การจัดการระบบสำหรับอาคารพิเศษ

System Managemant for Special Building

โดย

นาย วัชรพงษ์ วิไลวงษ์

นาย วิโรจน์ โกศลธนวงศ์

นาย วิโรจน์ เทศน์อรรถภาคย์

นาย วิโรจน์ แพร่เกียรติเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา วิศกรรมไฟฟ้า

คณะวิศกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจัดการระบบสำหรับอาคารพิเศษ

ผู้จัดทำ

1. นาย วัชรพงษ์ วิไลวงษ์ 34106311
2. นาย วิโรจน์ โกศลธนวงศ์ 34106336
3. นาย วิโรจน์ เทศน์อรรถภาคย์ 34106337
4. นาย วิโรจน์ แพร่เกียรติเจริญ 34106338

____________________________________อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

____________________________________อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. นิทัศน์ กฤษณจินดา)

I

การจัดการระบบสำหรับอาคารพิเศษ

วัชรพงษ์ วิไลวงษ์
วิโรจน์ โกศลธนวงศ์
วิโรจน์ เทศน์อรรถภาคย์
วิโรจน์ แพร่เกียรติเจริญ
ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.นิทัศน์ กฤษณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

อาคารต่างๆ ที่มีการเปิดใช้อยู่ จะมีการติดตั้งอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกเป็นจำนวนมากบางอาคาร อาจจะมีการติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เฉพาะส่วน(Remote Processing Unit ,RPU) ซึ่งการทำงานยังแยกส่วนการจัดการกันอยู่จึงทำให้เกิดความยุ่งยากที่จะนำข้อมูลที่อยู่ภายในแต่ละอุปกรณ์เฉพาะส่วน มาประมวลผลรวม ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการนำระบบต่างๆที่มีการทำงานแยกส่วนกันมารวมกันโดยใช้หน่วยประมวลผลกลาง(CentralProcessing Unit, CPU) มาจัดการ ตามปกติอุปกรณ์เฉพาะส่วนจะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ในส่วนของหน่วยประมวลผลกลางจะมีหน้าที่จัดการกับข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์เฉพาะส่วนต่างๆ เพื่อควบคุมและปรับให้อุปกรณ์เฉพาะส่วนมีลำดับการทำงานที่จะทำให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุดภายในอาคาร คือ ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด,ทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้คนที่อาศัยอยู่ภายในอาคาร, ทำให้เกิดความสะดวกสบาย และการบำรุงรักษาอุปกรณ์

ในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะแสดง โปรแกรมในการควบคุมระบบอาคารอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมเวอร์ชวลเบสิก(VISUAL BASIC) ภายในโปรแกรมจะประกอบไปด้วยตารางเวลาปิดเปิดอุปกรณ์ภายนอก แสดงกราฟฟิกหน้าจอ กำหนดจุดเซท(set point) และแสดงสถานะของระบบที่สภาวะใดๆ ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นการสร้างอุปกรณ์เฉพาะส่วนหรือเครื่องสั่งงานอัตโนมัติ โดยทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์เฉพาะส่วนสามารถทำงานได้ด้วยคำสั่งจากคอมพิวเตอร์หรือจากตัวมันเอง(stand alone)

SYSTEM MANAGEMENT FOR SPACAIL BUILDING

Watcharapong Wiliwong
Viroj Gosontanawong
Viroj Tethuthaparke
Viroj Praekaertjareon
Assist. Prof. Monton Leelajindakrilurk Adviser
Nitath Kritsanajinda Adviser

ABSTRACT

Many building need to setup most of comfortable equipment. Some of the buliding must have setup automatic system to control special equitment (RPU) but they are yet do isolated management, so be happened diffusion to take data in each of RPU to process co-operate. In this thesis will present many system that do isolated by uśe CPU to manages.In the routine, RPUs have done by set up program. In part of CPU have a duty to manage data that send from each of RPUs part. For CPU to control and adjust RPUs are done in sequence so that be happened most advantage is save energy, to security, to be made comfortable and maintenance.

In this thesis will shows two part. One show program that control building automation system. By use VISUAL BASIC language. In this program consist of time table for switch output equipment. It can show graphic on the screen, set point operate and show status of system for any event. Two show hardware that made for remote prosessing unit(RPU) and interface with computer. The computer send command to RPU and control it. For this reason RPU can use for stand alone.

สารบัญรูป

หน้า

บทที่ 4

รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ประมวลผลหลักแบบศูนย์กลางข้อมูล 9

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ประมวลผลหลักแบบ DATA WINDOWS 10

รูปที่ 4.3 แสดงดิจิตอลอินพุตแบบต่างๆ 14

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างของอนาลอกอินพุทแบบแพสซีฟ 14

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างของอนาลอกอินพุทแบบแอคทีฟ 15

รูปที่ 4.6 แสดงเคาร์เตอร์อินพุท 15

รูปที่ 4.8 แสดงดิจิตอลเอาร์พุทกับสถานะป้อนกลับ 17

บทที่ 5

รูปที่ 5.1 รูปแบบของระบบทั้งหมด 22

รูปที่ 5.2 รายละเอียดของระบบอาคารอัติโนมัติ 24

รูปที่ 5.3 รายละเอียดของระบบรักษาความปลอดภัย 26

รูปที่ 5.4 รูปแบบการติดตั้ง CARD READER 26

รูปที่ 5.5 รายละเอียดของระบบ CCTV 28

รูปที่ 5.6 รายละเอียดของระบบป้องกันไฟไหม้ 30

รูปที่ 5.7 การเชื่อมต่อระบบอาคารอัตโนมัติเข้ากับตัวควบคุม 37

รูปที่ 5.8 การเชื่อมต่อระบบแสงสว่างเข้ากับระบบควบคุม 37

บทที่ 7

รูปที่ 7.1 บล็อกไดอะแกรมของอินพุทและเอาร์พุทอัตโนมัติ 39

รูปที่ 7.2 แสดงวงจรสมบูรณ์ของบอร์ดควบคุมหลัก 41

รูปที่ 7.3 แสดงวงจรอิจิตอลอินพุทและเอาร์พุท 43

รูปที่ 7.4 แสดงวงจรเอาร์พุทอนาลอก 43

รูปที่ 7.5 การอินเตอร์เฟส RS 232 45

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 7.1 การเลือกแอดเดรสของแต่ละเครื่อง	42
ตารางที่ 7.2 การเลือกจัมพ์สัญญาณ K3 ในรูปที่7.3และ7.4	44

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูป	III
สารบัญตาราง	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 แนวความคิดเริ่มต้นเกี่ยวกับอาคาร	2
2.1 ระบบควบคุมอาคาร	2
2.2 ระบบสื่อสารโทรคมนาคม	4
2.3 ระบบสำนักอัตโนมัติ	4
2.4 การจัดสภาพแวดล้อมในอาคาร	4
2.5 ระบบโครงสร้างอาคาร	5
บทที่ 3 อาคารอัจฉริยะศูนย์คอมพิวเตอร์ ธนาคารไทยพาณิชย์	6
3.1 ระบบอาคารอัตโนมัติ	6
3.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	7
3.3 ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก	7
3.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	7
บทที่ 4 หลักการทำงานของระบบอาคารอัตโนมัติ	8
4.1 อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบ	8
4.2 ซอฟแวร์	12
4.3 ประเภทของสัญญาณเข้าและออก	13
4.4 ฟังก์ชั่นในการควบคุม	17
4.5 การจัดการพลังงาน	18
4.6 การประมวลผลข้อมูล	19
4.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับระบบ	19
บทที่ 5 หลักการออกแบบ	20
บทที่ 6 การควบคุมโดยตรงแบบดิจิตอล(DDC)	38
บทที่ 7 การสร้างอุปกรณ์เฉพาะส่วน(RPU)	39
7.1 หลักการทำงานพื้นฐาน	39

เรื่อง	หน้า
7.2 หลักการทำงานของวงจร	40
7.3 การทำงานของวงจร	44
7.4 การปรับแต่ง	45
7.5 การอัดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์	46
7.7 โฟล์ชาร์ตการทำงานของอุปกรณ์ประมวลผลย่อย	51
บทที่ 8 โปรแกรมหลักโดยใช้ภาษาเวอร์ชวลเบสิก	72
8.1 ซอฟแวร์	72
8.2 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรมเวอร์ชวลเบสิก	72
8.3 จุดประสงค์ของส่วนซอฟแวร์	72
8.4 โครงสร้างของส่วนซอฟแวร์	72
8.5 โฟล์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมเวอร์ชวลเบสิก	75
สรุปและวิจารณ์ผล	
ภาคผนวก	
กิติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

บทที่ 1

บทนำ

ความหมายของคำว่า “อาคารอัจฉริยะ” มีที่มาจากแหล่งกำเนิด 2 ประเทศ คือ ประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นซึ่งมีแนวความคิดแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ แนวความคิดจากประเทศสหรัฐอเมริกาเน้นถึงการบริหารอาคารให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ความปลอดภัย ความสะดวกสบายของคนทำงานในอาคาร และการบำรุงรักษา ส่วนแนวความคิดจากประเทศญี่ปุ่นเน้นถึงการสื่อสารโทรคมนาคมโทรศัพท์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รวมทั้งการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในอาคาร ดังนั้นรูปแบบของอาคารอัจฉริยะในอนาคตควรจะเป็นการรวมระบบอเมริกาและญี่ปุ่นเข้าด้วยกัน

อาคารอัจฉริยะไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด แต่อาคารอัจฉริยะเป็นแนวความคิดในการออกแบบอาคารให้ทันสมัยตลอดเวลาโดยพิจารณาถึงความต้องการทั่วไปในอนาคต โดยทั่วไปแล้วการออกแบบอาคารแต่ละอาคาร ได้แก่ พื้นที่ต้องการใช้สอยในปัจจุบัน, พื้นที่ใช้สอยที่ต้องการในอนาคต, และงานระบบต่าง ๆ เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของอาคารในการทำธุรกิจนั้น ๆ แต่ยังมีสิ่งที่ขาดไปจากรายการข้างต้นก็คือ การพิจารณางานระบบต่าง ๆ ให้ง่ายต่อการปรับปรุง หรือเพิ่มเติมให้ทันสมัย หรือใช้งานได้ในอนาคต สิ่งหนึ่งที่ต้องพิจารณาก็คือ ทำอย่างไรให้อาคารสามารถนำเทคโนโลยีในอนาคตมาใช้ได้ ทั้งนี้ไม่ใช่ว่าต้องนำเอาเทคโนโลยีใหม่ล่าสุดทั้งหมดมาใช้ในอาคาร แต่เป็นการเลือกเอาเทคโนโลยีงานระบบที่สามารถปรับปรุง หรือเพิ่มเติมให้เหมาะกับความต้องการในอนาคตได้โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

บทที่ 2

แนวความคิดเริ่มต้นเกี่ยวกับอาคารอัจฉริยะ

ขั้นตอนการออกแบบอาคาร เริ่มต้นจากงานสถาปัตยกรรมของอาคารขั้นต้นก่อน แล้วจึงออกแบบงานด้านวิศวกรรมของงานระบบเครื่องจักรกลและระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอาคาร หลังจากที่งานออกแบบอาคารจบแล้ว เจ้าของอาคารจึงจะว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบสื่อสารโทรคมมาคม, ระบบอาคารอัตโนมัติและอื่น ๆ ที่เป็นความต้องการพิเศษสำหรับธุรกิจนั้น ๆ โดยเฉพาะ ดังนั้น การออกแบบอาคารอัจฉริยะต้องพิจารณางานระบบต่าง ๆ ให้สามารถทำงานหรือใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์โดยไม่ซ้ำซ้อนหรือขัดแย้งกันก่อนที่จะเริ่มดำเนินการก่อสร้าง การวางแผนล่วงหน้าทำให้ประหยัดพลังงานประมาณการก่อสร้างอาคารลงได้มาก อาคารอัจฉริยะมีระบบต่าง ๆ ที่ทำงานสัมพันธ์กันดังนี้

- ระบบปรับอากาศ, ระบบแสงสว่าง, ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบดับเพลิง
- ระบบประหยัดพลังงาน
- ระบบสื่อสารโทรคมมาคมและระบบสำนักงานอัตโนมัติ

กล่าวโดยย่อแล้ววัตถุประสงค์การออกแบบอาคารอัจฉริยะประกอบด้วยหลักเกณฑ์พื้นฐานดังนี้

- ออกแบบให้สามารถเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงพื้นที่ใช้สอยและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคต
- ลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายในการใช้สอยอาคารเพื่อประกอบธุรกิจนั้น ๆ ซึ่งการออกแบบจะประกอบด้วยระบบต่าง ๆ โดยสังเขปต่อไปนี้

2.1ระบบควบคุมอาคาร (Building Control System)

การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยอัตโนมัติ เพื่อปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการทำงานของบุคคลในอาคารสำนักงาน โดยการนำตัวควบคุมแบบดิจิตอล (Digital Controller) มาใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ เนื่องจากมีขนาดเล็กกว่า, ถูกกว่า และมีประสิทธิภาพสูงกว่า การออกแบบให้มีการดูแลและควบคุมอาคารจากศูนย์กลางเดียวกันทำให้ง่ายต่อการดูแลบำรุงรักษา สามารถประหยัดจำนวนช่างเทคนิคในการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในอาคาร รวมถึงการวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานเพื่อประโยชน์ในการวางแผนประหยัดพลังงานไฟฟ้าและการออกบิลเรียกเก็บเงินจากลูกค้าที่เช่าอาคารอยู่ได้ การสั่งการโดยใช้โทรศัพท์เพื่อเปิด-ปิดแอร์และแสงสว่างนอกช่วงเวลาทำงานปกติ เพิ่มความสะดวกแก่ลูกค้า และยังสามารถบันทึกช่วงเวลาที่เกินมาจากปกติดังกล่าวได้ในการคิดค่าไฟฟ้าและแอร์ในช่วงนั้นจากลูกค้า การควบคุมลิฟท์โดยใช้คอมพิวเตอร์ของระบบลิฟท์ ควบคุมการทำงานของลิฟท์แต่ละตัว การควบคุมเวลาเปิด-ปิดลิฟท์แต่ละตัว ควบคุมช่วงเวลาเปิดประตูลิฟท์, ช่วงเวลาวิ่งจนถึงชั้นที่ต้องการ, ช่วงเวลาทำงานของลิฟท์แต่ละตัว ทั้งนี้เพื่อประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานลิฟท์

ผังระบบภายในอาคาร (Mimic Panel) ที่ติดตั้งในห้องควบคุม ซึ่งจะประกอบด้วยระบบอัคคีภัย, รักษาความปลอดภัย, ลิฟท์, ชิลเลอร์ และ ชุดเป่าลมเย็น (AHU) เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อแสดงสถานะของอุปกรณ์แต่ละตัวในอาคารซึ่งเป็นข้อมูลให้กับผู้ควบคุมจัดการระบบต่าง ๆ ได้อย่างดี

ระบบตรวจสอบเพื่อความปลอดภัย (Safety System)

การตรวจวัดระดับน้ำในถัง เช่น น้ำใช้, น้ำดื่ม และน้ำสำหรับระบบป้องกันอัคคีภัยเพื่อให้ทราบก่อนเกิดปัญหา

การตรวจจับน้ำใต้พื้นยก (Raised Floor) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือเครื่องมือหลักภายในห้อง กรณีมีน้ำรั่วไหล

การตรวจจับคาร์บอนมอนนอกไซด์ ในชั้นจอดรถใต้ดินเพื่อเปิด-ปิดระบบระบายอากาศ

การตรวจสอบระบบสปริงเกอร์ โดยตรวจสอบแรงดันของน้ำและการไหลของน้ำ ถ้าแรงดันของน้ำในระบบต่ำเกินไปอาจจะเกิดแรงดันไม่พอในชั้นสูง ๆ การไหลของน้ำบอกให้ทราบว่าสปริงเกอร์ทำงานเนื่องจากเกิดไฟไหม้

การตรวจสอบไฟไหม้และการแจ้งเหตุ เพื่อควบคุมเพลิงและดับไฟ

การติดตั้งระบบฮาลอนเพื่อใช้งานในห้องคอมพิวเตอร์ และการควบคุมควันในกรณีเกิดเพลิงไหม้เพื่อให้ช่องทางที่ปลอดภัยกับการอพยพคนในอาคาร รวมทั้งจัดให้มีระบบสื่อสารของพนักงานดับเพลิงกับห้องควบคุมโดยการติดตั้งแจ็คสำหรับเสียบโทรศัพท์ไว้ทั่วอาคาร และมีโทรศัพท์ชนิดพกติดตัวไว้จำนวนหนึ่งในห้องควบคุมสำหรับใช้งานในกรณีเกิดเพลิงไหม้ รวมทั้งการจัดให้มีระบบเสียงใช้ในการประกาศตามพื้นที่ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ด้วย

ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดเพื่อตรวจตราดูในบริเวณที่สำคัญและสามารถบันทึกภาพไว้ดูภายหลังได้ด้วยระบบตรวจจับบริเวณรอบอาคาร เช่น ประตูและหน้าต่างที่ปกติปิด ตัวตรวจจับจะติดตั้งที่ประตูหรือหน้าต่างดังกล่าวเพื่อป้องกันการบุกรุกเพื่อโจรกรรม หรือโดยสาเหตุอื่นจากบุคคลภายนอก โดยจะแจ้งเหตุมาที่ห้องควบคุม

ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Alarm) จะติดตั้งไว้ในบริเวณห้องต่าง ๆ ที่สำคัญเพื่อตรวจจับผู้บุกรุกในช่วงเวลานอกเวลางาน การควบคุมบริเวณเข้าออกในอาคารโดยการใช้บัตรประตูอัตโนมัติ หรือการดูสถานะของประตู การตรวจจับสถานะของประตูนั้นสามารถระบุเป็นช่วงเวลาให้ผ่านได้และช่วงเวลาที่ไม่ยอมให้ผ่านสำหรับประตูแต่ละประตู การให้บัตรนั้นเป็นการยินยอมให้ผู้ถือบัตรเท่านั้นที่ผ่านเข้าออกประตูนั้น ๆ ได้

ระบบตรวจสอบการเดินยาม (Watchtour) โดยยามรักษาการณ์จะต้องไขกุญแจเมื่อถึงตำแหน่งที่ติดตั้งตู้เหล่านี้ในอาคารใช้ในการบันทึกเวลาและเส้นทางเดินของยาม

ปุ่มกดฉุกเฉิน (Panic Button) ติดตั้งไว้ในบริเวณห้องเก็บเงินหรือบริเวณยามรักษาการณ์ใช้กดเพื่อแจ้งเหตุร้ายรายงานมาที่ห้องควบคุมอาจจะติดตั้งใต้โต๊ะหรือซ่อนไว้ตามความเหมาะสม

การควบคุมการจอดรถ เพื่อตรวจสอบจำนวนรถที่เข้าในอาคารว่ามีที่ว่างพอสำหรับรถหรือไม่ บางระบบสามารถใช้บัตรสำหรับควบคุมบริเวณจอดรถได้

ระบบประหยัดพลังงาน (Energy Saving System)

การควบคุมระบบปรับอากาศให้ทำงานที่จุดที่เหมาะสมเพื่อประหยัดพลังงานตามอัตราส่วนของปริมาณความร้อนที่ใช้งานจริง

การควบคุมเปิด-ปิด ระบบปรับอากาศตามโปรแกรมเวลา

การควบคุมระบบแสงสว่างให้เปิดปิดตามโปรแกรมเวลาและการใช้ร่วมกับตัวตรวจจับอื่น ๆ เพื่อประหยัดไฟฟ้า เช่น โฟโต้เซลล์

การควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Limiting) โดยการปิดอุปกรณ์บางส่วนที่ไม่จำเป็น

การทำอากาศภายนอกอาคารให้เย็นลงโดยใช้อากาศภายในอาคารที่ถูกดูดทิ้งเป็นตัวทำความเย็นให้ก่อนที่จะดูดอากาศภายนอกเข้ามาในอาคาร เพื่อประหยัดพลังงาน

การควบคุมการเปิดอุปกรณ์ในกรณีที่ไฟฟ้าดับแล้วมาใหม่ โดยการใช้โปรแกรมควบคุมอัตโนมัติเพื่อประหยัดพลังงาน

2.2ระบบสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunication System)

ระบบโทรศัพท์ภายใน และตู้สาขาอัตโนมัติ (PBX) ซึ่งสำคัญที่สุดในการสื่อสารในอาคาร ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โดยการส่งผ่านข่าวสารผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง การบันทึกเสียงโทรศัพท์อัตโนมัติไว้ในกรณีที่ผู้รับสายไม่อยู่สามารถบันทึกเสียงของผู้เรียกไว้ได้ ในกรณีที่ผู้ถูกเรียกโทรกลับก็สามารถรับทราบข้อความดังกล่าวได้ การจัดให้มีการประชุมทางโทรศัพท์ได้ การสื่อสารทางวิทยุกับอาคารอื่น ๆ ได้ การบันทึกการใช้โทรศัพท์และสามารถออกใบเรียกเก็บเงินได้

2.3ระบบสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation System)

การจัดให้มีการแสดงข่าวสารในบริเวณห้องโถงของส่วนรวมและระบบข่าวสารในบริเวณห้องโถงของส่วนรวมและระบบข่าวสารของแผนกต้อนรับเพื่อบริการแก่ลูกค้าที่เข้ามาในอาคาร

การจัดให้มีเครือข่ายแลน (LAN) เพื่อใช้เป็นการติดต่อสื่อสารรวมทุกระบบในอาคารเพื่อเป็นการประหยัด

2.4การจัดสภาพแวดล้อมในอาคาร (Environmental Planning)

การออกแบบทางสถาปัตยกรรมพื้นที่ใช้สอยบริเวณต่าง ๆ ควรจัดให้มีลักษณะคล่องตัว หรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ชุดเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในสำนักงานต้องจัดให้เหมาะสมสามารถเพิ่มเติมความต้องการได้ง่าย รวมทั้งการซ่อนสายไฟฟ้าและสายสัญญาณต่าง ๆ ได้ในชุดของมันเอง

การออกแบบชุดโต๊ะทำงานและการตบแต่งสำนักงานให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพ รวมทั้งการคำนึงถึงระดับแสงสว่าง, สีสันและระบบเสียงเพื่อให้เกิดความสะดวกสบายต่อพนักงานมากที่สุด

การจัดให้มีห้องนั่งเล่นหรือพักผ่อนของพนักงาน

การวางแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในอาคารโดยใช้คอมพิวเตอร์จัดการซึ่งจะกำหนดช่วงเวลาบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละชั้น เก็บข้อมูลอะไหล่ในสต๊อค วางแผนเกี่ยวกับการตรวจเช็ค, ซ่อมแซมและการจัดหาอะไหล่ ทั้งนี้จะลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2.5ระบบโครงสร้างอาคาร (Building construction)

การจัดระบบเครือข่ายแลนเป็นระบบสื่อสารหลักของอาคารและฝ่ายทุก ๆ ชั้นของอาคาร รวมทั้งระบบโทรศัพท์จัดให้มีห้องอุปกรณ์หลัก เช่น ห้องตู้สาขาโทรศัพท์แบบอัตโนมัติ, ห้องแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง (UPS) ฯลฯ รวมทั้งเผื่อพื้นที่ไว้สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม

การเดินสายใต้พื้น ต้องจัดให้มีพื้นยก (Raised Floor) ใช้ท่อเดินสายหรือช่องเดินสายไฟชนิดใต้พื้นรวมทั้งการใช้สายไฟฟ้าชนิดแบบใต้พรม ทั้งนี้เนื่องจากโอกาสการเปลี่ยนแปลงระบบสายไฟมีการแปรเปลี่ยนอยู่เสมอ

การเดินสายในฝ้าเพดาน ต้องสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยจัดให้มีช่องว่างพอสมควรรวมทั้งช่องเปิดฝ้าเพดานเพื่อแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงสายใหม่

การจัดระบบปรับอากาศให้สามารถเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอยของแต่ละโซนได้สะดวก

การจัดโซนระบบแสงสว่างให้เหมาะสมสามารถเปลี่ยนแปลงกับที่ใช้สอยได้สะดวก

การเตรียมการให้มีการส่งข่าวสารภายในได้สะดวกรวดเร็วและปลอดภัย

บทที่ 3

อาคารอัจฉริยะศูนย์คอมพิวเตอร์ ธนาคารไทยพาณิชย์

ศูนย์คอมพิวเตอร์ธนาคารไทยพาณิชย์ได้จัดเป็นอาคารอัจฉริยะแห่งแรกในประเทศไทยเนื่องจากการออกแบบได้คำนึงถึงการนำเอาระบบหลักของอาคารอัจฉริยะมาใช้ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. ระบบอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)
2. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)
3. ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก (Access Control System)
4. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

3.1 ระบบอาคารอัตโนมัติ

ระบบอาคารอัตโนมัติของศูนย์คอมพิวเตอร์ธนาคารไทยพาณิชย์ เป็นระบบที่ทันสมัยที่สุดและสามารถขยายหรือปรับปรุงต่อไปในอนาคตได้ โดยระบบที่เลือกใช้มีคุณลักษณะที่เด่นกว่าระบบเดิม กล่าวคือ ระบบเดิมจะอาศัยคอมพิวเตอร์หลักชุดเดียวในการสั่งการและเก็บข้อมูล ขนาดของระบบมีข้อจำกัดขึ้นอยู่กับขีดสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์หลักไม่สามารถขยายหรือปรับปรุงต่อไปในอนาคตได้ ส่วนระบบใหม่จะเป็นเครือข่ายแลน (Local Area Network) จึงสามารถขยายต่อไปในอนาคตได้รวมทั้งซอฟแวร์ที่ใช้งานจะเป็นมาตรฐานทั่วไป คือ ระบบปฏิบัติการ(Operating System) จะเป็น Microsoft DOS, การติดต่อกับผู้ใช้จะใช้ Microsoft Windows, Graphic จะใช้ Microsoft Graphic Designer ซึ่งสามารถเรียก AUTOCAD และภาพที่ได้จากเครื่อง Scaner ได้ จากการใช้มาตรฐานเหล่านี้ระบบอาคารอัตโนมัติจะมีข้อดีในการปรับปรุงตามการพัฒนาของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันและต่อไปในอนาคตได้ดี นอกจากนี้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่เลือกใช้จะใช้มาตรฐานการติดต่อสื่อสารซึ่งพัฒนาโดยผู้ผลิตระบบควบคุมอัตโนมัติใหญ่ ๆ หลายรายร่วมกัน ซึ่งต่อไปในอนาคตระบบควบคุมอัตโนมัติที่ต่างยี่ห้อกันจะสามารถต่อเชื่อมร่วมกันได้

การออกแบบระบบอาคารอัตโนมัติมีรายละเอียดต่อไปนี้

การควบคุมระบบปรับอากาศ

ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศตามโปรแกรมเวลาทำงาน และตามความต้องการของปริมาณโหลดความร้อนในอาคารที่ใช้จริง โดยจัดการควบคุมเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

- การควบคุมระบบการเปิด-ปิด เครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER) แต่ละตัวว่าเมื่อไหร่ควรเปิดให้ทำงาน

- การควบคุมส่วนของตัวพัดลมเย็น (AHU, FCU) แบ่งการควบคุมเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการเปิด-ปิด เครื่องให้ทำงานตามโปรแกรมเวลา ส่วนที่ 2 เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิของตัวทำลมเย็น

- การควบคุมพัดลม ตามโปรมแกรมเวลาและทำงานสัมพันธ์กับตัวทำลมเย็น **การควบคุมระบบแสงสว่าง** ควบคุมการเปิด-ปิด แสงสว่างให้เหมาะสมเพื่อประหยัดพลังงาน

การควบคุมระบบสุขาภิบาล

ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ให้เหมาะสมเพื่อประหยัดพลังงาน รวมทั้งการบันทึกและตรวจจับสถานะอุปกรณ์ต่างๆในระบบเพื่อประโยชน์ในการวางแผนทำการบำรุงรักษาอุปกรณ์

3.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบที่จัดให้มีตัวตรวจจับควันไฟและความร้อน (Smoke and Heat Detector) รวมทั้งตัวเตือนสัญญาณไฟไหม้โดยใช้คนดึง (Manual Pull Station) โดยตัวตรวจจับควันไฟและความร้อนทุกตัวเป็นชนิด Analog Addressable Detector สามารถตรวจวัดระดับควันหรือความร้อนตามตำแหน่งต่าง ๆ ได้ และสามารถโปรแกรมให้ระบบเตือนไฟไหม้แจ้งเตือนเหตุตามระดับควันหรือความร้อนที่ต้องการได้ รวมทั้งการระบุตำแหน่งที่เกิดเหตุอย่างชัดเจน โดยระบุเป็นโซนและตามด้วยตำแหน่งที่เกิดเหตุ เมื่อเกิดต้นเพลิงขึ้นและระบบสามารถจับได้ก็จะเกิดสัญญาณเตือนแจ้งเหตุที่ห้องควบคุมให้ทราบเพื่อตรวจสอบและดับต้นเพลิงได้ทันก่อนไฟจะลุกลาม

3.3 ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก

จะใช้ระบบบัตรเพื่อผ่านประตูเข้าไปในส่วนที่สำคัญ โดยจะให้คนที่มีบัตรผ่านเท่านั้นที่สามารถเข้าไปในบริเวณที่จำกัดนั้นได้ และประตูบางประตูที่เปิด-ปิดเป็นเวลาโดยไม่ต้องใช้บัตรผ่าน เช่น ประตูทางเข้าส่วนกลาง ช่วงเวลาทำงานก็จะเปิดให้ผ่านตลอด ช่วงเวลาเลิกงานจะปิด ในกรณีที่มีคนพยายามผ่านก็จะเกิดสัญญาณเตือนที่ห้องควบคุมให้ทราบเพื่อจัดการต่อไป

3.4 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

เพื่อจับภาพบริเวณที่สำคัญ ๆ ดูเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบทั้ง 4 ระบบดังกล่าวข้างต้นให้ทำงานสัมพันธ์กันได้ดี ยกตัวอย่างพอสังเขปดังต่อไปนี้ กรณีเพลิงไหม้รุนแรงเกิดขึ้นจะมีสัญญาณแจ้งเหตุให้ทราบขึ้นตามชั้นต่าง ๆ ระบบปรับอากาศที่ชั้นนั้นจะถูกสั่งปิดโดยอัตโนมัติ พัดลมระบายอากาศจะถูกสั่งปิดโดยอัตโนมัติเพื่อควบคุมควัน ป้องกันไม่ให้ควันไฟลุกลามเข้าไปบริเวณอื่น ๆ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดจะทำงานอัตโนมัติเพื่อดูเหตุการณ์ตามจุดต่าง ๆ ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ประกาศระบบเสียง เพื่อบอกลู่ทางให้อพยพคนออกจากบริเวณที่อันตราย เป็นต้น กรณีที่เกิดผู้บุกรุกในบริเวณหวงห้ามไม่ว่าจะเป็นการงัดประตู หรือการบุกรุกข้ามรั้วเข้ามา หรือใช้บัตรผิดประเภทแต่พยายามเข้าประตู ระบบแสงสว่างบริเวณนั้นจะเปิดโดยอัตโนมัติ (ถ้าในกรณีที่ปิดอยู่) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะทำงานทันทีเพื่อจับภาพบุคคลที่บุกรุกนั้นพร้อมทั้งบันทึกไว้ ที่ห้องควบคุมก็จะทราบเหตุการณ์ทั้งหมด โดยมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้นและจะเห็นภาพบริเวณนั้นบนจอโทรทัศน์วงจรปิดทันที เป็นต้น

บทที่ 4

หลักการทำงานของระบบอาคารอัตโนมัติ

ระบบอาคารอัตโนมัติเป็นระบบที่นำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบสภาวะ หรือสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบต่าง ๆ ที่ต้องการ, ใช้ควบคุมการเปิด หรือ ปิดอุปกรณ์ต่าง ๆ และทำบันทึกหรือทำสถิติต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูล ในการที่จะให้ระบบอาคารอัตโนมัติทำงานได้ดังกล่าวข้างต้นนั้น จุดตรวจวัดหรือตรวจสอบ (MONITOR POINT) เพื่อวัดค่า หรือแสดงสถานะทุก ๆ จุดของอุปกรณ์ทุกระบบ จะต้องถูกกำหนดให้มีหมายเลข (ADDRESS) ที่แน่นอนไม่ซ้ำกัน และต้องมีทะเบียน (LIST) ให้กับระบบอาคารอัตโนมัติรับรู้ว่าจุดตรวจสอบนั้นเป็นอะไรเกี่ยวข้องกับระบบใดบ้าง และต้องมีโปรแกรมที่แสดงความสัมพันธ์ว่าใช้งานอย่างไรและเมื่อใด ในส่วนของจุดที่ต้องการควบคุม (CONTROL POINT) เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น เปิดหรือปิดปั๊ม ทุก ๆ จุดเหล่านี้ก็จะต้องมีหมายเลขกำกับที่แน่นอนเพื่อการทำงานเช่นเดียวกับจุดตรวจสอบเช่นกัน

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมกับระบบอาคารอัตโนมัติ จะสามารถเลือกให้ทำงานเป็นไปแบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ตั้งไว้แล้วหรือสามารถควบคุมให้ทำงานตามต้องการได้ โดยใช้เจ้าหน้าที่ติดต่อกับระบบผ่าน จอภาพและแป้นพิมพ์ ซึ่งเป็นเทอร์มินัลสำหรับควบคุมหรือส่งผ่านข้อมูล เพื่อให้ระบบอุปกรณ์ทำงานต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นระบบอาคารอัตโนมัติ แบ่งเป็นส่วนสำคัญได้ดังนี้

4.1 อุปกรณ์

หมายรวมถึงอุปกรณ์ของระบบทั้งหมด ได้แก่ อุปกรณ์ส่วนประมวลผลหลัก (CENTRAL PROCESSING UNIT, CPU) และอุปกรณ์ส่วนประมวลผลย่อย (REMOTE PROCESSING UNIT, RPU) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ประมวลผลหลักแต่ติดตั้งกระจายอยู่ทั่วไปภายในอาคาร รวมไปถึงอุปกรณ์ตรวจสอบหรือตรวจวัดค่า (SENSOR) ที่จะต้องติดตั้งกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัดหรือควบคุมซึ่งจะต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ประมวลผลย่อยของระบบอาคารอัตโนมัติ

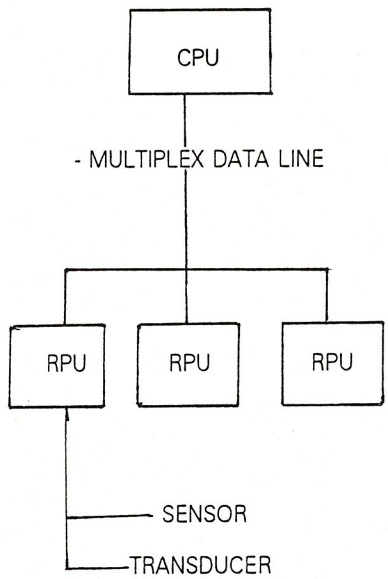
4.1.1 อุปกรณ์ประมวลผลหลัก

เป็นอุปกรณ์ประมวลผลหลักของระบบอาคารอัตโนมัติทั้งหมด ประกอบด้วย ส่วนประมวลผล (PROCESSING UNIT) หน่วยความจำ (MEMORY UNIT) หน่วยรับคำสั่งหรือข้อมูลจากผู้ใช้งาน (INPUT UNIT) และหน่วยแสดงผล (DISPLAY UNIT) หรืออุปกรณ์ในการพิมพ์ (PRINTER UNIT) อุปกรณ์ประมวลผลหลักของระบบอาคารอัตโนมัติเหล่านี้ จะทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไป กล่าวคือ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลรายละเอียดของระบบ, รับส่งข้อมูลคำสั่งระหว่างผู้ใช้งานกับอุปกรณ์ที่ต้องควบคุม และแสดงผลของการควบคุมสภาวะหรือสถานะค่าที่วัดได้ต่าง ๆ ของอุปกรณ์นั้น ๆ ไปยังหน่วยแสดงผลต่าง ๆ เช่น ไปโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้แล้วโดยอัตโนมัติ

โดยทั่วไปอุปกรณ์ประมวลผลหลักของระบบอาคารอัตโนมัติจะแบ่งออกได้ตามรายละเอียดทางด้านเทคนิคได้ 2 ลักษณะดังนี้

4.1.1.ก DATA CENTER

เป็นระบบที่เก็บโปรแกมการทำงานการควบคุมและข้อมูลที่ต่อเชื่อมกับระบบอื่น ๆ ที่ระบบอาคารอัตโนมัตินำไปควบคุมตรวจสอบไว้ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ประมวลผลหลัก และมีเพียงบางส่วนที่เหมือนกันเก็บไว้ในอุปกรณ์ประมวลผลย่อย โดยจะมีการับ-ส่งข้อมูลคำสั่งระหว่างอุปกรณ์ประมวลผลหลักกับอุปกรณ์ประมวลผลย่อยอยู่ตลอดเวลาการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือเรียกใช้ข้อมูลหรือโปรแกรม ต่าง ๆ อุปกรณ์ประมวลผลหลัก จะเป็นตัวจัดการทั้งหมด



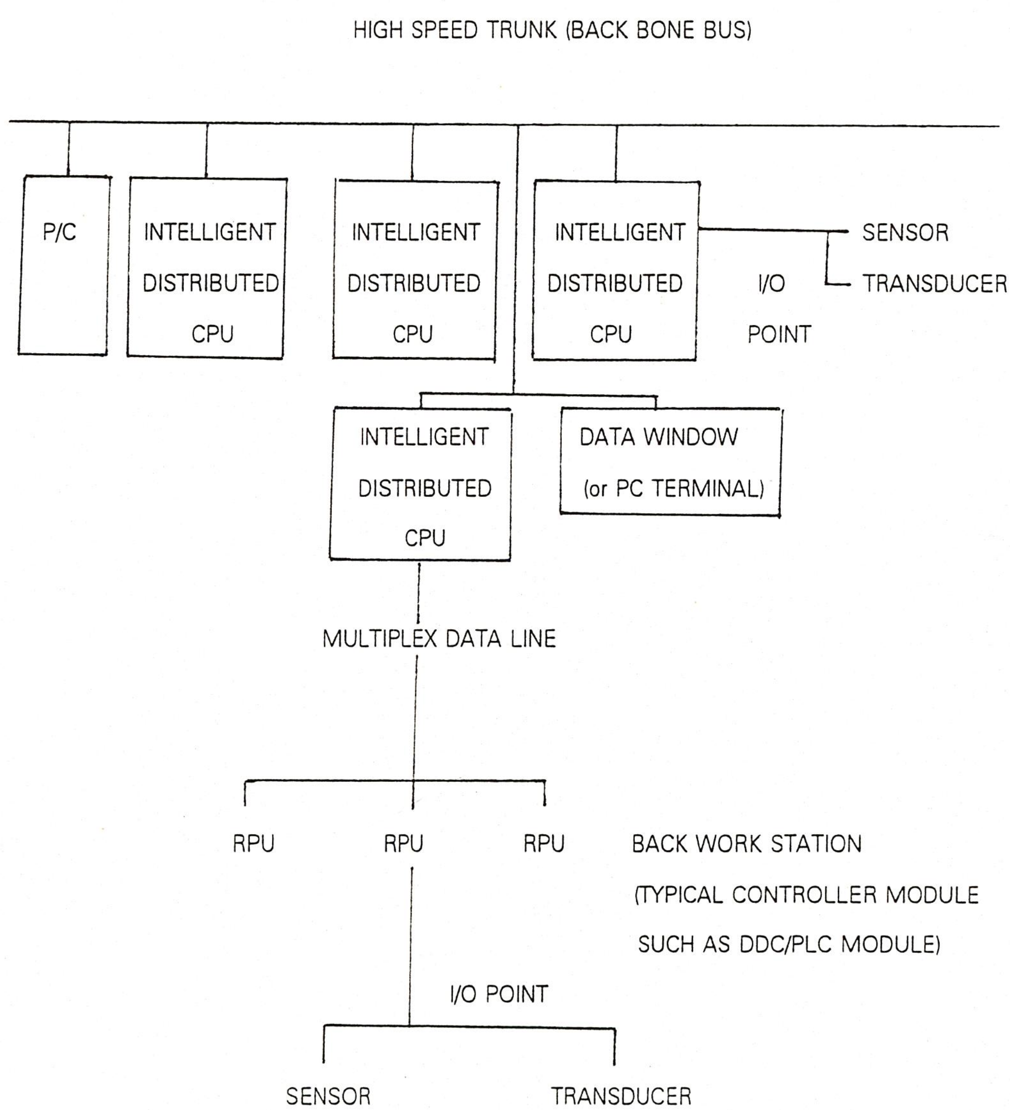
รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ประมวลผลหลักแบบ DATA CENTER

โดยการจัดระบบแบบนี้ทำให้ขนาดของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักนั้นต้องมีหน่วยความจำขนาดใหญ่ และต้องเรียกข้อมูลหรือเก็บข้อมูล หรือทำ โปรแกรมต่าง ๆ ได้รวดเร็ว เพื่อให้การตอบสนองของระบบอาคารอัตโนมัติต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ที่ไปควบคุมและตรวจสอบจะได้รวดเร็วตามไปด้วย ซึ่งทั่วไปจะใช้ 8คอมพิวเตอร์ขนาดมินิคอมพิวเตอร์ (MINICOMPUTER) เป็น DATA CENTER ระบบนี้จะมีประโยชน์หรือเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานที่มีการควบคุมอุปกรณ์ระบบอื่นที่มีจำนวนอุปกรณ์ จุดตรวจสอบและจุดควบคุมเป็นจำนวนมากมีการใช้ข้อมูลร่วมกันหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการตอบสนองของระบบที่ต้องการความรวดเร็ว แต่มีราคาค่อนข้างสูง

4.1.1.ข DATA WINDOW

เป็นระบบบบที่มี DATA CENTER ขนาดเล็กหลาย ๆ ตัวต่อเชื่อมกันเป็นระบบ โดยจะเก็บโปรแกรมการทำงานและข้อมูลส่วนที่ใช้งานและควบคุมเฉพาะของ DATA CENTER ย่อยนั้น หรืออาจเรียกว่า INTELLIGENT DISTRIBUTED CPU ไว้ในหน่วยความจำของตัวเอง การทำงานโดยทั่วไปหรือโดยส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรม และ

ข้อมูลภายในตัวเอง แต่หากมีการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง INTELLIGENT DISTRIBUTED CPU ย่อย ๆ เหล่านั้น จะต้องมีชุดควบคุมซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นชุดจัดการ โดยให้ข้อมูลหรือคำสั่งนั้นผ่านทางสายสัญญาณความเร็วสูง (HIGH SPEED TRUNK) ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะเปรียบเสมือนเป็น DATA WINDOW เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูล และการแสดงข้อมูลติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบด้วย



รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ประมวลผลหลักแบบ DATA WINDOW

ระบบนี้มีประโยชน์และเหมาะสมที่งานตรวจสอบและควบคุมที่มีอุปกรณ์ระบบอื่น ๆ ที่ต้องการควบคุมนั้นมีจำนวนอุปกรณ์จุดที่ตรวจสอบและจุดที่ควบคุมมีจำนวนน้อย การทำงานแยกจากกันเป็นอิสระหรือมีการใช้ข้อมูลร่วมกันหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันไม่มากนัก ทำให้ผลตอบสนองของระบบอาคารอัตโนมัติต่อการควบคุมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

4.1.2 อุปกรณ์ประมวลผลย่อย

เป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของระบบอาคารอัตโนมัติติดตั้งกระจายอยู่ตามจุดในอาคาร เช่น ประจำตามชั้นแต่ละชั้น โดยจะต่อเชื่อมอยู่ระหว่างอุปกรณ์ควบคุมหลักในห้องควบคุมกับเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์ของระบบอาคารอัตโนมัติส่วนหนึ่งที่ติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์ของระบบอื่น ๆ ที่ต้องการตรวจสอบและควบคุม เพื่อส่งสภาวะหรือสถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่ตรวจสอบไปยังอุปกรณ์ประมวลผลหลัก โดยการต่อเชื่อมสายระหว่างอุปกรณ์ประมวลผลย่อยกับเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์จะเป็นลักษณะ HARDWIRE คือ สายต่อเชื่อมนั้นจะแยกเป็นแต่ละชุดขึ้นกับจำนวนจุดของอุปกรณ์ตรวจวัดหรือตรวจสอบ ส่วนการต่อเชื่อมการควบคุมของอุปกรณ์ประมวลผลย่อย กับห้องควบคุมนั้นจะเป็นลักษณะมัลติเพล็กซ์ สายต่อเชื่อมเพียงชุดเดียวก็สามารถใช้เชื่อมระหว่างอุปกรณ์ประมวลผลหลักกับอุปกรณ์ประมวลผลย่อยได้หลายชุด ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดขนาด และจำนวนคู่สายต่อเชื่อมจากอุปกรณ์ประมวลผลหลักไปยังจุดที่ต้องการตรวจสอบหรือควบคุมทั้งหมด อุปกรณ์ประมวลผลย่อยที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ชุดหนึ่งซึ่งจะมีความสามารถเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับลักษณะหน้าที่การใช้งานที่พอจะแบ่งได้ดังนี้

4.1.2.ก <u>อุปกรณ์ประมวลผลย่อยธรรมดา</u> จะเป็นอุปกรณ์ที่ต่อเชื่อม และส่งผ่านข้อมูลของจุดที่ตรวจสอบ (MONITOR POINT) และจุดที่ควบคุม (CONTROL POINT) ระหว่างอุปกรณ์ประมวลผลหลักกับเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์ หรืออุปกรณ์ควบคุม โดยเพียงแต่เป็นอุปกรณ์ที่ส่งผ่านและแปลงสัญญาณไปมาจากระบบ HARDWIRE เป็นระบบมัลติเพล็กซ์ และระบบมัลติเพล็กซ์เป็นระบบ HARDWIRE โดยที่ไม่มีการประมวลผลในตัวเอง อุปกรณ์ประมวลผลย่อย ชนิดนี้หากขาดการติดต่อหรือต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ประมวลผลหลักเพื่อรับคำสั่งแล้วจุดที่ตรวจสอบและจุดที่ควบคุมที่เชื่อมต่อกับระบบอาคารอัตโนมัติ ก็จะไม่สามารถใช้งานได้

4.1.2.ข <u>อุปกรณ์ประมวลผลย่อยที่เป็น STAND ALONE หรือ INTELLIGENT</u> ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์เช่นเดียวกันกับข้อ 4.1.2.ก แต่จะมีไมโครโปรเซสเซอร์ และมีหน่วยความจำ (MEMORY UNIT) พร้อมอุปกรณ์ต่อเชื่อมบางอย่าง (INTERFACING UNIT) อยู่ภายใน อุปกรณ์ประมวลผลย่อยชนิดนี้จะสามารถเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานบางอย่างไว้ เช่น โปรแกรมสำหรับตรวจสอบและควบคุมให้อุปกรณ์ทำงานตามเวลา (TIME PROGRAM CONTROL) หรือโปรแกรมที่สามารถเก็บข้อมูลของจุดที่ตรวจสอบต่าง ๆ และการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ตามต้องการ (EVENT AND INTERLOCK CONTROL) ทั้งนี้ อุปกรณ์ประมวลผลย่อยชนิดนี้จะมีการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ประมวลผลหลัก หากการต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ประมวลผลย่อยกับอุปกรณ์ประมวลผลหลักขาดลงไป เช่น สายขาด อุปกรณ์ประมวลผลย่อยชนิดนี้จะสามารถทำงานต่อไปได้โดยอิสระ ทั้งนี้โดยใช้คำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ ภายในตัวมันเองในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่อไป ซึ่งถึงแม้จะได้ไม่สมบูรณ์เท่ากับกรณีที่ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ประมวลผลหลัก แต่ก็ยังสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่ได้ออกแบบมาจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

4.1.2.ค <u>อุปกรณ์ประมวลผลย่อยที่เป็น DIRECT DIGITAL CONTROL</u> ซึ่งนอกจากจะเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกันกับชนิด STAND ALONE แล้ว ยังมีความสามารถพิเศษนำไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ระบบควบคุมได้ด้วย เช่น การควบคุมประตูน้ำตู้เย็น (CONTROL VALVE) ในชุดควบคุมความเย็นของระบบปรับอากาศเป็นต้นซึ่งการควบคุมนี้จะต้องมีการส่งสัญญาณควบคุม (COMMAND SIGNAL) และตรวจสอบสัญญาณที่ส่งกลับ (FEEDBACK SIGNAL) และการคำนวนค่าต่าง ๆ ที่อ่านได้อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ผลการควบคุมที่ทำได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำตามต้องการอุปกรณ์ประมวลผลย่อยชนิดนี้ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เฉพาะเจาะจงกับอุปกรณ์ที่ต้องการเฉพาะอย่างเท่านั้น เช่นเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องได้รับการควบคุมอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาถึงแม้ว่าอุปกรณ์ประมวลผลย่อยจะขาดการติดต่อกับอุปกรณ์ประมวลผลหลักก็ตาม

4.1.3 เซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งกับอุปกรณ์ของระบบอื่น ๆ ที่ต้องการตรวจสอบ หรือควบคุม ใช้สำหรับวัดค่าหรือแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงค่าทางฟิสิกส์ เช่น อุณหภูมิ ระยะทางที่เคลื่อนที่ การเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า การไหลของน้ำหรืออากาศ หรือทางกลของอุปกรณ์ แล้วส่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไปยังอุปกรณ์ประมวลผลย่อย หรืออุปกรณ์ประมวลผลหลัก ในลักษณะและรูปแบบที่ระบบอาคารอัตโนมัติสามารถรับและเข้าใจได้ ระบบอาคารอัตโนมัติจะได้นำค่าเหล่านี้ไปเก็บบันทึก, ประมวลผลและส่งการควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ต่อไป

โดยทั่วไปการทำงานของ ระบบอาคารอัตโนมัติ จะสามารถสั่งการได้ถูกต้องเที่ยงตรงและรวดเร็วได้เท่าใด จะขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงและความรวดเร็วของอุปกรณ์เซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์ต่าง ๆ ทั้งนี้ เพราะหากมีการแปลงค่าหรือสัญญาณผิดพลาดในการวัดค่าหรือรายงานสถานะที่ผิดพลาดอันเกิดจากเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์เองแล้ว ก็จะทำให้การควบคุมระบบผิดพลาดคลาดเคลื่อนไปทั้งหมด ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์นี้จึงจำเป็นต้องเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม เซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์ที่นำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบอาคารอัตโนมัตินั้นมีหลายชนิด ซึ่งแล้วแต่การนำไปต่อเชื่อมใช้งานกับอุปกรณ์ต่างชนิดกัน เช่น ใช้ตรวจสอบสภาวะการไหลของน้ำหรือ อากาศ วัดค่ากดดันของอากาศ วัดค่าอุณหภูมิ วัดค่าพลังงานไฟฟ้าค่ากระแสไฟฟ้า วัดระดับของของเหลว และวัดอัตราการไหลของของเหลว เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดของชนิดและประโยชน์ การนำมาใช้งานจะกล่าวรวมอยู่ในหัวข้อที่เกี่ยวกับอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆในภาคผนวก

4.2 ซอฟต์แวร์

เป็นโปรแกรมหรือชุดคำสั่งสำหรับใช้ควบคุมการทำงานของระบบอาคารอัตโนมัติ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เชื่อมต่อกับระบบให้เป็นไปตามความต้องการซึ่งพอจะแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้งานได้ดังนี้

4.2.1 การใช้งานทั่วไป

เป็นโปรแกรมที่จัดสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างคนกับเครื่อง การเก็บและจัดข้อมูลเป็นหมวดหมู่ หรือเป็นโปรแกรมที่จัดสร้างไว้สำหรับการใช้งานที่จำเป็นของระบบอาคารอัตโนมัติ ในการควบคุมอุปกรณ์ เพื่อการประหยัดพลังงานและการควบคุมอาคาร ยกตัวอย่าง เช่น

- เวลาการทำงานรวม (RUN TIME TOTALIZATION)
- การควบคุมการเปิดปิดตามเวลา (TIME CONTROL)
- การกำหนดการทำงานตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (EVENT & INTERLOCK)
- การสร้างฐานข้อมูล (DATABASE GENERATION)
- การบันทึกความเปลี่ยนแปลง (TREND LOGGING)
- การเข้าออกระบบของเจ้าหน้าที่ (OPERATOR ACCESS CONTROL)

4.2.2 การใช้งานประยุกต์

เป็นโปรแกรมที่จัดสร้างขึ้นโดยเฉพาะเพื่อสำหรับใช้ในการทำงานที่เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การเก็บบันทึกและเรียกใช้ข้อมูลบางอย่างที่ต้องการเปรียบเทียบ หรือเรียกใช้ในการคำนวณและใช้ผลจากนั้นไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

- การควบคุมอุณหภูมิ (TEMPERATURE CONTROL)
- การลดปริมาณความต้องการไฟฟ้า (DEMAND LIMITING)
- การเปิด-ปิดที่เวลาที่เหมาะสมที่สุด (OPTIMAL START/STOP)
- การทำงานเป็นวัฏจักร (DUTY CYCLING)
- การเริ่มเปิดมอร์เตอร์ใหม่หลังจากมีความผิดปกติทางไฟฟ้า (POWER FALL MOTOR RESTART)
- การควบคุมพัดลมและช่องระบายอากาศ (FAN & DAMPER CONTROL)
- การช่วยเหลือเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน (LIFE SAFETY)
- การรักษาความปลอดภัย (SECURITY CONTROL)
- การควบคุมจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองในการบำรุงรักษา (INVENTORY CONTROL)

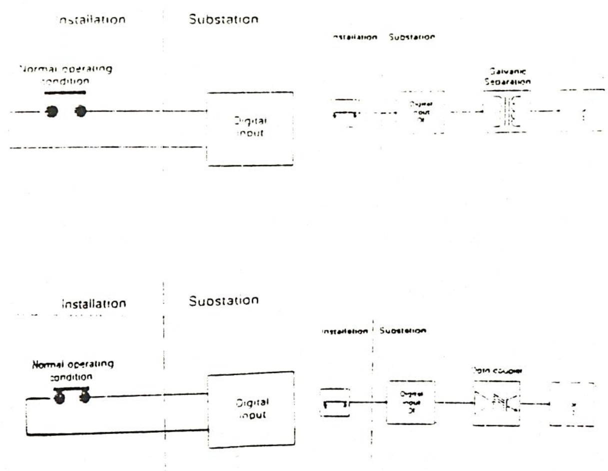
4.3 ประเภทของสัญญาณเข้าออก(CLASSIFICATION OF INPUT/OUTPUT)

เมื่อมีการติดตั้งเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์เพื่อเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าหรือทางกลต่าง ๆ ให้อยู่ในลักษณะและขนาดที่ระบบอาคารอัตโนมัติสามารถเข้าต่อเชื่อมได้แล้ว ในส่วนชุดควบคุมของคอมพิวเตอร์ที่ประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบอาคารอัตโนมัตินั้น ก็จะต้องมีการแบ่งแยกประเภทของสัญญาณที่รับเข้ามา (INPUT) หรือสัญญาณที่ส่งออก (OUTPUT) ของระบบเองด้วยเพื่อให้การทำงานภายในระบบเป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งหมายถึงลักษณะรูปร่างของอุปกรณ์ระบบอาคารอัตโนมัติที่ต่อกับสายสัญญาณนี้จะต้องแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวแบ่งเป็นประเภทดังนี้

4.3.1 Input point

4.3.1.ก <u>Digital input</u>

ใช้การเปิด-ปิดของสวิทช์ต่าง ๆ เป็นตัวกำหนดสัญญาณดิจิตอล O,1 ดังรูปที่ 12 ซึ่งต้องระมัดระวังกรณีของความยาวสาย ค่าแรงดันไฟฟ้าที่หน้าสัมผัสและสายสัญญาณซึ่งหากไม่เหมาะสมจะต้องมีอุปกรณ์แยก เช่น หม้อแปลง หรือออปโต้คัปเปลอร์ เป็นต้น และปัญหาที่สำคัญสำหรับการเลือก input ลักษณะนี้คือ กรณีสายสัญญาณขาด หรือลัดวงจรก็จะให้สัญญาณที่ไม่เป็นจริงได้

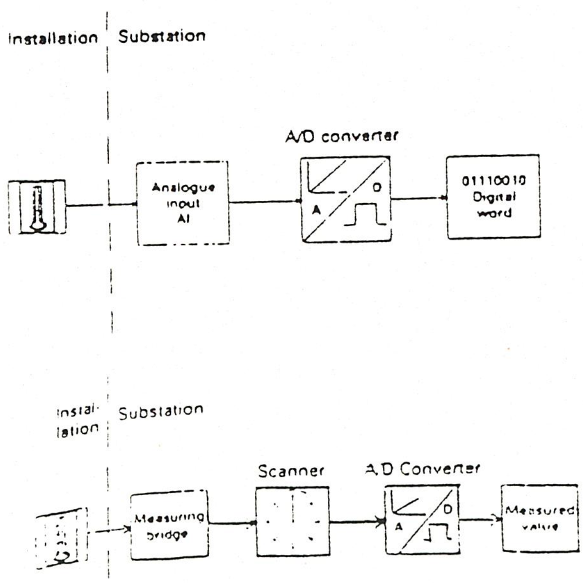


รูปที่ 4.3 แสดง digital input แบบต่างๆ

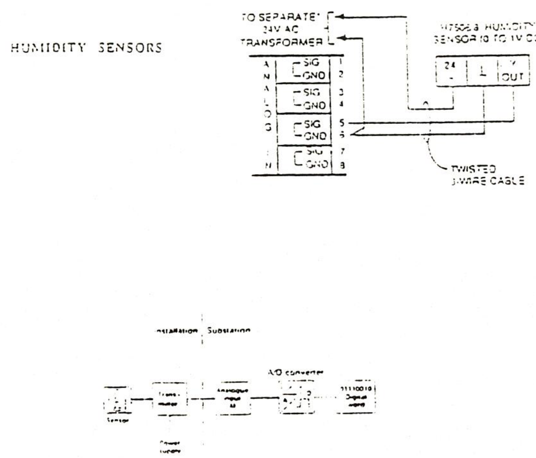
4.3.1.ข <u>Analog input</u>

จากปัญหาของ Digital input และความต้องการทราบค่าและระดับของอุปกรณ์ที่เราต้องการวัดตรวจสอบจึงจำเป็นต้องตรวจวัดค่าแบบอนาลอก ซึ่งความจริงแล้วข้อมูลที่ส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์จริง ๆ จะมีอุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิตอลอยู่ดี แต่เป็นดิจิตอลที่มีรหัสซึ่งบอกค่าของอนาลอกที่ระดับต่าง ๆ กัน เช่น ระดับของแรงดันไฟฟ้าจากช่วง 2-10 โวลท์ หรือค่าอุณหภูมิต่าง ๆ เป็นองศาเซลเซียส เป็นต้น

analog inputมี 2 แบบ คือ แบบ passive คือไม่ต้องมีแหล่งจ่ายไฟให้กับเซนเซอร์ ดังนั้นเซนเซอร์จะส่งค่ามาตรง ๆ เช่น ค่าความต้านทานหรือแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปจาก Thermocouple (ดูรูป)



รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างของ analog input แบบ passive

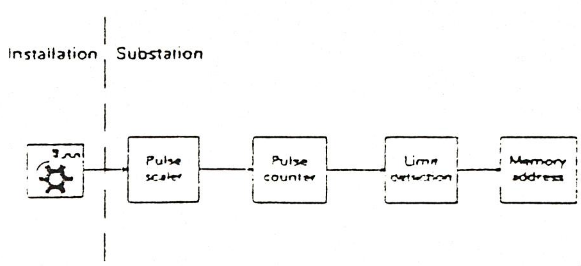


รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างของ analog input แบบ active

อีกแบบคือ Active sensor ซึ่งจะมีแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวเซนเซอร์แล้วเปลี่ยนค่าเป็นแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า แล้วแต่ความเหมาะสม ส่วนใหญ่จะให้ค่ากระแสช่วง 4-20 mA หรือ แรงดันไฟฟ้าช่วง 2-10 Vdc

4.3.1.ค <u>Counter function</u>

เป็นการผสมผสานระหว่างความต้องการทราบค่าทางอนาลอกและดิจิตอล โดยใช้การหมุนเร็ว-ช้าของเซนเซอร์ซึ่งเป็นลักษณะทางอนาลอกมาทำให้หน้าสัมผัสปิด-เปิดซึ่งจะให้ได้สัญญาณเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม (digital square pulse) ทำให้สามารถทราบสถานภาพของอุปกรณ์ที่ต้องการวัดได้ เช่น การวัดแรงลมที่ผ่านฟิลเตอร์เพื่อทราบว่าฟิลเตอร์นั้น ตันมากน้อยเพียงใด ใกล้เวลาการบำรุงรักษา หรือเปลี่ยนใหม่แล้วหรือไม่ เป็นต้น สามารถนำมาวางแผนการจัดซื้อฟิลเตอร์ และตารางการทำงานได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 4.6 แสดง counter input

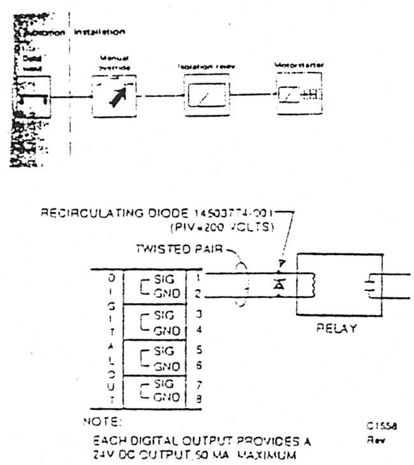
ลักษณะการวัดแบบ Counter function นี้ยังอาจเรียกได้อีกว่า Run-time function ในกรณีที่ใช้วัดชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการบำรุงรักษาและประหยัดพลังงานได้ด้วย

4.3.2 Output point

4.3.2.ก <u>Digital output</u>

เป็นลักษณะกลับกันกับ Digital Input ก็คือทางคอมพิวเตอร์ควบคุมหรือ ตัวควบคุมแบบ Stand Alone (Stand Alone Controller, SAC) จะทำตัวเป็นสวิทซ์ปิด-เปิด เพื่อควบคุมวงจรหรือการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ ในลักษณะนี้ทางภาคอุปกรณ์มักจะมี Status Switch เพื่อจะเลือกให้ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบอาคารอัตโนมัติหรืออิสระซึ่งเรียกว่า Manual Override ก็ได้

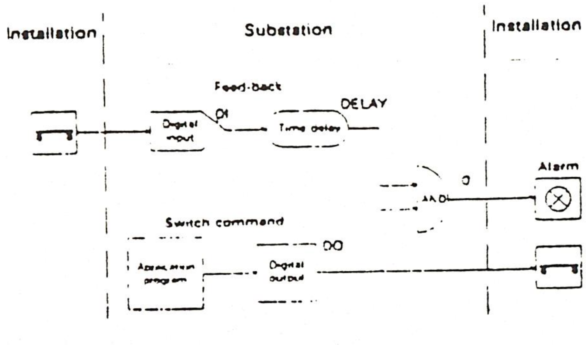
RELAYS



รูปที่ 4.7 แสดง digital output

เพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมอุปกรณ์นั้นสั่งให้อุปกรณ์ท

การตรวจสอบสภาพการควบคุมซึ่งเรียกว่า Digital Output with Status feedback loop ดังรูป



รูปที่ 4.8 แสดง digital output with status feedback

4.3.2.ข <u>Analog Output</u>

บางครั้งการควบคุมมิใช่ต้องการเพียงการสั่งให้อุปกรณ์ทำงานหรือหยุดทำงานท่านั้นยังต้องการให้ทำงาน ณ ค่าต่างๆ กัน เช่น สั่งให้ Motorized valve ของท่อน้ำเย็นของระบบปรับอากาศเปิดวาล์วให้น้ำเย็นไหลผ่านมากน้อยตามต้องการซึ่งจะต้องสั่งด้วยสัญญาณอนาลอกโดยอาจเป็นแรงดันไฟฟ้าช่วง 2-10 Vdc หรือกระแสไฟฟ้าช่วง 0-24 mA แล้วแต่เหมาะสม

4.3.2.ค <u>Analog controlled Digital Output</u>

อุปกรณ์บางอย่าง เช่น Stepping motor สามารถควบคุมให้ทำงานที่ค่าต่าง ๆ แบบอนาลอกได้ แต่ไม่สามารถใช้สัญญาณอนาลอกไปควบคุมโดยตรงได้ ดังนั้น จึงต้องเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล 2 ค่าเพื่อให้ค่าหน้าสัมผัส 2 ตัว ของ Stepping motor ซึ่งหน้าสัมผัสตัวหนึ่งต่อวงจรจะทำให้ Stepping motor หมุนไปทางหนึ่ง ส่วนถ้าสั่งให้อีกตัวหนึ่งปิดก็จะเปลี่ยนการหมุนไปอีกทางหนึ่ง และถ้าปลดหน้าสัมผัสทั้ง 2 ตัว มอร์เตอร์ก็จะหยุดหมุน

เมื่อทราบถึงลักษณะวิธีการรับและส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว ก็จะมาพิจารณาถึงหน้าที่หรือภารกิจหลักของระบบอาคารอัตโนมัติ ซึ่งพอสรุปจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- Control Function
- Energy Management Function
- Information Processing Function

4.4 ฟังก์ชั่นในการควบคุม(Control Function (Direct Digital Control Function))

ในระบบทันสมัยปัจจุบันซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม เราเรียกวิธีการควบคุมนี้ว่า DDC (Direct Digital Control) ซึ่งมีลักษณะของการควบคุมที่ง่ายกว่า และที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปคือ PLC (Program Logic Control) แต่ DDC จะเป็นการควบคุมที่กว้างขวางกว่า คือ ไม่ได้ควบคุมเฉพาะส่วนแต่จะครอบคลุมทั้งระบบ ทั้งยังประสานระบบบริการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ด้วยการควบคุมด้วยวิธี DDC นี้ จะเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับระบบที่ยากต่อติดตามการเปลี่ยนแปลง หรือการวัดผล ให้รู้ผลรวดเร็วและแน่นอน หรือระบบที่มีข้อมูลหลายส่วนที่ต้องนำมาพิจารณา เช่น การควบคุมเรื่องความร้อน-เย็น ความชื้น ในระบบปรับอากาศ เป็นต้น ซึ่งสิ่งที่ควบคุมนี้มักจะมีผลกระทบถึงค่าใช้จ่าย การประหยัดพลังงานผลที่ต้องการ เช่น อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นอย่างมาก Control function มีหลายอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่คุ้นเคยอยู่แล้ว ดังนี้

- PID Control Algorithm
- Reverse Function
- Sequencer Function
- Ratio Function
- Limit Switch Function
- Time Delay Function
- Date and Time Function

4.5 การจัดการพลังงาน (Energy Management Function)

จากการที่มีทั้ง Host หรือ Central Computer และ SAC ทำให้สามารถนำข้อมูล การใช้พลังงานมารวมประสานและจัดการให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดได้ด้วยการประสานการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสม energy management function ประกอบด้วย

- Night Cycle
- Optimun Start
- Optimun Stop
- Time and Event Program
- Night Purge
- Ventilation Ratio Control
- Outside Air Percentage Control
- Enthylpy Control
- Zero-energy Band Control
- Load Reset Control
- Peak Demand Control or Load Shedding
- Duty Cycling
- Presence Detection
- Lighting Control

4.6 การประมวลผลข้อมูล(Information Processing function)

ในส่วนนี้เป็นหน้าที่หลักของระบบคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาประมวลผล และแสดงผลให้ผู้ควบคุมดูแลได้ทราบ และในขณะเดียวกันก็รับคำสั่งทั้งจากเซนเซอร์ หรือโปรแกรมที่สร้างไว้ หรือจากผู้ควบคุมดูแลโครงการก็ได้ นำไปประมวลผลและสั่งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ดำเนินการต่อไปซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการแสดงผลให้ผู้ควบคุมได้รับทราบ ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับระบบอาคารอัตโนมัติในปัจจุบันจะเป็นการผสมระหว่าง Centralized กับ distributed network system ดังนั้น ในภาคแสดงผลจะอยู่ที่ Host computer หรือ Remote station ที่เชื่อมโยงกันในลักษณะ PEER TO PEER การแสดงผลจะแสดงทั้งในรูปรายงาน Hard copy ซึ่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ทันที กับแสดงผลบนหน้าจอทั้งที่เป็นรายงานที่เป็นอักษรและภาพ graphic จำลองรูปของสถานที่ผังบริเวณหรืออุปกรณ์ ให้เห็นพร้อมมีแสงเน้น ณ จุดที่รายงานด้วย บางครั้งอาจมีเสียงสัญญาณเตือนให้ได้ยินด้วย จึงสะดวกกับการใช้รายงานและจัดการระบบให้ง่ายดายรวดเร็วมากขึ้น

4.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับระบบ (INTERFACING)

การที่จะให้ระบบอาคารอัตโนมัติสามารถตรวจสอบสภาวะการทำงานหรือควบคุมอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้า และระบบเครื่องกลได้นั้น จะต้องอาศัยส่วนที่ต่อเชื่อมระบบเข้าด้วยกันซึ่งจะประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

4.7.1 <u>INSTALLATION OF SENSOR/TRANSDUCER</u>

เซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์ ที่ติดตั้งเพื่อตรวจวัดหรือตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบอื่น ๆ ที่ต้องการนั้น จะเป็นอุปกรณ์ชุดแรกที่ต้องส่งผลหรือค่าการวัดทั้งหมดไปให้ระบบอาคารอัตโนมัติเพื่อประมวลผลและทำการควบคุม ดังนั้น ค่าต่าง ๆ ที่ส่งจากเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์นี้จะต้องมีค่าที่เที่ยงตรงและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว จึงจะทำให้ระบบอาคารอัตโนมัติควบคุมอุปกรณ์ในระบบต่าง ๆ ได้เที่ยงตรงและรวดเร็วตามที่ต้องการ ซึ่งนอกเหนือจากคุณลักษณะเฉพาะตัวเซนเซอร์/ทรานดิวเซอร์แล้ววิธีการติดตั้งก็มีส่วนสำคัญเช่นกัน (ชนิดของเซนเซอร์จะแสดงในภาคผนวก)

4.7.2 <u>ELECTRICAL CIRCUIT</u>

อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลบางจุดจะมีจุดควบคุม ซึ่งมีทั้งแผงควบคุมการปิด-เปิด และแผงแสดงสภาวะการทำงานติดตั้งมาแล้วครบชุดติดประกอบกันมาเป็นระบบ เช่น ชุดควบคุมของอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (CHILLER) ของระบบปรับอากาศชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของมอร์เตอร์ (MOTOR CONTROL CENTER) ที่ใช้กับอุปกรณ์งานเครื่องเป่าลมเย็นหรือปั๊มน้ำดับเพลิง (FIRE PUMP) เป็นต้น

บทที่ 5

หลักการออกแบบ(DESIGN CONCEPT)

สมมุติให้อาคารประกอบด้วย 5 อาคารเชื่อมต่อกันซึ่งมี 2 โรงแรม 2 ออฟฟิศและพื้นที่ขายของ ทุก ๆ อาคารมีระบบ ที่สมบูรณ์เชื่อมต่อกัน ห้องควบคุม ซึ่งแต่ห้องควบคุมซึ่งแต่ละห้องควบคุมจะเชื่อมต่อกับห้องควบคุมกลางซึ่งจะเป็นตัวแสดงผลหรือสั่งงานก็ได้ระบบทั้งหมดแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย

- ระบบอาคารอัตโนมัติสำหรับทุกอาคาร
- ระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับทุกอาคาร
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับทุกอาคาร
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไม้สำหรับทุกอาคาร
- ระบบภายในสำหรับโรงแรม

ระบบอาคารอัตโนมัติ, ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้สามารถเข้าถึงได้โดยเครื่อง workstation เดียวกัน ซึ่งใช้คนควบคุมเพื่อเชื่อมต่อระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ที่เครื่อง workstation จะทำการบันทึกสัญญาณต่าง ๆ จากระบบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ที่ห้องควบคุมกลาง ส่วนระบบโทรทัศน์วงจรปิดมักจะใช้เป็นแบบ hardwire ซึ่งจะรายงานภาพทางจอ VCR

5.1ระบบอาคารอัตโนมัติ

ระบบอาคารอัตโนมัติจะควบคุมระบบปรับอากาศและแสงสว่างให้ใช้พลังงานต่ำและรักษาสภาพแวดล้อมในอาคารให้ดีที่สุดซึ่งจะประกอบด้วยระบบดังนี้

- ระบบปรับอากาศ
- ระบบแสงสว่าง
- ระบบป้องกันเพลิงไหม้
- ระบบประปา
- ระบบไฟฟ้า
- ลิฟต์
- ห้องคอมพิวเตอร์

5.2 ระบบรักษาความปลอดภัย

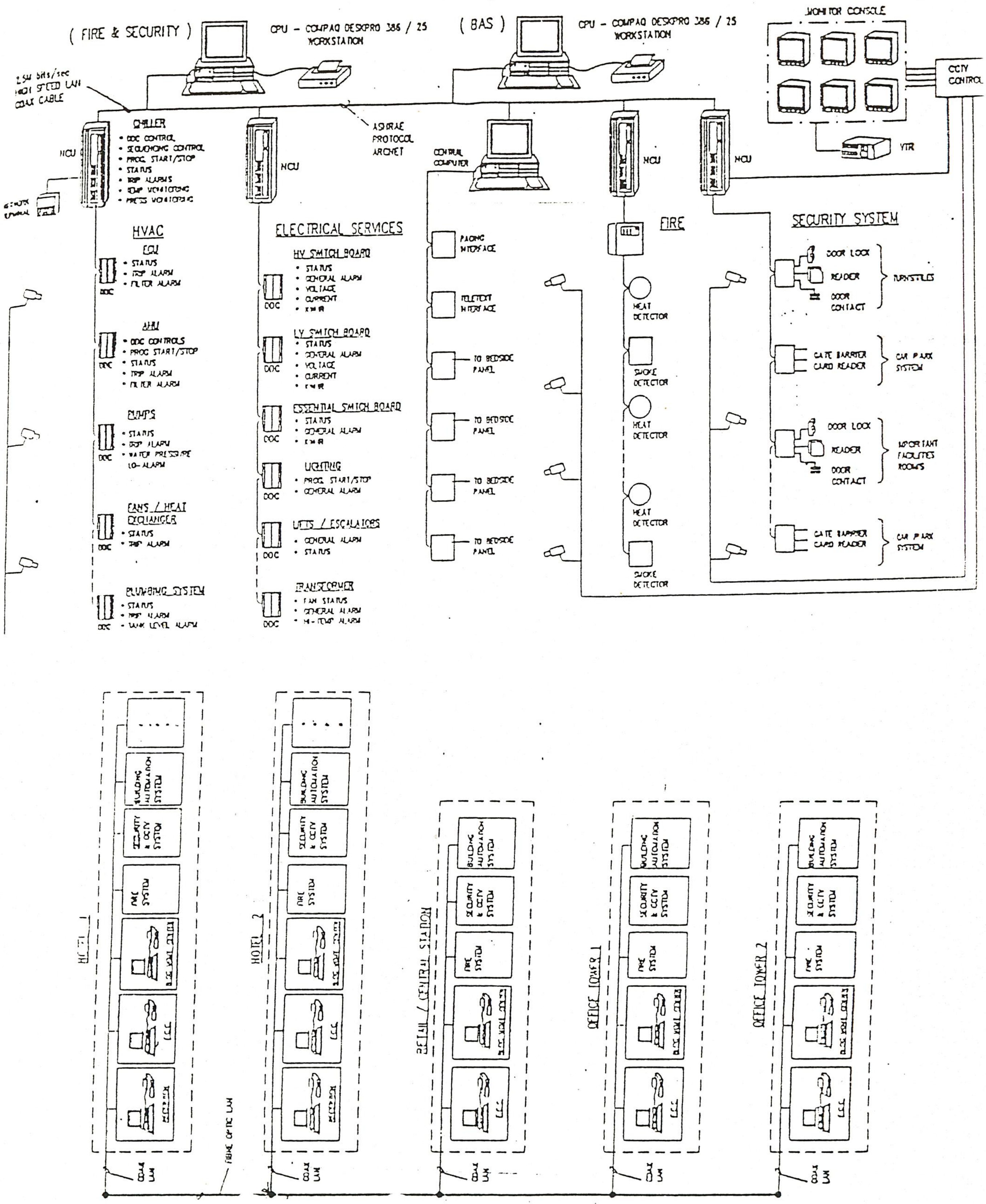
ระบบรักษาความปลอดภัยอาจจะใช้บัตรแม่เหล็กเพื่อควบคุมและตรวจสอบตรงทางเข้าที่ประตู ซึ่งจะแบ่งเป็นโซน เพื่อสะดวกในการควบคุมและแสดงผล

5.3 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดนี้จะแสดงภาพต่าง ๆ ทางจอ VCR เพื่อให้เจ้าหน้าที่ควบคุมได้ตรวจสอบความปลอดภัย

5.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

จะเป็นตัวแสดงให้ทราบว่าเกิดไฟไหม้ที่ใด ควรทำอย่างไรขณะนั้น และยับยั้งการกระจายของไฟซึ่งจะต้องมีการรักษาและทำความสะอาดตัวตรวจจับควันหรือความร้อนให้ดี เพื่อให้ใช้งานได้ดีตลอดเวลา



รูปที่ 5.1 Overall System Configuration

5.5 อุปกรณ์ในระบบอาคารอัตโนมัติ

แสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งประกอบด้วย

- Communication Network
- Operator Workstation
- Local Workstation
- Printer
- Network Controller
- Lighting Controller
- DDC Controller
- Dial In/Out Modem

COMMUNICATION NETWORK

จะต่อเป็นระบบ Multisystem เพื่อลดราคาค่าบำรุงรักษา จะใช้ LAN เป็นระบบติดต่อ ระบบสื่อสารจะเชื่อมต่อกันด้วย ASHRAE'S STANDARD PROTOCAL หรือBACNET

OPERATOR WORKSTATION

ใช้คอมพิวเตอร์ที่มี80386เป็นไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอย่างน้อย ใช้โปรแกรมทั่วไปที่ RUN บน MS DOS และใช้จอภาพ VGA

LOCAL WORKSTATION

ประกอบด้วย

- แสดงผลแต่ละจุดในระบบ
- สั่งงานแต่ละจุดในระบบ
- แสดงประวัติการทำงานแต่ละจุด
- แสดงและปรับระดับสัญญาณเตือนแต่ละจุด
- แสดงและปรับตารางเวลา

PRINTER

- Alarm printer
- Report printer

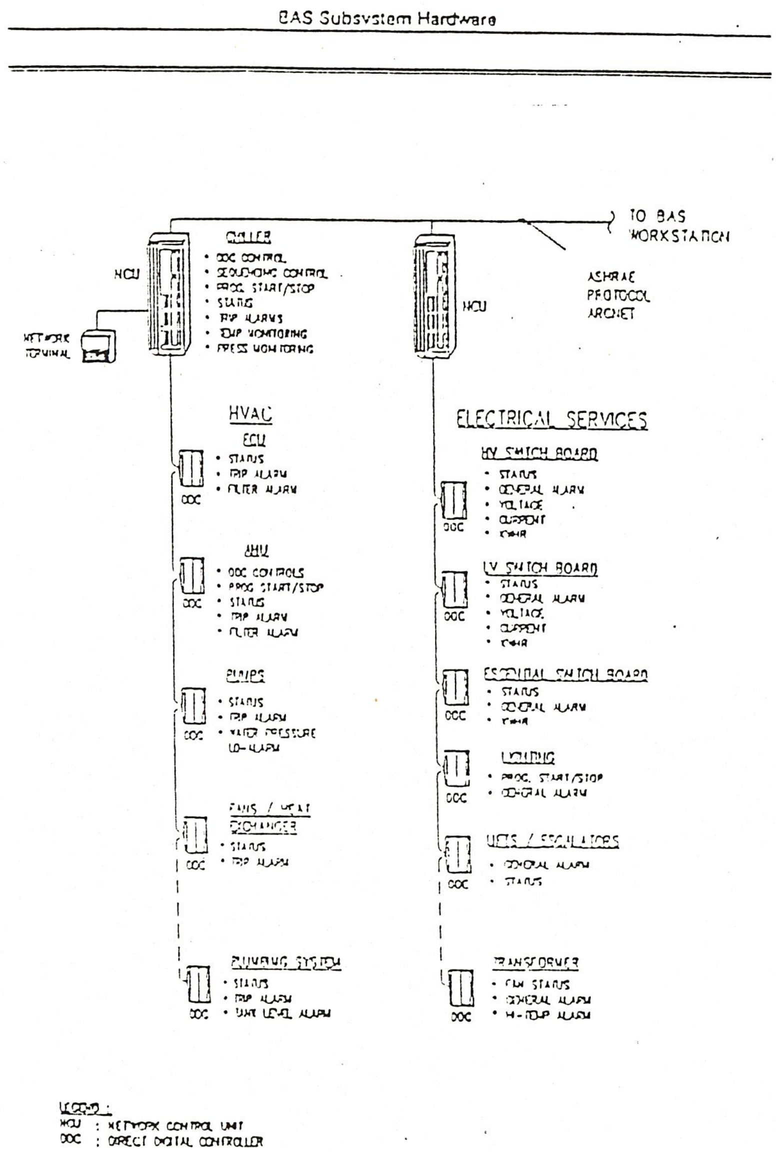
NETWORK CONTROLLER

มีหน้าที่ดังนี้

- ล็อคตู้เพื่อความปลอดภัย
- ต่อกับ workstation
- battery backup เมื่อไฟตก

LIGHTING CONTROLLER

เพื่อลดจำนวนสายจะใช้ lighting controller เมื่อเกิด fault ขึ้นตัว lighting controller จะทำงานแบบ stand-alone ได้



รูปที่ 5.2 Bas Subsystem Details

5.6 อุปกรณ์ในระบบรักษาความปลอดภัย

ส่วนประกอบของระบบแสดงในรูปที่ 5 แบ่งเป็น

- card reader controller
- card reader
- access card
- door release switch
- lock status detector
- door strike/motorized bolt
- door contact
- motion detector
- personal attack button

CARD READER CONTROLLER

อุปกรณ์ตัวนี้จะติดตั้งบริเวณที่ต้องการความปลอดภัยโดยจะใช้ร่วมกับ tamper switch (ตัวตอก card) อุปกรณ์ตัวนี้จะทำงานแบบ stand-alone กับข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละโซน

CARD READER

จะมีไฟแสดงถ้าเป็นไฟเขียวจะอนุญาติให้ผ่านได้ถ้าแดงผ่านไม่ได้ และเพื่อความปลอดภัยยิ่งขึ้นมักจะมีการใส่รหัสเข้าไปด้วยโดยอาจจะเปลี่ยนรหัสทุกวันซึ่งสัญญาณรหัสจะส่งไปที่ ระบบอาคารอัตโนมัติ

DOOR RELEASE SWITCH

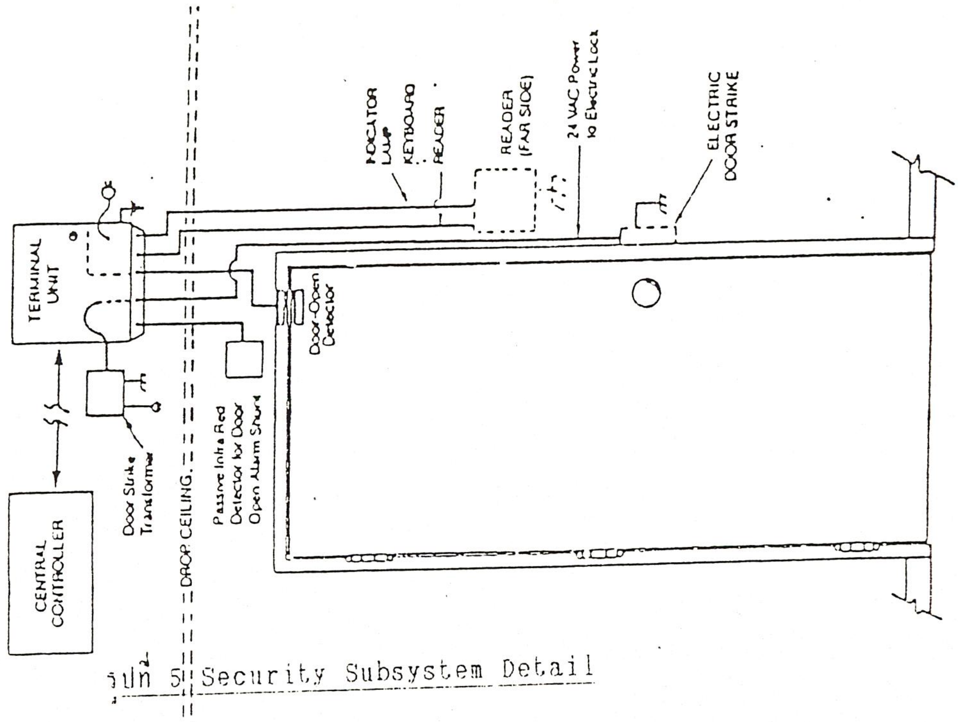
จะใช้ควบคุมการผ่านเข้าออกที่ประตู โดยการดันประตูจะเป็นตัว short switch หรือจะใช้ motion sensor ก็ได้

DOOR STRIKE/MOTORIZED BOLT

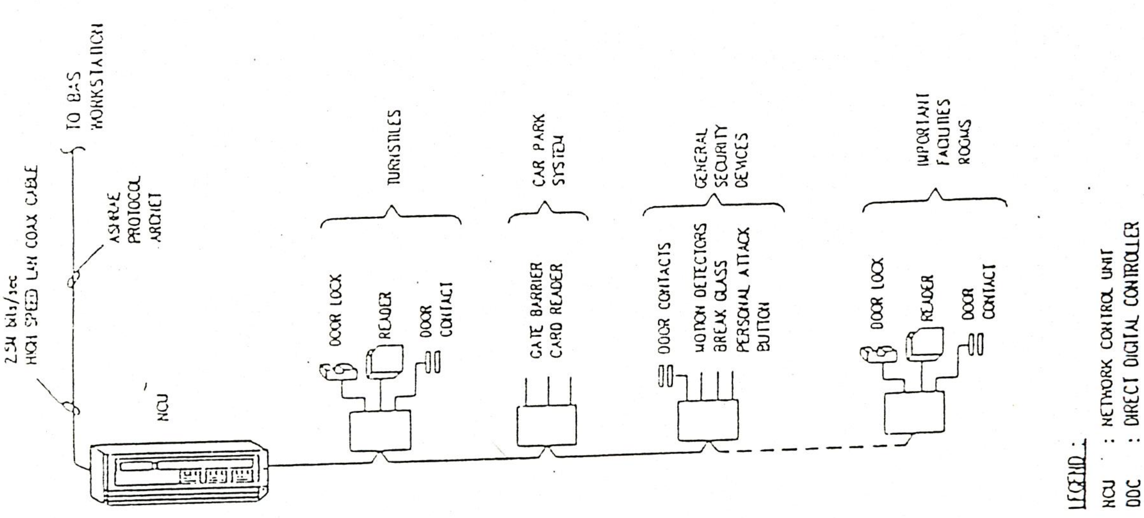
จะรับสัญญาณ low voltage จาก card reader ในกรณีที่ไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ประตูจะถูกเปิดออกเอง

PERSONAL ATTACK BUTTON

จะจัดไว้ในบริเวณที่ต้องการความปลอดภัย โดยสวิตซ์จะถูกกดโดยบุคคลเพื่อแสดงให้ผู้ควบคุมระบบอาคารอัตโนมัติ ทราบว่าเกิดสิ่งผิดปกติขึ้น และจะหยุดสัญญาณเตือนโดยกดปุ่ม reset ที่จุดนั้น ๆ



รูปที่ 5.3 Security Subsystem Details



รูปที่ 5.4 Typical Card Reader Installation

5.7 อุปกรณ์ในระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ประกอบด้วย

- กล้องภายในประตู ใช้ความสว่าง 20 lux เป็นอย่างน้อย
- กล้องภายนอกประตู ใช้ความสว่าง 0.1 lux เป็นอย่างน้อย
- เลนส์
- moutings
- housings
- pan/tilt drive
- matrix video switch
- keyboard
- monitor
- timelapse VCR มีความเร็วการทำงานที่ต่อเนื่องและบันทึกแต่ละ frame ได้

LENS

- เลนส์อยู่กับที่
- เลนส์ zoom

MOUTINGS

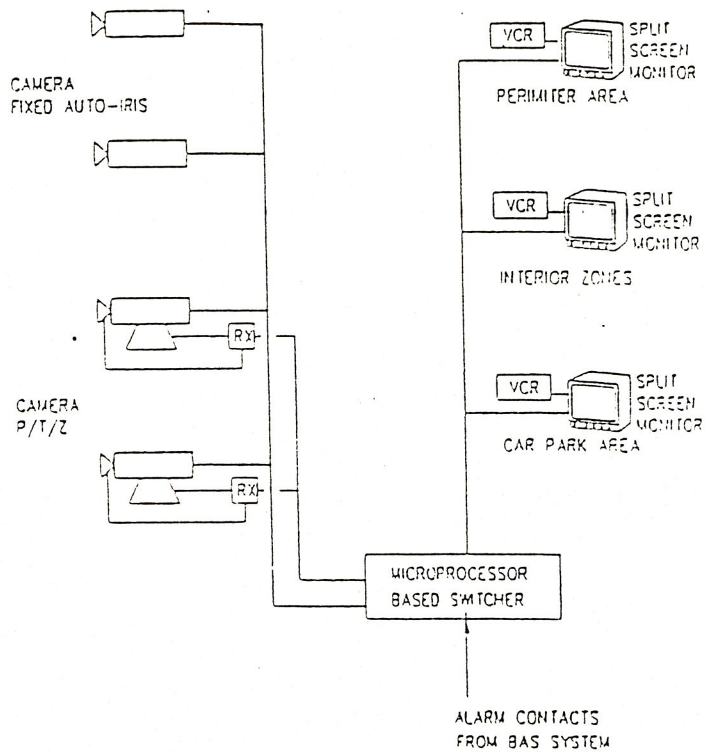
เอาไว้ปรับ pan กับ tilt

PAN/TILT DRIVE

PAN 0-355 องศา และ tilt 0-90 องศา

KEYBOARD

เอาไว้เลือกว่าจะดูกล้องตัวใด



รูปที่ 5.5 CCTV Subsystem Details

5.8 อุปกรณ์ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

Applicable standards

- FSB
- UL
- NFPA
- NEC

ส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- Central Panel located at fire command center

- Annunciator Panel
- Break glass stations
- Analog adressable smoke detectors
- Analog adressable heat detetors
- Monitor modules used to monitor water flow / gatevalve
- Control modules used to audible and risible annunciation

CENTRAL PANEL

จะมีไฟ 3 ชนิดคือ

- Alarm
- Trouble
- Diagnostic

และจะมี buzzers สำหรับ alarm และ trouble condition ด้วย

ที่จุดนี้จะสามารถแสดง detector ต่าง ๆ ดังนี้

- alarm status
- type detector
- detector name
- verification delay(หน่วงเวลาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ)
- sensitivity level
- percent of alarm

ซึ่งที่ central panel นี้จะเก็บ database ไว้ที่ RAM

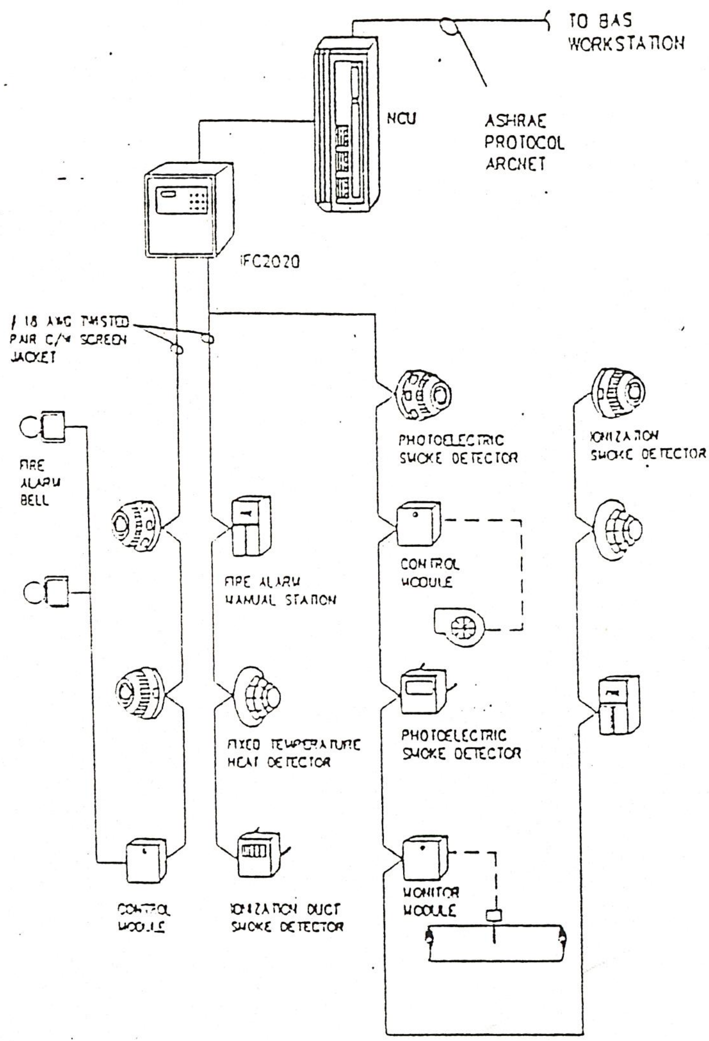
FIELD DEVICES

ที่ตัว smoke และ heat detector ควรจะมี LED แสดงถึงการเชื่อมต่อกับ central panel

analog sensor ควรจะทดสอบได้ด้วยสารแม่เหล็กชนิดของ analog sensors มีดังนี้

- Ionization type
- Photoelectric types
- Thermal types

ระบบต้องสามารถแสดง contact ของ waterflow switch ได้และจะต้องควบคุม bell ,fan และ light ด้วย



รูปที่ 5.6 Fire Subsystem Details

BAS SOFTWARE

PASSWORD

ระบบอาคารอัตโนมัติจะต้องมี password เพื่อควบคุมการเข้าออกตัวอาคาร โดยใช้ฐานข้อมูลที่แต่ละจุดเป็นตัวสั่งงานและมีลำดับความสำคัญสูงกว่า การสั่งงานด้วยตัวอื่น และ password นี้ควรจะเหมือนกันที่ field panel กับ workstations

OPERATOR INTERFACE

สำหรับตัวอย่างการทำงานง่าย ๆ คือจะแสดงรูปภาพง่าย ๆ โดยเลือกรายการจากสัญลักษณ์ และ menu ซึ่งจะนำสัญลักษณ์ต่าง ๆ นั้นไปควบคุมอุปกรณ์อีกทีหนึ่ง โดยหน้าจอควรแบ่งเป็นดังนี้

- Main screen
- Lighting zone plan for every floor
- Flow siagram for every air hgandling unit
- Fire/security plan for every floor
- Flow diagram chiller system
- Plumbing system diagram
- Electrical system diagram
- Vertical transportationsystem diagram
- Point history graph for all analog points
- Real-time graph for all analog point

สำหรับผู้ใช้โปรแกรม จะสั่งงาน starting/stopping อุปกรณ์และปรับแต่งsetpointsได้ซึ่งจะเก็บไว้ใน hard disk file ที่ operator workstation และสามารถส่งข้อมูลเวลาและชื่อจุดต่าง ๆ ไปที่ operator initial ได้

DATABASE DEFINITION

เพื่อทำให้การtrain operator ง่ายขึ้น database ทั้งหมดของ ระบบอาคารอัตโนมัติรวมทั้ง lighting, fire card access system จะต้องถูกนิยามให้สอดคล้องกับทุก PC

ALARM MANAGEMENT

แต่ละ analog point จะมีจุดจำกัดในการเตือนและ alarm แต่ละ warning message จะถูกพิมพ์ออกทุก ๆ alarm printer และเก็บใน hard disk file ในทุก operator workstation ในอาคาร warning message อาจจะพิมพ์และเก็บที่หน่วยควบคุมกลาง message จะรวมวัน, เวลา, point name operator จะมี option ในการแสดงกราฟฟิกของ system

เมื่อมีalarm ทราบเหตุการณ์ จะถูกเก็บใน hard disk file ในทุก ๆ operator workstation ในอาคาร message จะถูกพิมพ์และเก็บที่หน่วยควบคุมกลาง

เมื่อ point กลับเป็นปกติเหตุการณ์จะถูกเก็บในhard disk fileในทุกoperator workstation ในอาคาร เหตุการณ์อาจจะถูกพิมพ์และเก็บที่หน่วยควบคุมกลาง message จะรวม วัน, เวลา และ point name

ระบบอาคารอัตโนมัติ จะต้องสามารถแสดง list ของอาคาร

operator ที่มี password access จะต้องสามารถจัดการ alarm reportในจุดที่เกิด alarm และปิด control ในจุดดังกล่าวได้ และทำให้จุดนั้นอยู่ใน current state

TIME SCHEDULING

คำสั่งต่อไปนี้จะต้องสามารถเป็นตารางเวลาเพื่อที่จะนำมาใช้ในเวลาต่อไป start-stop จุดต่าง ๆ

- access และ secure สำหรับจุดที่ต้องการความปลอดภัย
- เปลี่ยน alarm limit , warning limit หรือ setpoint
- lock หรือ unlock จุดที่รายงานหรือจุดที่ควบคุม
- demand limit target setting
- load rolling target detting
- point enable/disable ชั่วคราว
- point enable/disable ถาวร
- alarm summary

ตารางที่แยกออกมาจะสามารถปรับให้เหมาะกับวันหยุดได้ วันหยุดจะสามารถนิยามได้ล่วงหน้าถึง 1 ปี ตารางเวลาอันหนึ่งอาจจะใช้ปรับให้เหมาะกับการใช้ในเวลาอื่น ๆ ได้ด้วย

POINT HISTORY

จะต้องมีการบันทึกการทำงานของระบบโดยใช้การสุ่มตัวอย่างไม่เว้นแม้ในสภาวะผิดปกติ และ point history นี้จะถูกเก็บไว้ใน hard disk ของ workstation

POINT TREND

ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะเลือกจุดที่จะดูประวัติได้โดยจะแสดงประวัติการทำงานบนแต่ละ PC หรือที่ workstation ก็ได้ และ point trend นี้จะเก็บไว้ใน hard disk ของ PC โดยใช้โปรแกรม Lotus หรือ dbase ก็ได้

DEMAND LIMITING/LOAD ROLLING

ระบบอาคารอัตโนมัติจะต้องคำนวณ demand load ทุก ๆ 15 นาที เพื่อที่จะควบคุมไม่ให้มีการใช้ไฟเกิน peakload โดยการตัดอุปกรณ์บางตัวออกในขณะที่มีการใช้ไฟมาก โดยจะตัดอุปกรณ์ออกตามความสำคัญของ load และการตัดโหลดออกอาจจะให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกได้ โดยจะต้องไม่กระทบกระเทือนต่อการทำงานของระบบโดยรวม

TOTALIZATION

ระบบอาคารอัตโนมัติจะต้องทำการคำนวณเวลาที่อุปกรณ์แต่ละตัวปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์ในการดูอายุการใช้งานของอุปกรณ์ โดยจะแสดงให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงอายุการใช้งานและเวลาที่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ทาง PC หรือ workstation ก็ได้

GRAPHIC ENGINEERING

ระบบอาคารอัตโนมัติจะอนุญาติให้ผู้ปฏิบัติงานเขียนกราฟฟิกเพื่อใช้งานเองได้โดยเชื่อมต่อกับระบบ โดยอาจจะแสดงสีของอุปกรณ์ไม่เหมือนกันในสภาวะการทำงานที่แตกต่างกันเช่นพัดลม สีเขียวเมื่อทำงาน ขาวเมื่อหยุดทำงาน และแดงเมื่อเกิดการผิดปกติ

SUMMARY

สามารถที่จะแบ่งเป็น

- Point summary
- Alarm summary
- Limit summary
- Access summary
- Secure summary
- Lockout summary
- Off-line summary
- Overide summary

โดยจะจัดเตรียมไว้สำหรับแสดงการใช้พลังงานโดยรวมในปัจจุบันและเตือนถัดไปแสดง peak demand เวลาที่อุปกรณ์ต่างๆทำงาน และจะแสดงออกมาทางจอภาพ เพื่อจัดการพลังงานให้ดีที่สุด

LIGHTING CONTROL

การควบคุมจะควบคุมเป็นส่วน ๆ โดยแบ่งเป็น

- โปรแกรมการทำงานตามเวลา (Time schedule)
- ทำงานตามคำสั่งของผู้ปฏิบัติงาน
- ทำการล็อคโปรแกรมกับระบบ Fire alarm และ security
- Load switch/occupancy sensor
- การเชื่อมต่อโทรศัพท์
- การเข้าออกตัวอาคารโดยใช้ card access door

CAV AHU CONTROL

การเปิดวาล์วที่ตัว chilled water นั้น จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของห้องในขณะนั้น

VAV AHU CONTROL

เป็นจุดที่ผู้ปฏิบัติงานจะทำการควบคุมดูแลรักษา VAV ในแต่ละ zone

SECURITY

ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะดู mode การทำงานทางจอภาพได้ว่าอยู่ใน secure mode หรือ access mode โดยข้อมูบจะมาจาก card reader กับ database ที่มีอยู่ และทางเข้าออกที่ประตูสามารถจะเปิดปิดตามเวลาในแต่ละวันด้วย (โดยไม่ต้องใช้ card ก็ได้)

เพื่อการประหยัดพลังงานควรที่จะปิดระบบแอร์และระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อประตูทางเข้าต่าง ๆ ถูกล็อค เมื่อเกิด security alarm ขึ้นระบบจะทำงานดังนี้

- เมื่อผู้ปฏิบัติงานสังเกตเห็นสิ่งผิดปกติ
- ข้อมูลจะถูกพิมพ์ออกทางalarmprinter และเก็บไว้ใน hard disk ของ workstation
- แสงสว่างในระบบจะถูกเปิด
- CCTV จะแสดงภาพออกทางจอ VCR เป็นภาพใหญ่

FIRE

ตัวระบบอาคารอัตโนมัติจะต้องสามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์และ detector ต่าง ๆ ได้ โดยจะแสดง

- Status (ALARM/NORMAL)
- Sensitivity (smoke detectors only)
- Percent of alarm (smoke and heat detectors)

เมื่อเกิด fire alarm ขึ้นระบบควรปฏิบัติดังนี้

- เมื่อระบบอาคารอัตโนมัติทราบถึง Fire alarm ข้อมูลจะถูกพิมพ์ออกทาง alarm printer ทั้งในอาคารและใน central control และข้อมูลจะถูกเก็บลงใน hard disk ของ workstation ทั้งในอาคารและ central control ด้วย
- ระบบแสงสว่างจะถูกเปิดออก
- CCTV จะแสดงภาพออกทางจอ VCR เพื่อบอกให้ทราบจุดที่เกิดเหตุได้

BAS INTERFACE TO M&E SYSTEM

CHILLER

ระบบอาคารอัตโนมัติต้องสามารถปิดเปิด chiller ได้ รวมถึงต้องแสดงสถานะของ chiller ที่ไหลผ่าน waterflow switch ด้วย เมื่อระบบเกิดเหตุการณ์ดังนี้จะทำให้ chiller ถูก ON

- เกิดความดันสูง (condensor)
- เกิดความดันต่ำ (evaporator)
- motor ถูก trip
- อุณหภูมิที่ตัว motor สูงเกินไป
- อุณหภมิที่ bearing สูงเกินไป
- อุณหภูมิที่ gas discharge สูงเกินไป

โดยจะมีการแสดงอุณหภูมิของตัว chiller ดังนี้

- น้ำที่ไหลกลับมาจาก condensor สำหรับแต่ละ chiller
- chilled water supply สำหรับแต่ละ chiller
- chilled water supply header
- chilledwaterreturn header และ condensor water header สถานะ on/off ของตัว chilled water และ condensor water สามารถแสดงได้โดยใช้ waterflow switch

สถานะของcoolingtowerfan motor สามารถแสดงจาก contacts ช่วยใน starter panel

AIR HANDLING UNIT

ระบบอาคารอัตโนมัติต้องสั่งปิดเปิด AHU ได้ รวมถึงต้องแสดงสภาวะการทำงาน โดยใช้ air flow switch ติดใน supply duct

ระบบอาคารอัตโนมัติต้องแสดง fan motor trip alarm จาก AHU แต่ละตัว

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง clean/dirtystatus ของ filter ในแต่ละ AHU โดยใช้ differential pressure switch

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง return air smoke detectors ในแต่ละ AHU

ระบบอาคารอัตโนมัติจะ control chilled water valve ในแต่ละ AHU

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง return air temperature และ supply air temperature ในแต่ละ AHU

MISCELLANEOUS FAN/HEAT EXCHANGER

ใช้ airflow switch ในการแสดงสถานะการ on/off ของระบบดังนี้

- supply fan
- exhaust fan
- smoke fan
- pressurization fan

fan motor trip alarm จะแสดงเหมือนกับ airflow switch

FIRE PEOTECTION

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดงสถานะของ sprinkler และ hydrant pump โดยใช้ contact ช่วยของ starter panel และใช้ waterflow switch

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง pump motor trip alarm ที่แต่ละ sprinkler และ hydrant pump

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง water pressure และแสดง HI/LOW ของ water tank

PLUMBING

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดงสถานะของ cleanwater และ sewage treatment water pump โดยใช้ waterflow switch

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง pump motor trip alarm จากแต่ละ cleanwater และ sewage treatment pump

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง HI/LOW บน cleanwater และ sewage treatment tank

ELECTRICAL

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดงสถานะ normal/trip ของ circuit breaker

- Main incomihg circuit breaker
- Main outgoing citcuit breaker
- Generator set incoming citcuit breaker
- Generator set outgoing circuit breaker
- Low voltage incoming citcuit breaker
- Coupler

ที่ตัว power transformer จะต้องแสดงอุณหภูมิโดยใช้ temperature switch

สถานะการทำงานของ generator set ก็ต้องแสดงด้วย รวมถึงแสดง low level alarm ของเชื้อเพลิงด้วย โดยการ alarm ของ gen. set จะต้องมี

- Low oil prissure alarm
- High water temperature alarm
- Over speed alarm on/off status ของ UPS ก็ต้องแสดงด้วย

โดยการ alarm ของ UPS จะมี

- High/Low DC voltage alarm
- High temperature alarm
- inverter output overload alarm
- Static switch on bypass
- Loss of primary input
- Loss of reserve input

<u>LIFT/ESCALATOR</u>

ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดง on/off ของ lift โดยใช้ contact ช่วยใน stater panel

ระบบอาคารอัตโนมัติ จะแสดง alarm ในแต่ละตัวของลิฟต์ดังนี้

- Car overload alarm
- Motor overheat alarm
- Safety circuit alarm

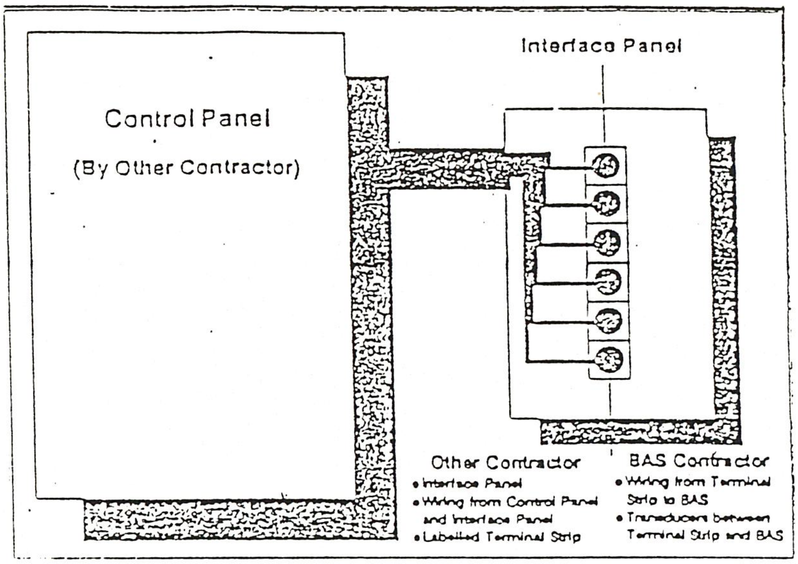
ระบบอาคารอัตโนมัติ จะแสดง motor trip alarm ในแต่ละตัวของลิฟต์

<u>COMPUTER ROOM</u>

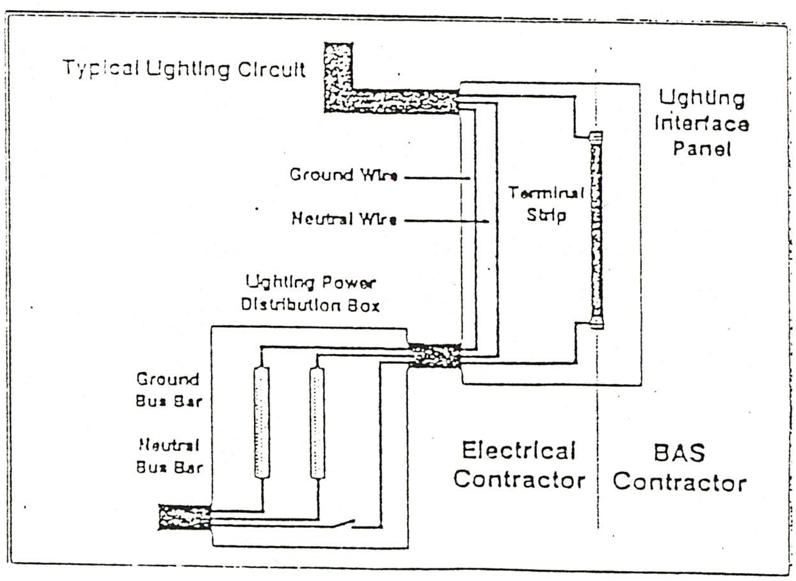
ระบบอาคารอัตโนมัติจะแสดงalarmจากcomputerroom air conditioning unit เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังนี้

-Unit failure

-Water leak detector alarm



รูปที่ 5.7 BAS Control Panel Inteface



รูปที่ 5.8 Lighting Control Panel Interface

บทที่ 6

การควบคุมของ Direct Digital Control (DDC)

ประกอบด้วยโมดูลย่อย ๆ 6 แบบด้วยกัน คือ

1. Two Position Controller (2POS) โมดูลนี้ใช้เมื่อลักษณะการควบคุมสุดท้ายเป็น 2 สถานะตรงข้ามกัน คือ เปิด หรือปิด (ON/OFF) ทั่วไป

2. PID Controller (PID) เป็นโมดูลที่ใช้งานมากที่สุด ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนมีหน้าที่การทำงานเฉพาะดังนี้

ส่วน Propotional เป็นการควบคุมแบบหยาบแต่ให้การตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความคลาดเคลื่อนจากค่าsetpointที่พบค่าเอาท์พุตจากตัวควบคุมจะเป็นสัดส่วนกับความคลาดเคลื่อนนี้ แม้ว่าส่วนนี้จะควบคุมตัวแปรให้เข้าใกล้ค่า setpoint ได้มากกว่าการเปิด-ปิดธรรมดาก็ตามแต่จะมีค่าoffset ที่ต่างจากค่า setpoint อยู่ค่าหนึ่งเสมอ ไม่สูงกว่า ก็ต่ำกว่าอยู่เล็กน้อย

ส่วน Integral (reset action) ส่วนนี้เป็นการทำงานต่อเนื่องจากส่วน propotional เป็นการปรับละเอียด ใช้เพื่อลดค่า offset ให้เป็นศูนย์ ด้วยอัตราคงที่ที่เลือกไว้ก่อนจนกระทั่งความคลาดเคลื่อนจากค่า setpoint หมดไป

ส่วน Derivative (rate action) ทำงานโดยการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงความคลาดเคลื่อนจากค่า setpoint ว่ากำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลงและจะทำงานตรงข้ามเพื่อหน่วงหรือหยุดการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างรวดเร็ว

3. Floating Controller (FLT) การควบคุมเริ่มต้นเมื่อมีความคลาดเคลื่อนของขบวนการหรือตัวแปรในขบวนการจากจุดที่ตั้งไว้เกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้ (deadband)การควบคุมแบบนี้ไม่ต้องการการป้อนกลับของเอาท์พุตแบบอนาลอก แต่ก็อาจจะนำไปใช้ร่วมกับ PID ได้

4. Reset ScheduleSelector (RSET) ใช้ในการปรับค่าจุดที่ตั้งไว้โดยอาจจะเลือกใช้การแปรผันโดยตรง หรือแปรผกผันกับค่าอินพุตแบบอนาลอก ค่าหนึ่งค่าใดหรือสองค่าก็ตาม หรืออาจจะเป็นค่าจากตารางที่กำหนดของเจ้าหน้าที่ควบคุมก็ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานะการทำงานหลาย ๆ สถานะ

5. Hi/Lo SignalSelector (HILO) ใช้กับการกำหนดค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของตัวแปรที่วัดได้

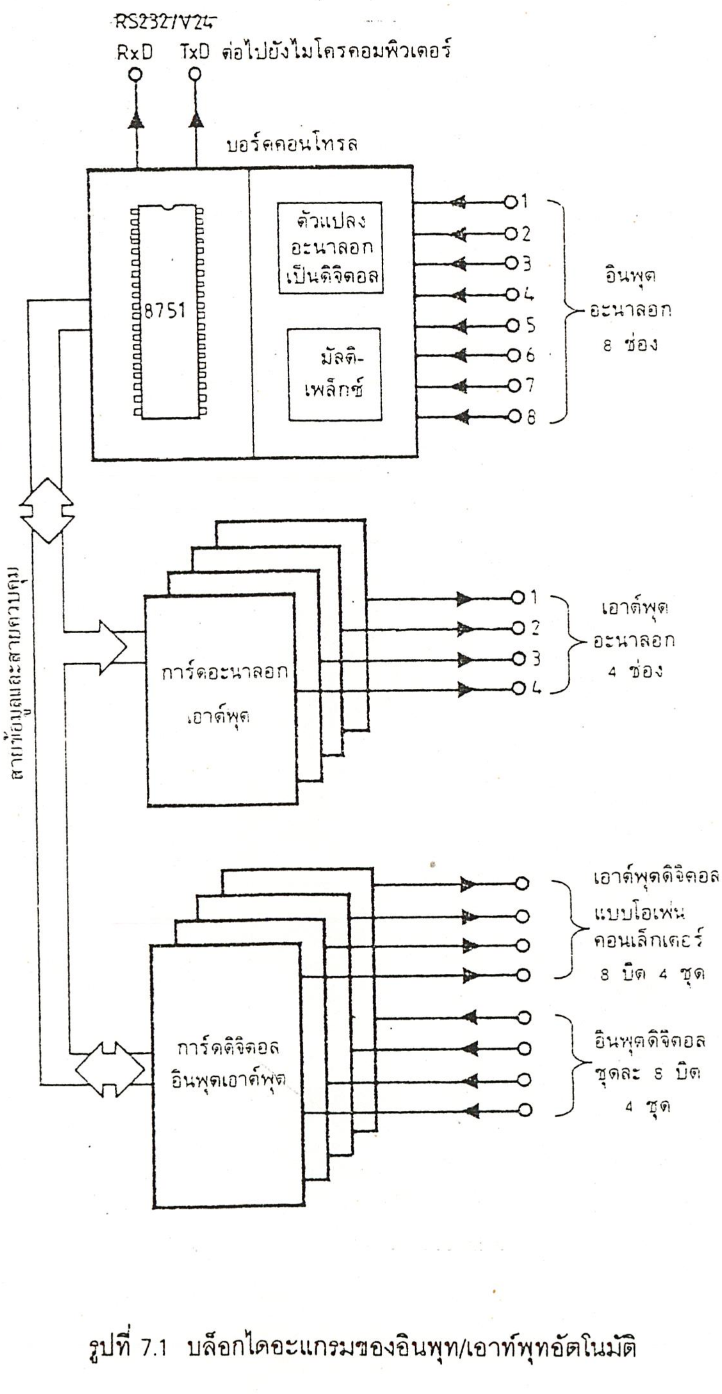
6. Single Pole Double Throw Relay และสามารถเลือกใช้ delay ได้อีก 2 แบบคือ DelayBefore Break (DBB) จะเปิดหน้าสัมผัสเมื่อครบเวลา และ Delay Before Make (DBM) จะปิดหน้าสัมผัสเมื่อครบเวลา นอกจากนี้ยังมี Interval Timerโดยทำงานปิดสัมผัสทันทีที่มีสัญญาณควบคุม และเมื่อครบเวลาแล้วจึงเปิดหน้าสัมผัส

บทที่ 7

การสร้างอุปกรณ์เฉพาะส่วน(อินพุท/เอาท์พุท อัตโนมัติ)

7.1หลักการทำงานพื้นฐาน

เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องอินพุท/เอาท์พุทอัตโนมัติโดยง่ายขึ้น จะขออธิบายหลักการทำงานพื้นฐานของระบบก่อน ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 บล็อกไดอะแกรมของอินพุท/เอาท์พุทอัตโนมัติ

จากรูปที่ 7.1 สามารถแบ่งการทำงานหลักได้ 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นบอร์ดควบคุม ซึ่งใช้ซีพียูเบอร์ 8751 เป็นตัวหลักในการทำงาน การทำงานเริ่มต้นโดยไมโครคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งเข้ามาทางขา R_XD ให้แก่ซีพียูทำการประมวลผลว่าเป็นคำสั่งอะไร แล้วก็จะทำงานตามคำสั่งนั้น เช่น คำสั่งเกี่ยวกับเอาท์พุทอะนาลอก ก็จะทำประมวลผลแล้วก็ส่งค่าดิจิตอลที่เหมาะสมจากการคำนวนให้แก่ การ์ดอะนาลอก (DAC) เพื่อแปลงค่าเป็แรงดันทางอะนาลอกตามคำสั่งส่งออกเอาท์พุท หรือคำสั่งเกี่ยวกับการอ่านค่าอะนาลอกอินพุทซีพียู ก็จะส่งสัญญาณควบคุมชุดเอทูดี ให้ทำการแปลงค่าแรงดันทางอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าสู่ซีพียู จากนั้นจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลนี้เป็นรหัสแอสกี้ (ASCII) ตามค่าที่คำนวนได้ แล้วส่งออกทางขา T_XD ได้แก่ ไมโครคอมพิเตอร์เพื่อแสดงค่าแรงดันทางจอมอนิเตอร์หรือคำสั่งเกี่ยวกับดิจิตอลเอาท์พุทก็จะทำการส่งสัญญาณดิจิตอลให้แก่หน่วอินพุท/เอาท์พุท ตามคำสั่งที่คอมพิวเตอร์ส่งมา และถ้าเป็นคำสั่งเกี่ยวกับอินพุทดิจิตอล ก็จะรับสัญญาณดิจิตอลจากหน่วยอินพุท/เอาท์พุท แล้วทำการแปลงค่าเป็นระหัสแอสกี้ส่งออกทางขา T_XD ให้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงค่าทางมอนิเตอร์ เป็นต้น

จากหลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องอินพุท/เอาท์พุทอัตโนมัติ ตอนนี้เราจะมาดูส่วนประกอบของแต่ละส่วนกัน

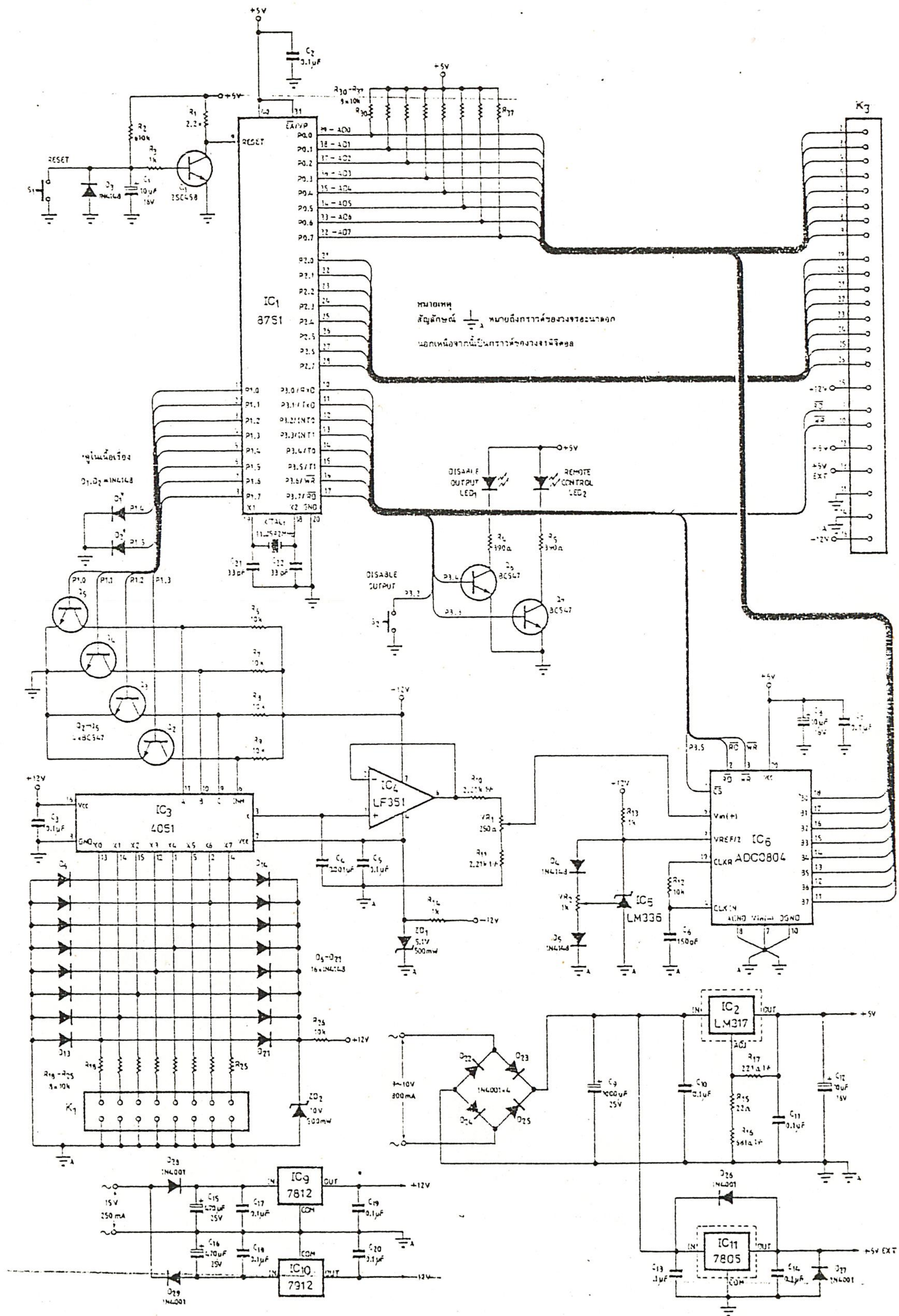
บอร์ดควบคุม (controller board) ประกอบด้วย ซีพียู 8751 เป็นศูนย์กลางการควบคุม , ตัวแปลงอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต , อินพุทมัลติเพล็กเซอร์ 8 ช่อง และชุดจ่ายไฟ

การ์ดดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุท (bidirectional digital card) ใช้เป็นทั้งสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของสัญญาณดิจิตอล

การ์ดเอาท์พุทอะนาลอก (analogue out card) ใช้ส่งสัญญาณอะนาลอกออกไปยังอุปกรณ์ภายนอก

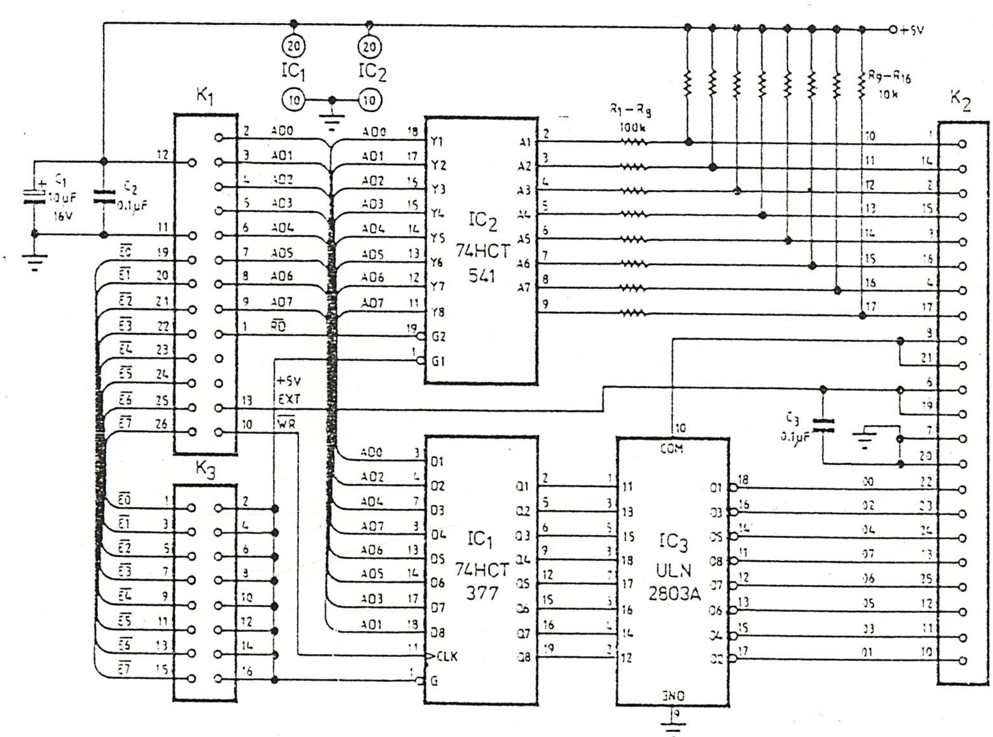
7.2 หลักการทำงานของวงจร :

บอร์ดควบคุม วงจรของบอร์ดควบคุมแสดงในรูปที่ 7.2 มี 8751 เป็นตัวควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่อง โดยที่ขา P0.0-P0.7 จะใช้เป็นบัสข้อมูลของระบบ และใช้ขา P2.0-P2.7 เป็นขาเลือกช่องสัญญาณดิจิตอลหรือช่องสัญญาณอะนาลอก โดยที่ขา 16(WR) และขา 17(RD) จะเป็นขาเลือกว่าต้องการติดต่อกับอินพุทหรือเอาท์พุทตามลำดับ และ ที่ขา 10 และ 11 ของ 8751 จะเป็นขาที่ใช้รับส่งข้อมูลอนุกรม โดยขา 11(T_XD) จะเป็นขาส่งสัญญาณออกไปเข้าทรานซิสเตอร์ Q_8 ผ่าน IC_8 ออกไปเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลเข้ามาผ่าน IC_7 เข้าที่ขา 10(R_XD) ของ 8751 เพื่อทำการประมวลผลคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์



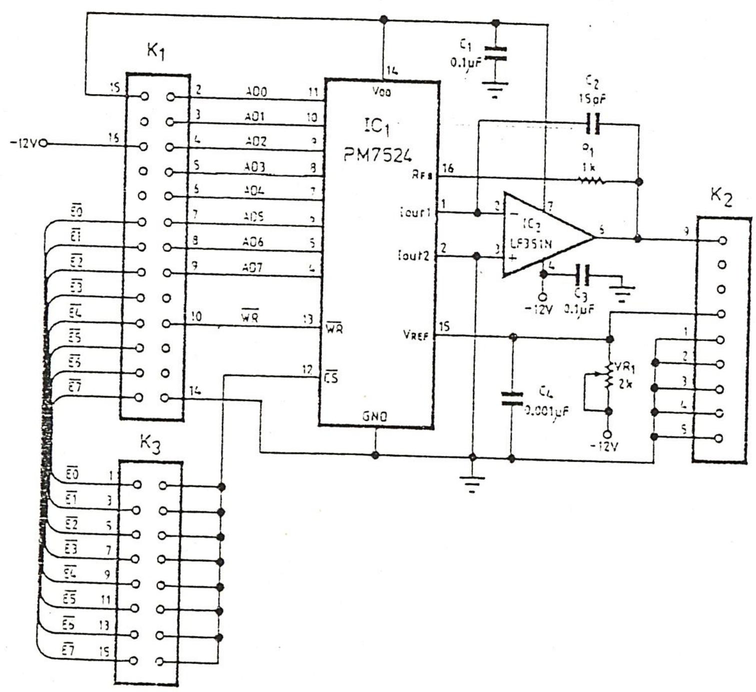
รูปที่ 7.2 แสดงวงจรสมบูรณ์ของบอร์ดควบคุมหลัก

ส่วนทางด้านอินพุทอะนาลอกนั้นจะมีอยู่ 8 ช่อง สามารถเลือกที่จะติดต่อกับอินพุทช่องไหนก็ได้ โดยใช้ขา P1.0-P1.3 ของ 8751 เป็นตัวควบคุม IC_3 ซึ่งเป็นอะนาลอกสวิตซ์เพื่อเลือกช่องอินพุทเข้ามาป้อนให้สู่ออปแอมป์ IC_4 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ สามารถปรับระดับสัญญาณได้ที่ VR_1 โดยให้ได้ช่วงแรงดันออกมา 0-5 โวลต์ จากค่าอินพุทอะนาลอกที่เข้ามา 0-10.20 โวลต์ จากนั้นส่งให้แก่ IC_6 (เอทูดี) เพื่อทำการแปลงค่าเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าสู่บัสข้อมูลของ 8751 ซึ่งจะรอรับข้อมูลเข้าไปประมวลผลแล้วแปลงเป็นรหัสแอสกี้ที่ตรงกับค่าแรงดันอินพุทที่เข้ามา จากนั้นก็จะส่งออกที่ขา T_xD ผ่าน Q_8 และ IC_8 ส่งให้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลทางจอมอนิเตอร์



รูปที่ 7.3 แสดงวงจรดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุท

การ์ดดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุท ในรูปที่ 7.3 แสดงวงจรของการ์ดดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุทซึ่งจะต้องสร้างขึ้นมา 4 ชุดต่อ 1 เครื่อง การทำงานของบอร์ดมี IC_2 ทำหน้าที่เป็นอินพุทดิจิตอล ซึ่งเอาท์พุทของ IC_2 จะต่อไปที่ K_1 ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของบอร์ดควบคุม ดังนั้นถ้าบอร์ดควบคุมต้องการอ่านสัญญาณอินพุทก็จะส่งสัญญาณ RD และสัญญาณเลือกบอร์ด ส่วนทางด้านเอาท์พุทก็จะใช้ IC_1 ทำหน้าที่เป็นแลตช์และส่งเอาท์พุทออกไปที่ IC_3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มความสามารถในการรับกระแสโหลดให้สูงพอที่จะสามารถขับรีเลย์ได้โดยตรง

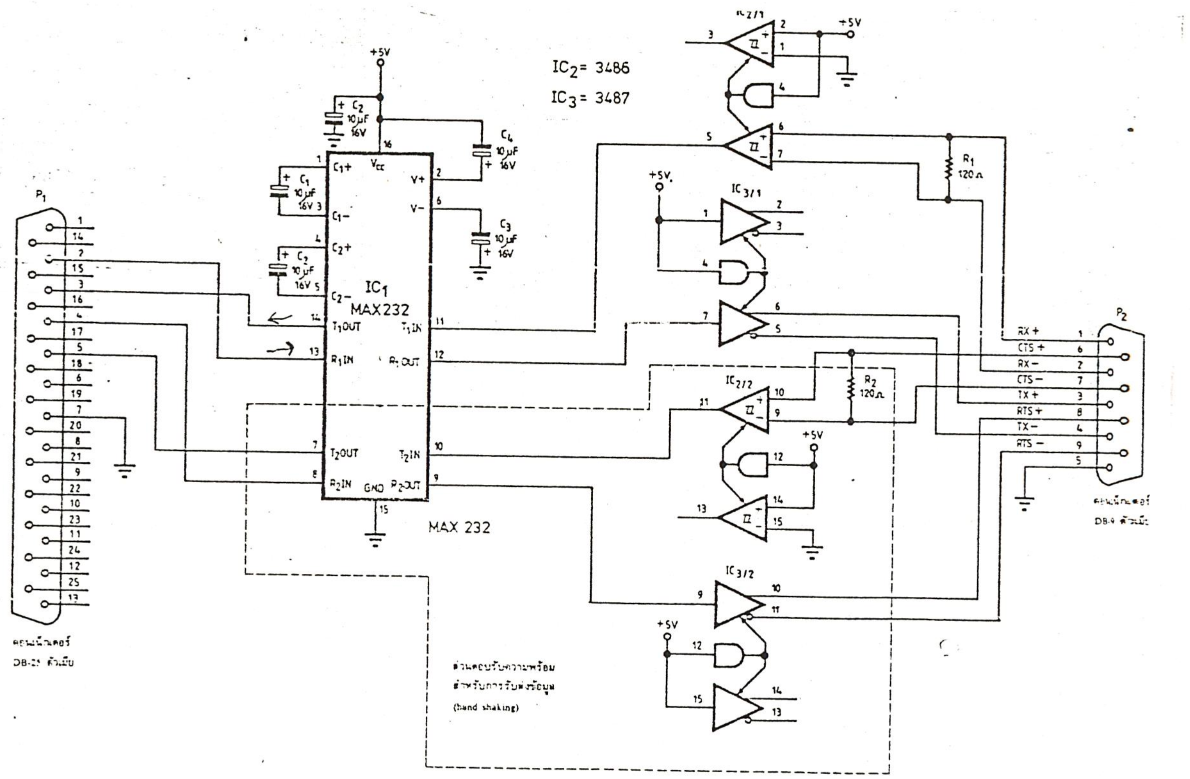


รูปที่ 7.4 แสดงวงจรเอาท์พุทอะนาลอก

การ์ดเอาท์พุทอะนาลอก รูปที่ 7.4 เป็นวงจรของการ์ดเอาท์พุทอะนาลอก ซึ่งต้องสร้าง 4 ชุดเครื่องเช่นกัน การทำงานจะใช้ IC_1 เป็นตัวรับสัญญาณดิจิตอลจากบัสข้อมูล แล้วทำการแปลงเป็นสัญญาณอะนาลอกในรูปกระแสส่งให้แก่ IC_2 เพื่อทำหน้าที่แปลงเป็นแรงดันอีกต่อหนึ่ง โดยสามารถปรับค่าแรงดันแนาท์พุทได้ด้วย VR_1 ทั้งการ์ดดิจิตอลและอะนาลอกซึ่งต้องมีหลายชุดต่อเครื่องนั้น เวลาติดตั้งใช้งานจำเป็นต้องกำหนดแอดเดรสของแต่ละการ์ดมิให้ซ้ำกัน โดยการเลือกจั๊มพ์ที่ K_3 ตำแหน่งการเลือกแสดงในตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 การเลือกจั๊มพ์สัญญาณ K_3 ของการ์ดในรูปที่ 7.3 และรูปที่ 7.4

สัญญาณที่เลือก	ตำแหน่งของการ์ด
E0	การ์ดดิจิตอล 0
E1	การ์ดดิจิตอล 1
E2	การ์ดดิจิตอล 2
E3	การ์ดดิจิตอล 3
E4	การ์ดอะนาลอก 0
E5	การ์ดอะนาลอก 1
E6	การ์ดอะนาลอก 2
E7	การ์ดอะนาลอก 3



รูปที่ 7.5 การอินเตอร์เฟส RS-232

7.4 การปรับแต่ง

ที่บอร์ดควบคุมมีจุดปรับที่ VR_1 โดยทำการป้อนไฟที่อินพุทอะนาลอกไว้ที่ 10 โวลต์จากนั้นปรับค่า VR_1 จนกระทั่งคอมพิวเตอร์อ่านค่าได้เท่ากับ 10 โวลต์ ส่วนที่บอร์ดเอาท์พุทอะนาลอกจะปรับแต่งที่ VR_1 โดยเขียนคำสั่งที่ไมโครคอมพิวเตอร์ให้เอาท์พุทอะนาลอกออกมาที่ 10 โวลต์ จากนั้นใช้มิเตอร์วัดที่เอาท์พุทอะนาลอกว่ามีค่าเท่ากับ 10 โวลต์หรือไม่ ถ้าไม่ก็จัดการปรับ VR_1 จนกระทั่งมิเตอร์อ่านค่าได้ 10 โวลต์พอดี เมื่อได้ตามนี้ก็เสร็จสิ้นการปรับแต่งสำหรับบอร์ดดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุทนั้นไม่มีจุดที่จะต้องปรับแต่งแต่อย่างใด

คำสั่งในการใช้งาน

ชุดคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 แต่ละชุด ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- หมายเลขประจำเครื่อง เป็นเลข 3 ตัว (ตามที่เก็บไว้ในรอมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751)
- คำสั่ง เป็นอักษรตัวเดียว ได้แก่

1. H = HANDSHAKE ตัวอย่างเช่น 150H*

8751 จะตอบว่า 150H*

2. D = DIGITAL OUTPUT ตัวอย่างเช่น 150D[0-32],[0-1]*

3. d = DIGITAL INPUT ตัวอย่างเช่น 150d[0-32]*

8751 จะตอบว่า 150d[0-1]*

4. A = ANALOG OUTPUT ตัวอย่างเช่น 150A[0-3],[0-10.20]*

5. a = ANALOG INPUT ตัวอย่างเช่น 150a[0-7]*

6. P = PROGRAMED DIGITAL OUTPUT ตัวอย่างเช่น 150P[0-32]*

8751จะตอบว่า150P[0-1]*

7. p = PROGRAMED ANALOG OUTPUT ตัวอย่างเช่น 150p[0-3]*

8751จะตอบว่า150p[0-10.20]*

8. s = SETPOINT ตัวอย่างเช่น 150s[0-10.20]*

9. Q = QUIT ตัวอย่างเช่น 150Q*

- ตัวแปรอาจมี 1 หรือ 2 ค่า คั่นตัวแปรแต่ละตัวแปรด้วยลูกน้ำ

กรณีดิจิตอล ทั้งอินพุตและเอาท์พุต ตัวแปรที่ 1 (จุดทำงาน) เป็น 0 - 32 และ ตัวแปรที่ 2 (ปิด-เปิด) เป็น 0 - 1

กรณีอนาลอกอินพุต ตัวแปรที่ 1 เป็น 0 - 7 และตัวแปรที่ 2 เป็น 0 - 10.20

กรณีอนาลอกเอาท์พุต ตัวแปรที่ 1 เป็น 0 - 3 และตัวแปรที่ 2 เป็น 0 - 10.20

7.5 การอัดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนของโปรแกรมที่อัดลงบนตัว 8751 ซึ่งต้องเขียนเป็นภาษาแอสแซมบลี้ จะประกอบไปด้วยโปรแกรมต่างดังนี้

โปรแกรมมอนิเตอร์ รอรับการอินเทอร์รัพท์จากคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะ

- จัดตารางเวลาการปิดเปิด ดิจิตอลเอาต์พุท
- กำหนดจุดเซตพอยท์ให้กับ PID
- แสดงกราฟฟิกหน้าจอ
- แสดงสถานะของเอาต์พุทของดิจิตอลและอนาลอก

โปรแกรมเมเนเจอร์ ทำการปรับค่าเอาต์พุทอนาลอกให้เข้าสู่จุดเซตพอยท์โดยใช้การคำนวณโปรแกรมแบบ PID

โปรแกรม ALARM ทำการอินเตอร์ล็อคระหว่างอินพุทดิจิตอลกับเอาต์พุทดิจิตอล

รายละเอียดของโปรแกรม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มจากการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำเพื่อเก็บข้อมูลของจุดต่าง ๆ ไว้ ได้แก่ เอาท์พุตแบบดิจิตอล 32 จุด ใช้ 4 ไบต์ และเอาท์พุตแบบอนาลอก 4 จุด ใช้ 4 ไบต์เช่นกัน สำหรับการคำนวณแบบพีไอดี (PID) ให้เอาท์พุตแบบอนาลอก จะต้องเก็บตัวแปรต่าง ๆ ไว้คำนวณด้วย คือ En-1, En-2, Vn-1 ฯลฯ ซึ่งแต่ละตัวเป็นข้อมูล 8 บิต

การตั้งค่ารีจิสเตอร์ (SFR) ที่สำคัญคือ การใช้งานของพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม ซึ่งต้องการใช้ไทม์เมอร์ 1 (SCON = #50H) ในโหมด 2 (TMOD = #20H) ส่วนอัตราการส่งข้อมูล (Buad rate) สามารถเลือกได้ด้วยค่าที่ป้อนให้ 8 บิตบนของไทม์เมอร์ 1 (TH1) เช่น #0F4H เท่ากับ อัตราการส่ง 2400

โปรแกรมหลักที่ได้กล่าวไว้ว่าแบ่งเป็น 3 ส่วน เนื่องจากต้องการยกระดับการควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ให้สูงขึ้นกว่าการที่ต้องรอรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์อย่างเดียว และยังทำให้การตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้รวดเร็วขึ้น และเป็นไปตามเวลาจริงมากขึ้นด้วย ซึ่งการจัดการแบบพีไอดีและการตรวจสอบสถานะการแจ้งเหตุไม่ได้ทำให้สิ้นเปลืองเวลาไปแต่อย่างไร เพราะจะต้องมีช่วงเวลาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ไม่ได้รับการติดต่อจากคอมพิวเตอร์

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมย่อยรับคำสั่งและแสดงผล (มอนิเตอร์) จะอาศัยการวนรอบรอรับชุดคำสั่งแบบแอสกี้ (ASCII) จากคอมพิวเตอร์ โดยบิต RI จะเป็น 1 เมื่อมีข้อมูลมาที่ขารับข้อมูลครบ 1 ไบต์ ซึ่งพอดีกับรหัสแอสกี้ 1 ตัว ถ้าหมดช่วงเวลาที่วนรอบแล้ว ไม่มีการติดต่อมาจากคอมพิวเตอร์จะกลับออกไปโปรแกรมหลักทำหน้าที่อื่นต่อไปตามลำดับ การรับคำสั่งครั้งแรกนี้ต้องมีการตรวจาสอบก่อนว่าเป็นตัว '*' หรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะถือว่ายังไม่ได้รับข้อมูลใด ๆ ไว้ให้กลับไปในการวนรอบใหม่ มิฉะนั้น การตรวจสอบหมายเลขประจำเครื่องจะผิดพลาด เพราะเป็นไปไม่ได้ที่ระหัสแอสกี้ตัวที่ได้รับครั้งแรกของการวนรอบจะเป็นตัวแรกของชุดคำสั่ง ซึ่งได้กำหนดให้เป็นหมายเลขประจำเครื่อง และถ้าการเปรียบเทียบหมายเลขนี้ไม่ถูกต้องครบถ้วนจะมีผลให้ต้องออกจากโปรแกรมย่อยมอนิเตอร์เสมอ

การป้องกันข้อมูลที่สำคัญหายไปเนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ไม่ได้สนใจข้อมูลทำได้โดยให้คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งที่เป็นการทำแฮนด์เชคกิ้งมาก่อนจนกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ตัวที่ต้องการติดต่อจะรับรู้และส่งการแฮนด์เชคกิ้งกลับมาให้ ซึ่งในการออกแบบได้กำหนดให้เป็นตัว 'H เช่น เมื่อต้องการสั่งงานไม่ว่าจะทำอะไรคอมพิวเตอร์จะต้องวนรอบส่งชุดคำสั่ง 150H* และรับข้อมูลเข้ามาตรวจสอบว่ามีการส่ง 150H* มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 หรือไม่ ถ้ายังไม่มีก็ต้องวนรอบต่อไป ชุดคำสั่ง 150H* ที่ส่งจากคอมพิวเตอร์ไม่ได้มีตัวแปรใด ๆ ไม่มีผลใดเมื่อไม่ได้รับการสนใจ

เมื่อระหัสแอสกี้ที่ได้รับตรงกับตัว '*' แสดงว่าครั้งต่อไปจะต้องเป็นระหัสแอสกี้ที่หมายถึงหมายเลขประจำเครื่อง จึงให้เรียกโปรแกรมย่อยเปรียบเทียบ ถ้าถูกต้องควบถ้วนก็จะรอคำสั่งต่อไป ถ้ายังไม่ใช่หมายเลขประจำเครื่องของตัวเอง แสดงว่า คอมพิวเตอร์ยังไม่ต้องการติดต่อด้วยจึงควรออกไปตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงอินพุตแบบอนาลก และดิจิตอล ในโปรแกรมย่อยอื่นต่อไปตามลำดับ แล้วจึงกลับมาวนรอบรอคำสั่งใหม่ ในรอบต่อไป

เมื่อหมายเลขประจำเครื่องถูกต้อง ระหัสแอสกี้ตัวต่อไปจะเป็นคำสั่งที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ทำงาน และต่อไปจะเป็น ตัวแปรที่ 1 คือจุดที่จะทำงานอาจมีได้ 2 ไบต์ และถ้ามีตัวแปรที่ 2 คือ ค่าที่จะทำงาน จะคั่นด้วยลูกน้ำ (',') และปิดท้ายชุดคำสั่งด้วยเครื่องหมายดอกจันทน์ ('*')

จากระหัสแอสกี้ที่บอกคำสั่ง ใช้การเปรียบเทียบธรรมดาว่าตรงกับตัวอักษรใดก็จะกระโดดไปทำจนเสร็จสิ้น ก็จะกลับมารอรับชุดคำสั่งชุดใหม่ ช่วงการรับชุดคำสั่งครั้งที่ 2 นี้จะถือว่าไม่ได้เป็นการรอที่ไม่มีจุดหมาย เพราะได้สร้างรูปแบบการติดต่อให้ช่วงแรกเป็นการแฮนด์เชคกิ้ง ดังนั้นจะต้องมีชุดคำสั่งให้ทำงานตามมา การออกจากโปรแกรมส่วนนี้มีได้ 2 กรณี คือ คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งยกเลิกการติดต่อ 'Q' แต่เนื่องจากการตรวจสอบหมายเลขประจำเครื่องกับชุดคำสั่งทุกชุด เมื่อไม่ถูกต้อง จะมีผลให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ได้เช่นกัน

รายละเอียดขั้นตอนการทำงานได้อธิบายเป็นโฟลต์ชาร์ต โดยจะมีขั้นตอนทั่วไปที่เหมือนกัน คือ จากตัวแปรที่ 1 ซึ่งแสดงถึงจุดที่ต้องการทำงาน เปรียบเทียบจนได้บิตบนพอร์ต 2 ซึ่งเป็นการเลือกชิป (chip select) ตามตารางที่ 7.2 จากนั้นจึงพิจารณาตัวแปรที่ 2 ซึ่งจะมาจากคอมพิวเตอร์กรณีทำงานกับจุดเอาท์พุต หรือมาจากการอ่านพอร์ต 0 กรณีทำงานกับจุดอินพุต หรือมาจากข้อมูลเก่ากรณีที่ต้องการทราบข้อมูลเก่าของจุดเอาท์พุตที่ผ่านการควบคุมจากส่วนหน้าที่จัดการแบบพีไอดี และส่วนหน้าที่แจ้งเหตุและอินเตอร์ล็อค เมื่อได้ตัวแปรที่สองแล้ว ก็จะเป็นการส่งออกพอร์ตกรณีจุดเอาท์พุต หรือส่งกลับไปให้คอมพิวเตอร์กรณีจุดอินพุต

การรับตัวแปรในโปรแกรมย่อยรับตัวแปร เมื่อเปรียบเทียบแล้วว่าไม่ใช่เครื่องหมายวรรคตอน จะนำค่าแอสกี้มาลบด้วย #30H ให้เป็นเลขตัวเดียว เนื่องจากค่าแอสกี้ของเลข 0 เริ่มต้นที่ #30H เมื่อรับถึงตัว '*' แล้วจะทำการรวมตัวแปรที่ 1 ซึ่งอาจมีได้ถึง 2 หลัก โดยนำหลักบน (ตัวแรกที่รับได้) คูณด้วย 10 บวกกับหลักล่าง หากมีแต่หลักหน่วยหลักเดียวต้องนำค่า 0 ใส่ไว้ที่หลักบนก่อน ผลลัพธ์จากการรวมหลักจะเป็นเลขฐาน 16 ส่วน

ส่วนตัวแปรที่ 2 หากเป็นของดิจิตอล ซึ่งมีได้แค่ 0 หรือ 1 เท่านั้นจึงไม่ต้องทำการแปลงให้ แต่เมื่อใช้คำสั่งทำงานกับจุดอนาลอก จะต้องทำการแปลงจากข้อมูล 0 - 10.20 ให้เป็นข้อมูล 8 บิตก่อน หากแน่ใจว่าการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์จะได้แบบข้อมูลที่ถูกต้อง คือ มีเลขหนึ่งตัวก่อนทศนิยมและเป็นทศนิยมที่มีนัยสำคัญ 2 ตำแหน่งเท่านั้น ก็ไม่ต้องวางโปรแกรมการจัดแบบใหม่ แต่ที่วางไว้ในโปรแกรม เนื่องจากในขั้นต้นประสบปัญหาในการทดลองติดต่อกับคอมพิวเตอร์ จึงวางโปรแกรมไว้เพื่อให้รับข้อมูลได้แน่นอน (หมายเหตุ หลังจากทดลองติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้สมบูรณ์แล้ว พบว่าการรับส่งข้อมูลอาจเลือกให้คอมพิวเตอร์แปลงเป็นแบบ 0 - 10.20 หรือ ค่าอื่น ๆ ที่แบ่งช่วงเป็น 255 ช่วงเองก็ได้) การจัดแบบข้อมูลขั้นแรกจะตรวจสอบก่อนว่ามีทศนิยมกี่ตำแหน่ง และจะใส่ให้ครบ 2 ตำแน่ง โดยใส่ 0 ให้ในตำแหน่งที่ว่างอยู่ จากอัตราส่วน 0 - 10.20 แบ่งเป็น 255 ช่วง ได้ช่วงละ 0.04 ถ้ากำหนดตัวหารเป็น 4 แทน ก็ต้องเลื่อนทศนิยมของตัวแปรที่ 2 ไป 2 ตำแหน่งเช่นกัน (นัยสำคัญของตัวแปรที่ 2 จึงต้องเป็น 2 ตัวเสมอ) การหารตัวแปรที่ 2 ด้วย 4 จะเหมือนการหารทั่วไป คือ ดึงตัวตั้งจากหลักหน้าสุดมาทีละ 2 หลัก (หลักหน้าคูณด้วยสิบบวกกับหลักถัดไป) เมื่อพบจุดทศนิยมก็ให้ข้ามไป จะได้ คำตอบเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต

ส่วนการแปลงกลับจากแบบ 0 - 255 เป็นแบบ 0 - 10.20 เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ ให้นำข้อมูลที่เป็นแบบ 8 บิต มาหารด้วย 25 (25ช่วง ๆ ละ 0.04 เท่ากับ 10) ถ้าข้อมูลน้อยกว่า 10.00 ก็ให้ส่ง 0 ไปก่อนด้วย และก่อนจะส่งเลขใดไปจะต้องบวก 30H เพื่อให้การเข้าเป็นระหัสแอสกี้ เมื่อหารครั้งแรกแล้วก่อนการหาร

ครั้งต่อไปจะต้องคูณเศษจากการหารครั้งที่แล้วด้วย 10 ก่อน เสมือนเป็นการเลื่อนจุดทศนิยมไปทีละหลักก่อนหารด้วย 25

การจัดการแบบพีไอดีเบื้องต้น ได้วางโปรแกรมไว้สำหรับเอาท์พุตแบบอนาลอกทั้ง 4 จุด ให้มีอินพุตแบบอนาลอกให้จุดละ 1 จุด (อินพุตแบบอนาลอกที่เหลืออีก 4 จุดสำรองไว้สำหรับการอ่านค่าอินพุตที่ไม่ต้องการการควบคุม) โดยกำหนดอินพุตแบบอนาลอก ให้เป็นค่าอุณหภูมิ 0 - 50 องศาเซลเซียส และ เอาท์พุตแบบอนาลอกเป็นค่าเปอร์เซนต์การเปิดช่องเป่าลมเย็นของระบบแอร์คอนดิชั่น 0 - 100% ดังนั้นเมื่อคำนวณในสูตรจึงต้องมีการหารสองที่ E_n, E_{n-1} และ E_{n-2}

สูตรการคำนวณแบบพีไอดีมีดังนี้

$$V_n = V_{n-1} + \frac{SPAN}{PB}\left[\left(E_n + E_{n-1}\right) + \frac{T}{T_I}\left(E_n\right) + \frac{T_D}{T}\left(E_n - 2E_{n-1} + E_{n-}\right)\right]$$

โดย SPAN = พิสัยการวัดค่าตัวแปรต้น หรืออินพุตแบบอนาลอก หรือ 0 - 50 องศาเซลเซียส

PB = Propotional Band หรือช่วงการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้นในสภาพแวดล้อม

T = ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างอินพุต (Sampling rate)

T_I = ช่วงเวลาการปรับการคำนวณด้วยอินทิเกรต (Integral)

T_D = ช่วงเวลาการปรับการคำนวณด้วยดิฟเฟอเรนเชียล (Differential))

V_n = ตัวแปรตาม หรือเอาท์พุตแบบอนาลอก หรือ 0 - 100 %

E_n = ความแตกต่างของตัวแปรต้นจากค่าที่ตั้งไว้ (Setpoint)

= ANALOG INPUT - SETPOINT

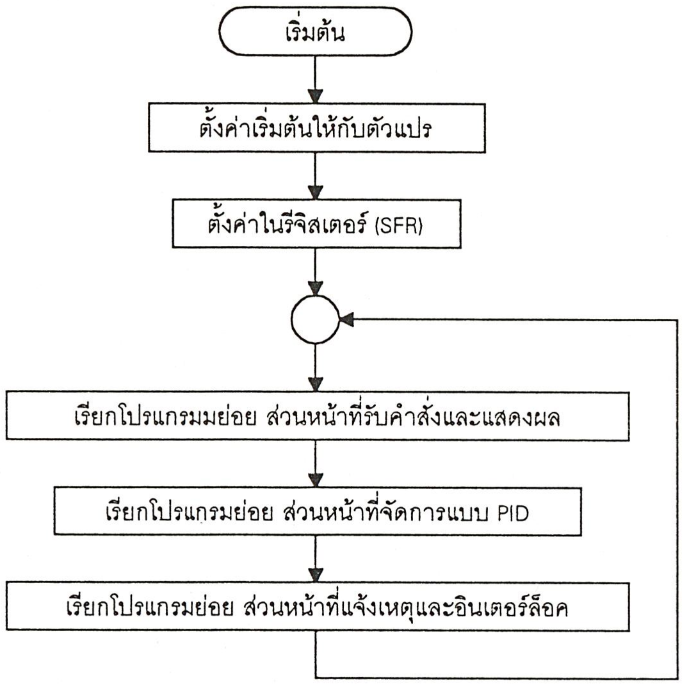
เนื่องจากการฟังก์ชันการคำนวณคูณและหารในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 เป็นแบบ 8 บิต การเก็บค่าความผิดพลาดจึงทำในแบบ 8 บิต โดยคิดเครื่องหมายจะมีตัวเลขได้เพียง -128 ถึง 127 เท่านั้น ค่าความแตกต่างจึงต้องจำกัดไว้ในช่วง -128 ถึง 127 เช่นกัน หากค่าความแตกต่างเกินกว่าช่วงนี้ จะถูกจำกัดให้เป็น -128 และ 127 ตามลำดับในโปรแกรม การจำกัดค่านี้ยังให้ผลการคำนวณที่ถูกต้องอยู่ เนื่องจากเป็นการตัดส่วนที่มากเกินไปออก แต่เมื่อจะนำค่ามาคำนวณจริงจะมองเป็นจำนวนบวกทั้งหมดก่อน โดยตัดบิตที่ 8 ที่เป็นบิตเครื่องหมายออก (ให้เป็นศูนย์) และนำการคิดเครื่องหมายมารวมภายหลังเมื่อต้องการบวกหรือลบกับค่าอื่น ๆ การตรวจสอบว่าจะให้โปรแกรมย่อยนี้จัดการแบบพีไอดีหรือไม่ ทำได้ 2 กรณีคือ การตรวจสอบที่ค่าความแตกต่างหากน้อยกว่าช่วงหนึ่ง (Deadband) ก็จะผ่านการคำนวณ และการส่งค่าไปควบคุมไปตรวจสอบจุดอื่นต่อไป และการควบคุมด้านเวลาตามค่าเวลาการสุ่มตัวอย่าง เพื่อไม่ให้เกิดการแกว่งในการควบคุม ค่าคงที่ที่วางโปรแกรมไว้ได้แก่ ค่าช่วงเวลาที่สุ่มตัวอย่าง กำหนดให้เป็น 60 วินาที/ครั้ง ค่าช่วงเวลาการปรับการคำนวณด้วยอินทิเกรต กำหนดให้เป็น 300 วินาที ค่าช่วงเวลาการปรับการคำนวณด้วยดิฟเฟอเรนเชียล กำหนดให้เป็น 600 วินาที การตั้งค่านี้มีหลักง่าย ๆ สำหรับการคำนวณเบื้องต้น คือ ค่าช่วง

เวลาการปรับการคำนวณด้วยอินทิเกรตให้ตั้งเป็นค่ามากไว้ก่อน แต่ค่าช่วงเวลาการปรับการคำนวณด้วยดิฟเฟอเรนเชียลให้ตั้งเป็นค่าน้อยไว้ก่อน แล้วจึงค่อยปรับแต่งภายหลัง

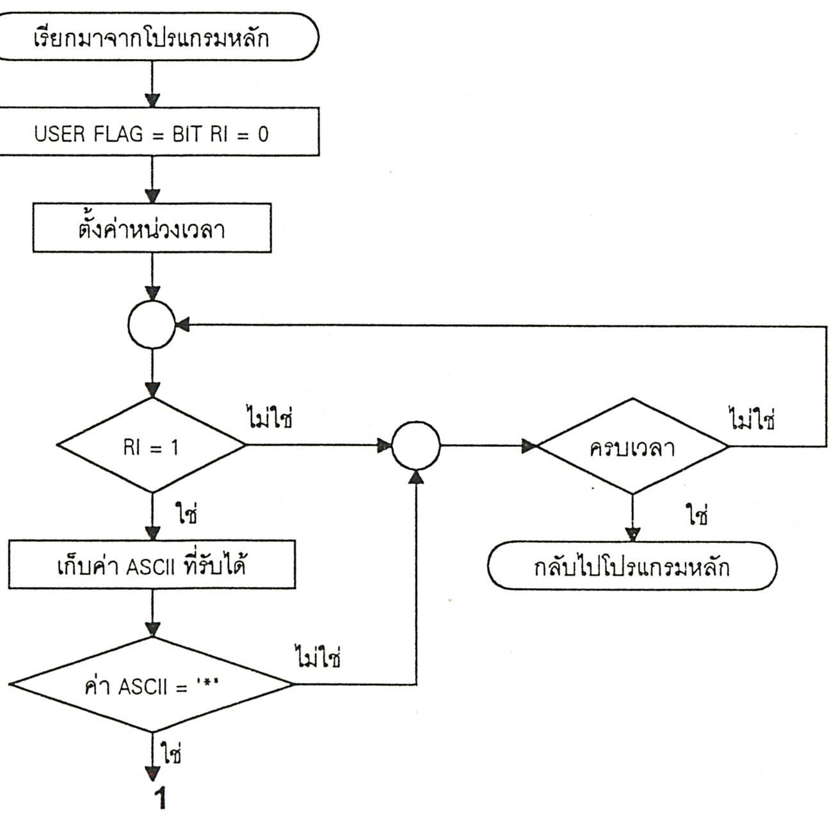
ส่วนหน้าที่แจ้งเหตุ และอินเตอร์ล็อคเป็นส่วนเพิ่มเติมอีกส่วนหนึ่งที่ต้องอาศัยการประยุกต์ใช้งานให้เป็นประโยชน์มากขึ้น หลักการคือการตรวจสอบว่ามีจุดอินพุตแบบดิจิตอลที่เป็นเซนเซอร์ต่าง ๆ เปลี่ยนสถานะจากศูนย์เป็นหนึ่งหรือไม่ หากมีก็จะทำการเปิดอุปกรณ์หรือจุดเอาท์พุตแบบดิจิตอลที่กำหนดให้อินเตอร์ล็อคกับจุดอินพุตนั้น เช่น เมื่อเกิดมีควันไฟขึ้น ตัวตรวจจับควันจะแจ้งเหตุ การอินเตอร์ล็อค คือ การปิดช่องอากาศไม่ให้ควันลุกลามไปยังส่วนอื่น หรือเปิดพัดลมอัดอากาศที่บันไดหนีไฟ เป็นต้น การที่นำเอาหน้าที่ส่วนนี้มาไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 ทุกตัว ทำให้การตรวจพบและจัดการกับเหตุการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ ได้รวดเร็วกว่า อย่างไรก็ตามการแก้ไขเหตุการณ์ฉุกเฉินให้สมบูรณ์ยังต้องการคอมพิวเตอร์หลักสั่งการเพิ่มเติม และยิ่งไปกว่านั้นคือเจ้าหน้าที่ที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่นอกเหนือจากโปรแกรมที่วางไว้ให้

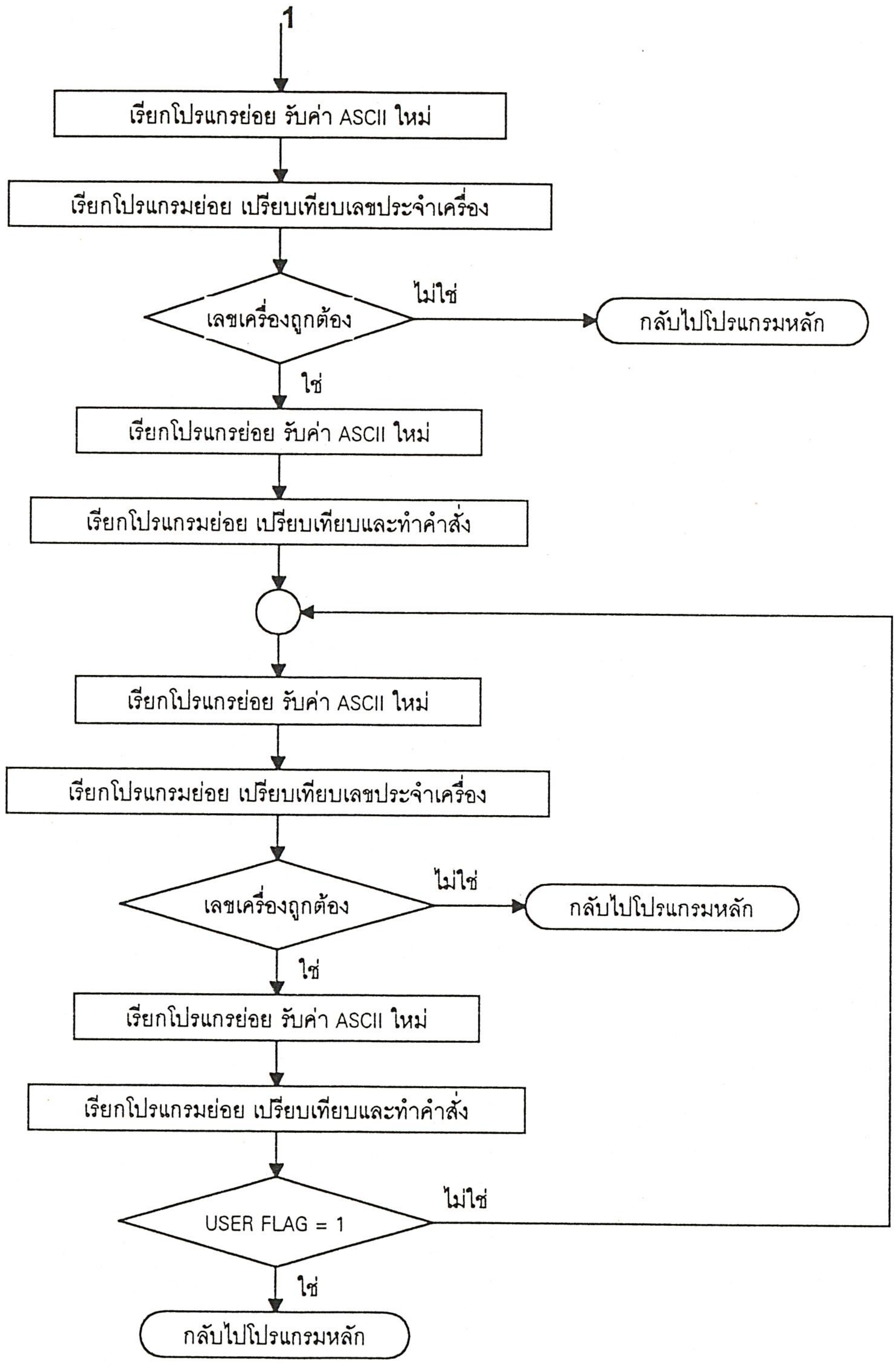
โฟลว์ชาร์ตการทำงานของอุปกรณ์ส่วนประมวลผลย่อย

<u>ส่วนโปรแกรมหลัก</u>

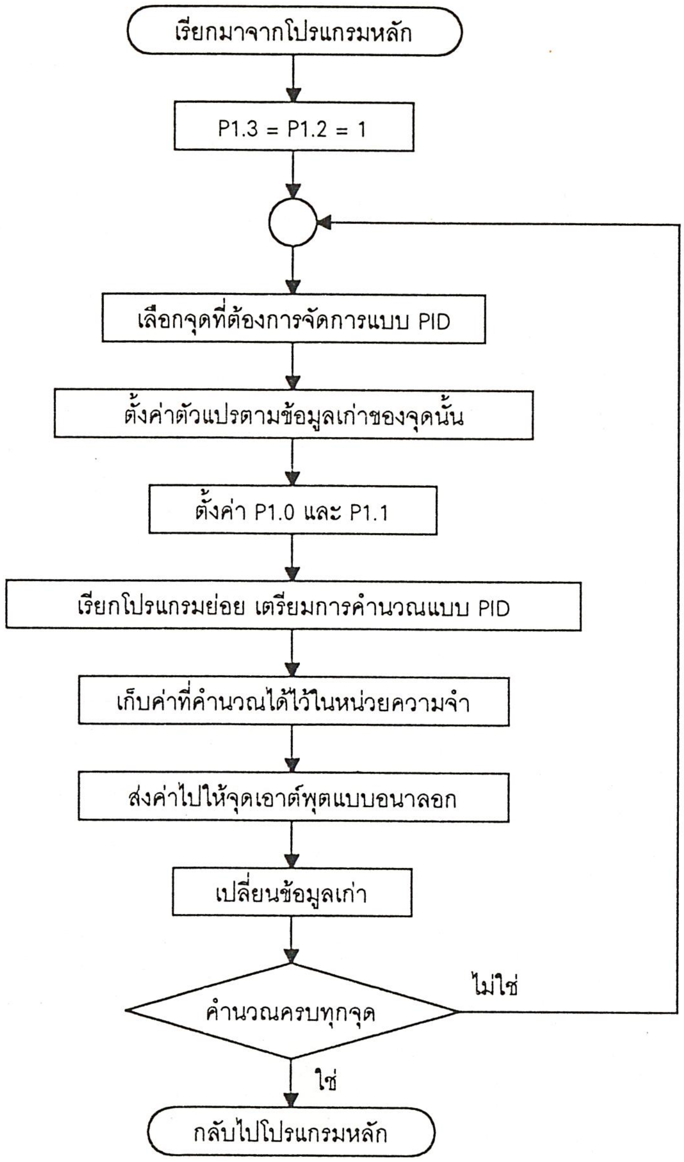


<u>โปรแกรมย่อยส่วน หน้าที่รับคำสั่งและแสดงผล</u>

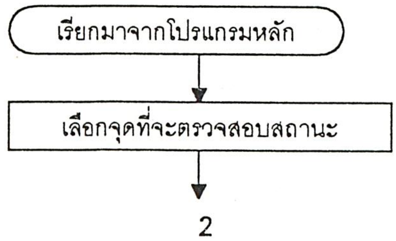


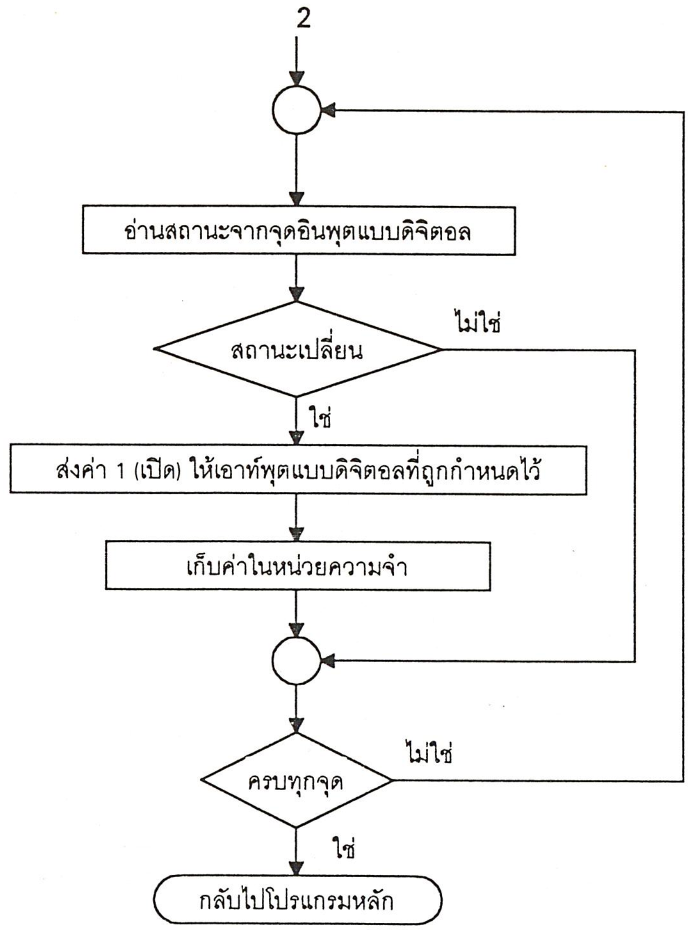

1
เรียกโปรแกรย่อย รับค่า ASCII ใหม่
เรียกโปรแกรมย่อย เปรียบเทียบเลขประจำเครื่อง
เลขเครื่องถูกต้อง
ไม่ใช่
กลับไปโปรแกรมหลัก
ใช่
เรียกโปรแกรย่อย รับค่า ASCII ใหม่
เรียกโปรแกรมย่อย เปรียบเทียบและทำคำสั่ง
เรียกโปรแกรย่อย รับค่า ASCII ใหม่
เรียกโปรแกรมย่อย เปรียบเทียบเลขประจำเครื่อง
เลขเครื่องถูกต้อง
ไม่ใช่
กลับไปโปรแกรมหลัก
ใช่
เรียกโปรแกรย่อย รับค่า ASCII ใหม่
เรียกโปรแกรมย่อย เปรียบเทียบและทำคำสั่ง
USER FLAG = 1
ไม่ใช่
ใช่
กลับไปโปรแกรมหลัก

โปรแกรมย่อย ส่วนหน้าที่จัดการแบบ PID

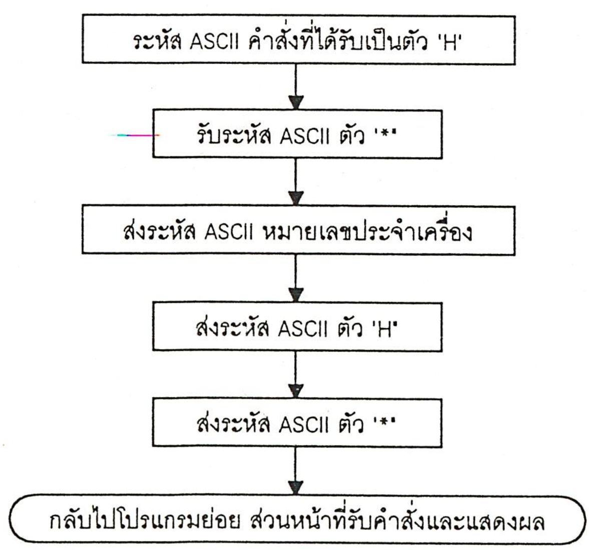


โปรแกรมย่อย ส่วนหน้าที่แจ้งเหตุ และอินเตอร์ล็อค

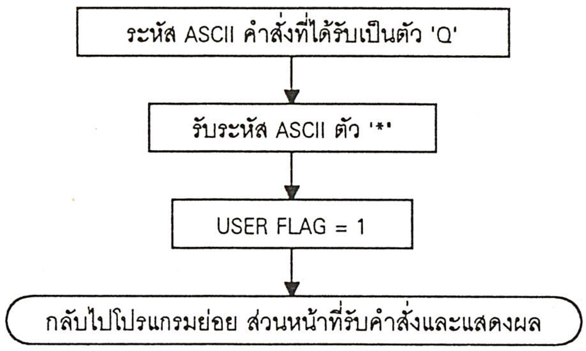




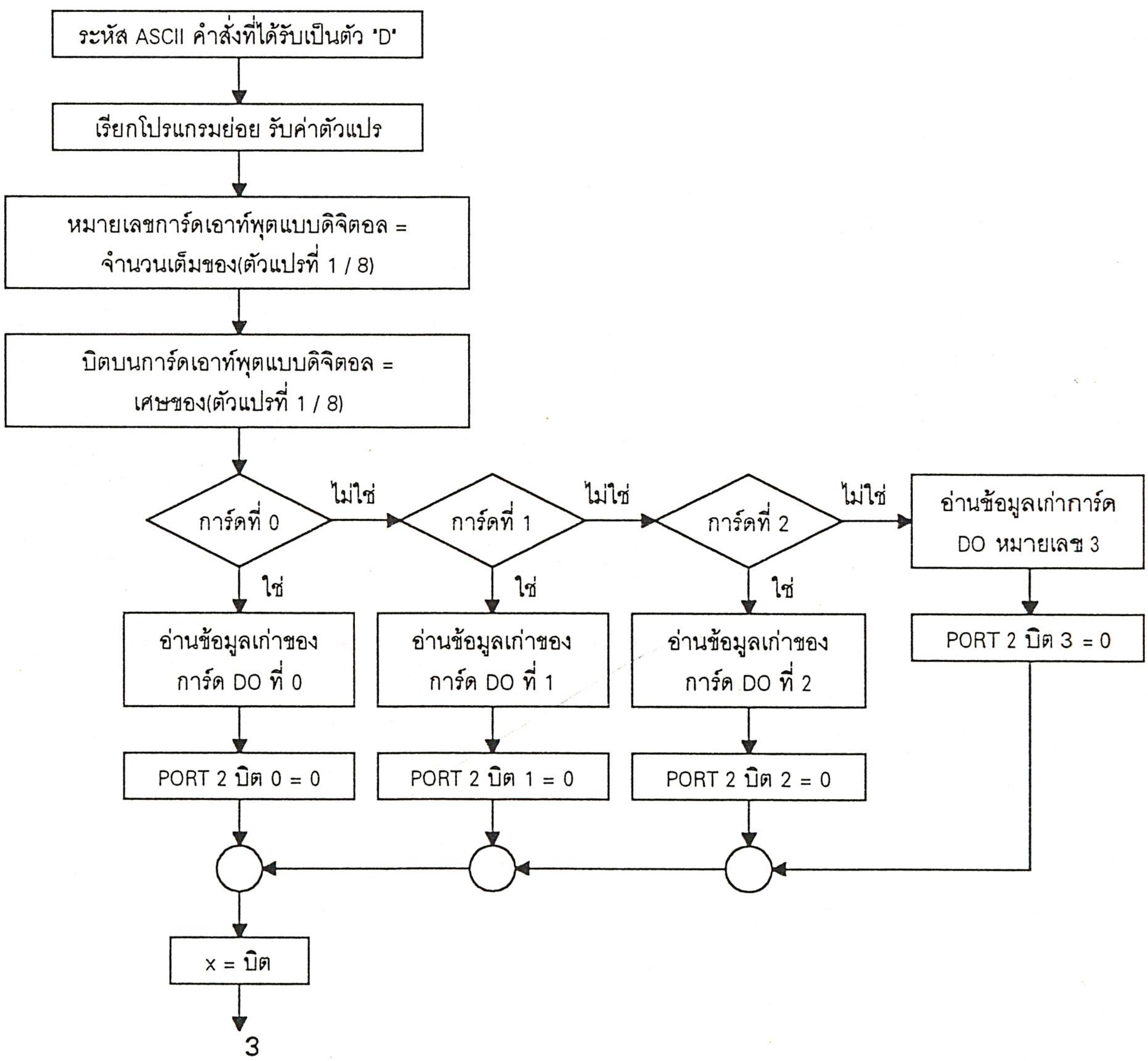
คำสั่ง ตอบรับการติดต่อ

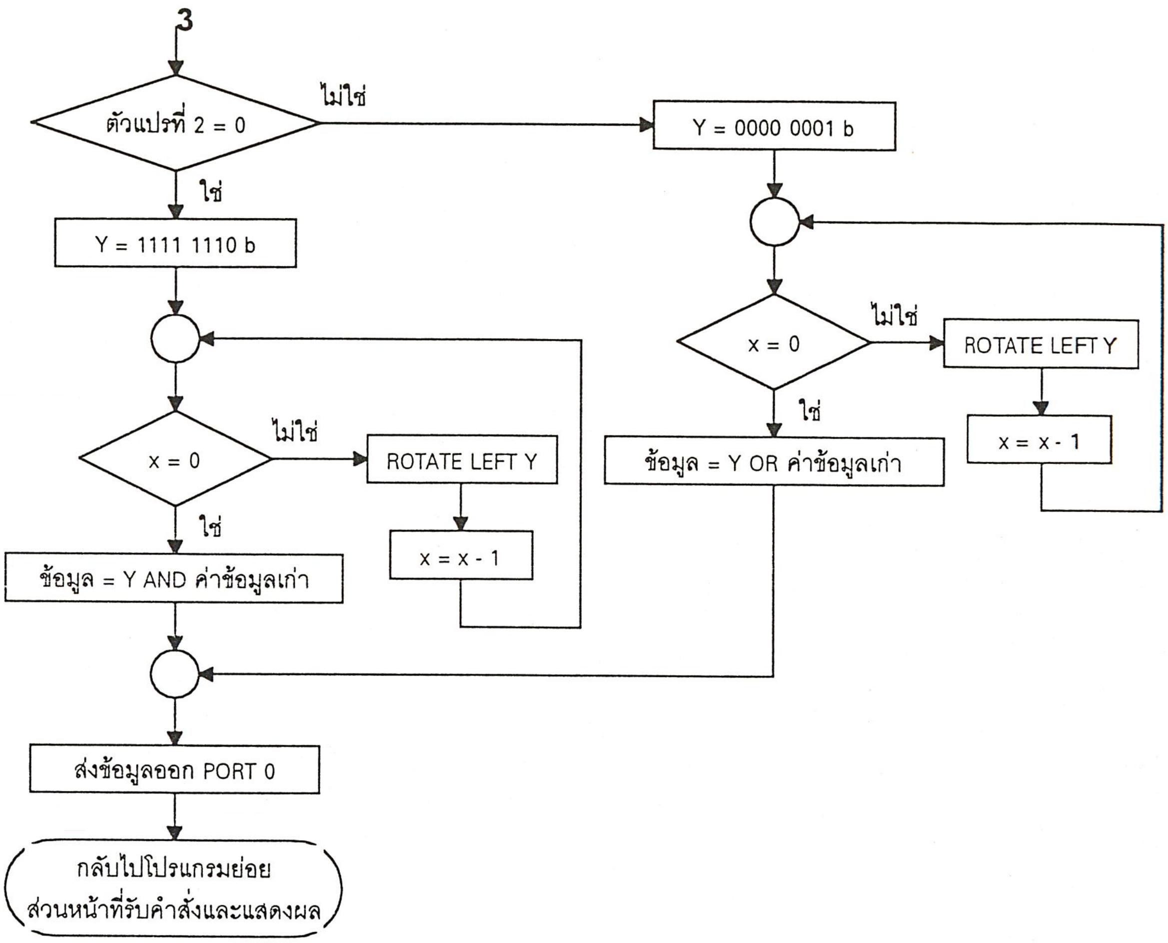


คำสั่ง ยกเลิกการติดต่อ

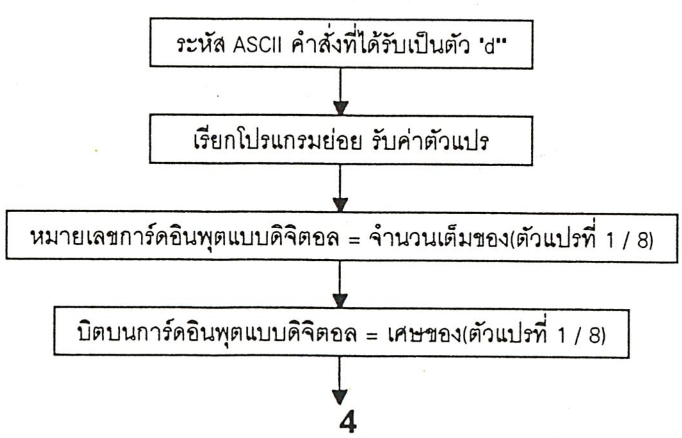


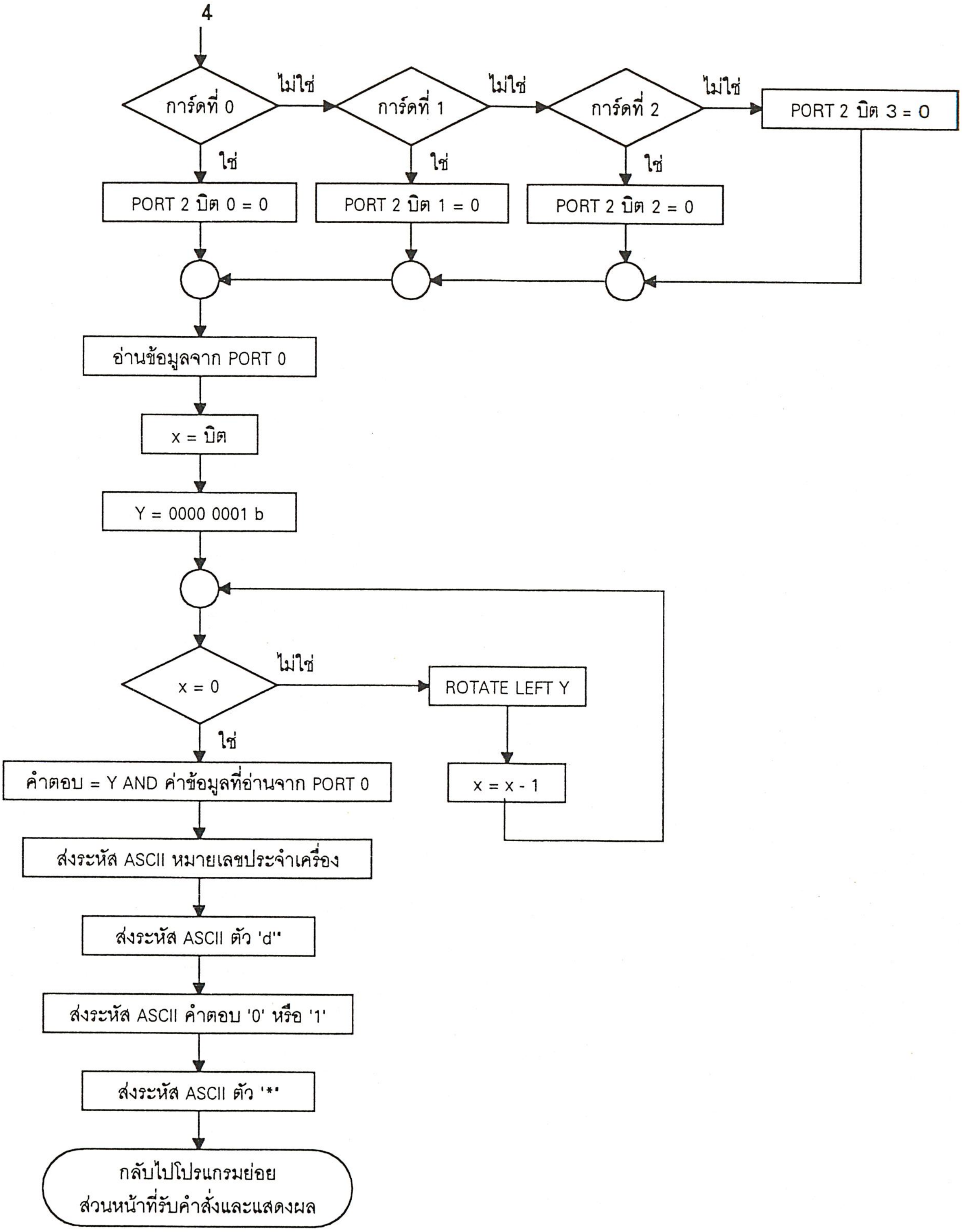
คำสั่ง เปิด - ปิดอุปกรณ์ (DIGITAL OUTPUT)



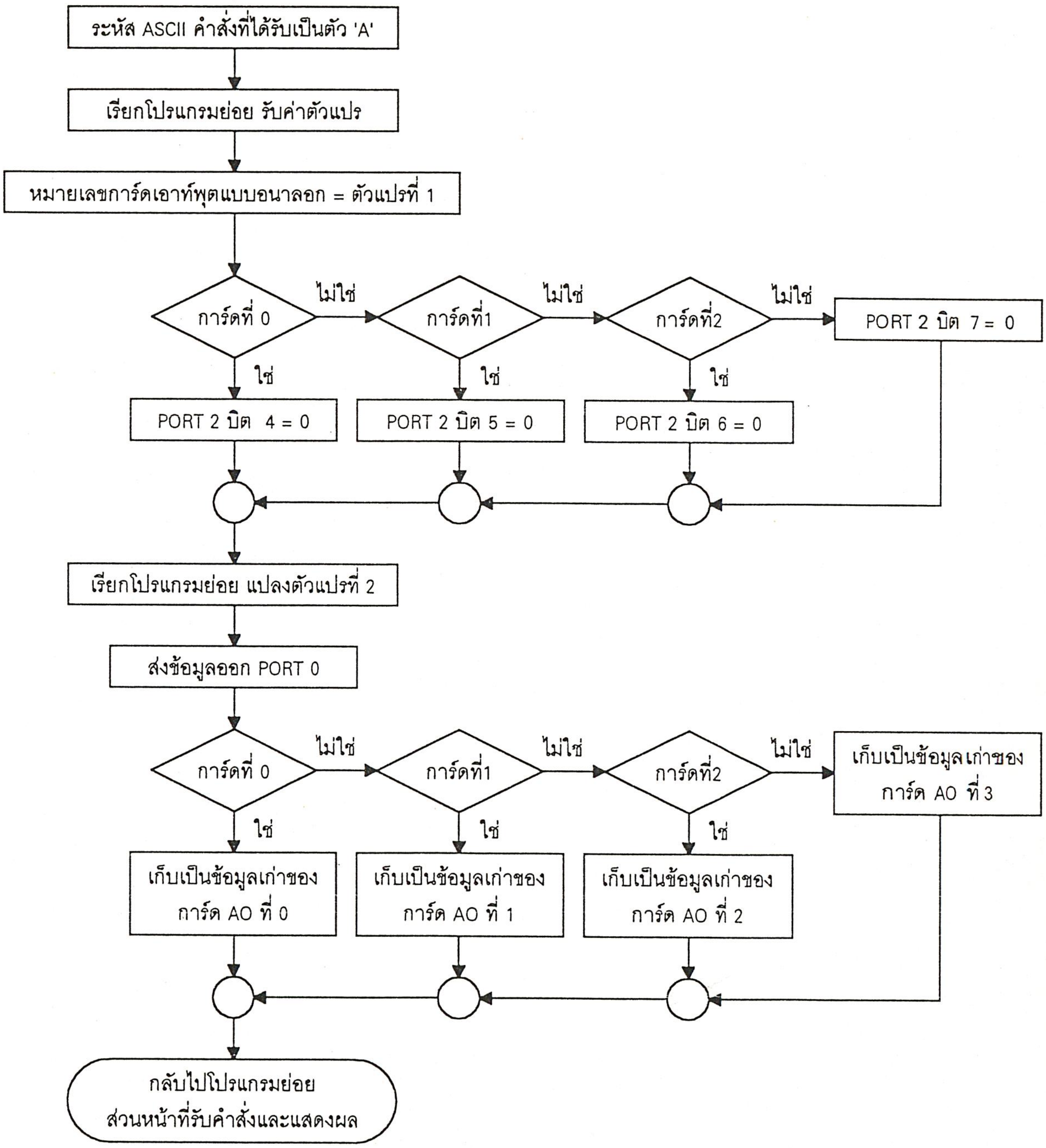


<u>คำสั่ง อ่านสถานะการแจ้งเหตุ (DIGITAL INPUT)</u>

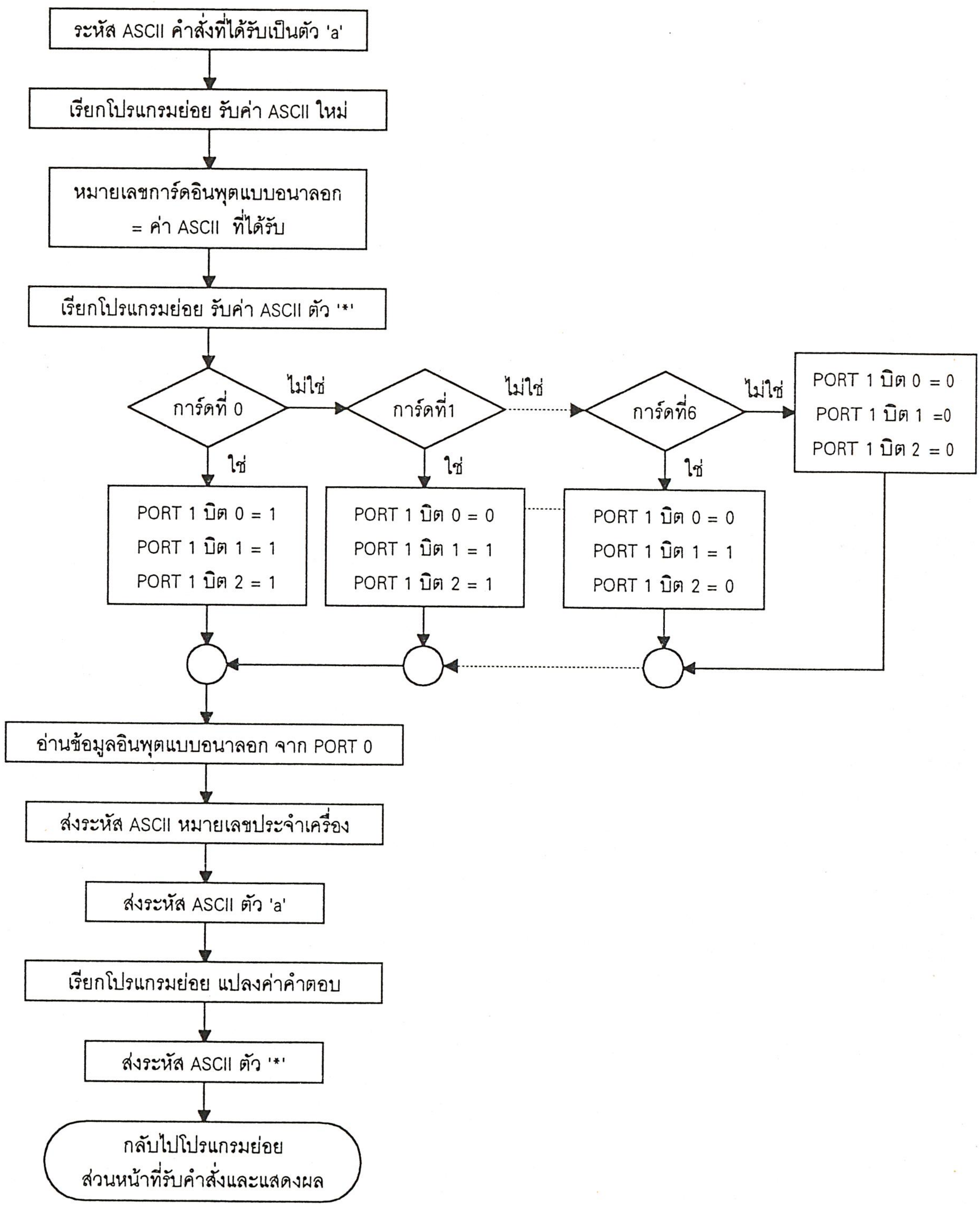



4
การ์ดที่ 0
ไม่ใช่
การ์ดที่ 1
ไม่ใช่
การ์ดที่ 2
ไม่ใช่
PORT 2 บิต 3 = 0
ใช่
PORT 2 บิต 0 = 0
ใช่
PORT 2 บิต 1 = 0
ใช่
PORT 2 บิต 2 = 0
อ่านข้อมูลจาก PORT 0
x = บิต
Y = 0000 0001 b
x = 0
ไม่ใช่
ROTATE LEFT Y
x = x - 1
ใช่
คำตอบ = Y AND ค่าข้อมูลที่อ่านจาก PORT 0
ส่งระหัส ASCII หมายเลขประจำเครื่อง
ส่งระหัส ASCII ตัว 'd'
ส่งระหัส ASCII คำตอบ '0' หรือ '1'
ส่งระหัส ASCII ตัว '*'
กลับไปโปรแกรมย่อย
ส่วนหน้าที่รับคำสั่งและแสดงผล

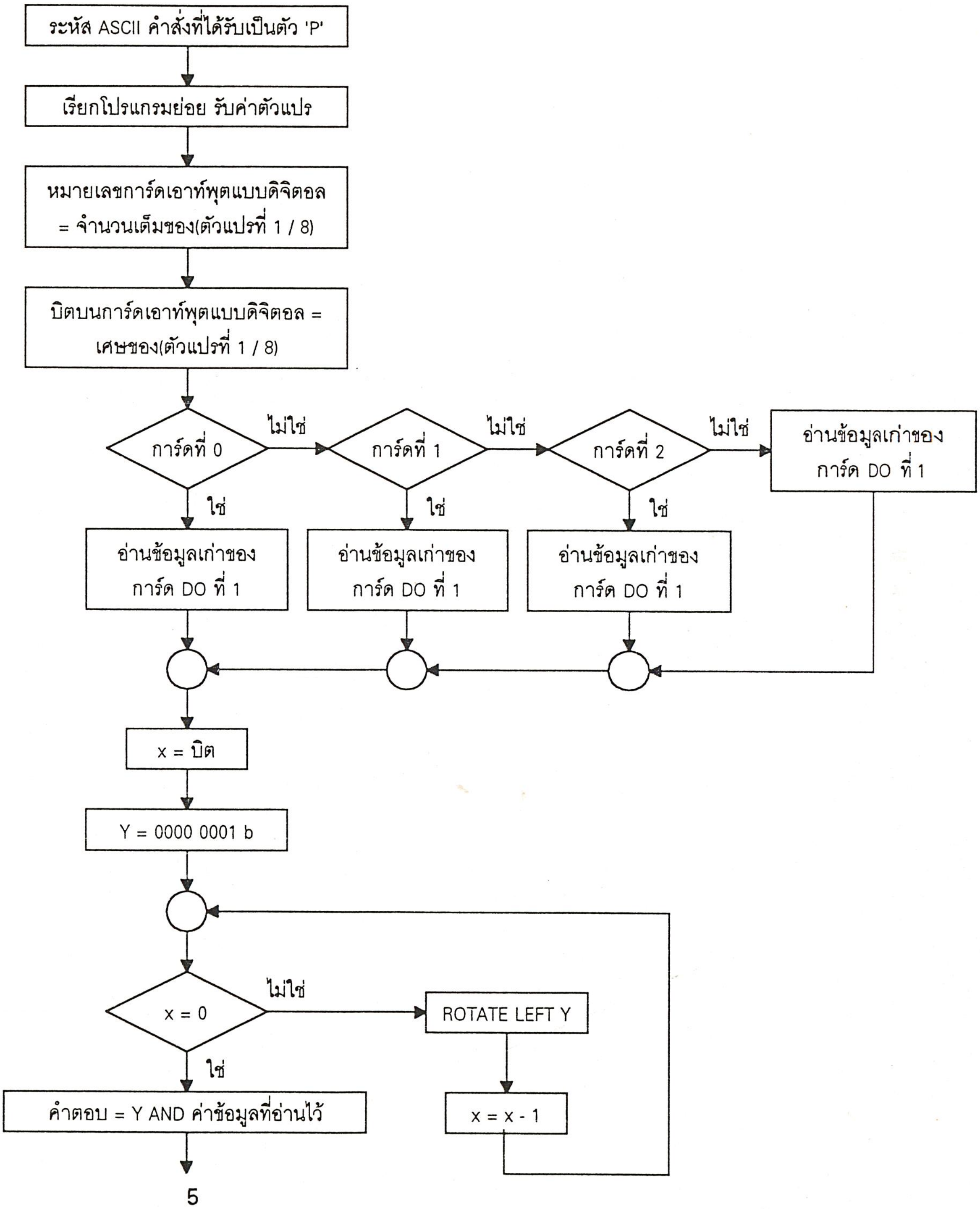
คำสั่ง เปลี่ยนระดับเอาท์พุตแบบอนาลอก (ANALOG OUTPUT)

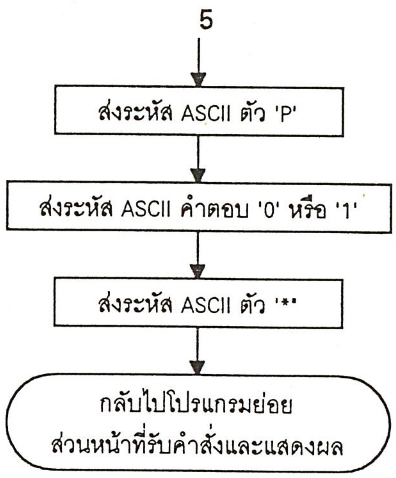


คำสั่ง อ่านระดับอินพุตแบบอนาลอก (ANALOG OUTPUT)

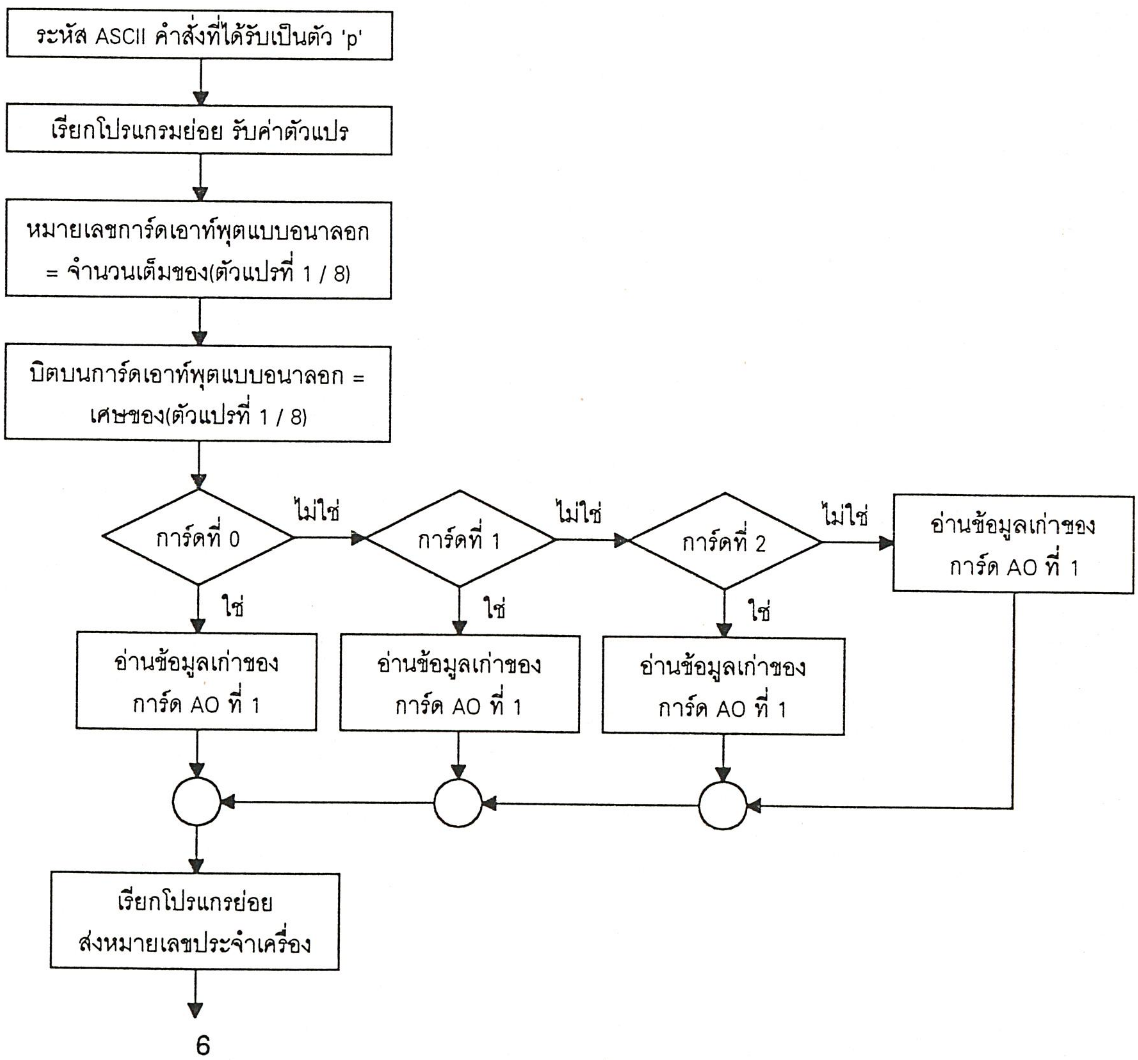


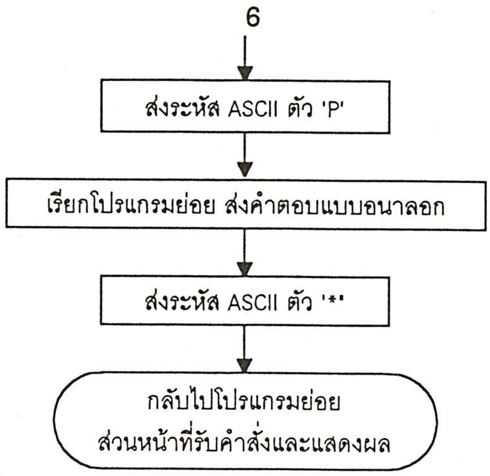
<u>คำสั่ง อ่านค่าเอาท์พุตแบบดิจิตอลที่ส่งออกไป</u>



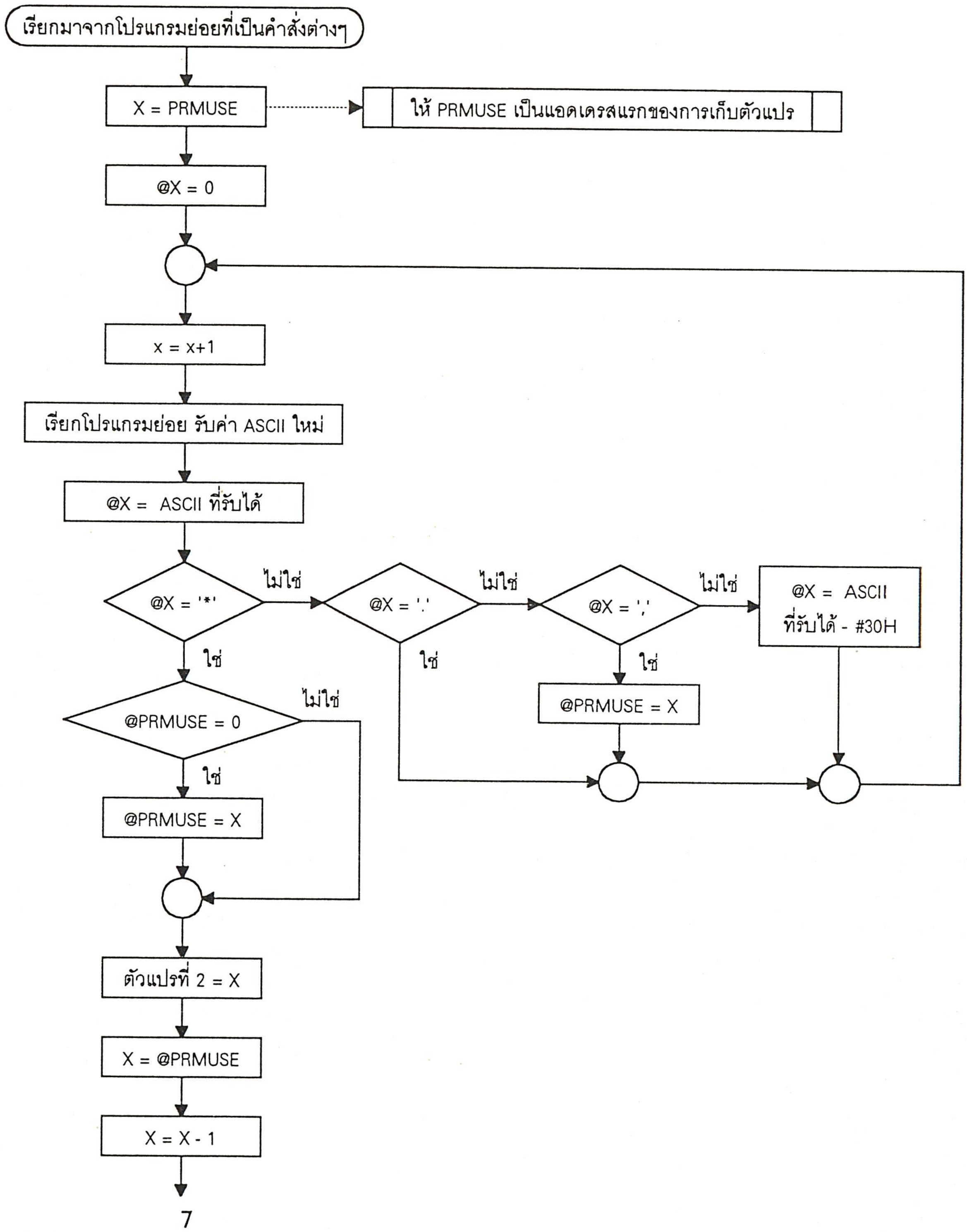


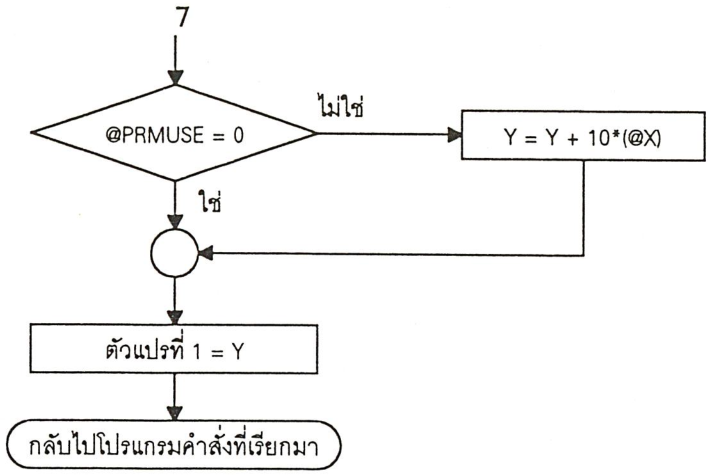
คำสั่ง อ่านค่าเอาท์พุตแบบอนาลอกที่ส่งออกไป



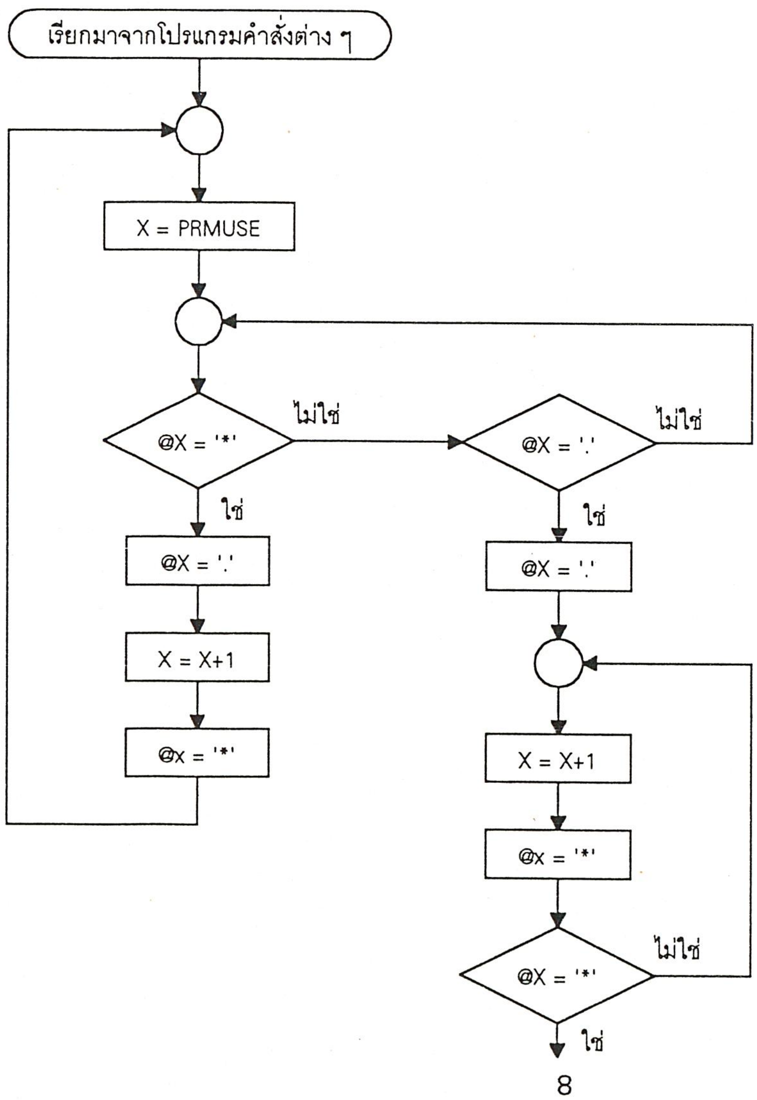

6
ส่งระหัส ASCII ตัว 'P'
เรียกโปรแกรมย่อย ส่งคำตอบแบบอนาลอก
ส่งระหัส ASCII ตัว '*'
กลับไปโปรแกรมย่อย
ส่วนหน้าที่รับคำสั่งและแสดงผล

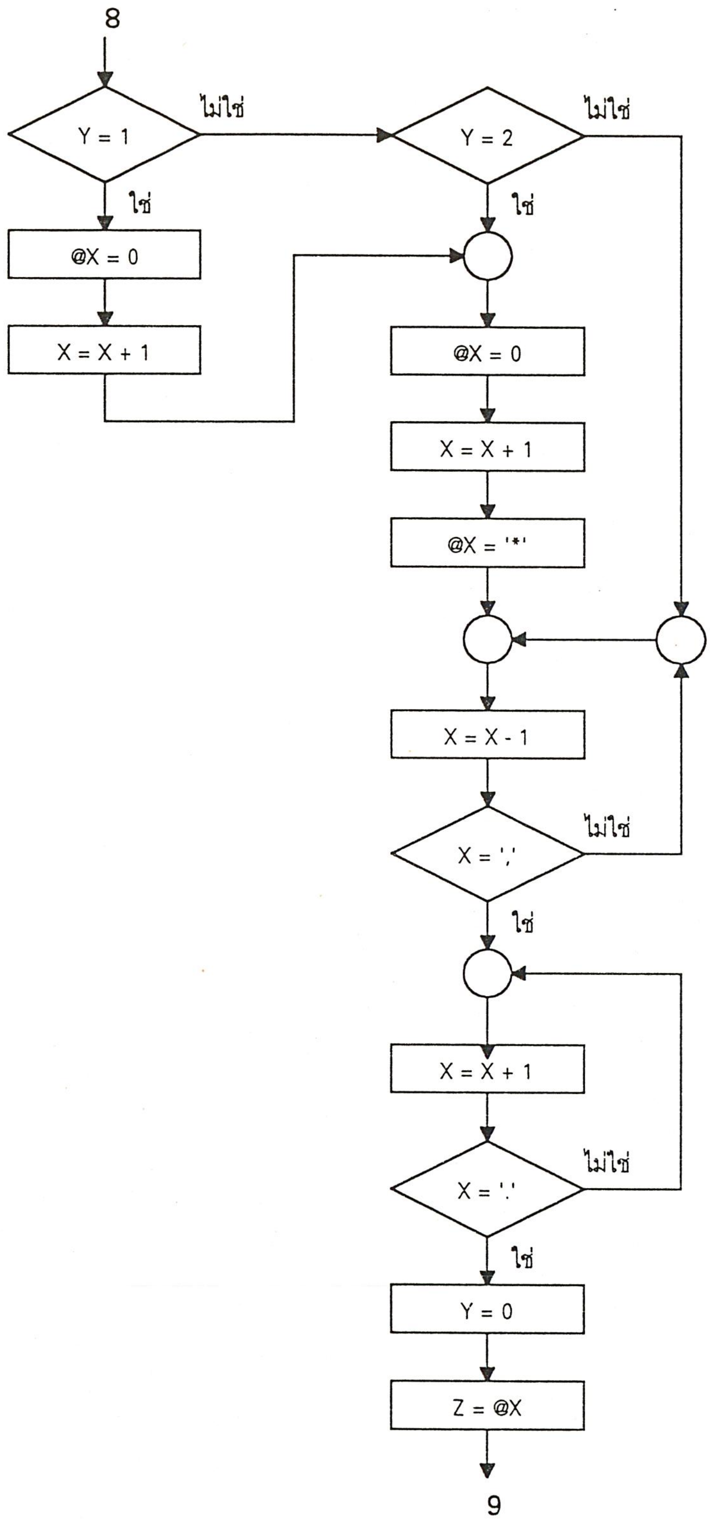
<u>โปรแกรมย่อย รับค่าตัวแปร</u>

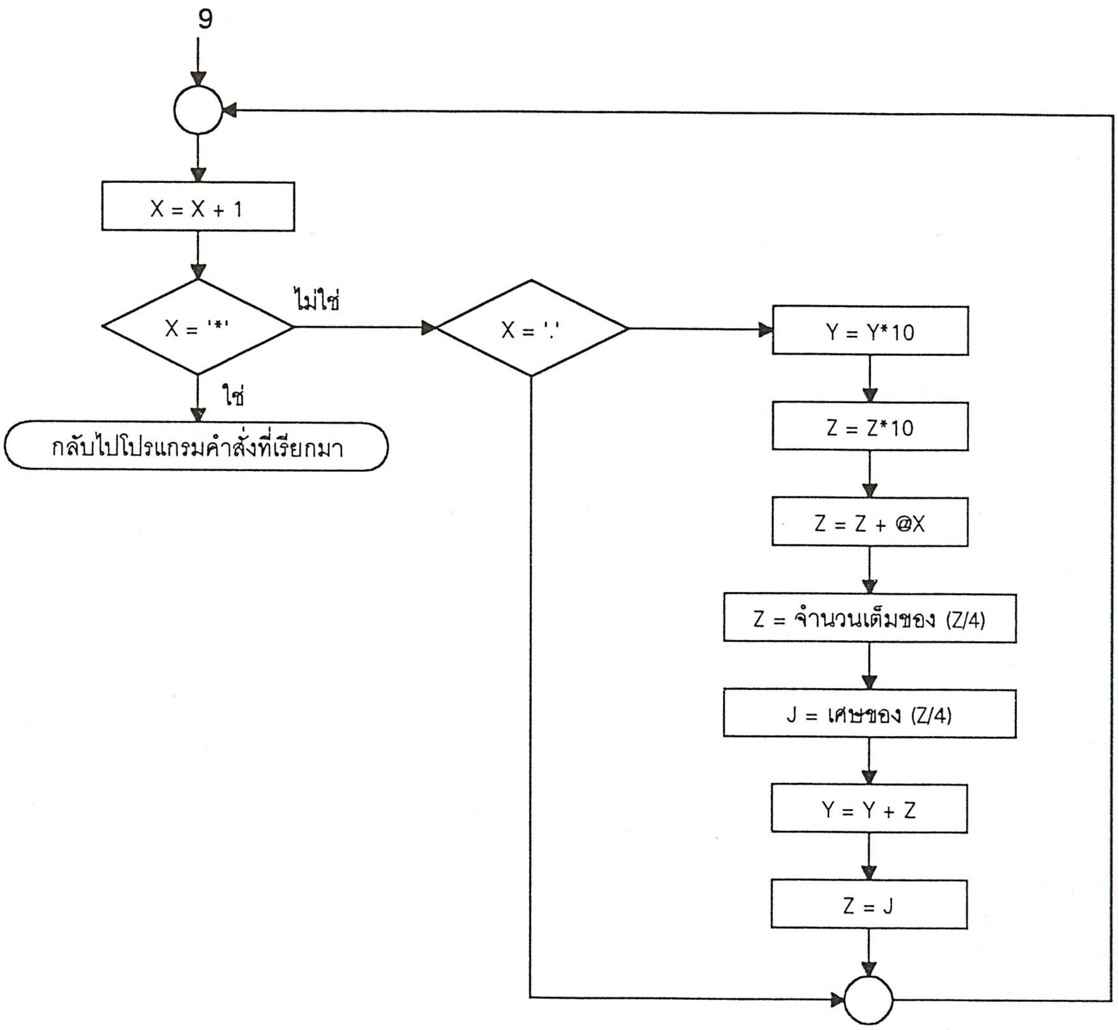




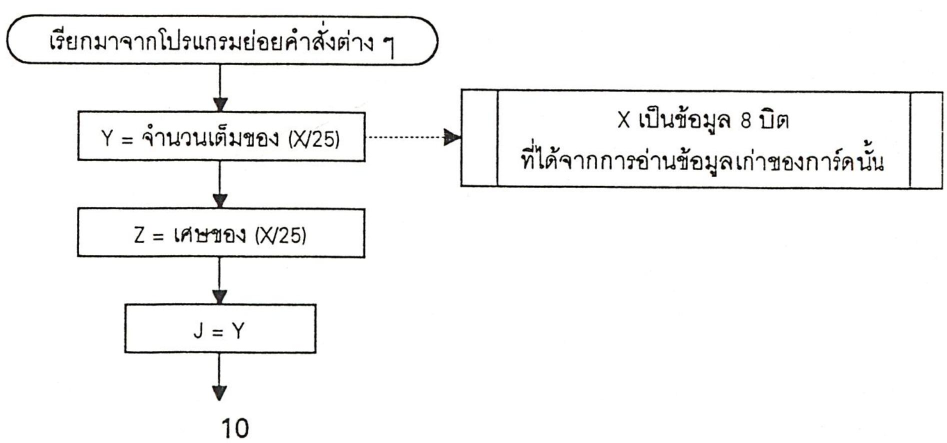
<u>โปรแกรมย่อย แปลงตัวแปรที่ 2</u>

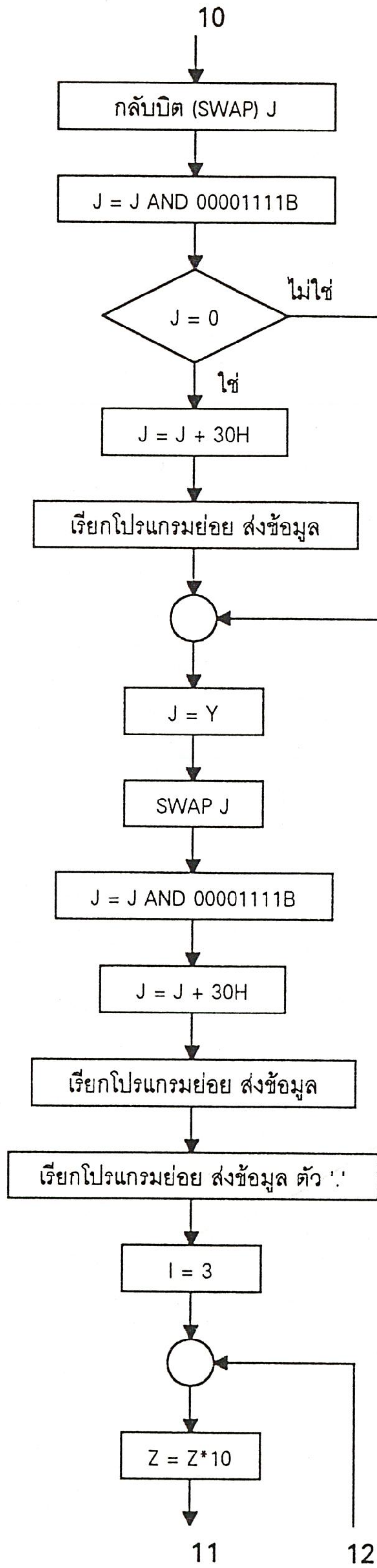


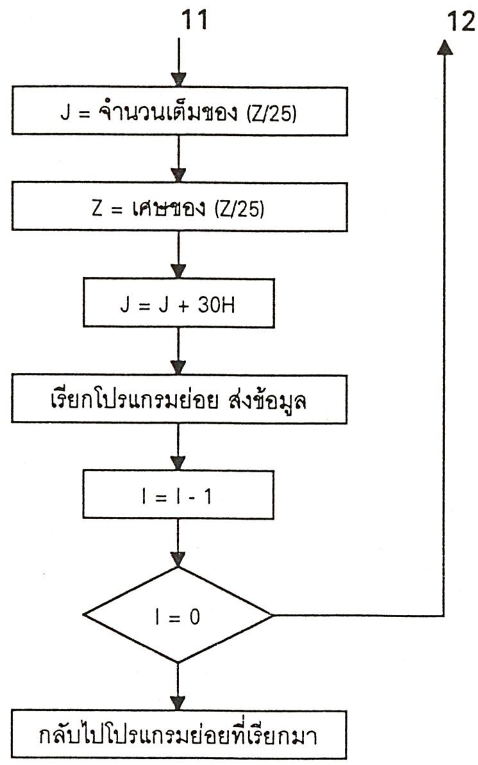

8
Y = 1
ไม่ใช่
Y = 2
ไม่ใช่
ใช่
ใช่
@X = 0
X = X + 1
@X = 0
X = X + 1
@X = '*'
X = X - 1
X = ','
ไม่ใช่
ใช่
X = X + 1
X = '.'
ไม่ใช่
ใช่
Y = 0
Z = @X
9



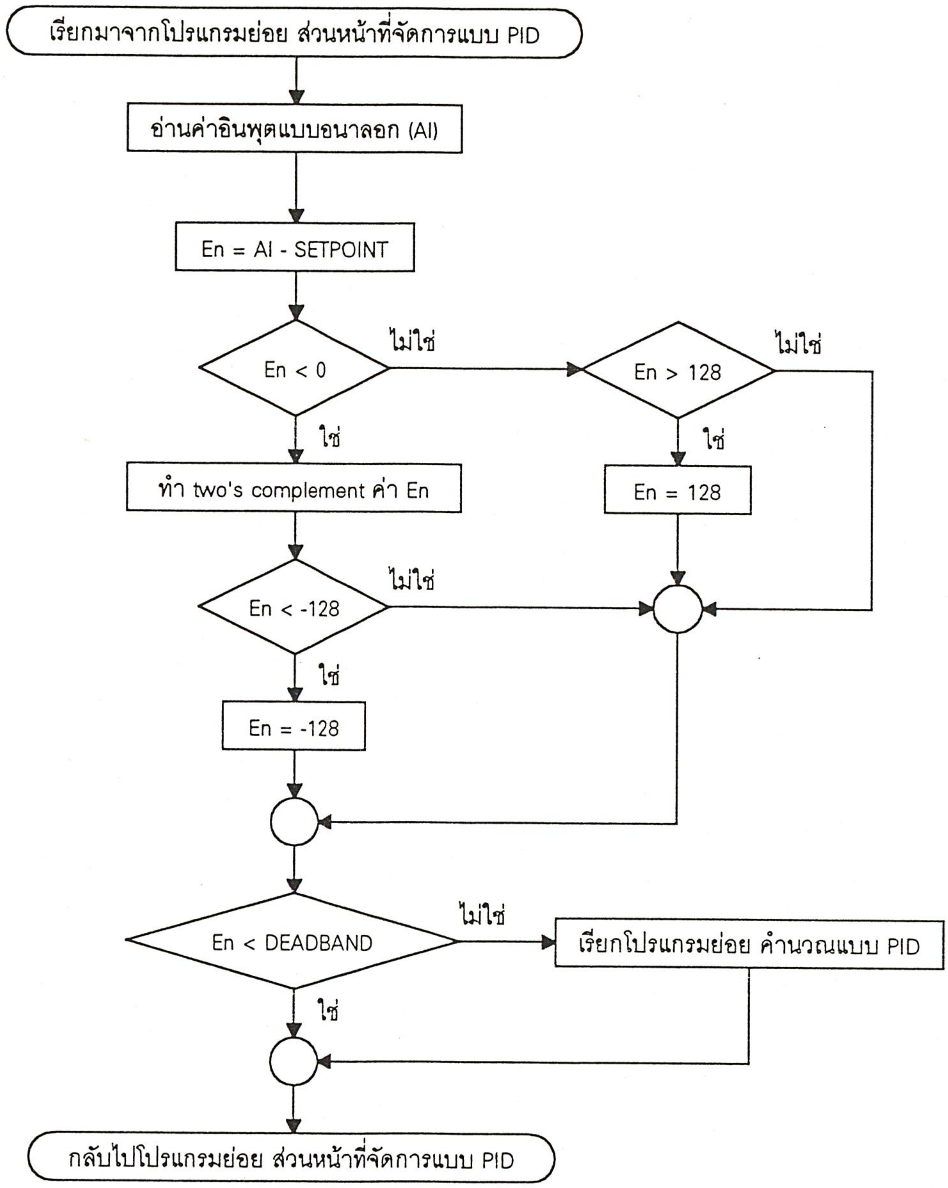
<u>โปรแกรมย่อย ส่งคำตอบของจุดอนาลอก</u>



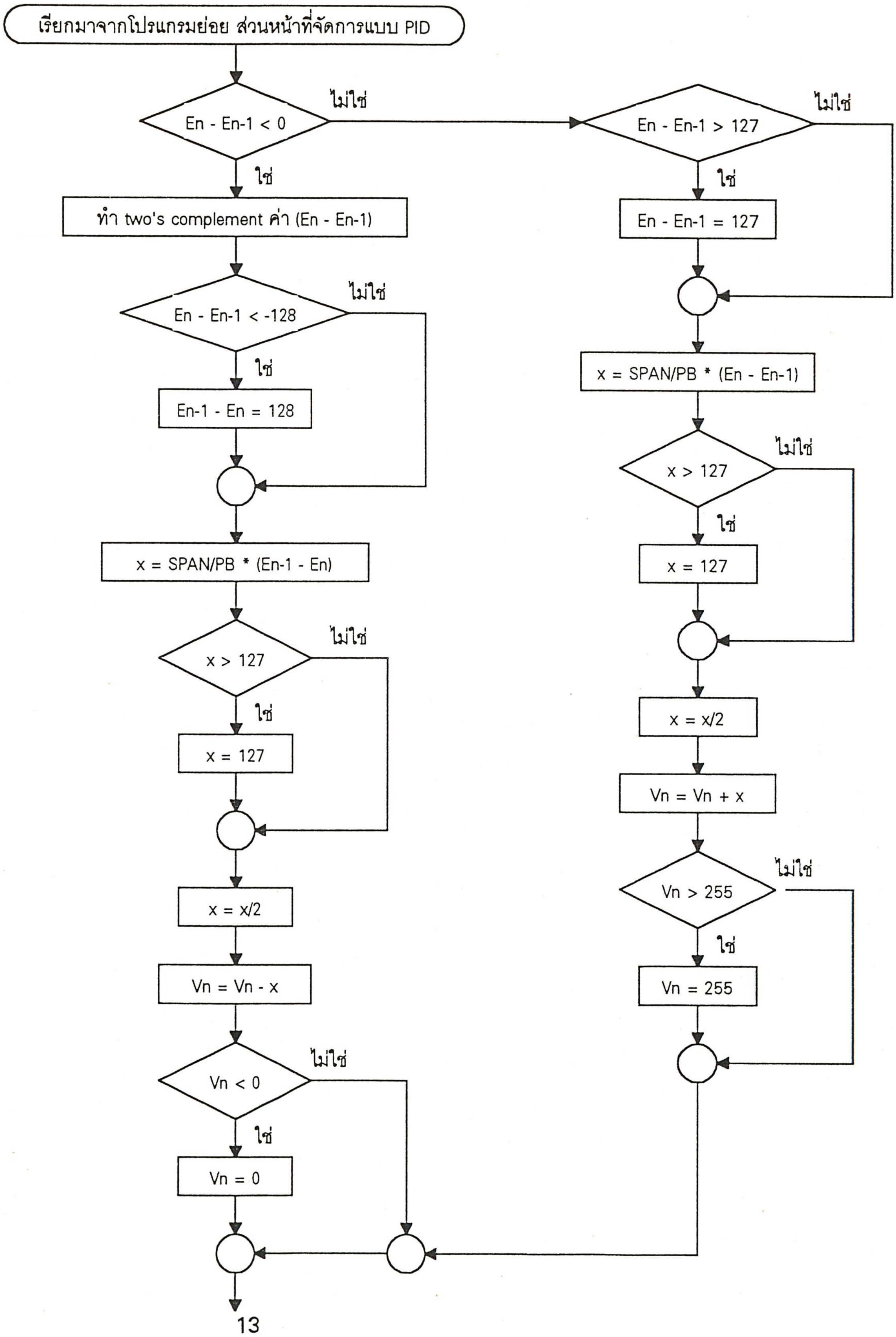

10
กลับบิต (SWAP) J
J = J AND 00001111B
J = 0
ไม่ใช่
ใช่
J = J + 30H
เรียกโปรแกรมย่อย ส่งข้อมูล
J = Y
SWAP J
J = J AND 00001111B
J = J + 30H
เรียกโปรแกรมย่อย ส่งข้อมูล
เรียกโปรแกรมย่อย ส่งข้อมูล ตัว '.'
I = 3
Z = Z*10
11
12

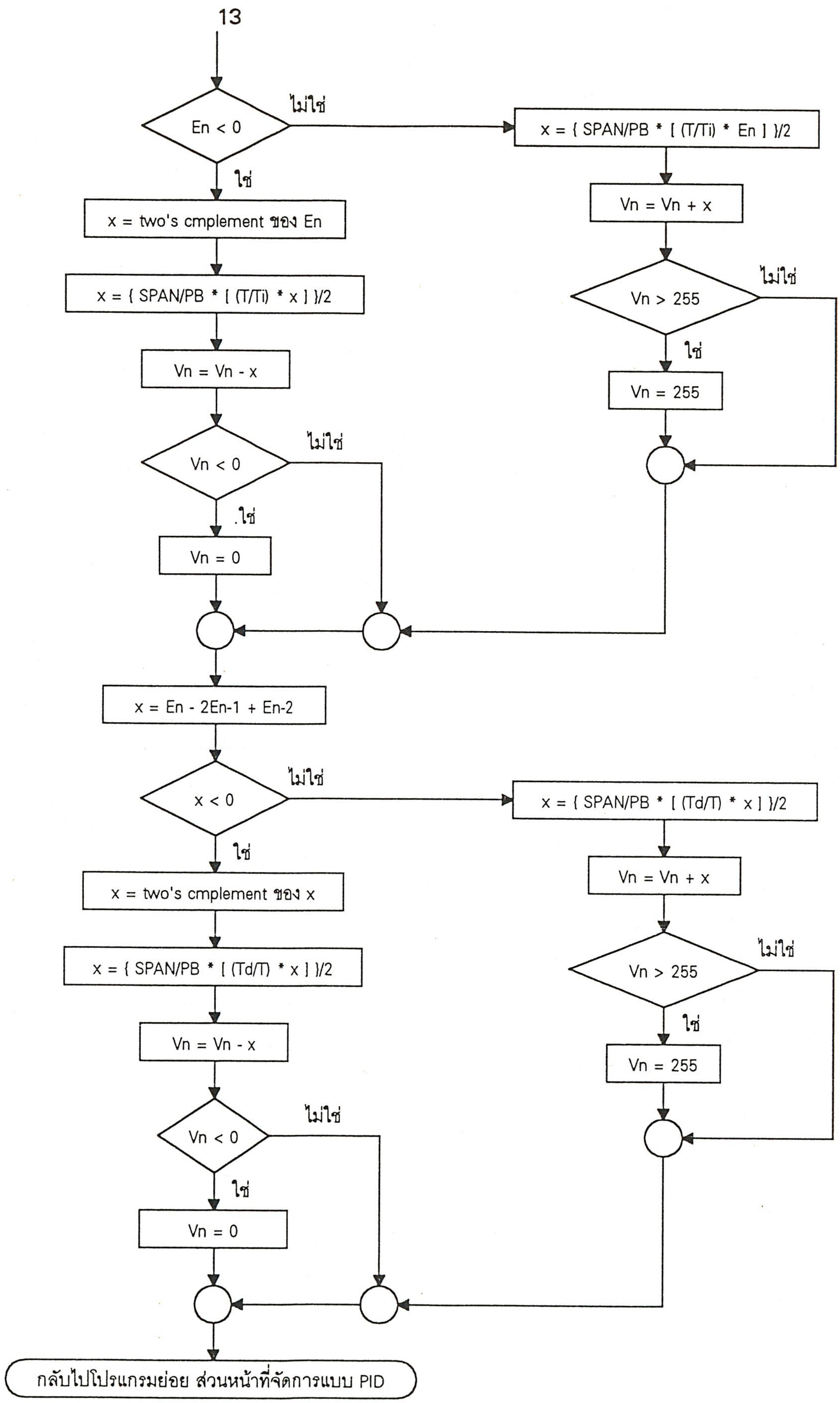

11
12
J = จำนวนเต็มของ (Z/25)
Z = เศษของ (Z/25)
J = J + 30H
เรียกโปรแกรมย่อย ส่งข้อมูล
I = I - 1
I = 0
กลับไปโปรแกรมย่อยที่เรียกมา

<u>โปรแกรมย่อย เตรียมการคำนวณแบบ PID</u>



โปรแกรมย่อย คำนวณแบบ PID




13
En < 0
ไม่ใช่
ใช่
x = { SPAN/PB * [(T/Ti) * En] }/2
Vn = Vn + x
Vn > 255
ไม่ใช่
ใช่
Vn = 255
x = two's cmplement ของ En
x = { SPAN/PB * [(T/Ti) * x] }/2
Vn = Vn - x
Vn < 0
ไม่ใช่
.ใช่
Vn = 0
x = En - 2En-1 + En-2
x < 0
ไม่ใช่
ใช่
x = { SPAN/PB * [(Td/T) * x] }/2
Vn = Vn + x
Vn > 255
ไม่ใช่
ใช่
Vn = 255
x = two's cmplement ของ x
x = { SPAN/PB * [(Td/T) * x] }/2
Vn = Vn - x
Vn < 0
ไม่ใช่
ใช่
Vn = 0
กลับไปโปรแกรมย่อย ส่วนหน้าที่จัดการแบบ PID

บทที่ 8

โปรแกรมหลักโดยใช้ภาษาเวอร์ชวลเบสิก

8.1 ซอฟแวร์

การเขียนโปรแกรมการทำงาน เพื่อใช้ควบคุมการทำงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์นั้นถูกสร้างโดยโปรแกรมภาษาที่ชื่อ เวอร์ชวลเบสิก ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการสร้างและเข้าใจ ในระดับของการเขียนที่สัมพันธ์กับวินโดร์ของคอมพิวเตอร์

8.2 ลักษณะโดยทั่วไปของเวอร์ชวลเบสิกโปรแกรม

โดยทั่วไปเวอร์ชวลเบสิกโปรแกรมมีพื้นฐานของภาษาเบสิกและควิกเบสิก ซึ่งทำให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้ และในตัวโปรแกรมจะมีลักษณะที่มีอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่ทั่วไปในวินโดร์ อุปกรณ์พวกนี้เช่น Command Control, Text, Label, Frame, Timer, Scroll Bar ฯลฯ ซึ่งอุปกรณ์พวกนี้จะเห็นอยู่ทั่วไปในวินโดร์ ดังนั้นการเขียนโดยเวอร์ชวลเบสิกโปรแกรมนั้นจะเป็นการจัดวางอุปกรณ์ควบคุมต่างๆเหล่านี้ในรูปแบบที่เราต้องการสร้าง ก่อนที่จะเขียนโปรแกรมให้อุปกรณ์ควบคุมเหล่านี้ทำงานสัมพันธ์กันและให้เป็นไปตามที่ผู้เขียนต้องการซึ่งแตกต่างจากภาษาอื่น เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ฯลฯ ตรงที่จะต้องกำหนดหรือวางอุปกรณ์ต่างๆอย่างแน่นอนเพราะทุกอย่างจะต้องเขียนโปรแกรมกำหนดขึ้น เปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายจะยากกว่า

8.3 จุดประสงค์ของส่วนซอฟแวร์

ส่วนซอฟแวร์ที่จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยจะแสดงผลสถานะต่างๆของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆที่ต่อเข้ากับฮาร์ดแวร์ว่ามีสถานะอย่างไร โดยจะสามารถแสดงได้ทั้งภาพรวมของอาคาร หรือจะแยกเพื่อดูลึกเข้าไปภายในแต่ละห้อง ในส่วนที่สามารถเพิ่มเติมให้มีจำนวนมากขึ้นตามความต้องการของผู้เขียน นอกจากนี้ส่วนซอฟแวร์จะมีส่วนในการจัดการเกี่ยวกับการทำตารางเวลาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานในแต่ละวัน การแก้ไขรหัสผ่าน และการตั้งค่าในการส่งและรับข้อมูลกับฮาร์ดแวร์

8.4 โครงสร้างของส่วนซอฟแวร์ แบ่งได้ดังนี้

8.4.1 รหัสผ่าน (Password)

ขณะเริ่มต้นเพื่อเข้าทำงานจะต้องมีการใส่รหัสผ่านของผู้ใช้ เพื่อป้องกันบุคคลภายนอกที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง บุกรุกเข้าทำการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงการทำงานของโปรแกรม ดังนั้นในส่วนของรหัสผ่านมีความสำคัญมากไม่น้อยกว่าส่วนอื่น ดังนั้นผู้เขียนแต่ละคนจะมีวิธีเขียนแตกต่างกัน แต่ที่จะต้องคำนึงถึงเสมอ คือการเก็บค่ารหัสผ่านที่เข้าสู่การทำงานนั้น มีความสำคัญมากเพื่อป้องกันผู้อื่นใดตรวจพบ ดังนั้นในการเก็บไฟล์ที่เก็บค่ารหัสผ่านที่ควรเป็นความลับเฉพาะของผู้เขียนเท่านั้น ค่ารหัสผ่านนี้อาจจะมีการปรับเปลี่ยนก่อนที่จะเก็บค่าให้แตกต่างจากค่าเดิมได้ โดยขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนของผู้เขียน เพราะถึงแม้ผู้อื่นค้นพบ แต่ไม่สามารถเข้าสู่การทำงานได้

เมื่อเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมแล้ว ค่ารหัสผ่านสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ โดยขึ้นอยู่กับผู้เขียน โดยการแก้ไขจะมีการยืนยัน รหัสผ่านเข้าก่อนที่จะเปลี่ยน เพื่อป้องกันผู้อื่นเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านของผู้เขียนขณะเข้าสู่โปรแกรมการทำงานแล้ว

<u>หมายเหตุ</u> การเก็บไฟล์ของรหัสผ่านจะกำหนดไว้แน่นอนดังนั้นควรเก็บไว้แบบ No Path ควรทำการ Attribute โดยซ่อนไฟล์ไว้ป้องกันผู้อื่นอ่านเจอ

8.4.2 แฟ้มข้อมูลหลัก (File Main)

ในส่วนของแฟ้มข้อมูลหลักจะเป็นการจัดสรรในส่วนต่างๆ เช่น การแก้ไขรหัสผ่าน ตารางเวลาในแต่ละวัน การ interrupt เพื่อแก้ไขตารางเวลา การส่งและรับข้อมูลโดยติดต่อกับฮาร์ดแวร์ ปฏิทินแสดงวันต่างๆ การตั้งค่า Setting เพื่อการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ว่าเป็นแบบใด

8.4.2ก. การแก้ไขรหัสผ่าน

เป็นส่วนหลักที่จะใช้ป้องก้นการบุกรุกเข้าสู่การทำงานจากบุคคลอื่น การแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านจะต้องมีการยืนยันรหัสผ่านเก่าก่อนที่จะมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง เมื่อทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงค่าของรหัสผ่านใหม่จะถูกเก็บเป็นไฟล์พวก ไฟล์ตัวอักษร ซึ่งจะถูกทำการ Attribute ให้ซ่อนอยู่ในหน่วยความจำ

8.4.2ข. ตารางเวลา

ตารางเวลาจะมีด้วยกัน 2 ชนิด

8.4.2ข1. เป็นตารางเวลาที่จะแสดงการทำงานประจำวัน ซึ่งจะเกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งจะแสดงตาราง ได้เมื่อผู้ใช้ต้องการดูการทำงานประจำวัน ของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆภายในอาคาร เพื่อทำการรแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะถึงเวลาการทำงานจริงของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

8.4.2ข2. เป็นตารางเวลาที่มีไว้เพื่อสร้าง เพื่อเก็บไว้ใช้ควบคุมการทำงานในอนาคต หรือในวันอื่นๆที่ต้องการโดยตารางเวลานี้จะถูกสร้างและเก็บไว้เป็นไฟล์พวกไฟล์ข้อมูล เพื่อความปลอดภัยควรเก็บไว้แบบ No Path คือมี Path ที่แน่นอน โดยจะกำหนดตายตัว เมื่อเขียนโปรแกรมการทำงาน ตารางเวลานี้จะทำงานเป็นอย่างหัวข้อ 8.4.2ข1 เมื่อถึงวันที่กำหนด

8.4.2ค การ Interrupt บางช่วงเวลาที่แตกต่างไปจากตารางเวลา

การอินเตอรัพท์จะเป็นการทำงานที่นอกเหนือจากการทำงานของตาราง ซึ่งต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานบางช่วงเวลาที่แตกต่างจากตารางเวลา การทำงานจะยึดการอินเตอรัพท์นี้เป็นหลัก เมื่อผ่านช่วงอินเตอรัพท์นี้แล้วก็จะกลับมาทำงานตามช่วงเวลาอย่างเดิมต่อไป

ความสำคัญของการอินเตอรัพท์ เพื่อต้องการเปลี่ยนแปลงบางช่วงเวลาการทำงาน โดยมิต้องแก้ไขตารางเวลาการทำงาน ที่เป็นมาตรฐานเกือบจะทุกวัน ยกเว้นวันหยุดต่างๆ

8.4.2ง การรับและส่ง ข้อมูลโดยติดต่อกับฮาร์ดแวร์

การติดต่อกับฮาร์ดแวร์ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

8.4.2ง1 ส่วนรับข้อมูล (Input Data) เป็นการรับข้อมูลจากฮาร์ดแวร์ที่แสดงสถานะที่ปัจจุบันของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ การติดต่อฮาร์ดแวร์ จะผ่านไอซีเบอร์ 8751 โดยข้อมูลที่รับนี้จะเป็นรหัสต่างๆ

8.4.2ง2 ส่วนแสดงผล (Display Data) เมื่อรับข้อมูลจากฮาร์แวร์ แล้วจะมีการแสดงผล โดยจะเปลี่ยนรหัสต่างๆที่รับเข้ามาให้เป็นค่าหรือตัวหนังสือที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจง่าย โดยการแสดงผลนี้จะถูกกำหนดตามตำแหน่งหรือชนิดของอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะแสดงผลทางจอหลักของคอมพิวเตอร์

8.4.2ง3 ส่วนส่งข้อมูล (Output Data) เป็นการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ไปควบคุมการทำงานของฮาร์แวร์เพื่อให้ฮาร์ดแวร์ทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยฮาร์ดแวร์นี้จะต่อยู่กับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราต้องการควบคุม

<u>หมายเหตุ</u> การรับข้อมูลและการส่งข้แมูล จะมีทั้งแบบ ดิจิตอล กับ อนาลอก

8.4.2จ. ปฏิทินแสดงวันต่างๆ

มีส่วนช่วยให้ผู้ใช้สามารถทราบวันต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะสามารถสร้างตารางเวลาควบคุมการทำงานได้ล่วงหน้าได้ โดยปฏิทินนี้จะคล้ายกับปฏิทินจริงๆ ทั่วไป ที่จะแสดงวันหยุดต่างๆให้ผู้ใช้ทราบ

8.4.2ฉ.การ Setting รูปแบบการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับฮาร์ดแวร์

ก่อนที่จะมีการส่งและรับข้อมูล จะต้องมีการ Setting รูปแบบการส่งเพื่อให้การทำงานของคอมพิวเตอร์กับฮาร์ดแวร์ มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำงานด้วยกันได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำที่สุด

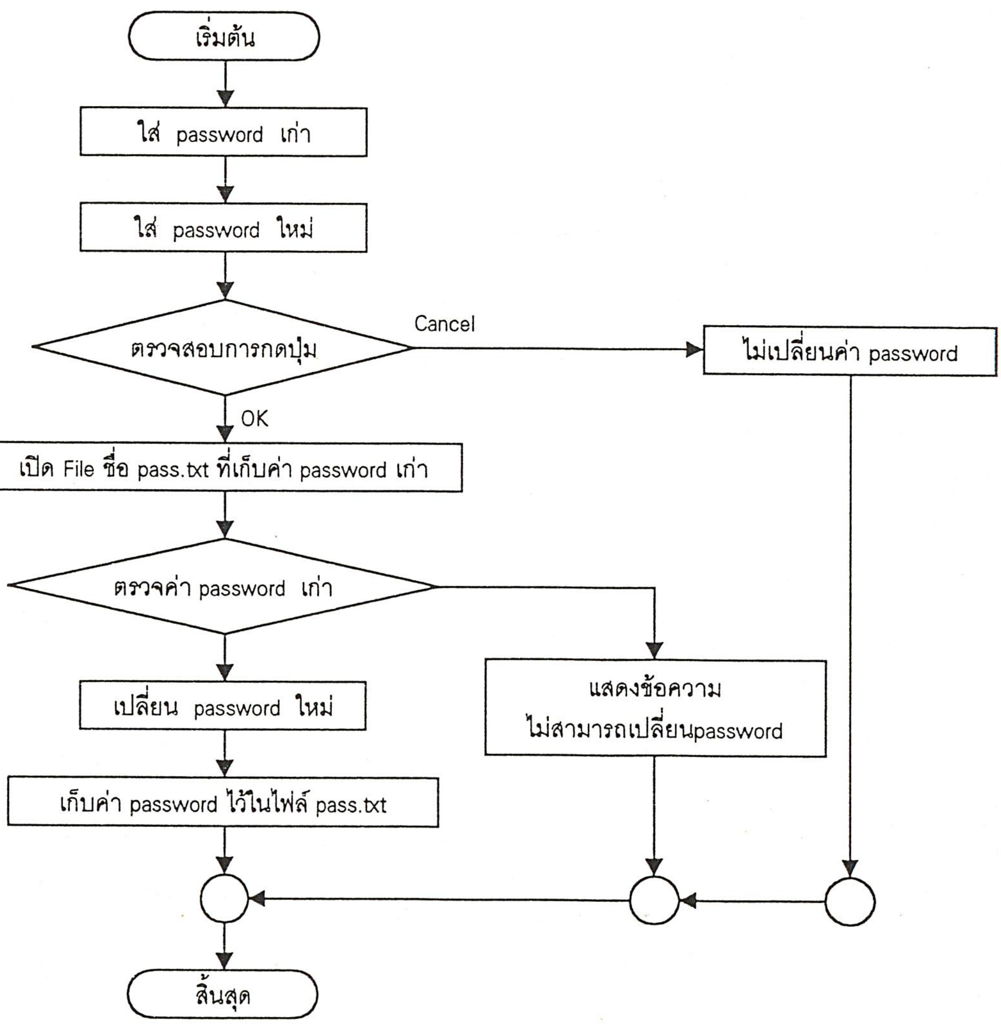
<u>หมายเหตุ</u> ค่า Setting นี้จะมีการกำหนดค่าเริ่มแรกไว้ให้ ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการส่งและรับข้อมูล ก็สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ใหม่ โดยการเปลี่ยนค่า Setting ที่มีอยู่เดิม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะใช้ได้เพียงภายในวันนั้นหรือ ใช้ได้เพื่อยังไม่ออกจากการทำงาน ดังนั้นควรมีการ Update ก่อนรับและส่งข้อมูลทุกๆวัน

8.4.3 ส่วนแสดงอุปกรณ์ภายในอาคารอย่างคร่าว ๆ

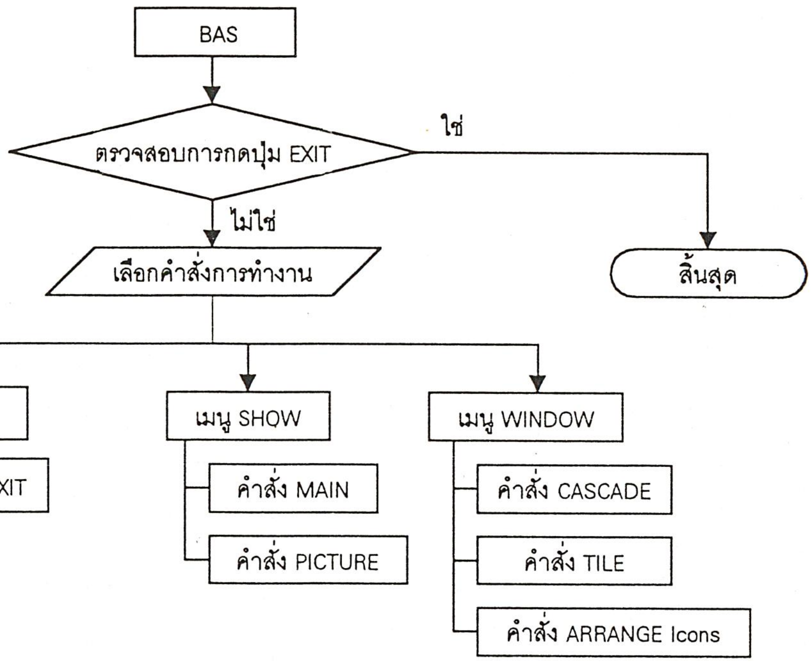
ในส่วนนี้จะเป็นภาพภายในอาคารที่มีลักษณะคร่าวๆ เป็นภาพรวมของอาคารที่จะแยกเป็นชั้นๆภายในอาคาร ในส่วนนี้จะทำให้เห็นเพียงชั้นเดียว โดยที่สามารถจะแสดงภาพให้ละเอียดขึ้นเป็นภาพของแต่ละห้องๆได้ โดยจะมีการแสดงสถานะของอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟาาต่างๆ อย่างคร่าวๆ ถ้าผู้ใช้ต้องการ ก็สามารถกระทำได้ การแสดงส่วนนี้ จะต้องใช้เวลาในการแสดงภาพประมาณ 1-2 นาที เพราะภาพแต่ละภาพ จะสิ้นเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำมาก ดังนั้นหากคอมพิวเตอร์ ไม่ใช้รุ่นใหม่ อาจจะเสียเวลามากกว่าที่จะแสดงภาพออกมาได้ ผู้ใช้สามารถแสดงจำนวนอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างคร่าวๆ ภายในห้องจากตารางแสดดงสถานะเพื่อแสดงภาพของแต่ละห้อง แต่จะไม่ปรากฏตารางนี้เมื่อแสดงภาพรวม

8.5 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมเวอร์ชวลเบสิก

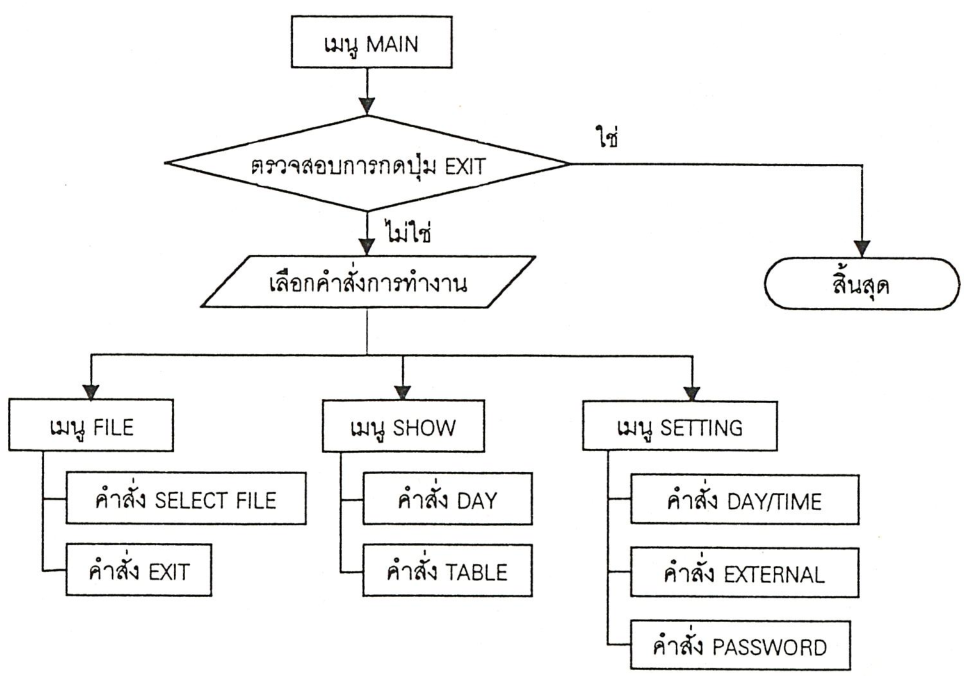
<u>การทำงานของการเข้ารหัสผ่าน (PASSWORD)</u>



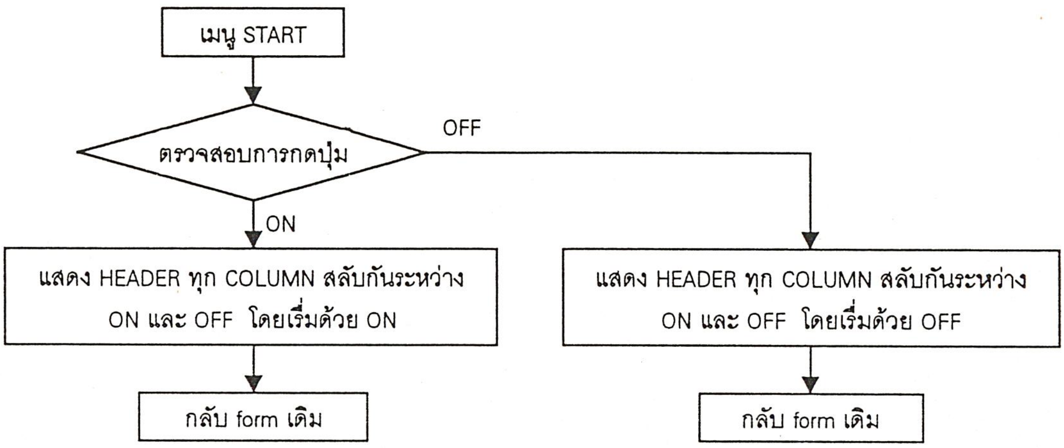
การจัดการเริ่มต้นของเมนู

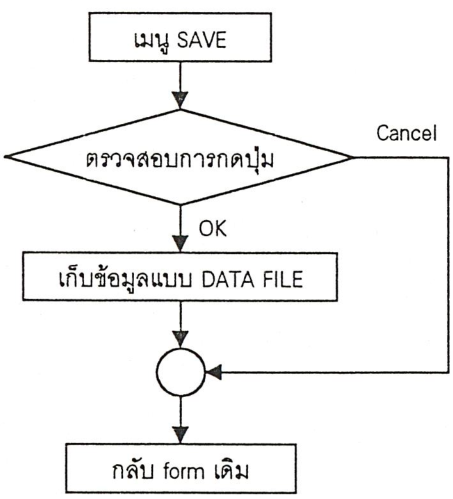


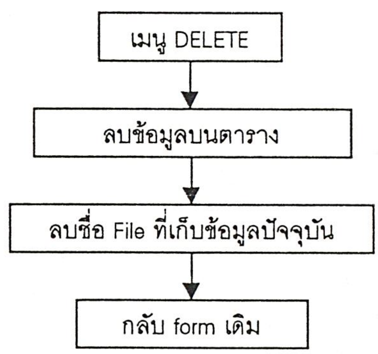
คำสั่ง เมนู MAIN

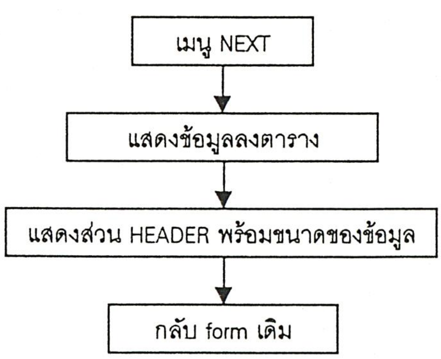


- ต่อจาก MENU TABLE -

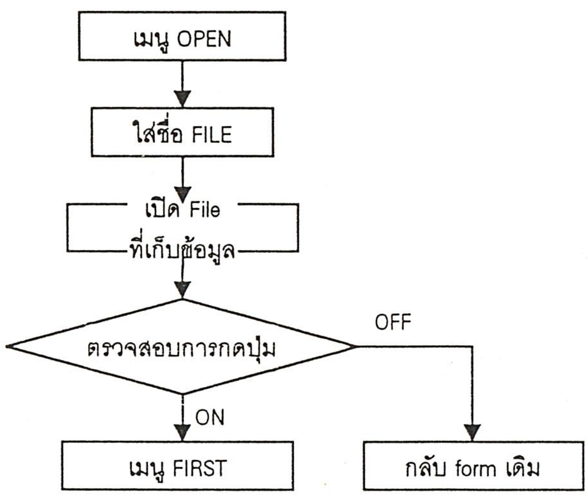


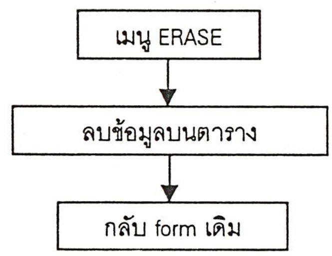


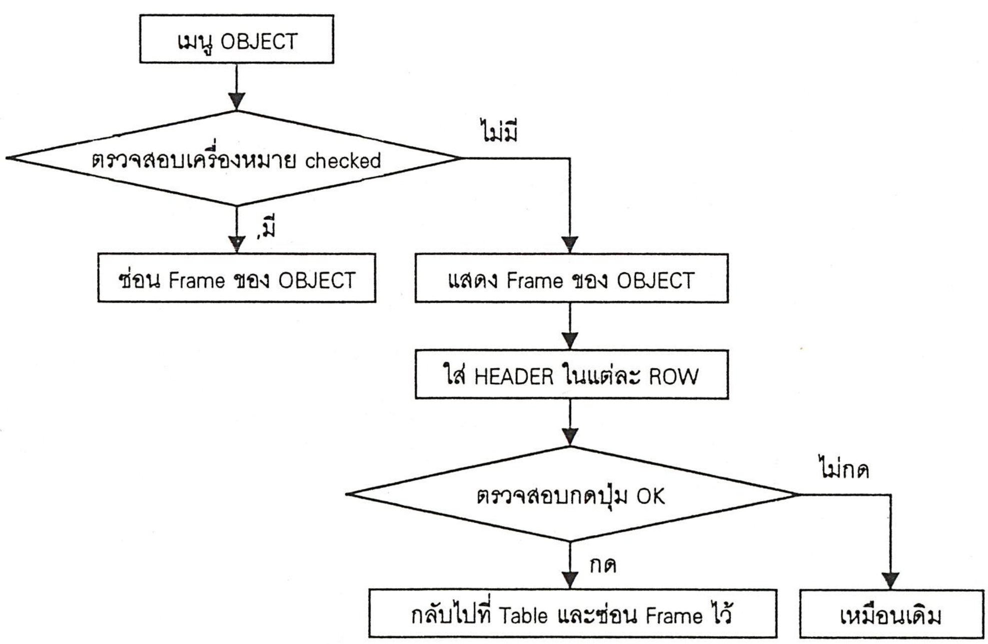




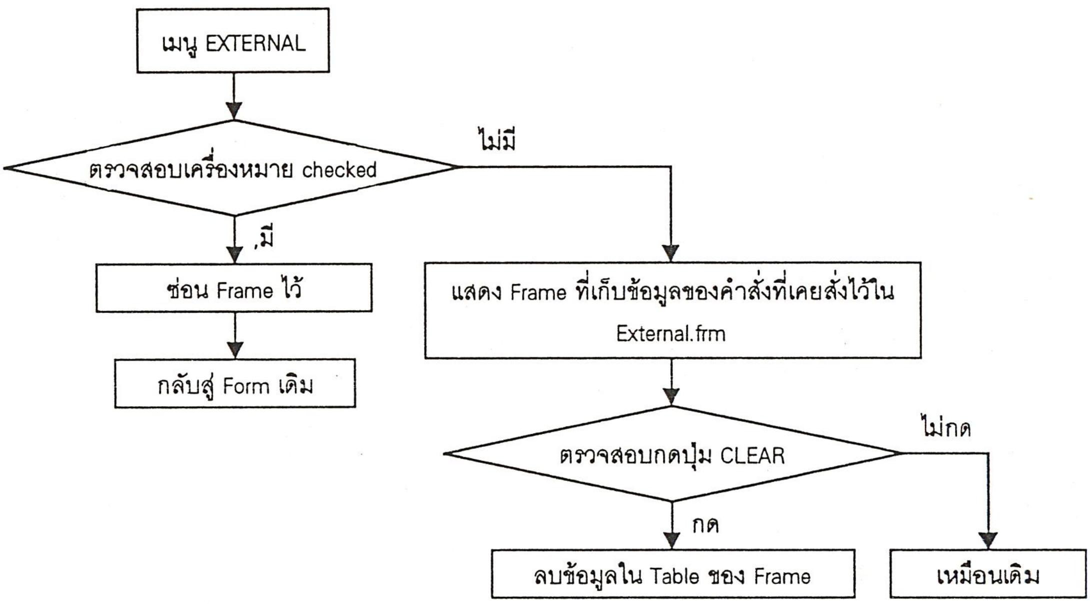
- ต่อจาก MENU TABLE -

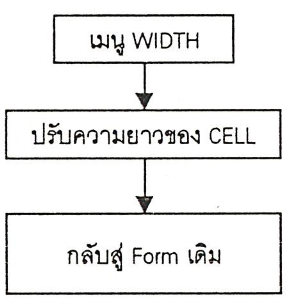


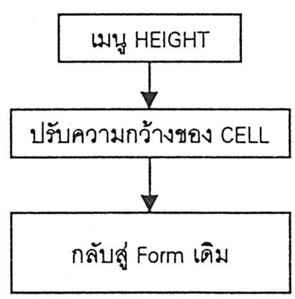


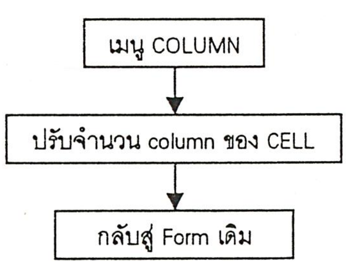


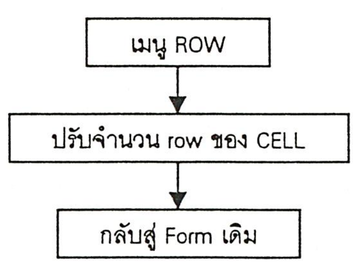
- ต่อจาก MENU TABLE -



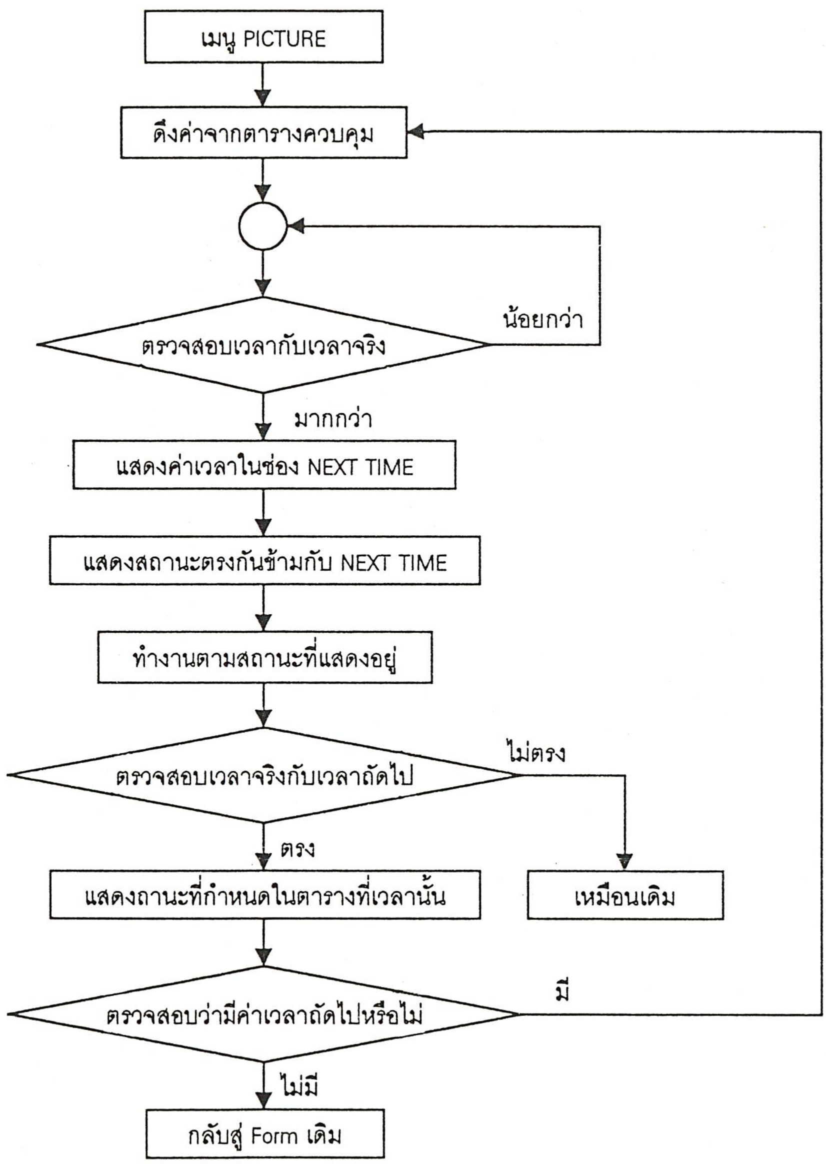




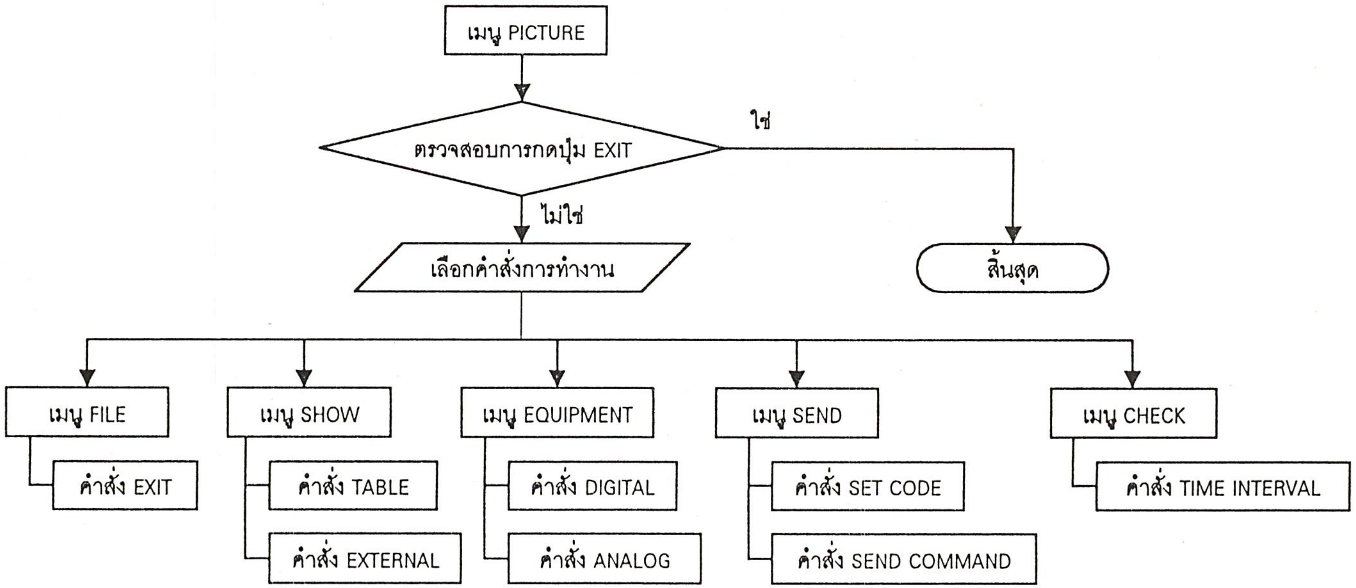




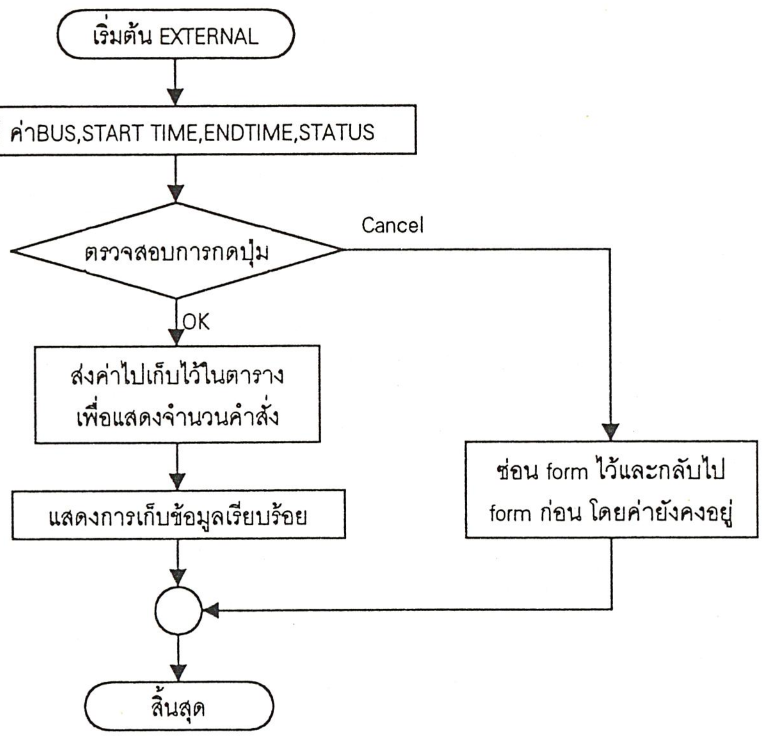
- ต่อจาก MENU PICTURE -



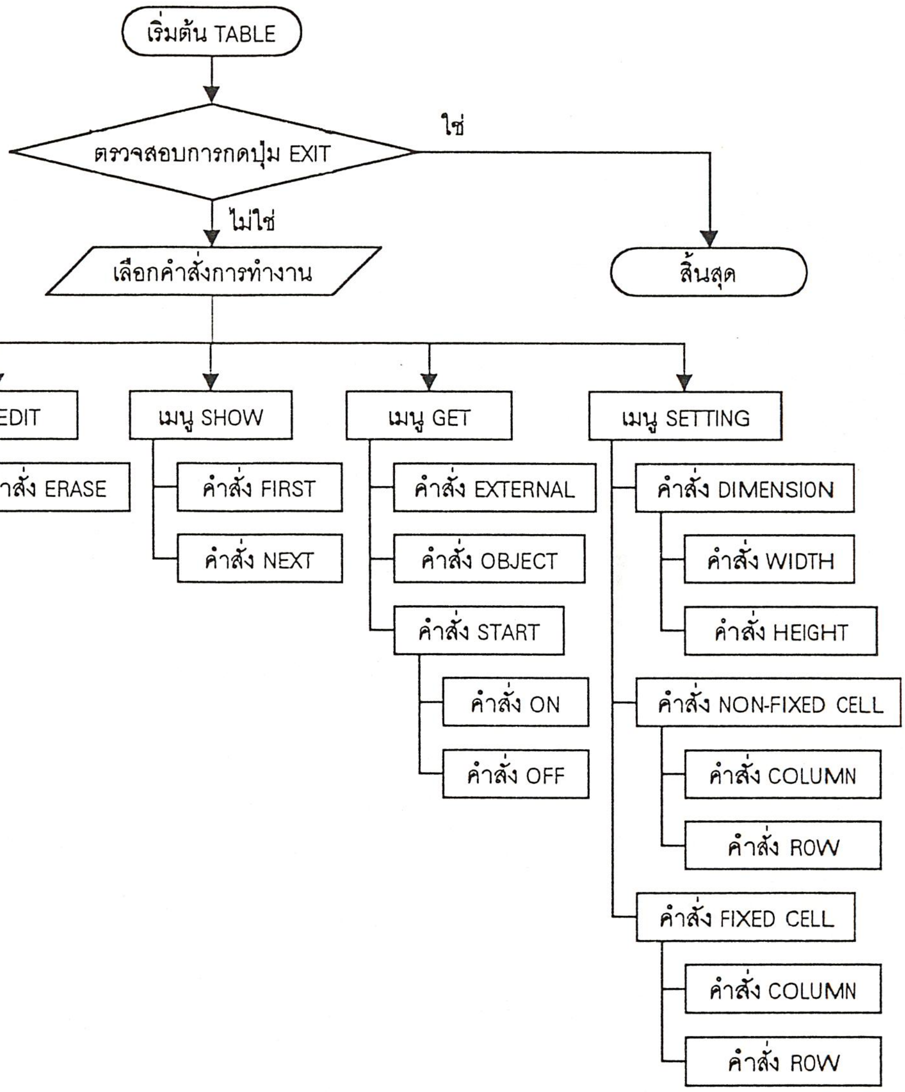
คำสั่งที่ใช้ควบคุมในแต่ละชั้นของ PICTURE



การสั่ง INTERRUPT แบบ EXTERNAL



การทำตาราง TABLE ด้วยคำสั่งต่างๆ



สรุปและวิจารณ์การทำงาน

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาระบบในอาคารอัจฉริยะ(Intelligence Building) ซึ่งจะเน้นที่ Buliding Automation System (BAS) เป็นหลัก และได้กล่าวถึงหลักการต่างๆของอาคารอัจฉริยะ เช่นเรื่องหลักการทำงานของ BAS System , Design Concept , การควบคุมของ Direct Digital Control (DDC) ฯลฯ ซึ่งได้ยกตัวอย่างการควบคุมของระบบของอาคารตัวอย่างไว้ด้วยแล้วใน Design Concept

จากการศึกษาและเขียนโปรแกรมภาษาเวอร์ชวลเบสิก สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงสามารถแสดงสถานะการทำงานผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ได้ การควบคุมและสั่งงานนี้จะเกิดปัญหาอยู่บ้างตรงที่การทำงานของตัวคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์ เพราะส่วนของวงจรฮาร์ดแวร์ที่ได้ทำขึ้นมา ในขณะที่การเขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ที่อัดลงบนตัวไอซี8751 สามารถซีมูเลทได้ผลตามที่ต้องการ

สำหรับการพัฒนาปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ต่อไป น่าจะเป็นการแก้ปัญหาในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จะทำให้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์ และการเชื่อมต่อตัวคอนโทรลเลอร์ด้วยกันเองเพื่อทำให้เป็นวงจรข่ายงานที่สมบูรณ์แบบ จึงจะสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้มากตามที่ต้องการ และสามารถควบคุมการทำงานจากคอมพิวเตอร์ได้จากหลายๆจุด จากระบบ LAN รวมถึงการพัฒนาซอร์ฟแวร์ทั้งส่วนของโปรแกรมภาษาเวอร์ชวลเบสิกและโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ เพื่อที่จะจัดการกับระบบอาคารอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่เป็นอยู่

ภาคผนวก

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการติดตั้ง Sensor/Transducer ต่างๆที่มีใช้งานกันมากใน BAS ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. Water Flow Switch

เป็นการติดตั้งเพื่อตรวจจับการไหลของน้ำ เช่น การไหลของน้ำในท่อดับเพลิง ถ้าหาก switch ทำงาน แสดงว่ามีการไหลของน้ำผ่านหัวฉีดน้ำฝอย (Sprinkler Head) หรือการไหลของน้ำผ่านหัวฉีดน้ำดับเพลิงในอาคาร ซึ่งอาจแสดงว่าเกิดเพลิงไหม้ในอาคารก็ได้ หรืออีกกรณีหนึ่ง เช่น ติดตั้ง switch ในท่อน้ำของปั๊มดับเพลิง เมื่อสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานแล้ว แต่ไม่มีสัญญาณจากการไหลของน้ำจาก switch ตัวนี้ แสดงว่า ปั๊มน้ำเกิดขัดข้อง หรือไม่มีน้ำในถังเก็บน้ำสำรอง เป็นต้น

BAS จะรับสัญญาณของ Water Flow Switch นี้เป็นลักษณะ Digital Input

2. Air Flow Switch

เป็นการติดตั้งเพื่อตรวจจับการไหลของลม ส่วนใหญ่จะใช้กับลมในท่อ เช่น ท่อส่งลมเย็นของ AHU ในระบบปรับอากาศ เช่น เมื่อสั่งให้เครื่อง AHU ทำงาน น้ำเย็นจะไหลผ่านท่อน้ำเย็นของ AHU และพัดลมจะทำงานเพื่อส่งลมเย็นไปยังพื้นที่ต่างๆ

ถ้าหาก switch ตัวนี้ไม่ทำงาน แสดงว่าอาจเกิดขัดข้องใน Motor พัดลมหรือสายพานของพัดลมได้

BAS จะรับสัญญาณของ Air Flow Switch นี้เป็นลักษณะ Digital Input

3. Differential Pressure Switch

เป็นการวัดผลต่างของแรงอัดอากาศระหว่างปลายทั้งสองของ switch ซึ่งสามารถปรับ (Adjust) ค่าแตกต่างนี้เพื่อให้ switch ทำงานได้ ส่วนใหญ่จะนำไปใช้วัดความสกปรกของแผ่นกรอง เช่น แผ่นกรองอากาศ (Air Filter) ของ AHU เมื่อแผ่นกรองนี้สกปรก ลมไหลผ่านไม่สะดวกก็จะทำให้ switch นี้ทำงาน

BAS รับสัญญาณของ sensor ชนิดเป็น Digital Input

4. Level Switch

เป็นการวัดระดับของของเหลว เช่น น้ำในถังเก็บน้ำประปาสำรอง ถังน้ำของระบบดับเพลิงหรือระดับน้ำของ Cooling Tower ในระบบปรับอากาศ ซึ่งส่วนใหญ่จะมี 3 ระดับ คือ ต่ำสุด สูงสุด และระดับน้ำล้น Low ,High , Overflow

BAS รับสัญญาณของ sensor ชนิดนี้เป็น Digital Input

5. Temperature Sensor

- Air Temperature โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายใน (Room Temp) ที่มีใช้อยู่ทั่วไปกับอีกลักษณะหนึ่งคือ วัดอุณหภูมิในท่อลม (Air Duct Temp) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กับ AHU ในระบบปรับอากาศจะเห็นว่ามี sensor สำหรับอุณหภูมิอยู่ 2 ชุด คือ วัดอุณหภูมิของลมเย็นที่จ่ายออก (Supply Air Temp ,ST) และวัดอุณหภูมิของลมกลับ (Return Air Temp ,RT) ซึ่ง BAS จะนำค่าทั้งสองนี้ไปประเมินผลและจะควบคุมประตูน้ำเย็น

ให้ไหลมากขึ้น เพื่อต้องการให้ ST มีอุณหภูมิลดลง ทำให้อุณหภูมิในพื้นที่นั้น ๆ เย็นลง หรือให้ประตูน้ำเย็นให้ไหลน้อยลง เมื่อต้องการให้อุณหภูมิในพื้นที่นั้นสูงขึ้น

BAS รับสัญญาณของ sensor นี้เป็น Analog Input

6. Water Temperature Sensor

เป็นการวัดอุณหภูมิของน้ำภายในท่อ เช่น ท่อน้ำเย็นของเครื่องทำความเย็นในระบบปรับอากาศทั้งท่อส่งออก (Chilled Water Supply ,CHWS) และท่อไหลกลับ (Chilled Water Return , CHWR) ซึ่ง BAS จะนำค่าทั้งสองร่วมกับค่าอื่นอีกบางค่าไปคำนวณสภาวะการทำงานและประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นได้

BAS รับสัญญาณจาก sensor นี้เป็น Analog Input

7. Pressure Transducer

เป็นอุปกรณ์วัดความดันของน้ำหรืออากาศภายในท่อหรือถังเก็บลม เช่น ความดันของน้ำในท่อน้ำดับเพลิง ซึ่งถ้าหากความดันของน้ำในท่อต่ำกว่าจุดที่กำหนดแล้ว ก็จะทำให้การควบคุมให้ปั๊มน้ำทำงานและหากความดันสูงถึงจุดที่ต้องการ ก็สั่งให้ปั๊มหยุดทำงานเพื่อป้องกันอันตรายจากท่อ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ต่ออยู่แตกเสียหายเนื่องจากความดันสูงเกินกำหนด

BAS รับสัญญาณจาก sensor นี้เป็น Analog Input

8. Current/Voltage Transducer

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าในสาย โดยทำการเปลียนแปลงค่ากระแสไฟฟ้าสูงๆ เหล่านั้น ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าต่ำๆ โดยมีอัตราส่วนแปรผันตามกันเพื่อจะให้ BAS สามารถต่อเชื่อมและอ่านค่าได้ BAS สามารถนำค่านี้ไปตรวจสอบได้ว่า ระบบไฟฟ้าในอาคารนั้นมีสิ่งปกติอย่างไรและยังสามารถนำไปคำนวณประกอบกับค่าอื่นๆ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารนั้นได้

BAS รับสัญญาณจาก sensor/transducer นี้เป็นลักษณะ Analog Input

9. Flow Rate

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำ เช่น อัตราการไหลของน้ำประปาเข้าถังเก็บน้ำสำรองเพื่อตรวจสอบจำนวนที่ใช้หรือค่าใช้จ่ายได้หรือการวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ เพื่อนำค่าไปคำนวณเป็นปริมาณความเย็นที่ใช้งานในอาคารตลอดจนสภาวะการทำงานของเครื่องทำความเย็นในขณะนั้น

BAS รับสัญญาณจาก sensor นี้เป็น Pulse Input

10. Tamper Switch

ส่วนใหญ่จะมีลักษณะ ทั้งที่ใช้งานเกี่ยวกับรักษาความปลอดภัย เช่น switch ที่ติดตั้งเพื่อตรวจสอบการเปิด-ปิดประตู หรือประตูหนีไฟ หรือใช้งานเกี่ยวกับสัญญาณเตือนต่างๆ เช่น switch ที่แสดงสถานะของประตูน้ำของท่อดับเพลิงว่าเปิดหรือปิด หากมีการรายงานสถานะที่แตกต่างจากที่กำหนดไว้ BAS ก็จะส่งสัญญาณแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ

BAS รับสัญญาณจาก sensor นี้เป็น Digital Input

11. Auxiliary Control ของ Relay

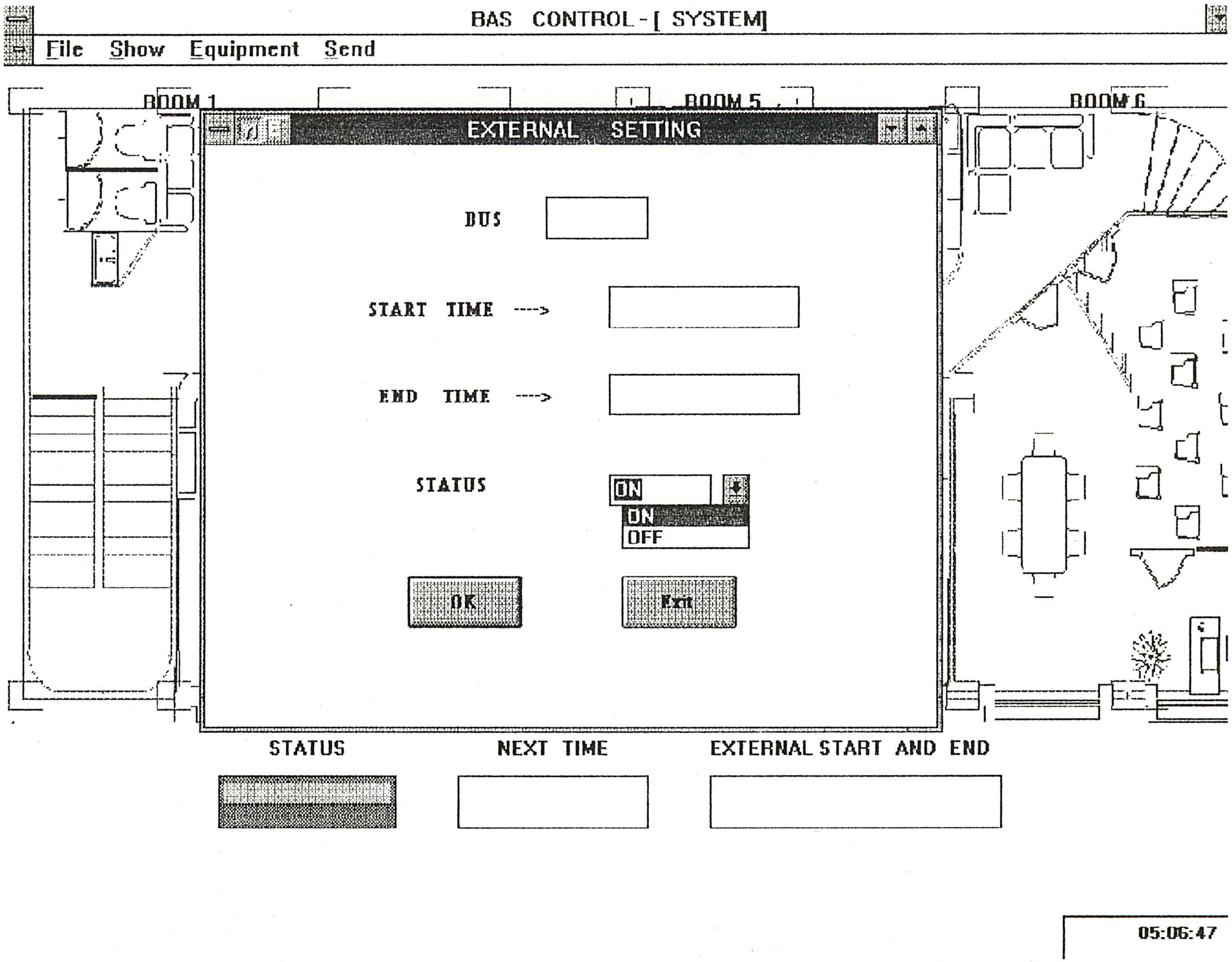
ของชุดควบคุมต่างๆในชุดแผงไฟฟ้าควบคุมของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลต่างๆโดยส่วนใหญ่จะมี Pilot Lamp หลอดไฟแสดงสถานะการต่างกันและจัดเตรียม Aux. Contact ซึ่งเป็น Dry Contact (การทำงานเป็นแบบเปิด/ปิด) เพื่อแสดงสถานะการทำงานต่างๆเช่น แสดงสถานะเครื่องทำงาน (Run Status), Trip Alarm, Low Battery, Low Oil Pressure หรือแสดงสถานะผิดปกติใดๆในระบบ ไว้สำหรับ Remote Control หรือ Remote Monitoring ซึ่ง BAS สามารถต่อเชื่อมได้เลย ตามจุดที่ต้องการ โดยส่วนใหญ่ BAS จะรับสัญญาณจาก sensor เป็น Digital Input

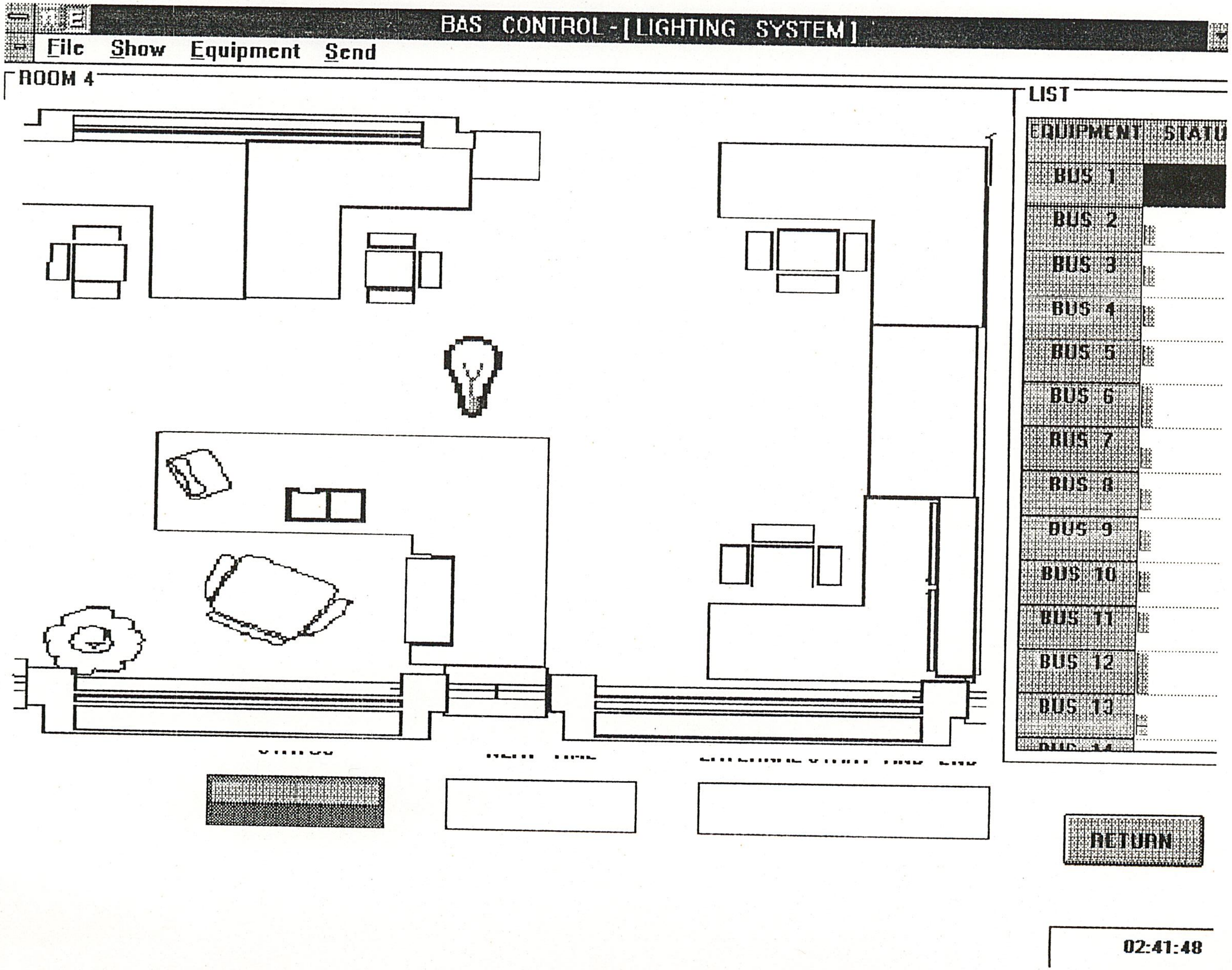
TYPICAL DIAGRAM

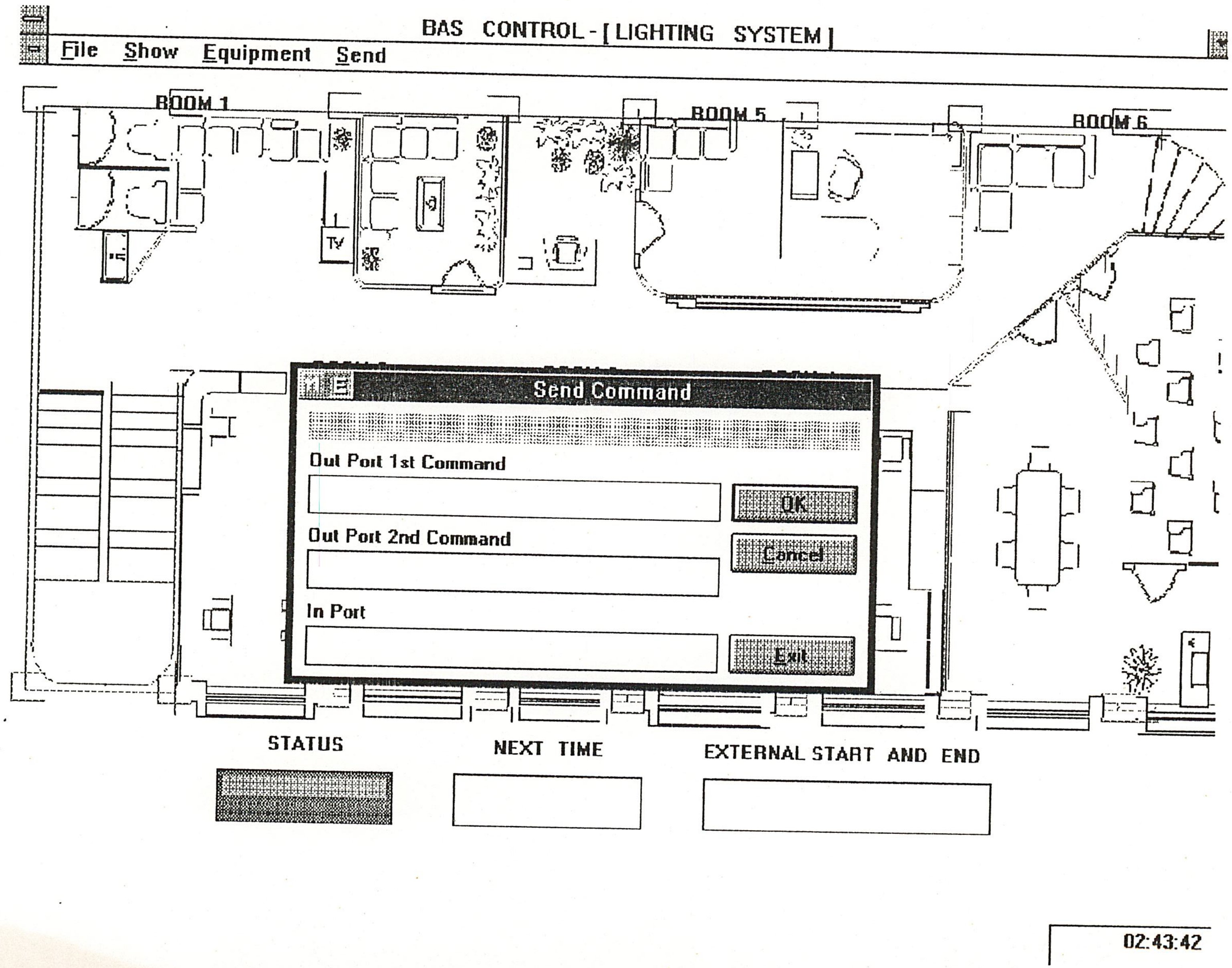
BUILDING AUTOMATION SYSTEM

CONTRACTOR

A[illegible] MATRI[illegible] THAILAND LIMITED
[illegible]
Bangkok 10500, Thailand. Fax:(662)236-6671
Tel:[illegible]


BAS CONTROL - [SYSTEM]
File Show Equipment Send
ROOM 1
ROOM 5
ROOM 6
EXTERNAL SETTING
BUS
START TIME --->
END TIME --->
STATUS
ON
ON
OFF
OK
Exit
STATUS
NEXT TIME
EXTERNAL START AND END
05:06:47


BAS CONTROL - [LIGHTING SYSTEM]
File Show Equipment Send
ROOM 4
LIST
EQUIPMENT STATU
BUS 1
BUS 2
BUS 3
BUS 4
BUS 5
BUS 6
BUS 7
BUS 8
BUS 9
BUS 10
BUS 11
BUS 12
BUS 13
RETURN
02:41:48



BAS CONTROL - [LIGHTING SYSTEM]
File
Show
Equipment
Send
ROOM 1
TV
ROOM 5
ROOM 6
Send Command
Out Port 1st Command
OK
Out Port 2nd Command
Cancel
In Port
Exit
STATUS
NEXT TIME
EXTERNAL START AND END
02:43:42

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณบุคคลและบริษัทต่างๆดังมีรายนามดังต่อไปนี้

1. คุณประสิทธิ์ เหมวราพรชัย ผู้อำนวยการ กองแผนงานและวิชาการคอมพิวเตอร์ ฝ่ายประมวลผลข้อมูล การไฟฟ้านครหลวง

2. คุณประพัฒน์ แก้ววิเชียร และคุณขวัญชัย กุลสันติธำรงค์ วิศวกรไฟฟ้า บริษัท EEC จำกัด

3. คุณกมล ตันพิพัฒน์ วิศวกรไฟฟ้า บริษัท EEC-CM จำกัด

4. คุณสมัคร บัวซู และคุณนวลละออง ศรีชุมพล วิศวกร บริษัท AI MATRIX จำกัด

5. คุณสุรพงษ์ จินดาวุฒิกุล Manager Intelligent Building บริษัท SAHAVIRIYA COMMUNICATION จำกัด

6. คุณบุบผา ลางคุณเสน บริษัท LOXLEY PUBLIC จำกัด

7. บริษัท DILITE HOLDINGS จำกัด

8. สมาคมสถาปนิกสยาม

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับคำแนะนำ จาก อ.นิทัศน์ กฤษณจินดา และ ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

บรรณานุกรม

1. Maurice Eyke ,"Building Automation System" ,BSP Pro- fessional ,1988

2. John Bernaden ,Richard Neubauer ,Johnson Controls Inc. ,"The Intelligent Building Source Book" ,1988

3. สมาคมช่างรับเหมาไฟฟ้าไทย ,"คู่มือการออกแบบระบบ BAS สำหรับ อาคารอัจฉริยะ

4. เอกสารจากบริษัท AI MATRIX จำกัด

5. เอกสารจากบริษัท LOXLEY PUBLIC จำกัด

6. เอกสารจากบริษัท JOHNSON CONTROLS จำกัด,JOHNSON CONTROLS "MATASYS" The Latest BAS Technology

7. เอกสารจากบริษัท SAHAVIRIYA TELECOM จำกัด

8.ประสิทธิ์ เหมวราพรชัย , ระบบสำนักงานและอาคารอัตโนมัติ สำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ หน้า 76-85 ,"วิศวกรรมสาร" ปีที่ 47 เล่มที่ 4 เมษายน 2537

9. ธนาคารไทยพาณิชย์ ,Intelligent Building System "Toward Intelligent Banking"

10. Teach Your Self Visual Basic In Twenty One Day