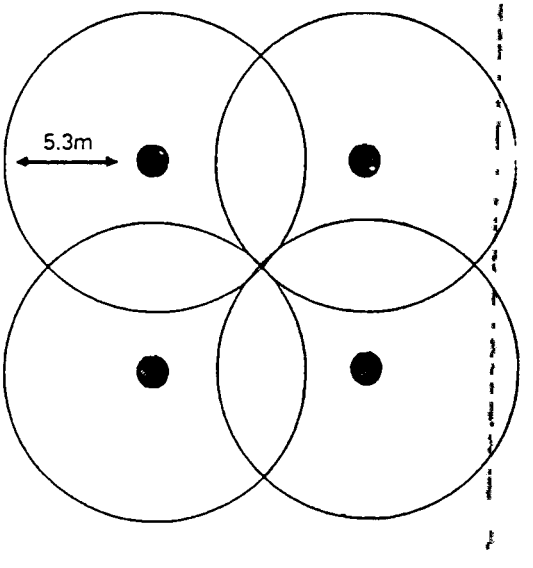
ลักษณะการต่อตัวตรวจจับ จะต้องคำนึงถึง

1. ลักษณะการต่อสายว่าเป็นแบบคลาส A หรือ คลาส B
2. ลักษณะการเชื่อมสายสัญญาณอินพุท เอาท์พุทเข้ากับอุปกรณ์ เช่น ในรูปเป็นการต่อเชื่อมสายสัญญาณเข้าขั้วของตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ และ แบบจับอัตราการเพิ่มความร้อนซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกัน คือ 2 เส้นนี้เข้าตัวตรวจจับเข้าต่อไปแบบต่อขนาน แต่ถ้ามองจากรูป 5.14 จะเสมือนกับการต่อตัวตรวจจับอนุกรมเข้าเข้าด้วยกันเรื่อยๆ



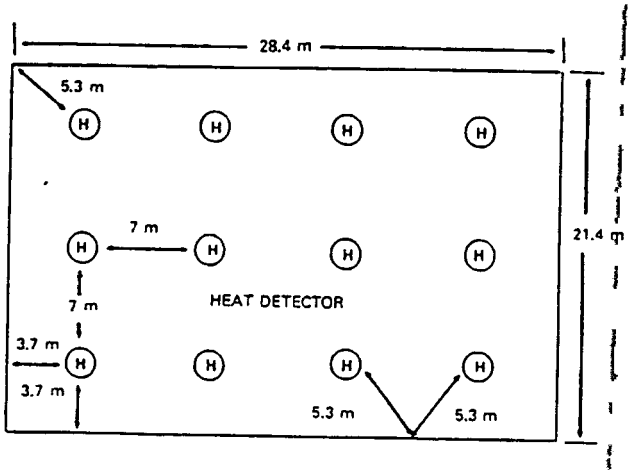
รูปที่ 5.15 การต่อสายเข้าตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่

3. ระยะการทำงานของตัวตรวจจับนั้นว่าครอบคลุมพื้นที่เท่าใด เช่น ตัวตรวจจับความร้อน ครอบคลุมพื้นที่ในแนวรัศมี 5.3 เมตร



รูปที่ 5.16a แสดงพื้นที่การทำงานของตัวตรวจจับความร้อน

4. ระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับ และระยะห่างจากกำแพง เช่น ตัวตรวจจับความร้อน ติดตั้งห่างกัน 7 เมตร ห่างจากมุมห้อง 3.7 เมตรดังรูป



รูปที่ 5.16b แสดงระยะห่างในการติดตั้งตัวตรวจจับความร้อน

5.2 การเชื่อมสายในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

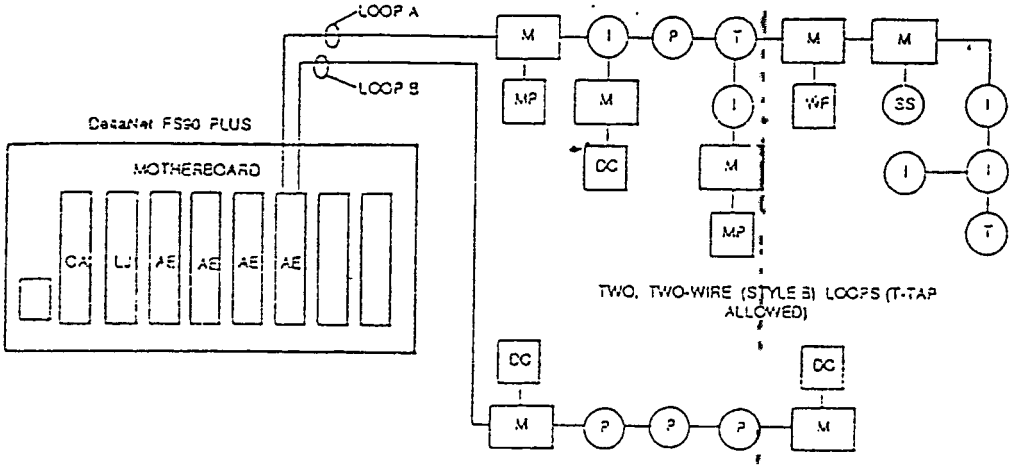
การศึกษาการเชื่อมสายของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ในหัวข้อนี้ จะใช้ตัวอย่างของบริษัท Honey Well ใช้ผลิตภัณฑ์รุ่น FS90 เป็นกรณีศึกษา

ระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ประกอบด้วย ตัวควบคุมหลักคือ FCP (Fire Control Panel) ที่มีส่วนประกอบหลักคือ แผงวงจรแม่ (Motherboard) ซึ่งมีไว้สำหรับเสียบแผงวงจรอื่นๆ เช่น แผงวงจร AE และแผงวงจร LJ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แผงวงจร AE (Interface Board)

ลักษณะ

เป็นแผงวงจรอินเตอร์เฟสสำหรับติดต่อระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ตัวตรวจจับเพลิงไหม้แบบต่างๆ และอุปกรณ์แจ้งเตือนพวกกระดิ่ง, ไซเรน, ออด เป็นต้น การเชื่อมต่อสามารถทำได้ทั้งแบบคลาส A และคลาส B จากรูป 5.17 เป็นการต่อแบบคลาส B มีลูป 2 ลูปคือ ลูป A และลูป B



รูป 5.17 แสดงการต่อแผงวงจร AE แบบคลาส B แผงละ 2 ลูป

คุณสมบัติและการใช้งาน

1. ตัวควบคุมรุ่นนี้ วงจรแม่มีความสามารถในการสื่อสารผ่านลูปวงจรได้ไม่เกิน 2 ลูป

2. หนึ่งลูปวงจรสัญญาณสามารถต่ออุปกรณ์ที่มีแอ็ดเดรสได้ไม่เกิน 198 แอ็ดเดรส โดยแบ่งเป็นโมดูลแอ็ดเดรส 99 ตัวและเซ็นเซอร์แอ็ดเดรส 99 ตัว

3. ถ้าแผงวงจร AE ต่อลูปวงจรสัญญาณแบบคลาส A จะต่อได้ 1 ลูปต่อ 1 แผง ดังนั้นแผงวงจรแม่ 1 วงจรจะใช้แผงวงจร AE ได้ไม่เกิน 9 แผง (เพื่อให้ไม่เกิน 9 ลูป)

4. ถ้าแผงวงจร AE ต่อลูปวงจรสัญญาณแบบคลาส B จะต่อได้ 2 ลูปต่อ 1 แผง ดังนั้นแผงวงจรปท้ 1 วงจรจะใช้แผงวงจร AE ได้ไม่เกิน 9 แผง (เพื่อให้ไม่เกิน 9 ลูป)

การใช้งาน

แผงวงจร AE ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสเพื่อรับทราบค่าข้อมูลที่เข้ามาทางพอร์ทอินพุทและส่งค่าข้อมูลออกทางพอร์ทเอาท์พุท ไม่ว่าจะเป็นการต่อลูปวงจรสัญญาณแบบคลาส A หรือคลาส B ก็ตามข้อมูลที่เข้ามาหรือถูกส่งออกไปนั้นจะต้องแสดงถึงแอ็ดเดรสของอุปกรณ์ที่ติดต่อด้วย เพื่อทราบว่าเป็นอุปกรณ์ชนิดใด ตัวที่เท่าไร อยู่ตำแหน่งไหนของระบบ เช่น แอ็ดเดรส CCC, BBB, DD, SS และ PPP โดย

PPP หมายถึง หมายเลขอุปกรณ์มีตั้งแต่ 001 - 199

โดยที่ หมายเลขเซ็นเซอร์มีตั้งแต่ 001 - 099

หมายเลขโมดูลมีตั้งแต่ 101 - 199

โดยไม่มีหมายเลข 100 เลขหลักแรกจะแสดงชนิดของอุปกรณ์

0 หมายถึง เซ็นเซอร์

1 หมายถึง โมดูล

ส่วนอีกสองหลักที่เหลือจะบอกตำแหน่งของอุปกรณ์ในลูปวงจรสัญญาณ

SS หมายถึง หมายเลขลูปวงจรสัญญาณตั้งแต่ 01 - 09

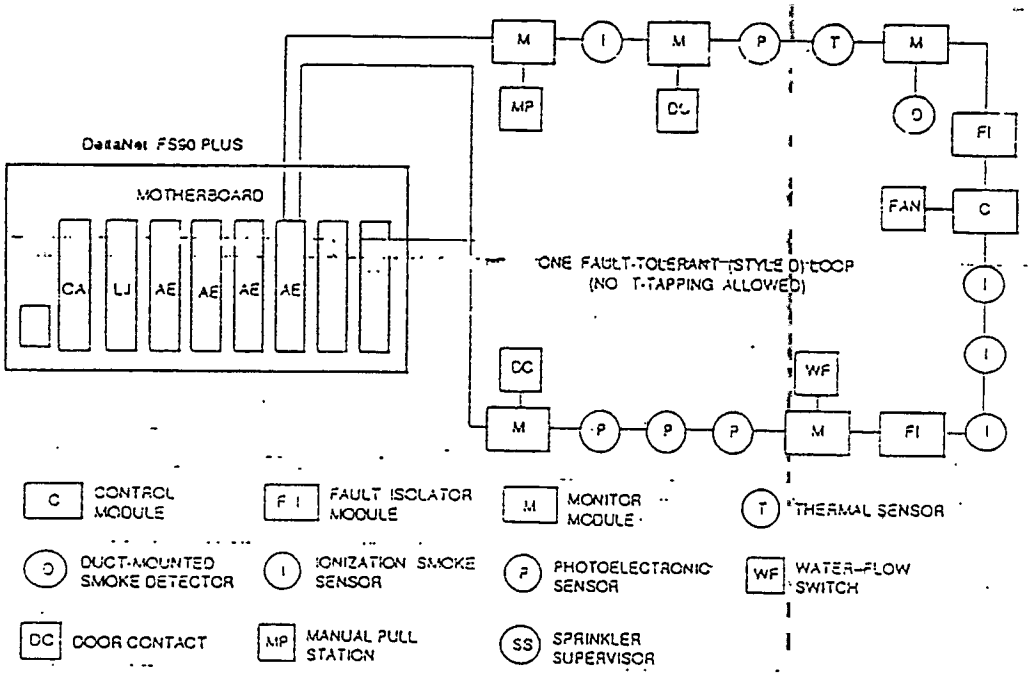
หมายเลข 10 เป็นกลุ่มของจุดต่รวจสอบ

(Logical Point Group)

DD หมายถึง หมายเลขของแผงควบคุมย่อยที่อยู่ในตัวควบคุมรองตั้งแต่ 02 - 30

BBB หมายถึง หมายเลขบัสที่ต่อเชื่อมกับแผงควบคุมย่อยตั้งแต่ 001 - 240

CCC หมายถึง หน่วยประมวลผลกลางตั้งแต่ 01 - 16



รูป 5.18 แสดงการต่อแผงวงจร AE แบบคลาส A แผงละ 1 ลูป

2. แผงวงจร LJ (Display Board)

ใช้สำหรับแสดงผลการติดต่อสื่อสารในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ เช่น เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ หรือ แผงแสดงผล เพื่อเป็นตัวรับค่าจากการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เพื่อนำมาแสดงผลโดยใช้หลอด LED 9 ตัว แบ่งได้เป็น 2 ชุดคือ

1) ชุดหลอด LED 4 ตัวแรก

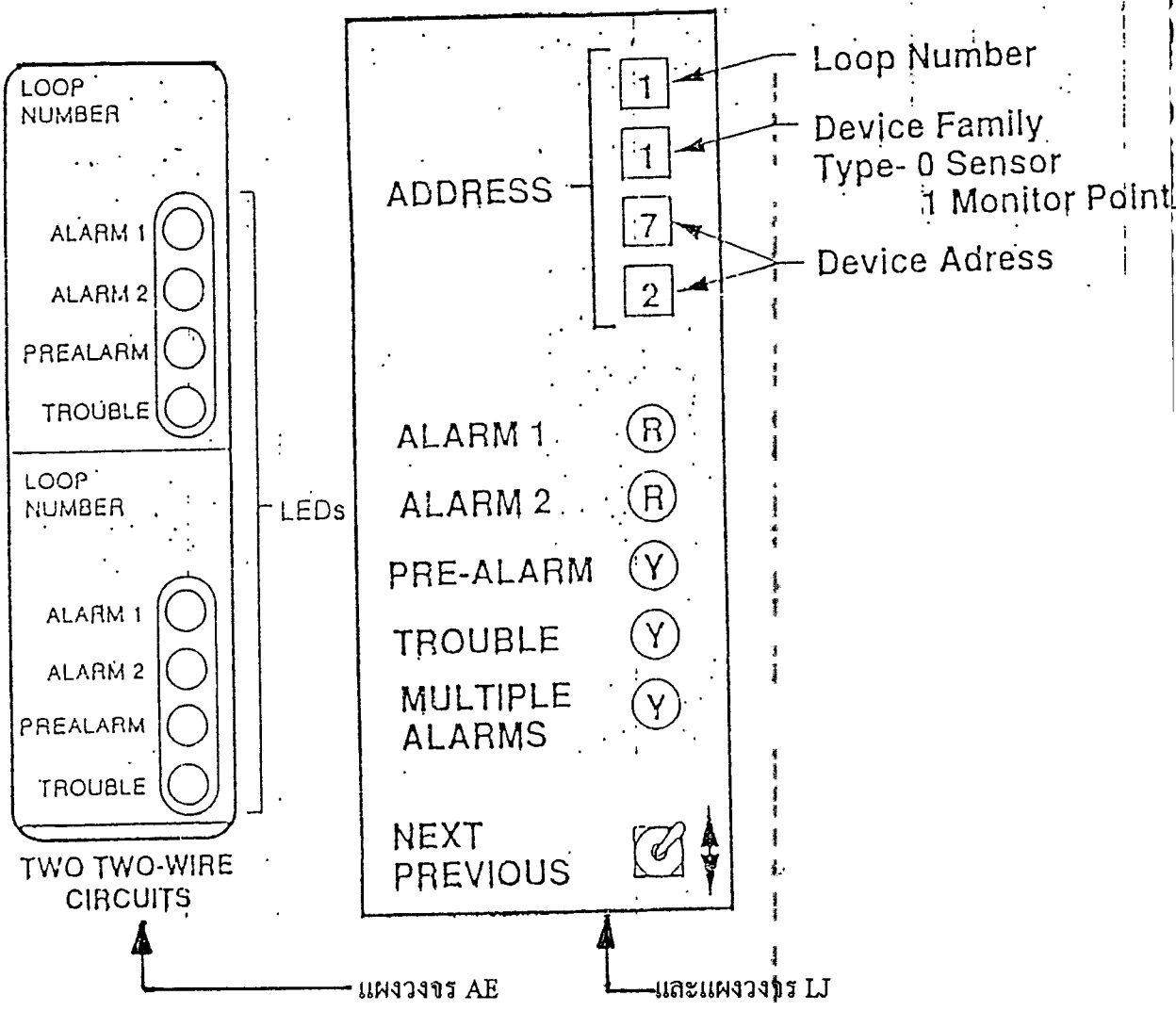
แสดงตัวเลข 4 หลักโดยหลักแรกแสดงหมายเลขของลูปวงจรสัญญาณอีก 3 หลักแสดงได้ 2 ความหมายคือภาวะรับส่งค่าข้อมูลจะแสดงแอ็ดเดรสของอุปกรณ์ที่ติดต่อด้วย ส่วนในภาวะขัดข้องจะแสดงสัญญลักษณ์บอกให้ทราบปรพเภทหรือสาเหตุของการขัดข้องนั้น

2) ชุดหลอด LED 5 ตัว

แสดงระดับการแจ้งเตือนและมีสวิทช์โยกดูตำแหน่งของตัวแจ้งเตือนตัวอื่นด้วยว่า แจ้งเตือนหรือไม่ ถ้าแจ้งเตือน กำลังแจ้งเตือนระดับใด

หลักการทำงาน

ตลอดเวลาทุกวินาที วงจร AE จะทำการตรวจการทำงานของเซ็นเซอร์หรือโมดูลทีละตัว เพื่อหาสถานะการทำงาน จะสังเกตได้จากหลอด LED ที่เซ็นเซอร์จะกระพริบ และเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณดิจิตอลมาให้ แผงวงจร AE ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นของควัน, อนุภาคของไอประทุจากไฟไหม้, หรือค่าของอุณหภูมิ แผงวงจร AE จะทำการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลที่ได้รับกับข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ว่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในลักษณะใดเช่น ค่อยๆ เปลี่ยน ซึ่งอาจเกิดจากความสกปรก หรือฝุ่นมาเกาะตัวตรวจจับควัน หรือ เปลี่ยนอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากไฟไหม้ โดยหลอดไฟที่แผงวงจรจะแสดง สถานะการทำงานของอุปกรณ์นั้น เช่น แจ้งไฟไหม้ (Alarm) , เตือนล่วงหน้า (Prealarm), เกิดปัญหา (Trouble), หรือปรกติ (Normal) ดังรูป

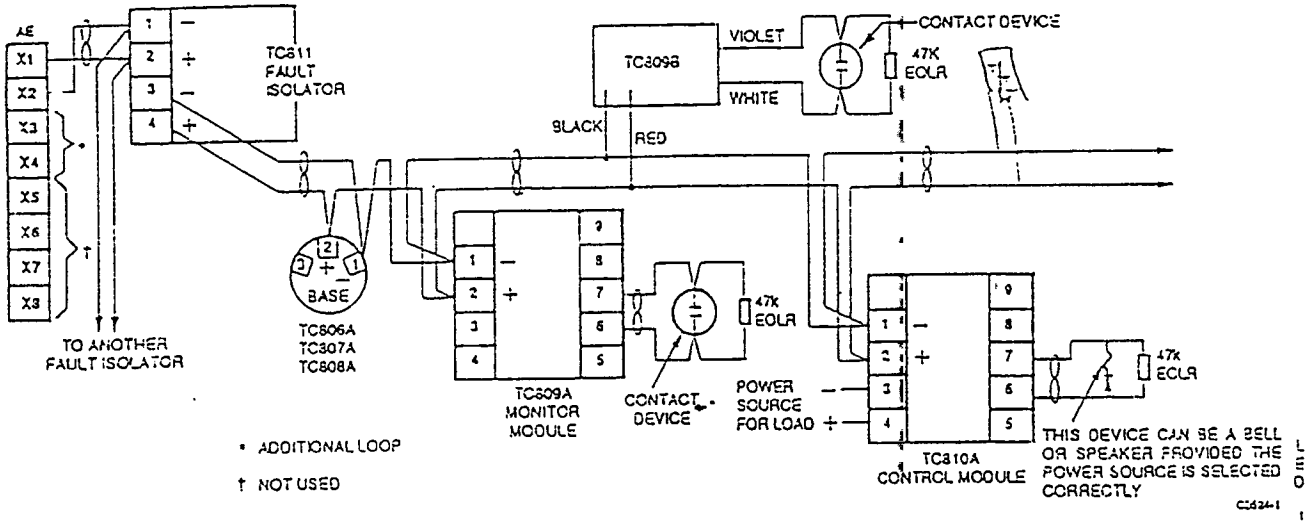


รูป 5.19 แสดงหลอด LED ของแผงวงจร AE และแผงวงจร LJ

จากนั้นจะส่งข้อมูลต่อไปให้กับแผงวงจร LJ เพื่อแสดงตำแหน่งของตัวแจ้งเตือนนั้นในรูปของตัวเลข หากแผงวงจร AE แจ้งเตือนไฟไหม้ ก็จะสั่งให้ หลอด LED ของเซ็นเซอร์ หรือ โมดูล ติดอยู่ตลอดเวลา ตัวควบคุมหลักบางรุ่นเช่น Honeywell FS90 1 ตัว สามารถมีแผงวงจรแม่ได้ไม่เกิน 4 แผง

การเชื่อมต่อสายตัวควบคุม

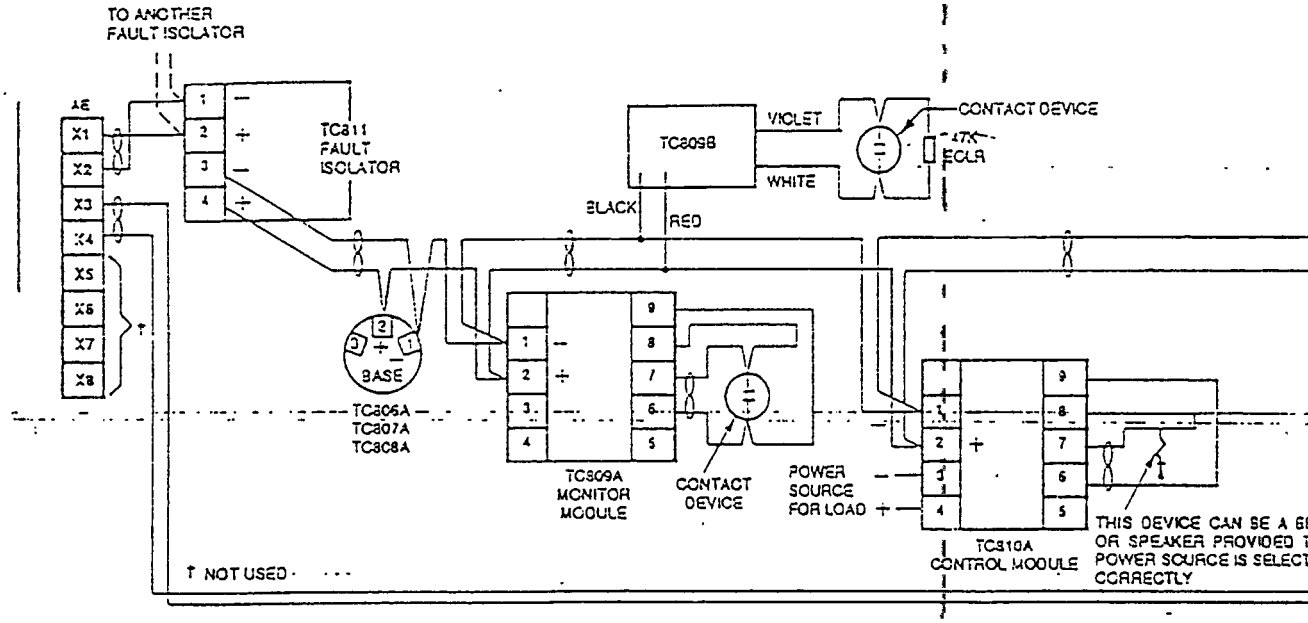
1. ต่อแผงวงจร AE แบบคลาส B



รูป 5.20 แสดงการเชื่อมต่อสายตัวควบคุมแบบคลาส B

จากรูปที่ 5.20 แผงวงจร AE ต่อผ่านอุปกรณ์ฟอลท์ไอโซเลเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่แยกวงจรส่วนที่เกิดฟอลท์ออกไป จากนั้นต่อตัวตรวจจับต่างๆ เช่นตัวตรวจจับควัน ตัวตรวจจับความร้อน หรือต่อเข้ากับ มอนิเตอร์โมดูล เพื่อตรวจการทำงานของอุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัส เช่นรีเลย์ต่างๆ แล้วต่อด้วยตัวต้านทานปลายวงจร (EOL) จากนั้นที่ขั้วของมอนิเตอร์โมดูลยังสามารถที่จะต่ออุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆได้อีก หรือจะต่อเข้ากับ คอนโทรลโมดูล เพื่อควบคุมอุปกรณ์แจ้งเตือนภัย เช่น กระดิ่ง หรือไซเรนเป็นต้น

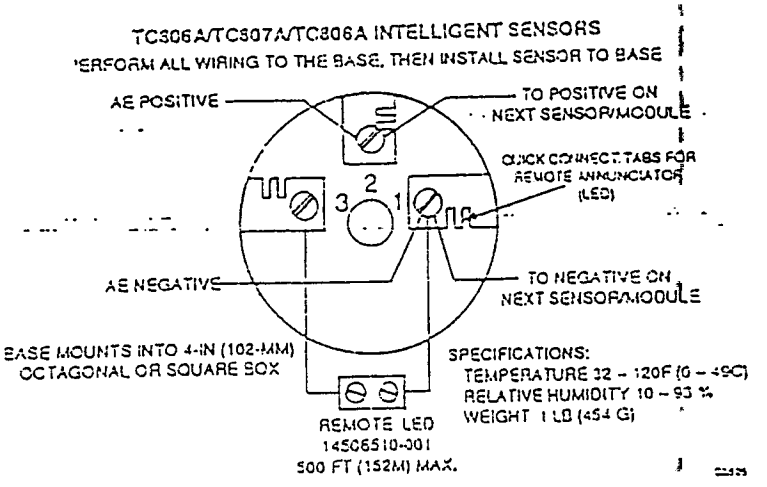
2. ต่อแผงวงจร AE แบบคลาส A



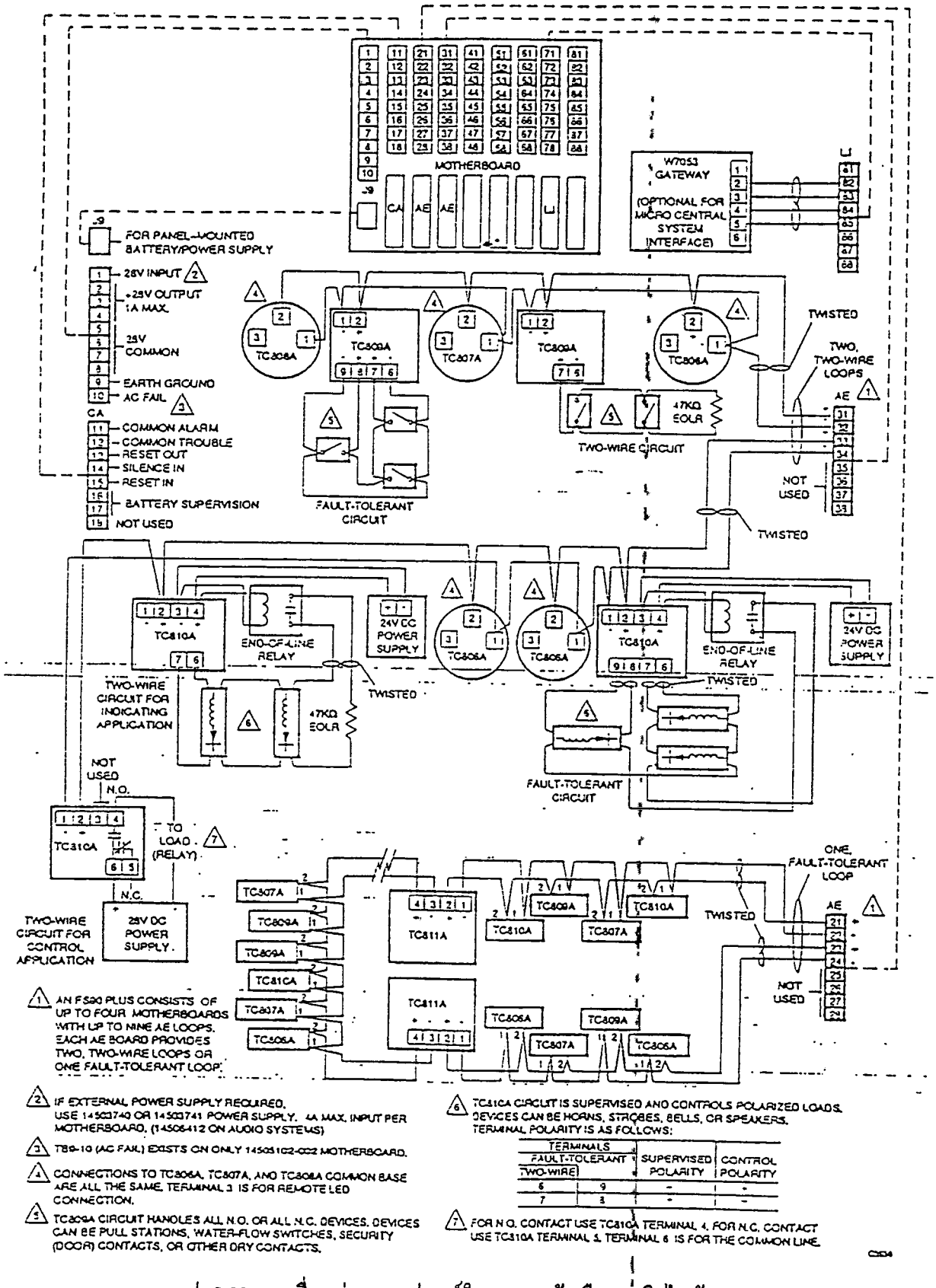
รูปที่ 5.21 แสดงการเชื่อมต่อสายตัวควบคุมแบบคลาส A

จากรูปที่ 5.21 แผงวงจร AE ต่อผ่านฟอลท์ไอโซเลเตอร์, ตัวตรวจจับต่างๆ, มอนิเตอร์โมดูล, คอนโทรลโมดูล แล้วต่อกลับมาที่แผงวงจร AE อีกครั้งจนครบลูป

สำหรับการต่อตัวตรวจจับทำได้ดังรูป ที่ 5.22 คือต่อขั้วบวกเข้าขา 2 แล้วต่อไปยังขั้วบวกของตัวตรวจจับ หรือ โมดูลตัวต่อไป ส่วนขั้วลบต่อเข้าขา 1 แล้วต่อเข้าขั้วลบของอุปกรณ์ตัวต่อไป ระหว่างขา 3 กับขา 1 ต่อหลอด LED เพื่อแสดงการทำงาน ซึ่งการต่อตัวตรวจจับแบบนี้ สามารถใช้ได้ทั้งตัวตรวจจับความร้อน, ตัวตรวจจับควันแบบแตกตัวเป็นไอออน และแบบโฟโต้อิเล็กทริค



รูป 5.22 แสดงการต่อขั้วของอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ต่างๆ



รูป 5.23 การเชื่อมต่อสายอุปกรณ์ในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้

จากรูป 5.23 ซึ่งแสดงการเชื่อมสายอุปกรณ์ในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จากรูปมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ตัวควบคุมรุ่น FS90 นี้มีวงจรแม่ได้มากที่สุด 4 วงจรและมีแผงวงจร AE ได้มากที่สุด 9 แผง แผง AE แต่ละแผงถ้าต่อแบบคลาส A (4 Wire Loop) ได้ 1 ลูป ถ้าต่อแบบคลาส B (2 Wire Loop) จะต่อได้ 2 ลูป

2. แต่ละลูปสามารถต่อได้ไกลไม่เกิน 1,463 เมตร (4,800 ฟุต) โดยใช้สายอันชีลด์ทวิสต์แพร์ ขนาด 2.08 ตารางมิลลิเมตร (14 AWG)

3. จากรูปสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่างๆ มีดังนี้

- ตัวตรวจจับควันแบบโฟโต้อิเล็กทริค : TC806A
- ตัวตรวจจับควันแบบแตกตัวเป็นไอออน : TC807A
- ตัวตรวจจับอุณหภูมิ : TC808A
- มอนิเตอร์ โมดูล : TC809A

  ใช้รับค่าอินพุทต่างๆ เช่น จากแผงแจ้งเตือนเพลิงด้วยบุคคล, จากสวิทช์วัดการไหลของน้ำ, จากหน้าสัมผัสของประตูเป็นต้น

- คอนโทรลโมดูล : TC810A

  ใช้ส่งสัญญาณควบคุมไปที่กระดิ่ง, ระฆัง, ไซเรนแจ้งเตือนเพลิง

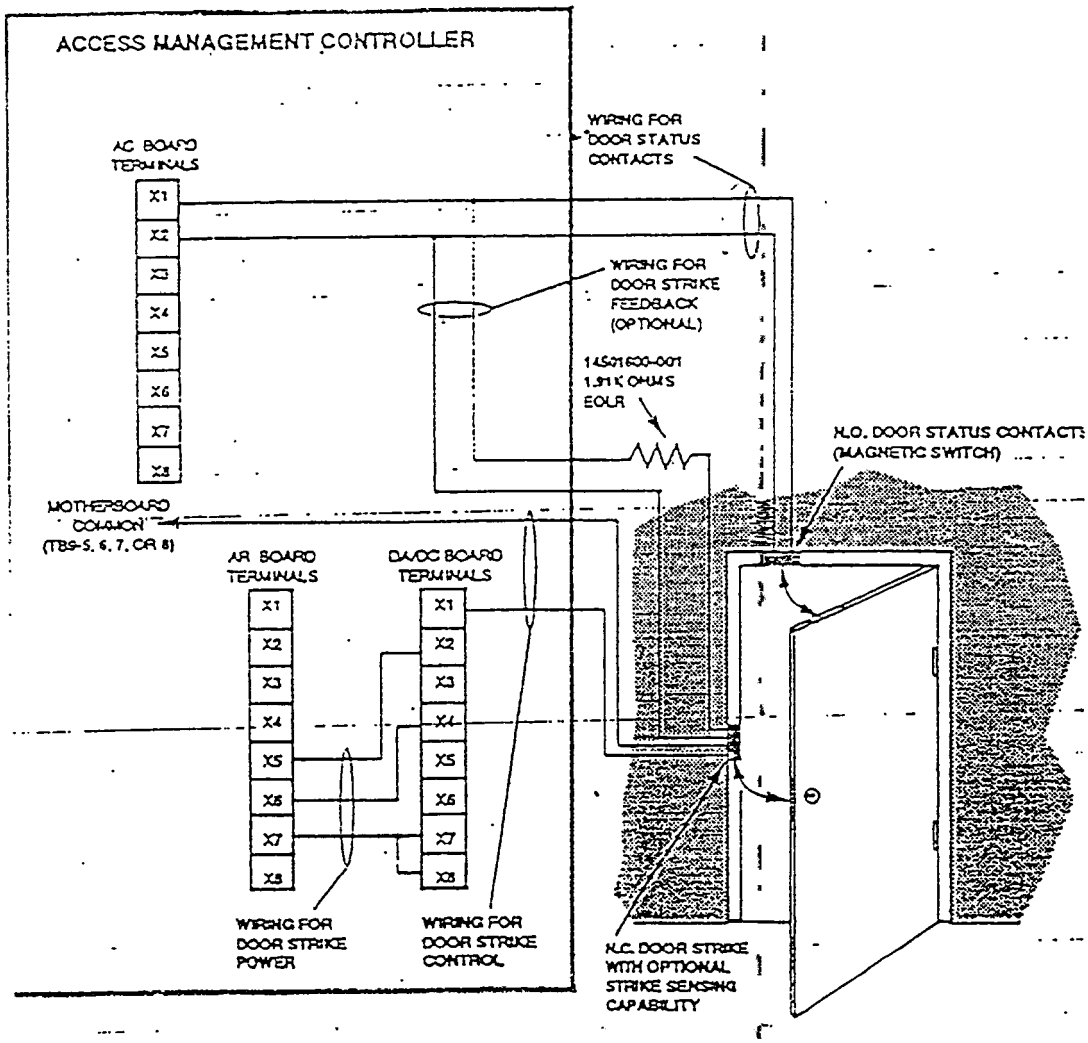
- ตัวแยกวงจรเมื่อเกิดฟอลท์ : TC811A

4. จากรูปแผง AE ด้านบนต่อลูปคลาส B จำนวน 2 ลูป โดยที่ลูปบนประกอบด้วยตัวตรวจควันแบบโฟโต้อิเล็กทริค, มอนิเตอร์โมดูล, ตัวตรวจจับควันแบบแตกตัวเป็นไอออน, มอนิเตอร์โมดูลและตัวตรวจจับอุณหภูมิ ส่วนลูปล่างประกอบด้วยคอนโซลโมดูล, ตัวตรวจจับควันแบบโฟโต้อิเล็กทริค 2 ตัวและคอนโทรลโมดูล

แผง AE ด้านล่างต่อแบบคลาส A จำนวน 1 ลูปประกอบด้วยตัวตรวจจับต่างๆ และยังมีตัวแยกวงจรเมื่อเกิดฟอลท์อีก 2 ตัว

การเชื่อมต่อสายในระบบรักษาความปลอดภัย

มีลักษณะคล้ายกันกับการต่อตัวควบคุมของระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ จากรูป เดินสาย 2 เส้นจากแผงวงจร AC ซึ่งเป็นแผงอินเตอร์เฟส ไปที่สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ซึ่งมีสถานะปรกติเปิด เพื่อตรวจการทำงานว่าประตูเปิดหรือปิด อีก 2 สายสำหรับระบบ ล็อคประตูอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเครื่องอ่านบัตรผ่านได้ ตัวล็อคประตูจะมีสถานะปรกติปิด และอาจมีการเดินสายเพิ่มเติมอีกสองเส้นมาจากแผงวงจร AE สำหรับการควบคุมแบบป้อนกลับในการล็อคประตู (Door Strike Feedback)



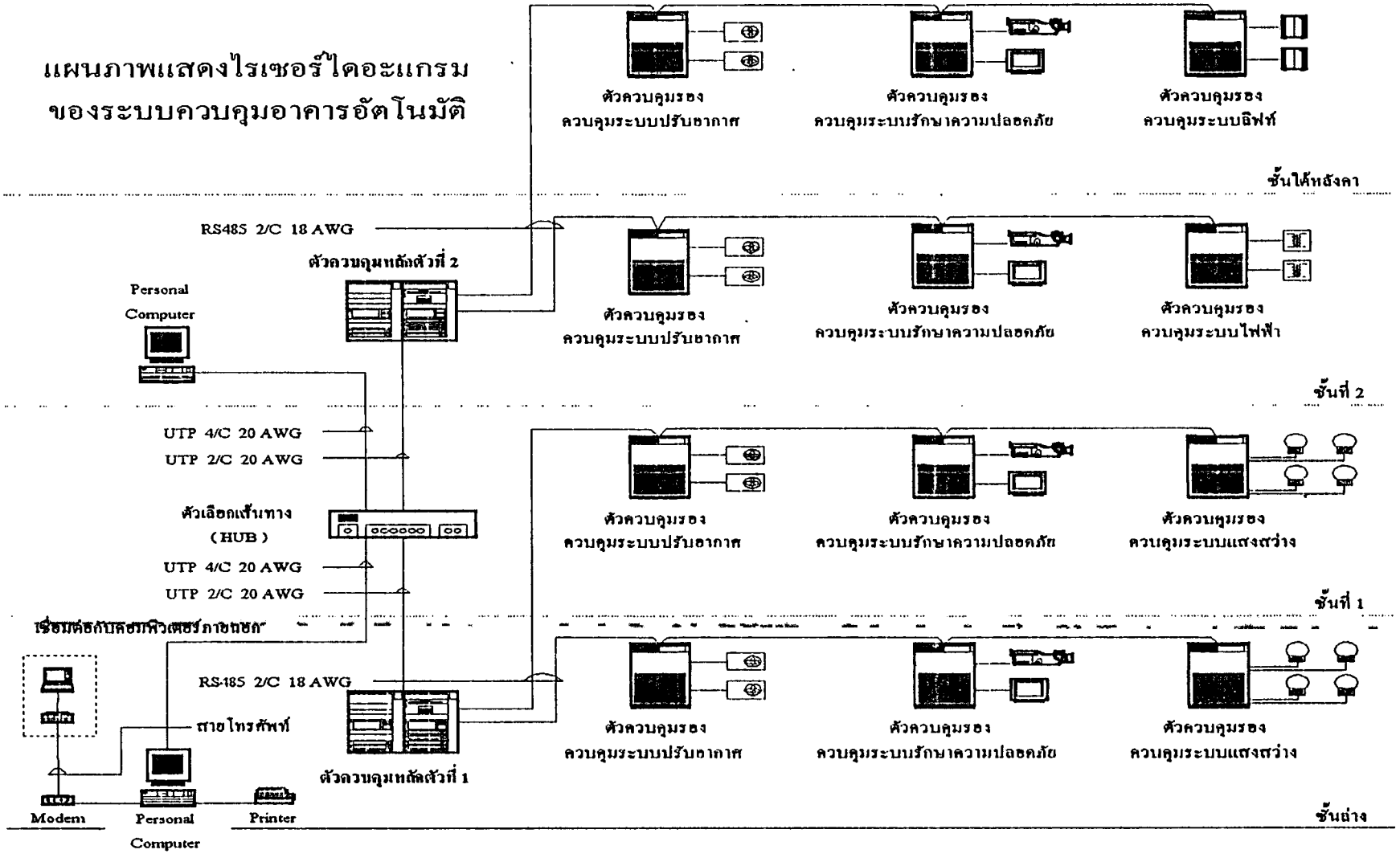
รูป 5.24 แสดงการเชื่อมต่อสายในระบบประตูอัตโนมัติ

ไรเซอร์ไดอะแกรม (Riser Diagram)

เป็นแผงผังแสดงการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ และชนิดของสายว่า อยู่ส่วนใดในอาคาร และมีลักษณะการใช้สายประเภทใด ซึ่งเป็นแผนผังคร่าวๆ ที่ง่ายต่อความเข้าใจ ทำให้ทราบถึงภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบ BAS

ยกตัวอย่างอาคารหลังหนึ่งขนาด 4 ชั้น มีการติดตั้งระบบ BAS โดยที่ชั้นล่าง และชั้นที่ 2 จะติดตั้ง คอมพิวเตอร์ที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุม และ ตัวควบคุมหลัก โดยการเชื่อมต่อด้วยระบบ LAN แบบ สตาร์คอนฟิกกูเรชั่น ลักษณะของสายในส่วนต่างๆ เป็นไปดังภาพไรเซอร์ไดอะแกรมดังภาพข้างหลังนี้

แผนภาพแสดงไรเซอร์ไดอะแกรม ของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ



5.3 การวางท่อ การร้อยสาย

การวางท่อ และ ร้อยสายแบ่งเป็น

5.3.1 ท่อและการวางท่อ

5.3.2 การร้อยสาย

5.3.1 ท่อและการวางท่อ

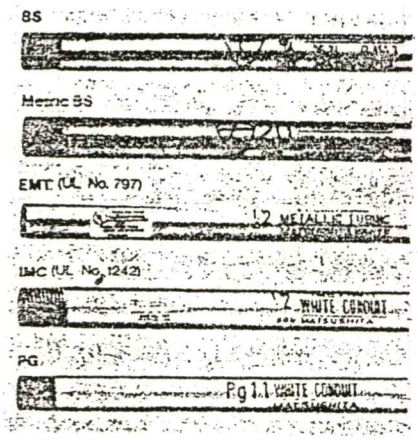
งานท่อในระบบ BAS จะแยกออกจากระบบไฟฟ้าแรงสูง โดยทั่วไป ท่อ BAS จะแยกออกมาอีกท่อหนึ่ง เพื่อเป็นไปตามความเหมาะสมของลักษณะอาคารที่จะทำการติดตั้ง และต้องคำนึงถึงงานระบบอื่นๆด้วย เช่น งานโครงสร้างอาจจะต้องมีการฝังท่อที่ผนังหรือคาน แต่ส่วนมากมักจะเป็นแบบเดินลอย เพราะสะดวกและง่ายต่อการติดตั้งหรือหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขในภายหลัง ก็สามารถทำได้โดยง่าย

ท่อที่ใช้ในงานระบบ BAS มีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่

1. ท่อ IMC (Intermediate Metal Conduit) เป็นท่อโลหะแข็ง ส่วนใหญ่ใช้กับงานฝังในคาน ดิน พื้นปูน หรือผนังคอนกรีตและบริเวณที่ท่อมีโอกาสถูกกระทบกระแทกได้ หรือหากเดินนอกอาคาร อาจมีความชื้น ก็สามารถใช้อุปกรณ์ป้องกันความชื้นได้

2. ท่อ EMT (Electrical Metallic Tubing) เป็นท่อโลหะแบบบางใช้ติดตั้งภายในอาคารแบบเดินลอย ตามกำแพงหรือเดินใต้ฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความชื้นไม่สูง และบริเวณที่ไม่มีการกระทบกระแทก และไม่ยินยอมให้ทำเกลียวท่อชนิดนี้

3. ท่อแบบอ่อน (Flexible Conduit) เป็นท่อที่สามารถหักเลี้ยวได้ใช้ในส่วนที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อ หรือในบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน เช่น มอเตอร์หรือโคมไฟใต้ฝ้า เป็นต้น ท่อแบบอ่อนมีทั้งชนิดกันน้ำและไม่กันน้ำขึ้นกับสถานที่ที่เลือกใช้ ดังรูป



รูปที่ 5.25 แสดงลักษณะของท่อแบบต่างๆ

สายที่เดินร้อยท่อในงานระบบ BAS มีเพียงไม่กี่เส้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการเดินสายสัญญาณและสายไฟเลี้ยงในท่อเดียวกัน เนื่องจากมีปริมาณทางไฟฟ้าเป็นดีซีซึ่งสามารถเดินร่วมกันได้ในท่อเดียวกันโดยไม่มีผลรบกวนของสัญญาณ ขนาดของท่อที่ใช้ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่แต่จำนวนสายไฟที่ร้อยท่อ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า หรือสถาบันที่น่าเชื่อถือเช่น NEC โดยพิจารณาจาก จำนวนสายต่อขนาดของท่อ และให้มีพื้นที่ว่างในท่อให้เหมาะสมซึ่งพื้นที่ว่างไม่ควรมีขนาดต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัดท่อหรือพื้นที่หน้าตัดของสายในท่อรวมกันแล้วไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์เพื่อระบายความร้อนโดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สายเป็นดังตารางข้างล่าง

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

ตารางที่ 5.2 แสดงพื้นที่ของหน้าตัดสายเป็นร้อยละของพื้นที่หน้าตัดท่อ

จากตาราง หมายความว่า หากร้อยด้วยสายธรรมดาไม่มีโลหะตะกั่วหุ้ม 1 เส้นจะต้องมีพื้นที่ว่างในท่ออย่างน้อย 53% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อหรือถ้าหากร้อยสายไฟมากกว่า 3 เส้น ก็จะต้องมีพื้นที่ว่างไม่ต่ำกว่า 40% ของพื้นที่เป็นต้น

ส่วนสาย THW ที่ใช้ในส่วนที่เป็นสายไฟเลี้ยงและส่วนที่เป็นสัญญาณแจ้งเตือน (Bell Alarm) ก็จะมีลักษณะตารางเฉพาะ ตามกฎของการไฟฟ้า ดังตารางข้างล่างนี้

	12.7—16 (½"—5/8")	19 ¾"	25 1"	32 1¼"	38 1½"	50 2"	60 2½"	75 3"	90 3½"	100 4"
1	6	10	18	31	45	—	—	—	—	—
1.5	5	10	14	25	35	—	—	—	—	—
2.5	3	5	9	16	22	38	—	—	—	—
4	3	5	7	13	18	30	47	—	—	—
6	2	4	5	10	14	23	35	48	—	—
10	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25	—	—	—	3	4	7	11	16	22	29
35	—	—	—	2	3	5	8	13	18	23
50	—	—	—	1	2	4	6	9	13	16
70	—	—	—	1	1	3	5	8	10	13
95	—	—	—	1	1	2	3	6	8	10
120	—	—	—	1	1	2	3	6	8	10
150	—	—	1	1	1	2	3	5	7	9
185	—	—	—	1	1	1	2	4	5	7
240	—	—	—	1	1	1	1	3	4	6
300	—	—	—	—	1	1	1	3	4	5
400	—	—	—	—	—	1	1	1	3	4
500	—	—	—	—	—	1	1	1	2	3

ตารางที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสายและจำนวนสายที่ร้อยท่อ

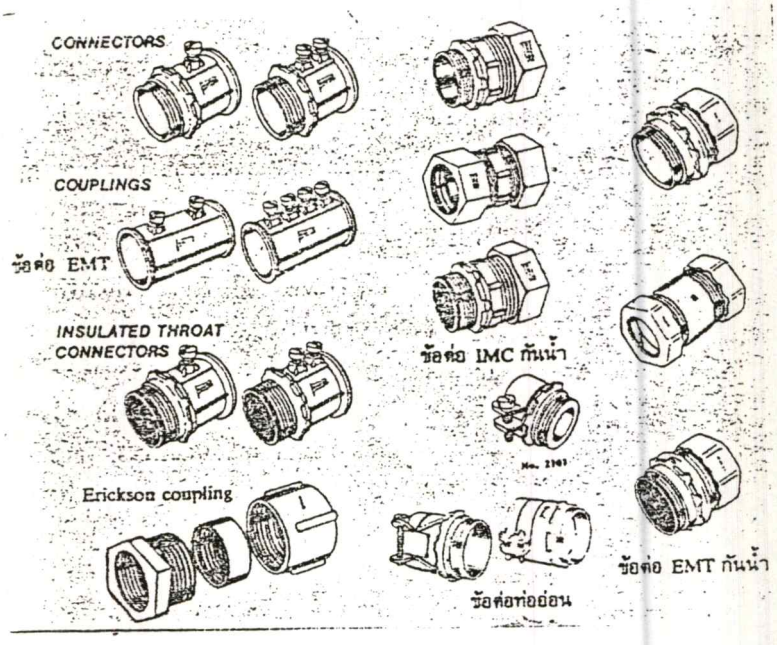
จากตารางเป็นการบอกถึงขนาดของท่อและจำนวนสายไฟที่ร้อยในท่อมากที่สุดตามขนาดของสายไฟ เพื่อความเหมาะสมในการเลือกใช้

อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสายไฟ

อุปกรณ์ประกอบท่อ EMT ที่สำคัญ ได้แก่ ข้อต่อท่อกับกล่อง (Connector) ข้อต่อท่อกับท่อ (Coupling) ซึ่งมีหัวแบบธรรมดา แบบชุดเกลียว และแบบกันน้ำ (Pressure Cost Compression)

อุปกรณ์ประกอบท่อ IMC

เนื่องจากท่อ IMC สามารถทำเกลียวได้ ข้อต่อท่อกับกล่องจึงไม่จำเป็นต้องใช้เพียงแต่ใช้ล็อคนัท (Lock nut) และ บุชชิ่ง (Bushing) ก็เพียงพอ ยกเว้นในกรณีที่ติดตั้งในเขตอันตราย และ บริเวณเปียกชื้น จึงจะใช้ข้อต่อท่อกับกล่องที่ถูกกับการใช้งานนั้นๆ ในบริเวณที่ไม่สามารถทำเกลียวต่อได้จะใช้แบบ ชุดเกลียว สำหรับข้อต่อกับท่อ มีทั้งแบบ มีเกลียวในทั้ง 2 ด้าน และแบบ ชุดเกลียวแยก กรณีไม่สามารถหมุนท่อได้จะใช้ ตัวจับยึดแบบอิริคสัน (Erickson Coupling) หรือแบบสไวเวล (Swivel Coupling) ดังภาพที่ 5.1



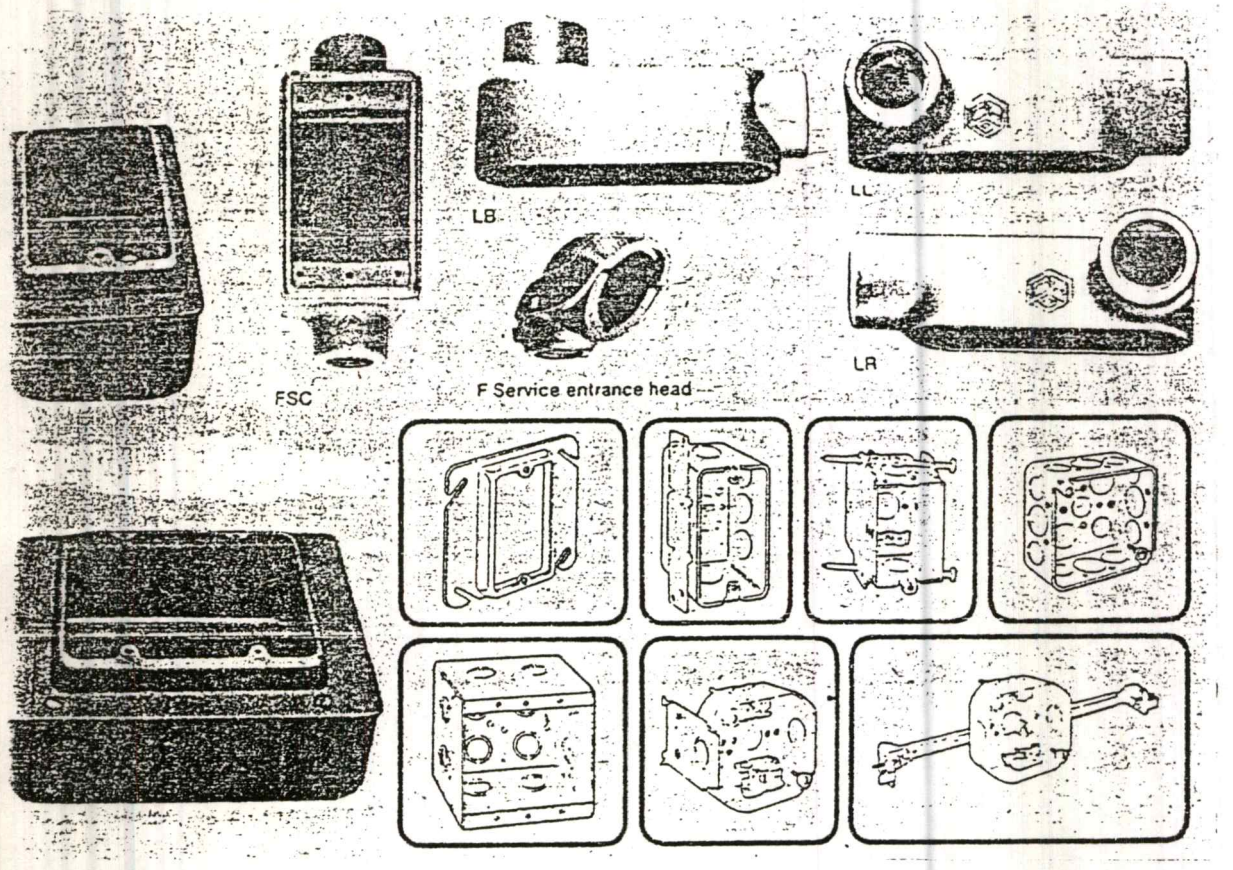
รูปที่ 5.26 แสดงอุปกรณ์ประกอบท่อ ทั้งแบบ EMT และ IMC

อุปกรณ์ประกอบท่ออ่อน

มีแบบข้อต่อท่อเหล็กกับท่ออ่อน และข้อต่อท่ออ่อนกับกล่อง ทั้งชนิดธรรมดาและชนิดกันน้ำ

กล่องต่อสายและกล่องลากสาย

กล่องต่อสายมีหลายชนิด และ หลายขนาด จะใช้ติดตั้งเพื่อการจับยึดสวิตช์ เต้ารับ หรือ บริเวณที่ต้องการความสะดวกในการดึงสายไฟฟ้า กล่องต่อสายมีให้เลือกเช่น กล่องสำหรับสวิทช์ และเต้ารับ (Handy Box) แบบสี่เหลี่ยม (Square Box) แบบแปดเหลี่ยม (Octagon Box) แบบกลม (Round Box) ความลึกของกล่องมีหลายขนาด ทั้งแบบธรรมดาและแบบกันน้ำ ดังรูปที่ 5.26



รูปที่ 5.27 แสดงลักษณะของกล่องที่ใช้ต่ออุปกรณ์และกล่องลากสาย

5.3.2 การร้อยสาย

การร้อยสายจะต้องคำนึงถึงการหักเลี้ยวของท่อด้วยว่า ทำให้สายมีมุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันเกิน 360 องศาหรือไม่ หากมีการหักมุมหลายครั้ง อาจจะทำให้การดึงสายเป็นไปด้วยความยากลำบากจะต้องใช้สารหล่อลื่น (Lubricant), กล่องต่อสาย (Junction Box) และฟิชเทป ใช้สำหรับดึงสายร้อยท่อ เพื่อช่วยให้การดึงสายเป็นไปโดยสะดวกยิ่งขึ้น ดังรูป 5.26 และหากมีการหักมุมของท่อทำให้สายมีมุมดัดโค้งระหว่างจุดต่อสายร่วมกันเกิน 360 องศาแล้วอาจทำให้สายเกิดชำรุดเสียหาย เนื่องจากการเสียดสีและหักงอระหว่างการดึงสายซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระบบ BAS ไม่สามารถใช้งานได้จริงนอกเหนือจากสาเหตุของการเชื่อมต่อ (Wiring) ที่ไม่ถูกต้องและไม่มีความละเอียดในงานเชื่อม

5.4 การทดสอบระบบและอุปกรณ์

หลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมสายต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นระบบแล้ว จะต้องมีการทดสอบการใช้งานว่าอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมกันเป็นระบบนั้นสามารถทำงานร่วมกันได้จริงและเกิดการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โดยใช้สัญญาณตรวจสอบและสัญญาณควบคุมได้เพื่อให้ระบบ BAS สามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าของอาคารได้ ในทางปฏิบัติแบ่งการทดสอบได้ 2 ลักษณะ คือ การทดสอบอุปกรณ์และการทดสอบระบบ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และตัวควบคุมต่างๆ (On Line Testing)

ทำได้โดยใช้โปรแกรมของคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณไปตรวจสถานะการทำงานของตัวควบคุม ถ้าตัวควบคุมแสดงการตอบรับ โดยส่งสัญญาณบอกสถานะกลับไป แสดงว่าผ่านการทดสอบ

2. การทดสอบอุปกรณ์แต่ละจุด (Field Points Testing)

ทดสอบได้โดยการสั่งงานให้อุปกรณ์ที่จุดนั้นทำงาน โดยสั่งผ่านทางคอมพิวเตอร์และตัวควบคุม แล้วพิจารณาผลการทำงานว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ เช่น ใช้เมาส์คลิ๊กหน้าจอให้พัดลมระบายอากาศทำงาน

3. การทดสอบตามลักษณะการทำงาน (Features Testing)

เป็นการทดสอบการใช้งานระบบย่อยของตัวควบคุมแต่ละตัวที่ทำงานแบบสแตนอะโลนและเป็นแบบใช้สัญญาณดิจิตอลควบคุมโดยตรง (DDC Control) ประกอบไปด้วย

- การทดสอบการทำงานตามตาราง (Schedule) ที่กำหนดไว้
- การทดสอบการจัดการเกี่ยวกับการแจ้งเตือน (Alarm)
- การทดสอบการจัดการด้านพลังงาน คือการจำกัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Limiting)
- การทดสอบการทำงานลักษณะอื่นๆ

4. การทดสอบเพื่อส่งมอบงาน (System Accept Test)

ประกอบด้วยการทดสอบอุปกรณ์แต่ละชุด การทดสอบการทำงานของตัวควบคุมแบบ DDC การทดสอบตามลักษณะการทำงานและการทดสอบการใช้งานภาพกราฟฟิกของคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เจ้าของอาคารยอมรับปละอนุมัติจ่ายเงิน ซึ่งจะเป็นการทดสอบที่ละเอียดและครอบคลุมทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์

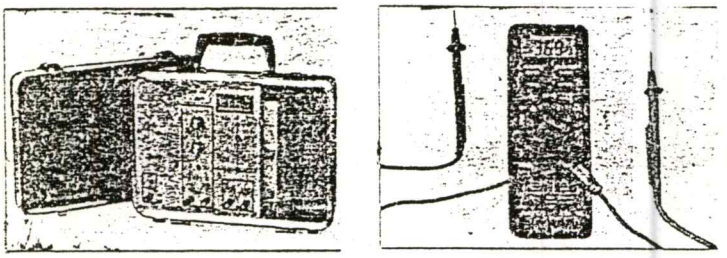
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ BAS ก็เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นเดียวกัน จึงสามารถทดสอบการทำงานได้โดยพิจารณาจากกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์บางชนิด เช่น ตัวตรวจจับความร้อนหรือตัวตรวจจับควันจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบโดยเฉพาะ แต่ในทางปฏิบัติผู้รับเหมาบางรายจะใช้รูปหรือควันบุหรี่ในการทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับควัน ใช้ไดรเป่าผมเป่าตัวตรวจจับความร้อน ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องในการทดสอบ เพราะอาจทำให้ตัวตรวจจับเสียหายหรือสกปรก ส่งผลให้แจ้งเตือนผิดพลาดเป็นสัญญาณหลอกในภายหลัง และการทดสอบแบบนี้ก็สร้างเหตุการณ์จำลองได้ไม่ตรงกับสถานการณ์ที่เกิดเพลิงไหม้จริงๆ ถึงแม้จะผ่านการทดสอบนี้แต่อาจจะไม่ทำงาน เมื่อเกิดเหตุการณ์จริง เช่น ไฟไหม้ก็ได้

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

1. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ (Signal Analysis) ใช้ตรวจสอบการทำงานของทรานสดิวเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ทำงานโดยอ่านค่าแรงดันและกระแสของสัญญาณ ใช้ไฟกระแสตรง 120 โวลท์หรือใช้ไฟจากแบตเตอรี่โดยมีช่องจ่ายไฟการแสตรง 24 โวลท์ให้กับอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ที่จะทดสอบการทำงาน

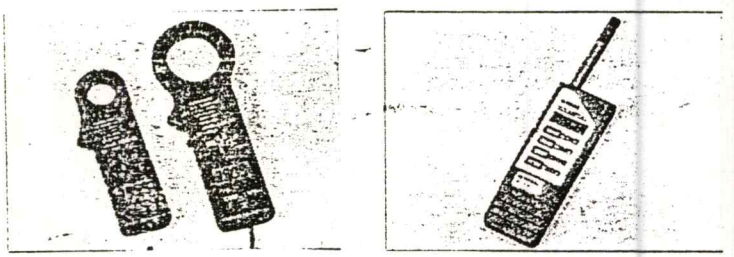
2. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeters) มีจอภาพ LCD แสดงค่าการวัดเป็นตัวเลข ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ วัดความต้านทานไฟฟ้าและวัดกระแสไฟฟ้าได้



รูปที่ 5.28 แสดงเครื่องวิเคราะห์สัญญาณและดิจิตอลมัลติมิเตอร์

3. มิเตอร์วัดแบบดิจิตอล AC Clamp ใช้คล้องอุปกรณ์วัดค่ากระแสหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจากรูปมิเตอร์เครื่องเล็กวัดกระแสได้มากถึง 300 แอมป์แปร์ส่วนเครื่องใหญ่วัดได้ถึง 1,000 แอมป์แปร์

4. มิเตอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น มีสายวัด (Probe) และแสดงผลแบบดิจิตอล



รูปที่ 5.29 แสดงมิเตอร์วัดแบบดิจิตอล AC Clamp และมิเตอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์

6.1 วิจารณ์การใช้ระบบ BAS

ปัจจุบันอาคารที่สร้างใหม่หลายแห่ง โดยเฉพาะอาคารสูง ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน โรงแรม ธนาคารหรือศูนย์การค้าขนาดใหญ่ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล นิยมใช้ระบบ BAS ในการควบคุมระบบต่างๆ ของอาคารกันอย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุผลในด้านการประหยัดพลังงาน ความสะดวกสบาย ทันสมัยและความปลอดภัยเป็นหลัก อาคารหลายแห่งประสบความสำเร็จอย่างมากในการใช้ระบบ BAS เพื่อลดค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะการลดค่าไฟของระบบปรับอากาศด้วยการใช้ระบบ BAS ร่วมกับระบบบ่อทำน้ำแข็ง ในขณะที่อาคารหลายแห่งหลังจากที่ลงทุนติดตั้งระบบ BAS ไปแล้ว และใช้ไปได้ไม่นานก็ปลดระบบควบคุมอัตโนมัติออกแล้วใช้การควบคุมทั้งหมดด้วยบุคคล (Manual Control) แทน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1. ขาดบุคลากรผู้เข้าใจระบบอย่างแท้จริง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ จึงทำการปลดระบบควบคุมออกเพราะไม่สามารถแก้ไขข้อความแจ้งเตือนได้ อาคารที่ใช้ระบบ BAS บางแห่ง ในช่วงแรกมีชาวต่างประเทศจากบริษัทที่ปรึกษามาช่วยให้คำแนะนำปรึกษาและเมื่อหมดสัญญาแล้วก็กลับไป ผู้ดูแลระบบที่ผ่านการอบรมจึงมาทำหน้าที่ต่อ แต่อาจลาออกหรือเจ้าของอาคารไม่สามารถรับภาระในการจ่ายค่าจ้างแพงๆ ได้ จึงจ้างช่างเทคนิคที่อาจไม่มีความชำนาญในการควบคุมระบบ BAS มาทำหน้าที่แทนและเกิดปัญหาดังกล่าว

2. อาจเกิดจากปัญหาสัญญาณหลอก (Fault Alarm) แจ้งเตือนผิดบ่อยๆ ทำให้ผู้ดูแลระบบปลดการควบคุมอัตโนมัติออก เช่น ตัวตรวจจับควันแบบใช้แสงในระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ มีฝุ่นเกาะมาก จึงส่งสัญญาณแจ้งเตือนผิดๆ ปัญหานี้ผู้ดูแลระบบควรแก้ไขโดยตรวจสอบทำความสะอาดและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ตามระยะเวลาที่กำหนด

3. เกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์หรือความไม่เข้าใจระบบของเจ้าของอาคาร โดยคิดว่าเมื่อผู้รับเหมาติดตั้งระบบ BAS แล้วระบบ BAS สามารถทำงานได้ตลอดไป จึงละเลยไม่

สนใจดูแล ปล่อยให้อุปกรณ์ที่ชำรุดหรือสายที่ขาดไม่ได้รับการแก้ไข ทำให้ระบบไม่ทำงาน สังเกตได้จากหลอด LED แสดงสถานะการทำงานของตัวตรวจจับเพลิงไหม้ตามเพดานของอาคาร หลายแห่งไม่กระพริบแสดงว่าระบบไม่ทำงาน

จากหัวข้อ 1.3 ในบทที่ 1 (เรื่องเหตุผลในการใช้ระบบ BAS) จะเห็นได้ว่าระบบ BAS มีประโยชน์มากมายหลายด้าน ในอนาคตระบบ BAS จะยิ่งเป็นประโยชน์เพราะสอดคล้องกับกฎหมาย ด้านการประหยัดพลังงานที่สังเกตได้ชัดคืออัตราการคิดค่าไฟฉบับใหม่ของการไฟฟ้า ที่เริ่มใช้เมื่อเดือนมกราคม พุทธศักราช 2540 มีอัตราค่าไฟฟ้าที่สนับสนุนการใช้ BAS เพราะมีการคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ในอัตราที่แพงมาก ระบบ BAS มีส่วนช่วยในการประหยัดการใช้ไฟฟ้าจึงทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้มาก

แต่ถ้าหากพิจารณาในทางตรงกันข้ามก็จะพบว่าการใช้ระบบ BAS มีข้อเสียบางประการ เช่น

1. ใช้เงินลงทุนสูง ในการติดตั้งระบบแต่บางครั้งไม่สามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า เนื่องจากบริหารระบบไม่ถูกหลักการหรือติดตั้งอุปกรณ์มากกินความจำเป็น

2. BAS เป็นการควบคุมอาคารจากศูนย์กลาง จึงเสี่ยงต่อการก่อวินาศภัยร้ายแรง หากคนร้ายลักลอบสามารถเข้าไปห้องควบคุมได้ ก็จะควบคุมลิฟท์ ระบบไฟฟ้า, แสงสว่าง, โทรทัศน์วงจรปิด

3. การที่สามารถเข้าถึงระบบ BAS ได้จากระยะไกล หรือ ผ่าน คอมพิวเตอร์และโมเด็ม อาจเกิดการเจาะรหัสผ่าน เข้ามาทำลายซอฟท์แวร์ หรือ โจรกรรมข้อมูลได้

4. ซอฟท์แวร์อาจมีปัญหาเรื่องไวรัสคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งถ้าระบบคอมพิวเตอร์มีปัญหา อาจเกิดความยุ่งยากในการควบคุม ระบบอาคารต่างๆได้

6.2 สรุปโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาแนวทางในการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ของผู้ศึกษา แล้วรวบรวมออกมาเป็นเอกสารทางวิชาการ เนื่องจาก BAS ยังเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย จึงยังไม่มีหนังสืออ้างอิงเกี่ยวกับ BAS มากนัก โครงงานนี้ทำให้ผู้ศึกษามีความเข้าใจระบบ BAS เพิ่มขึ้นอย่างมาก เพราะนอกจากจะได้รับคำปรึกษาจากอาจารย์หลายท่านและวิศวกรรุ่นพี่ที่มีประสบการณ์ทางด้าน BAS แล้ว ยังได้มีโอกาสไปศึกษาระบบ BAS จากสถานที่จริง โดย

ใช้อาคารหลายแห่งเป็นตัวอย่าง จึงเป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคต

ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการทำโครงงาน คือ

1. การออกแบบจากสถานที่จริงให้สมบูรณ์นั้น มีปัญหาในเรื่องข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเป็นอาคารที่มีการส่งมอบงานแล้วไม่สามารถเข้าไปดูสถานที่ได้ จึงทำการศึกษาจากแบบใช้งานต่างๆ และเอกสารบางส่วน

2. การออกแบบและการติดตั้ง ต้องอาศัยประสบการณ์อย่างมากและมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ผู้ศึกษาจึงแก้ปัญหาโดยขอคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์หลายๆ ท่าน

3. ข้อมูลบางอย่างเป็นความลับของทางบริษัทผู้รับเหมา เช่น ข้อมูลทางด้านการเงินหรือการประมูล ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์การลงทุนติดตั้งระบบ BAS ในแง่การใช้จ่ายได้

4. อุปกรณ์แต่ละตัวในระบบ BAS มีราคาค่อนข้างแพง จึงไม่สามารถทดลองติดตั้งด้วยอุปกรณ์จริงได้เนื่องจากงบประมาณมีจำกัด

6.3 การพัฒนาโครงงานในอนาคต

เนื่องจากเทคโนโลยีของระบบ BAS ยังไม่ถึงขุดอิ่มตัวและสามารถพัฒนาได้อีกมาก ทั้งในด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ จึงสามารถพัฒนาโครงงานนี้ได้ในทั้ง 2 ด้าน โดยอาจออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานระบบต่างๆ เช่น ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตัวตรวจจับเพลิงไหม้ให้มีประสิทธิภาพและใช้งานง่ายด้วยภาพกราฟฟิก เพื่อประโยชน์ในการประหยัดพลังงานและความปลอดภัยเป็นต้น ทางด้านฮาร์ดแวร์และการออกแบบสามารถพัฒนารูปแบบในการวางท่อและร้อยสายให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้ จึงเป็นโครงงานที่น่าสนใจและมีประโยชน์อย่างมากต่อผู้ศึกษา ต่อวงการวิชาการและการประหยัดพลังงานของประเทศชาติ

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะไม่สามารถสำเร็จเป็นรูปเล่มได้ ถ้าปราศจากคำแนะนำ จากผู้ใหญ่หลายท่าน รวมถึงหน่วยงานต่างๆดังต่อไปนี้ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทั้งในด้านเอกสารประกอบ,แบบใช้งานและหนังสือต่างๆ ตลอดจนการอนุญาตให้ใช้สถานที่ประกอบการศึกษา

จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ.ที่นี้ด้วยความเคารพ

1. รองศาสตราจารย์ ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
2. อาจารย์ ชาย ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
3. คุณ ชัยพันธ์ ทัพยุทธพิจารณ์ บริษัท Intelligent Control System จำกัด
4. คุณ ชัยยุทธ ปัญจวัฒนกุล บริษัท วิศวกรที่ปรึกษา ต่อตระกูล ยมนาค และคณะ จำกัด
5. คุณ ชุมพล บริษัท Project Development Consultant
6. คุณอนันต์ พี่รุ่น 24 วศ. สจล. บริษัท วรจักรอินเตอร์เนชันแนล จำกัด (มหาชน)
7. เจ้าหน้าที่ห้องควบคุมระบบ BAS มหาวิทยาลัยกรุงเทพ กล้วยน้ำไท
8. เจ้าหน้าที่ห้องควบคุมระบบ BAS อาคาร SCB PARK PLAZA ธนาคาร ไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ รัชโยธิน
9. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
10. การไฟฟ้านครหลวง สำนักงานใหญ่ เพลินจิต

เอกสารอ้างอิง

[1] Siam Commercial Bank New Head Office, **"Technical Specifications for Intelligent Building System"**,1995

[2] บริษัท วิทยาคม จำกัด, **" Honeywell Specification of hardware for Buillding Automation System "**, 1995

[3] บริษัท วิศวกรที่ปรึกษาต่อตระกูล ยมนาคและคณะจำกัด,**" เอกสารประกอบงานระบบในโครงการ อาคารอัจฉริยะ"**, 2538

[4] บริษัท วิศวกรที่ปรึกษาต่อตระกูล ยมนาคและคณะจำกัด,**" เอกสารประกอบงานระบบในโครงการ อาคารสำนักงาน ซอยต้นสน โครงการ 2 "**, 2539

[5] บริษัท วิศวกรที่ปรึกษาต่อตระกูล ยมนาคและคณะ , **" เอกสารประกอบโครงการ ธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ แห่งใหม่"**, 2538

[6] บริษัท Intelligent Control System จำกัด , **" Intelligent Building System Design Criteria"** , 2539

[7] รศ. ศุลี บรรจงจิตร , **"อุปกรณ์และการติดตั้งในงานระบบไฟฟ้า "** , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2521

[8] ว่าที่ ร.ต. สุพจน์ เอื้องไพโรจน์ , **" ผลดีของการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในระบบต่างๆของอาคาร "** , บทความพิเศษ , นิตยสารเมืองไฟฟ้า , ฉบับที่ 71 , หน้า 68-89 , 2538

[9] TREND , **" Advance Building Controls "** , Serial No. 00005 , Specifications Of Building Control System , 1993

[10] สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , **" เอกสารเผยแพร่ ข้อแนะนำการประหยัดพลังงานในอาคารและอัตราค่าไฟฟ้า "** , 2534

[11] ฝ่ายวิชาการและอบรมสัมนา สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าไทย , **" ปัญหาและข้อเสนอแนะการติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า - สื่อสารในอาคารสูง "** , เอกสารประกอบการบรรยายทางวิชาการ , เล่มที่ 5/5 เพิ่มเติมเรื่อง BAS , 18-19 , 26 พฤศจิกายน , 2537

[12] การไฟฟ้านครหลวง , " **กฎการเดินสาย และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538** " , 2538

[13] บทความเกี่ยวกับไฟฟ้าจากวารสารเทคนิค , " **70 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า** " , 2521

[14] Intelligent Control System Co.,Ltd., " **Intelligent Building System Design Criteria**",1996

[15] บริษัทวิทยาคมจำกัด, " **FS90 Plus Fire System** " , 1996

[16] TRANE , " **TRACER SUMMIT** " , 1990

[17] JOHNSON CONTROLS (Thailand) Co,Ltd., " **METASYS Building Automation** System ",1994

[18] Photain Controls PLC , " **Fixed Heat Detectors**" , 1994

[19] Kele & Associates , " **Test Equipment/ Indication** " ,1994

[20] เกษศิรินทร์ อำพันลำและคณะ , " **ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ** " ,2537

[21] ANDROVER CONTROLS , " **INFINITY CONTROL**" ,1996

[22] E.P.A. Group Company Limited , " **Drawing of BAS System for residence** ", 1995

[23] การไฟฟ้านครหลวง, " **อัตราค่าไฟฟ้ามกราคม 2540** " , 2540

[24] Eentect Engineering Technology Consultant Co.,Ltd., " **Drawing of BAS System**" , 1995