ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การประยุกต์คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล

Computer Application For Remote Machine Manufacturing Operation Control

H002608

โดย

นายกำธร แจ้งสุทธิวรรัฒน์

รหัส 39067232

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ โอพาร วงศ์วิรัตน์

วัน เดือน ปี 23 ก.พ. 2550
เลขทะเบียน 02608
เลขเรียกหนังสือ วท. ท 5124 2540
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การประยุกต์คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักร โรงงานระยะไกล
นักศึกษา	นายกำธร แจ้งสุทธิวรวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ โอพาร วงศ์วิรัตน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสาร สนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล เป็นวิธีการหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนในการผลิต ในเรื่องการลดจำนวนงานที่เสียและลดจำนวนงานที่ต้องทำซ้ำซึ่ง เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่น่าจะเกิดขึ้น หลักการทำงานของโครงการนี้ คือ จะให้คอมพิวเตอร์ซึ่งมีหน้าจอแสดงการทำงานแบบ Graphic User Interface ซึ่งง่ายต่อการใช้งานโดยโปรแกรม Visual Basic และติดต่อในระบบ On Line ผ่านทาง Modem ออกทางปลายทาง ซึ่งมีชุดควบคุม Micro Controller เป็นตัวสั่งการซึ่งใช้ชุดคำสั่งที่เขียนขึ้น วิธีการนี้นอกจากจะสะดวกและง่ายต่อการใช้งานแล้ว ต้นทุนยังไม่สูงมากและ สามารถนำไปปรับปรุงวิเคราะห์และพัฒนาต่อไปได้อีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Computer Application For Remote Machine Manufacturing Operation Control
Student	Mr.Kamthorn Jangsuthivorawat
Adviser	Mr.Olarn Wongwirat
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology
Year	1997

Abstract

Computer Application For Remote Machine Manufacturing Control project is the one of the method that can reduce the cost of non-conformance and cost of the re-work.Principle of this project is use the computer that display on window and simplify to active. This project connect on line and use modem to communicate. The terminal use micro controller to control by use packaging program. This project very convenience to use and the low cost effective.the most important is can modify and development for the future

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายบุคคลด้วยกัน เริ่มตั้งแต่ บิดาและมารดา ที่คอยให้ความห่วงใยและช่วยเหลือ, ทางภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ความอุปการะ และคำแนะนำโดยเฉพาะ อาจารย์ โอฬาร วงศ์วิรัตน์ และ อาจารย์ นพพร โชติกกำธร, คณะกรรมการทุกท่านที่ตรวจทานรายงานโครงงานพิเศษ และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาของปัญหา.....1

1.2 ขั้นตอนการทำงาน.....1

1.3 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานพิเศษ.....2

1.4 ลำดับขั้นการทำงานของโครงพิเศษนี้.....2

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....2

บทที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน.....3

2.1 วิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน.....3

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์.....3

2.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานพิเศษนี้.....10

บทที่ 3 ทฤษฎี.....11

3.1 โมเด็ม.....11

3.1.1 การรับส่งข้อมูลแบบ อนุกรม.....11

3.1.2 Full Duplex และ Half Duplex.....15

3.1.3 โมเด็มและหลักการทำงาน.....16

3.1.4 Communication Parameter.....20

3.1.5 การใช้สายโทรศัพท์ส่งข้อมูล.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.6 ประเภทของโมเด็ม.....23
3.1.7 มาตราฐานของโมเด็ม.....25
3.2 Basic Stamp.....31
3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16C56.....34
3.3.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC16C5X.....34
3.3.2 คุณสมบัติทั่วๆ ไป.....35
3.3.4 การใช้งาน.....36
3.3.4 สถาปัตยกรรมภายใน.....38
บทที่ 4 หลักการทำงานและการออกแบบ.....44
4.1 คุณสมบัติของเครื่องควบคุมระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์.....44
4.2 หลักการทำงานของเครื่องควบคุมระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์.....44
4.3 การออกแบบ.....45
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....58
บทที่ 6 สรุปผลและแนวทางการพัฒนา.....60
บรรณานุกรม.....62
ภาคผนวก.....63
ประวัติผู้แต่ง.....95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.2.1 แสดงการวิเคราะห์ปัญหา.....6
ตารางที่ 2.2.2 แสดงการวิเคราะห์และหาวิธีแก้ไข.....7
ตารางที่ 2.2.3 แสดงทางเลือกในการแก้ปัญหา.....8
ตารางที่ 2.2.4 แสดงทางเลือกต่าง ๆ.....9
ตารางที่ 2.3.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆ ของ PIC16C5X.....36
ตารางที่ 2.3.2 การกำหนดค่าบิตไทม์เอาท์และบิตแสดง
สถานะเพาเวอร์ดาวน์.....41
ตารางที่ 5.3.1 แสดงผลการทดลอง.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1.1 Start Bit และ Stop Bit จะช่วยให้คอมพิวเตอร์แยกข้อมูล
แต่ละตัวออกมาได้อย่างถูกต้อง.....11
รูปที่ 3.1.2 แสดงข้อต่อแบบ DB-25 และขาต่างๆ ของมัน.....13
รูปที่ 3.1.3 การใช้งานรับส่งข้อมูลอนุกรมเราใช้เพียง 9 ขาเท่านั้น.....14
รูปที่ 3.1.4 การต่อสายตรงของ RS-232 อย่างง่าย.....15
รูปที่ 3.1.5 การรับส่งข้อมูลสวนทางกันได้แบบผลัดกันส่งหรือ
Half Duplex.....16
รูปที่ 3.1.6 โมเด็มช่วยให้คอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์.....17
รูปที่ 3.1.7 การรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ เราสามารถรับส่งข้อมูล
กับจุดต่างๆ ได้หลายแห่ง โดยหมุนเบอร์ปลายทางผ่านชุมสาย.....19
รูปที่ 3.1.8 สายโทรศัพท์รับส่งสัญญาณได้ในช่วง 300 Hz.
ถึง 3,400 Hz.เท่านั้น.....22
รูปที่ 3.1.9 สัญญาณ 0 และ 1 จะใช้ความถี่คนละความถี่ในการผสม
สัญญาณแบบ FSK.....23
รูปที่ 3.1.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงมุมของช่วงคลื่นหรือ Phase.....25
รูปที่ 3.1.11 คอมพิวเตอร์สั่งงานโมเด็มโดยใช้ AT command.....27
รูปที่ 3.2.1 แสดง วงจร BASIC BTAMP.....32
รูปที่ 3.2.2 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานภายในบอร์ด.....33
รูปที่ 3.2.3 แสดง วงจร ET-BASIC STAMP.....34
รูปที่ 3.3.1 แสดงขนาดและตำแหน่งของไมโครคอนโทรลเลอร์
ตระกูล PIC 16C5X.....37
รูปที่ 3.3.2 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16C5X.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.3.3 การจัดหน่วยความจำภายในของ PIC 16C5X.....41
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม.....45
รูปที่ 4.2 แสดงการใส่หมายเลขโทรออก.....46
รูปที่ 4.3 แสดงการหมุนโทรศัพท์ไปยังคู่สายปลายทาง.....47
รูปที่ 4.4 แสดงผลการโทรไม่ติด หรือคู่สายปลายทางไม่ว่าง.....48
รูปที่ 4.5 แสดงผลการติต่อเมื่อโทรหรือคู่สายปลายทางว่าง.....48
รูปที่ 4.6 แสดงวงจร Basic Stamp.....49
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ
ไฟสลับ 220 โวลต์.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

การสื่อสารข้อมูลได้มีมาเป็นเวลานานในประวัติของมนุษย์ชาติ เช่น การใช้นกพิราบสื่อสารของชาวจีน การส่งควันไปขึ้นไปในอากาศของอินเดียแดงเป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลทั้งสิ้น ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารและโทรคมนาคม มีความก้าวหน้ามากและเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างยิ่ง เพื่ออำนวยความสะดวกอีกทั้งยังง่ายต่อการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ ถ้าเราสามารถบริหารหรือใช้งานให้เต็มที่ ก็จะช่วยเพิ่มความคล่องตัวอีกทั้งการประหยัดทั้งเงินและเวลาอย่างมาก ด้วยแนวคิดดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการจัดทำ **การประยุกต์คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล (Computer Applied for Remote Machine Manufacturing Operation Control)** ซึ่งจะสามารถบริหารงานและจัดการงานที่ดั่งค้างอยู่ให้สำเร็จโดยที่คนสั่งงาน สามารถสั่งการจากที่บ้านหรือสถานที่อื่น ๆ ได้

1.2 ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาวิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
3. จัดทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา
4. ทดลองอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้งาน
5. สรุปผลการทดลองและข้อคิดเห็น

1.3 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานพิเศษ

1. เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต.
2. เพื่อเป็นการจัดการและบริหารงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด.
3. เพื่อนำความรู้ทางด้าน IT มาประยุกต์เข้ากับงานในปัจจุบัน เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลผ่านตัวกลางโดยใช้ Computer เป็นตัวจัดการ.
4. เป็นการศึกษาและใช้งาน Program และ Software ตัวอื่น และนำมาดัดแปลงเข้ากับงานในปัจจุบัน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ลำดับขั้นการทำงานของโครงการพิเศษนี้

หลังจากวิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน และศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาแล้ว หลักการในการออกแบบโครงสร้างของโครงงานพิเศษนี้ จึงต้องมีการศึกษาทฤษฎีในการส่งผ่านข้อมูลด้วย โดยในโครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาถึง

- โมเด็ม
- Microcontroller BASICSTAMP
- Microcontroller PIC16C56

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนในการผลิต โดยปัจจุบันบริษัทต้องมีการ Re-Work ซึ่งถ้าใช้ระบบนี้Controlได้สมบูรณ์ จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็นลดลงได้ คิดเป็นจำนวนเงิน 60,000 บาท ต่อเดือน โดยที่ลงทุนอุปกรณ์ทั้งหมดประมาณ 5,000 บาท ต่อชุด
2. สามารถลดของเสียและอัตราส่วนของการทำงานผิดพลาดให้น้อยลงที่สุดโดยตั้ง Target LAR 99.95%. (Lot Aceptable Ratio)
3. สามารถบริหารงานและสั่งงานได้โดยไม่ต้องเข้าไปที่โรงงาน เป็นการประหยัดเงินและประหยัดเวลาโดยเฉพาะในวันหยุด.
4. เป็นต้นแบบของการนำไปดัดแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับงานยิ่งขึ้น.
5. เป็นการพัฒนาบุคลากรและทำให้ตระหนักถึงหน้าที่ความรับผิดชอบ.
6. เป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานในปัจจุบัน.
7. ทำให้คุ้นเคยกับ Program Visual Basic และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้.
8. ทำให้เข้าใจการทำงานของระบบ Micro Controller และนำไปใช้งานได้.
9. ทำให้เข้าใจหลักการทำงานของ Modem ในการส่งผ่านข้อมูล.
10. ช่วยในด้านศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองเพิ่มพูนประสบการณ์ในการทำงาน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน

2.1 วิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน

ในปัจจุบันบริษัทประกอบธุรกิจในลักษณะของการ Testing IC. (Burn - in) โดยการนำเอาตัวงาน IC บรรจุลงบน Board และนำเข้าตู้อบ Oven เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้า ,สัญญาณทางไฟฟ้าและความร้อนเพื่อเป็นการทดสอบ Reliability โดย Oven 1 ตัว จะใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 20 kW. โดยที่บริษัทมี Oven ทั้งหมดประมาณ 40 ตัว (ภาคผนวกที่ 1 Work station layout system)

ขั้นตอนการ Operate Oven จะใช้เป็นในลักษณะ Manual Control ซึ่งโดยปกติแล้วจะมี Schedule ตาม Production Plan. แต่จะพบว่า Oven บางตัวไม่ถูก on - off ตาม Schedule ในกรณีที่ไม่มีงานโดย Oven มีคุณสมบัติที่จะต้องมีการ Warm up และ Cool Down ตลอดเวลา

ในการทำงานจริงถ้าคนมา Operate พบก็จะสามารถ off oven ได้ แต่ในกรณีที่เป็นวันหยุดหรือในกะดึก จะพบว่า Oven ถูกเปิดทิ้งไว้บ่อยมาก (ภาคผนวกที่ 2 Organization chart)

วิธีแก้ไข :-ถ้าสามารถสร้างระบบใหม่ขึ้นมา Monitor หรือ Control ได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตและการจัดการ ดังนั้นจึงคิดค้นและพัฒนาระบบ **"การประยุกต์คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล"** ขึ้น

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ศึกษาระบบงานของโรงงานทั้งหมดโดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องการผลิต
   1.1 ศึกษาถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของระบบงานในปัจจุบัน ซึ่งสามารถแยกเป็นหัวข้อใหญ่ได้ดังนี้
      - ค่าแรงงาน 5.8%
      - ค่าวัสดุในการผลิต 1.6%
      - ค่าแรงงานทางอ้อม 4.9%
      - ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในโรงงาน 12.42%
      - ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการบริหาร, ค่าใช้จ่ายของ office, ค่าขนส่ง, ค่าสวัสดิการ และ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 37.2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภาคผนวกที่ 3 งบแสดงรายการดำเนินการ)

จากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จะมีอัตราส่วนในอัตราสูงมากในการลดต้นทุนในการผลิต สามารถดำเนินการหลักใหญ่ ๆ ได้ 3 หัวข้อคือ

1. ตัดค่าใช้จ่ายลง เช่น ลดเงินเดือนพนักงาน, จ้างออก, ตัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออก เช่น ลดค่าน้ำ, ค่าไฟฟ้า, และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่ไม่จำเป็น
2. เพิ่มประสิทธิของคน, เครื่องจักร เช่น การ Training การลด Down time ของเครื่องจักร, การปรับปรุงสภาพเครื่องจักร
3. ใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ทันสมัยมาทดแทนแรงงานคนหรือทดแทนเครื่องเก่า เช่น การใช้ Computer ช่วยในการทำงาน, การสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่มาแทน

1.2 วิเคราะห์หาข้อบกพร่องและการแก้ไข

ในปัจจุบันโรงงานประกอบธุรกิจในลักษณะการให้บริการทดสอบตัว IC Burn - in Service โดยที่จะนำตัว IC จากลูกค้ามาดำเนินการตามขั้นตอนของ Burn - in (ภาคผนวกที่ 4 Process Flow ของการ Burn-in)

ในขั้นตอนการ Burn - in จะพบส่วนที่ยังผิดพลาดอยู่ คือ

1. ถ้า Burn - in แล้วไม่สามารถส่งไปทดสอบต่อได้ภายใน 96 ชม. จะต้องถูกนำกลับมา Burn - in ใหม่
2. ถ้า Burn - in ไม่ครบตามชั่วโมงหรือ Burn - in มากกว่าชั่วโมงที่ต้องการต้องกลับมา Burn - in ใหม่
3. ถ้า Burn - in แล้ว มีการ Interrupt หรือ M/C Down ในช่วงเวลาที่กำหนดจะต้องนำกลับมา Burn - in ใหม่
4. การ Burn - in มีการเปลี่ยนแปลง Schedule โดยลูกค้าตลอดเวลาทำให้การ Burn - in ต้อง Up-date อยู่ตลอดเวลา
5. การ Burn - in จะ Follow ตาม Specification ของลูกค้า ซึ่ง Period ในขบวนการ กินเวลานานถึง 8 ชั่วโมง ถึง 1,000 ชั่วโมง

(ภาคผนวกที่ 5 MILITARY STANDARD และ Specification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กรณีศึกษา</u>

1. พบงาน Burn - in over Specification 1 Lot

วันที่ 25 ม.ค. 41 Lot No. 269380,269532,269734 (ภาคผนวกที่ 6 ตารางแสดงเวลาในการทำงานของเครื่องจักร) Duration 20 ชั่วโมง แต่พบงาน Burn - in ถึง 28 ชั่วโมง ทำให้ตัวงานมีค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบไม่ได้ ต้องส่งกลับมา Re - Burn - in ใหม่ในวันที่ 3 มี.ค. 41 ซึ่งจะต้องดำเนินต่อไปนี้

- ต้องแจ้งให้ทางลูกค้าทราบและตัดสินใจ
- ต้องทำการ Re - Burn - in ใหม่ในกรณีที่ตัวงานไม่เสียหายหรือตามที่ลูกค้าต้องการ
- ต้องชดเชย ค่าเสียหายให้กับลูกค้าในกรณีที่ตัวงานเสียหาย

(ภาคผนวกที่ 7 สัญญาและข้อตกลงในการดำเนินธุรกิจ)

ในกรณีนี้ ตัวงานได้ส่งกลับไปให้ลูกค้าทำการตรวจสอบและส่งคืนมาทำการ Re - Burn - in

<u>ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น</u>

จำนวนตัวงานทั้งหมด	1,600	ตัว
ชั่วโมงที่ Burn - in	20	ชั่วโมง
ราคาที่ให้บริการ Unit Price (ภาคผนวกที่ 8 ราคาของการ Burn-in)	0.085	USD.
ค่าใช้จ่ายในการ Re - Burn - in 1,600 x 0.085 =	136	USD.

<u>ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร</u>

(ภาคผนวกที่ 9 ต้นทุนในการ Burn-in)

ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการซ่อมบำรุงเดือน มกราคม	110,387	บาท
เครื่องจักใช้งาน	223,216	ชั่วโมง
เฉลี่ย 1 ชม. ต้องเสีย ค่าบำรุงรักษา	0.49	บาท
Burn - in over Period สำหรับกรณีนี้ 28 ชม. ต้องเสียค่าใช้จ่าย	13.72	บาท
ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น (136 x 45) + 13.72 บาท	6,133.72	บาท

<u>หมายเหตุ</u> : อัตราแลกเปลี่ยน 45 บาท ต่อ 1 USD.

ปัญหาของกรณีนี้คือ งานที่จะต้องการที่จะ Burn-in ด้วยเวลา 20 ชั่วโมง แต่การควบคุมผิดพลาดทำให้เวลาเกินไป 8 ชั่วโมง ซึ่งต้องนำงานกลับมา Burn-inใหม่อีก 20 ชั่วโมง ทำให้ลูกค้าเกิดความสูญเสียในการทำงานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้น

- ไม่มีการควบคุมเครื่องจักรในขณะเวลานั้น
- เครื่องจักร (oven) ทำงานโดยระบบ Manaul
- การทำงานผิดพลาดของคนงาน, ช่าง
- ไม่มี Plan ในการ in - out oven
- QC. ไม่มีการตรวจสอบ
- มีงานแทรกเข้าระหว่างการ Burn - in ทำให้เวลา out เลื่อนไป
- เครื่องจักร (oven) Down ต้องเลื่อนเวลา out oven

ตารางที่ 2.2.1 แสดงการวิเคราะห์ปัญหา

สาเหตุของปัญหา	การวินิจฉัย	ผลลัพท์
1. ไม่มีการควบคุมเครื่องจักร ในเวลานั้น	1. วันที่ out เป็นวันหยุดและไม่มีคนดูแล	1. เกิดปัญหาขึ้น
2. เครื่องจักร(oven)ทำงานโดยระบบ manual	2. เป็นเครื่องจักรรุ่นเก่ายังไม่มีระบบ	2. อัตโนมัติในการ Control.
3. การทำงานผิดพลาดของคนงาน, ช่าง	3. ช่างยอมรับ งานออกช่วงเวลาดังกล่าวทำงานผิดพลาด	3. เกิดปัญหาขึ้น
4. ไม่มี plan ในการ in-out oven	4. ตาม Schedule มีงาน In - out ระบุชัดเจน	4. ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริง
5. QC. ไม่มีการตรวจสอบ	5. QC. ทำการตรวจสอบหลังจาก Burn - in แล้ว	5. ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริง
6. มีงานแทรกเข้าในระหว่าง Burn-in	6. เป็นการ Burn -in ตาม Schedule ปกติไม่มีงานแทรกเข้า	6. ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริง
7. เครื่องจักร (oven) เสียในระหว่างการ Burn-in	7. ไม่มีการหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมแซมในเวลานั้น	7. ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริง

สาเหตุที่แท้จริง

1. ไม่มีการควบคุมเครื่องจักรในขณะนั้น
2. เครื่องจักรทำงานโดย Manual
3. คนงาน ช่าง ทำงานผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2.2 แสดงการวิเคราะห์และหาวิธีแก้ไข

สาเหตุ	การแก้ไข	ปัญหาที่เกิดขึ้น
1. ไม่มีการควบคุมเครื่องจักรในขณะนั้น	1.1 มอบหมายงานให้ช่างและจ่ายค่าล่วงเวลาพิเศษ 1.2 กำหนดเวลางาน out 1.3 ใช้เครื่องจักร (oven) ที่เป็นระบบอัตโนมัติ	1.1 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นปัจจุบันล่วงเวลาประมาณ 15% ของค่าแรงงานทั้งหมด(ภาคผนวกที่ 3) 1.2 ไม่สามารถกำหนดเวลา out ของงานได้เพราะลูกค้าเป็นผู้กำหนดและในเรื่องการขนส่ง
2 . เครื่องจักรทำงานโดยระบบ manual	2.1 มอบหมายงานให้ช่างและจ่ายค่าล่วงเวลาพิเศษ 2.2 กำหนดเวลางาน out 2.3 ใช้เครื่องจักร (oven) ที่เป็นระบบอัตโนมัติ 2.4 ดัดแปลงแก้ไขเพิ่มเติมอุปกรณ์บางอย่างเข้าที่เครื่องจักร	2.1 เสียค่าใช้จ่ายแรงงานเพิ่มขึ้น (ภาคผนวกที่ 3) 2.2 ไม่สามารถกำหนดเวลา out ได้ ขึ้นอยู่กับลูกค้า 2.3 ค่าใช้จ่ายสูงมากประมาณ 200k USD. (ภาคผนวกที่ 10) 2.4 ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติม
3. คนงานทำงานผิดพลาด	3.1 ให้ใบเตือน 3.2 ทำการ Re-training 3.3 ใช้เครื่องจักรที่เป็นระบบอัตโนมัติมาช่วยงาน 3.4 ใช้อุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมในการทำงาน	3.1 มีผลต่อขวัญและกำลังใจพนักงาน 3.2 เสียเวลาเสียค่าใช้จ่ายได้ผลไม่เป็นที่พอใจ 3.3 ค่าใช้จ่ายสูง ประมาณ 200k USD. (ภาคผนวกที่ 10) 3.4 ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแก้ไข

จะเห็นว่าวิธีที่จะแก้ไข ก็คือการนำเอาอุปกรณ์ เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการทำงาน

OPTION 1 ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ (Automatically oven)

OPTION 2 ดัดแลงเพิ่มเติมอุปกรณ์ควบคุมพิเศษ (Computer Application for remote Machine Manufacturing Control)

OPTION 3 ใช้อุปกรณ์ตั้งเวลา ในการทำงาน

ตารางที่ 2.2.3 แสดงทางเลือกในการแก้ปัญหา

ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3
1. ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ	2. ดัดแปลงเพิ่มเติมอุปกรณ์ควบคุมพิเศษ.(Computer Application For Remote Manufacturing Operation Control ,CARMOC)	3. ใช้อุปกรณ์ตั้งเวลา (TIME) ช่วย
ข้อดี	ข้อดี	ข้อดี
1. สามารถควบคุมได้อย่างอัตโนมัติทุกอย่าง	1. ราคาไม่สูง 2. ระยะเวลาไม่นาน 1-2 สัปดาห์ 3. ใช้งานได้สะดวกและควบคุมง่ายมีความยืดหยุ่นสูง 4. สร้างขึ้นมาใหม่ง่ายอุปกรณ์ไม่สลับซับซ้อน	1. ราคาไม่สูง 2. ระยะเวลาไม่นาน 3. ดัดแปลงแก้ไขง่าย
ข้อเสีย	ข้อเสีย	ข้อเสีย
1. ราคาสูงมาก ประมาณ 200k USD. 2. ระยะเวลาในการสั่งซื้อ 6-8 เดือน 3. ต้องมีการ Training ใหม่ 4. ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในกรณีที่มีงานแทรก	1. ต้องติดต่อส่งผ่านข้อมูลผ่านทางโทรศัพท์	1. ไม่ยืดหยุ่น 2. เวลาในการใช้งาน เพิ่มเติมไม่ได้ 3. ระยะเวลาจำกัดแค่ 168 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปทางเลือก

ทางเลือกที่ 1 ค่าใช้จ่าย 200k USD.

ทางเลือกที่ 2 ค่าใช้จ่าย ต่อ 1 set 100 USD. สำหรับ Oven 8 Sets

ทางเลือกที่ 3 ค่าใช้จ่าย ต่อ 1 set 250 USD. สำหรับ 1 ตู้ OVEN

หมายเหตุ :- ทั้งทางเลือกที่ 2 , 3 ต้องเพิ่มอุปกรณ์ Power Sequencer อีกชุดละ 500 USD. ต่อ 1 OVEN

ตารางที่ 2.2.4 แสดงทางเลือกต่าง ๆ

ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
1. Oven 40 Sets ราคา Sets ละ 200k USD. TOTAL 8000k USD.	1. Oven 40 Sets ราคาอุปกรณ์ 100 USD. ต่อ 8 Sets 500 X 40 = 20,000 USD. TOTAL 500+20,000 = 20,500 USD.	1. Oven 40 Sets ราคา Time 250 X 40 = 10,000 USD. Power Sequencer 500 X 40 = 20,000 USD. TOTAL 30,000 USD.

สรุป ทางเลือกที่ 2 จะเป็นวิธีที่น่าจะเลือกดำเนินการมากที่สุด

จากกรณีศึกษา

ในเดือนมกราคมพบงานที่ต้อง ทั้งหมด 3 Lots จำนวน 2,916 PCS. จากจำนวน Burn-in 223,216 ชิ้น ต้อง Re-Burn-in 172 ชั่วโมง

Package DIP 16 Leads Lot NO. 269380 QTY 1600 PCS.

Burn-in Unit Price 0.085 USD. = 136 USD.

Package PLCC 68 Leads Lot NO. 269532 QTY 1200 PCS.

Burn-in Unit Price 0.155 USD. = 186 USD.

Package SOIC 8 Leads Lot NO. 269734 QTY 116 PCS.

Burn-in Unit Price 0.115 USD. = 13.34 USD.

Total Cost Of Re-Burn-In = 335.34 USD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานพิเศษนี้

ในช่วง July-Dec ปี พ.ศ. 2540 มีงาน Burn-in ทั้งสิ้น 1,513,633 ชั่วโมง มีงานต้อง Re-Burn-In ทั้งสิ้น 10 Lots 1,289 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 8,000 USD. (ภาคผนวกที่ 11)

ประมาณในปี 2541 จะมีงานผิดพลาดในลักษณะเดียวกันนี้คิดเป็นเงิน 6,000 - 7,000 USD. ดังนั้น ที่ลงทุนเพื่อโครงการนี้ 20,500 USD.

1. จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาประมาณ 3 ปี
2. ระยะเวลาของอุปกรณ์ที่ใช้งาน ประมาณ 7 ปี

(ภาคผนวกที่ 12)

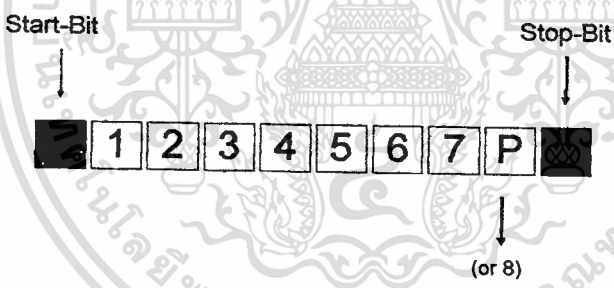
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎี

3.1 โมเด็ม

3.1.1การรับส่งข้อมูลแบบ อนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นมีชื่อเรียกว่า Serial Interface หรือ RS-232C การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะนำข้อมูลหนึ่งไบต์ส่งออกไปทางสายทีละหนึ่งบิตเรียงกันไปจนครบ 8 บิต จากการที่ส่งข้อมูลเรียงกันไปนี้ จำนวนสายที่ส่งข้อมูลจึงมีเพียง 3 ถึง 5 เส้นเท่านั้น ความซับซ้อนอยู่ตรงที่ทำอย่างไรทางด้านรับจึงจะรู้ว่า ข้อมูลมาถึงเมื่อไร ตรงไหนคือข้อมูลบิตแรก บิตที่สอง ไปจนถึงบิตสุดท้าย เราจึงต้องเพิ่มส่วนเริ่มต้นข้อมูลและส่วนปิดท้ายข้อมูลเข้าไปด้วย เรียกว่า Start Bit และ Stop Bit



รูปที่3.1.1 Start Bit และ Stop Bit จะช่วยให้คอมพิวเตอร์แยกข้อมูลแต่ละตัวออกมาได้อย่างถูกต้อง

คราวนี้ผู้รับหรือคอมพิวเตอร์ที่รับข้อมูลก็จะสามารถแยกแยะสัญญาณที่ได้รับออกมาเป็นข้อมูลได้ถูกต้อง ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมก็คือ เหมาะสำหรับส่งข้อมูลระยะทางไกล มากกว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน เพราะใช้จำนวนสายน้อยกว่าและระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งมีค่า +12 โวลต์ กับ -12 โวลต์ ทำให้เราสามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง 35 เมตร โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าช่วยเลย ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมคือ ความเร็วในการส่งข้อมูลจำกัดอยู่ที่ 19,200 บิตต่อวินาทีสูงสุด นับว่าช้ากว่าการส่งข้อมูลแบบขนานอยู่มากทีเดียว นอกจากนี้วงจรฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังมีราคาแพงกว่าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้ เราต้องคำนึงถึงรายละเอียดในการส่งข้อมูลมากกว่าการส่งแบบขนานหลายอย่าง เช่น ความเร็วในการรับส่งข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จำนวนบิตของข้อมูล ฯลฯ ทั้งหมดนี้ถ้ามีอะไรไม่ตรงกันระหว่างผู้รับและผู้ส่ง การส่งข้อมูลแบบอนุกรมก็จะผิดพลาดหรือรับส่งกันไม่ได้

สายเคเบิลของ RS-232C

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า RS-232C นั้น ใช้กันมากในการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์กับโมเด็ม คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบต่างๆ เช่น เมาส์ เครื่องวาดภาพ(Plotter) เครื่องพิมพ์บางชนิดที่ใช้พอร์ตอนุกรม รวมทั้งอุปกรณ์วัดสัญญาณต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็มักรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง RS-232C นี้ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมจึงจัดเป็นมาตรฐานที่ใช้กันกว้างขวางวิธีหนึ่ง

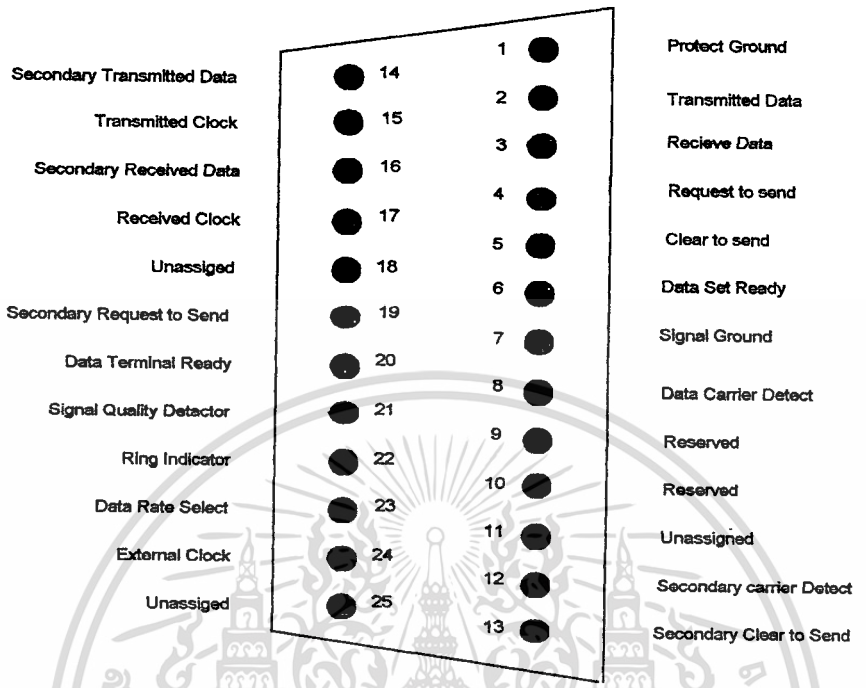
มาตรฐานของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม(RS-232C) นี้ มีการกำหนดขึ้นมาเพื่อให้คอมพิวเตอร์ต่างยี่ห้อกัน หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงแต่ละชนิดรับส่งข้อมูลกันได้ เมื่อทำตามมาตรฐานนี้ โดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์นั้นจะผลิตมาจากที่ใด โดยมีการกำหนดรายละเอียดในการรับส่งข้อมูล เช่น ข้อต่อ(Connector) ที่ใช้เป็นแบบใด มีสัญญาณที่ใช้กี่เส้น แต่ละสัญญาณทำหน้าที่อะไร และใช้ระดับแรงดันไฟฟ้าเท่าไรในการรับส่งข้อมูล ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเป็นเท่าใดบ้าง ใช้ข้อมูลกี่บิตในการรับส่งข้อมูล ฯลฯ อุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์ก็จะทำตามมาตรฐานนี้ ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างไม่มีปัญหา ในตอนนี้เราจะมาดูรายละเอียดกันว่า สัญญาณต่างๆ ของ RS-232C มีอะไรบ้าง และสายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อส่งข้อมูลกันจะต้องต่อสายอย่างไร

ขาต่างๆของ RS-232C

เริ่มจากตัวข้อต่อ (Connector) ระหว่างสายเคเบิลทั้งสองปลาย จะใช้ข้อต่อแบบ 25Pin รูปร่างหน้าตัดคล้ายตัว "D" มีชื่อเรียกว่า DB-25 ดังแสดงในรูป 3.1.2

กำหนดการใช้งานเอาไว้ทั้งหมด 22 ขา ไม่ได้ใช้ 3 ขา สัญญาณแต่ละขาจะทำหน้าที่ของมันตามที่กำหนดเอาไว้ แต่ปรกติแล้วในการรับส่งข้อมูลทั่วไปเราใช้สัญญาณเพียง 8 ถึง 9 เส้นเท่านั้นก็พอ สัญญาณที่เหลือเราไม่นำมาใช้ เนื่องจากว่าบางเส้นเป็นสัญญาณรับส่งข้อมูล และสัญญาณควบคุมของช่องสัญญาณสำรอง(Secondary Channel) บางเส้นปล่อยว่างไว้ และบางเส้นใช้สำหรับงานพิเศษบางอย่างเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.2 แสดงข้อต่อแบบ DB-25 และขาต่างๆของมัน

สายเคเบิลที่ใช้รับส่งข้อมูลส่วนมากจึงใช้สายเพียง 8 ถึง 9 เส้นเท่านั้นจากข้อต่อ 25 ขา สัญญาณแต่ละเส้นเรียงตามลำดับดังนี้ ขาที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,และ 20 กับ 22 โดยที่ขาที่ 1 (Protective Ground) นั้น มักจะไม่จำเป็นต้องต่อใช้งาน จึงเหลือจำนวนสายที่ใช้เพียง 9 เส้น หน้าที่ของสัญญาณแต่ละเส้นก็คือ

- ขาที่ 1 (Protective Ground) เป็นสายดินของอุปกรณ์
- ขาที่ 2 (Transmitted Data) ใช้สำหรับส่งข้อมูล
- ขาที่ 3 (Received Data) ใช้สำหรับรับข้อมูล
- ขาที่ 4 (Request to Send) เป็นสัญญาณขอทำการส่งข้อมูล
- ขาที่ 5 (Clear to Send) เป็นสัญญาณตอบรับว่าเริ่มส่งข้อมูลได้
- ขาที่ 6 (Data Set Ready) เป็นสัญญาณแสดงว่าตัวรับพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว
- ขาที่ 7 (Signal Ground) เป็น Ground ของสัญญาณรับส่ง
- ขาที่ 8 (Data Carrier Detect) เป็นตัวบอกว่าทั้งตัวรับและตัวส่งต่อถึงกันเรียบร้อย แล้วพร้อมที่จะทำการรับส่งข้อมูล ในกรณีที่ใช้ต่อกับโมเด็ม ขานี้จะเป็นตัวบอกว่าโมเด็มทั้งสองด้านต่อถึงกันได้แล้วโดยมีสัญญาณ Carrier ส่งถึงกัน
- ขาที่ 20 (Data Terminal Ready) เป็นสัญญาณแสดงว่าตัวส่งพร้อมที่จะส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาที่ 22 (Ring Indicator) เป็นขาแสดงแทนกริ่งโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา การเชื่อมต่อบางอย่างก็จะไม่ใช้ขาที่ 22 นี้ในการทำงาน

ส่วนขาอื่นๆที่เหลือนั้น ส่วนมากมีหน้าที่คล้ายกับ 8 ขาแรกที่กล่าวมา และบางเส้นใช้กับงานพิเศษเท่านั้นจึงไม่ขอกล่าวถึง ขาที่เราใช้สำหรับรับส่งข้อมูลของข้อต่อแบบ DB-25 จึงเหลือเพียงขา 2,3,4,5,6,7,8,20 และ 22 ยกเว้นการต่องานบางอย่างถึงจะต่อครบทุกเส้น

DB-25 และ DB-9

จากการที่ข้อต่อแบบ 25 ขา เราใช้งานจริงเพียง 9 ขาเท่านั้น เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆ จึงได้ลดข้อต่อลงมาใช้แบบ 9 ขาแทน ซึ่งเราเรียกข้อต่อแบบนี้ว่า DB-9 การใช้ข้อต่อแบบ DB-9 นี้มีข้อดีหลายอย่างคือ ขนาดเล็กกะทัดรัด ราคาของข้อต่อถูกกว่า การต่อสายเคเบิลสะดวกขึ้น และการใช้งานคล่องกว่า DB-25 สัญญาณต่างๆของข้อต่อแบบ DB-9 บางเส้นจะตรงกับที่ใช้ใน DB-25 ดังที่แสดงในตารางเปรียบเทียบ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ IBM และรุ่นใหม่ๆ มักจะใช้ข้อต่อแบบ DB-9 สำหรับรับส่งข้อมูลอนุกรมทั้งนั้น แต่อุปกรณ์ต่อพ่วงส่วนมากยังคงใช้ข้อต่อแบบ DB-25 อยู่เราจึงต้องใช้สายเคเบิลที่เหมาะสมสำหรับทั้งสองด้านในการรับส่งข้อมูล

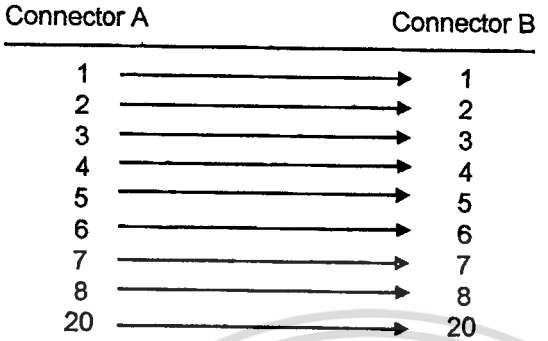
DB-9 Pin	DB-25 Pin	Assignment/Function
1	8	Carrier detect
2	3	Receive data
3	2	Transmit data
4	20	Data terminal ready
5	7	Signal Ground
6	6	Data set ready
7	4	Request to send
8	5	Clear to send
9	22	Ring Indicator

รูปที่ 3.1.3 การใช้งานรับส่งข้อมูลอนุกรม เราใช้สัญญาณเพียง 9 ขาเท่านั้น

สายเคเบิลของการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ สายตรง และสายสลับ ที่ต้องมี 2 สายแบบนี้ก็เพราะว่าการเชื่อมต่อส่งข้อมูลมี 2 กรณี คือ คอมพิวเตอร์ต่อกับคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อเราต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อรับส่งข้อมูลกัน สายสัญญาณรับส่งข้อมูลต้องสลับไขว้กัน เพื่อให้สัญญาณส่งของตัวแรกไปเข้าสัญญาณรับของตัวที่สอง เราจึงเรียกสายเคเบิลแบบนี้ว่าสายสลับ ส่วนการต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ต่อพ่วงนั้น สายสัญญาณของอุปกรณ์ต่อพ่วงเช่น โมเด็มและพล็อตเตอร์ (Plotter) มักจะสลับสัญญาณรอรับไว้ภายในแล้ว สายเคเบิลจากเครื่องคอมพิวเตอร์จึงต่อตรงเข้าแต่ละเส้นของอุปกรณ์ได้เลย เราจึงเรียกสายเคเบิลแบบนี้ว่าสายตรง กรณีที่วงจรของอุปกรณ์ต่อพ่วงไม่ได้สลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไว้ภายใน เราจึงต้องใช้สายสลับต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์นั้น ไม่จำเป็นต้องใช้สายตรงเสมอไป



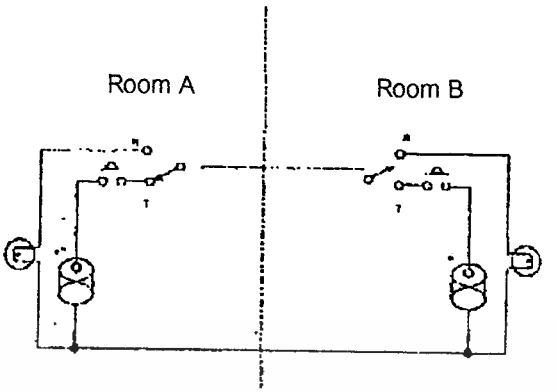
รูปที่ 3.1.4 การต่อสายตรงของ RS-232 อย่างง่าย

การต่อสายเคเบิลแบบสายตรงนั้นไม่ยุ่งยากเท่าใดนัก เนื่องจากสัญญาณแต่ละเส้นตามเบอร์ต่างๆของ DB-25 จะเชื่อมต่อเข้าหากันตรงๆ ทั้ง 8 เส้นหรือ 9 เส้น ตามสัญญาณที่ใช้อย่างที่กล่าวไว้ในตอนต้น เพียงเท่านี้ก็สามารถรับส่งข้อมูลได้ การที่สัญญาณรับส่งข้อมูลและสัญญาณควบคุมต่อเข้าคู่ของมันตรงๆ ทำให้สายเคเบิลแบบนี้ทำขึ้นอย่างง่ายๆได้ โดยใช้ข้อต่อแบบไม่ต้องบัดกรีและสายเคเบิลแบบแผ่น (Ribbon Cable) เท่านั้น

3.1.2 Full duplex และ Half duplex

ส่วนการรับส่งแบบที่สองนี้ เราเรียกว่า การรับส่งแบบ Half Duplex มีคุณสมบัติสามารถรับและส่งข้อมูลได้ แต่ว่าต้องสลับกันส่ง จะส่งพร้อมกันทั้ง 2 ด้านไม่ได้ อุปกรณ์ที่ใช้การติดต่อในแบบ Half Duplex ได้แก่ วิทยุมือถือ(Walkie-talkie) และ INTERCOM เป็นต้น เมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งส่ง อีกฝ่าย หนึ่งก็จะทำหน้าที่รับ จนกระทั่งฝ่ายแรกส่งจบฝ่ายหลังจึงจะกลับเป็นผู้ส่งได้ และฝ่ายส่งในตอนแรกก็จะเป็นผู้รับ สลับกันเช่นนี้เรื่อยไป ทั้ง 2 ฝ่ายจะเป็นผู้ส่งพร้อมกันไม่ได้ เพราะสัญญาณจะชนกันทำให้ฟังไม่รู้เรื่อง การรับส่งในแบบ Half Duplex นั้นทั้ง 2 ด้านสามารถทำหน้าที่รับและส่งได้ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Half-duplex Communication system

รูปที่ 3.1.5 การรับส่งข้อมูลสวนทางกันได้แบบผลัดกันส่งหรือ Half Duplex

แบบที่ซับซ้อนที่สุด ก็คือ การรับส่งในแบบสวนทางได้พร้อมกัน ซึ่งเรียกว่า Full Duplex การรับส่งแบบนี้ ผู้รับและส่งสามารถรับและส่งพร้อมๆกันในเวลาเดียวได้ ไม่จำเป็นต้องรอให้อีกฝ่ายหนึ่งส่งจบเสียก่อนอย่างใน Half Duplex ตัวอย่างเช่น การพูดโทรศัพท์ของเรา ถึงแม้ปรกติเมื่อผู้หนึ่งพูดอีกฝ่ายจะต้องคอยฟัง แล้วตอบกลับมาเมื่อฝ่ายแรกพูดจบซึ่งเป็นลักษณะของการติดต่อแบบ Half Duplex ก็ตามแต่ เราอาจจะพูดพร้อมๆกัน หรือพูดสวนกลับไปได้ทันทีโดยยังคงฟังอยู่เหมือนเดิม ลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่าติดต่อกันแบบFull Duplex การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง มีใช้ทั้งแบบ Half Duplex และ Full Duplex ขึ้นอยู่กับลักษณะของการเชื่อมต่อ และงานของมัน

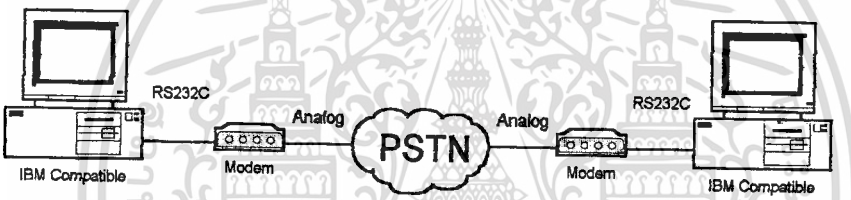
3.1.3 โมเด็มและหลักการทำงาน

การรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระยะทางไม่ไกลมากนัก เราอาจใช้การรับส่งแบบอนุกรม (RS-232C) ซึ่งส่งข้อมูลดิจิตอลของคอมพิวเตอร์ไปตามสายจนถึงผู้รับได้ กรณีนี้เราสามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลถึง 35 เมตรตามคุณสมบัติของ RS-232C หรือถ้าสายเคเบิลที่ใช้มีคุณภาพดีอาจส่งได้ไกลถึง 150 เมตรที่มีความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที แต่สำหรับระยะทางที่ไกลมากๆ เช่น หลายสิบกิโลเมตร หลายร้อยกิโลเมตรจนถึงหลายพันกิโลเมตร การส่งข้อมูลแบบดิจิตอลออกไปโดยตรงจะไม่เหมาะสมหลายอย่าง ปัญหาที่สำคัญก็คือ คลื่นรูปสี่เหลี่ยมของสัญญาณดิจิตอล เมื่อส่งไปไกลๆจะเพี้ยนหรือมีรูปร่างผิดไปจากเดิมได้ง่าย ทำให้สายส่งและวงจรรับส่งสัญญาณดิจิตอลต้องถูกออกแบบมาเป็นอย่างดี ราคาของสายส่งสัญญาณแบบดิจิตอลจึงมีราคาแพงกว่าสายส่งสัญญาณแบบอนาล็อกมาก ในทางปฏิบัติเราอาจรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง โดยใช้สัญญาณดิจิตอลผ่านสายส่งได้ ซึ่งทั้งสายส่งและวงจรเชื่อมต่อทั้งหมดเป็นแบบดิจิตอล แต่ค่าใช้จ่ายจะมีราคาแพงมาก จนกระทั่งไม่ค่อยคุ้มที่จะทำเช่นนี้ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ หาทางส่งข้อมูลไปตามสายส่งในแบบอนาล็อกแทน การทำเช่นนี้เราจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เข้าช่วยแปลงสัญญาณในการรับส่งข้อมูลทั้ง 2 ด้าน ซึ่งเป็นที่มาของโมเด็มนั่นเอง

โมเด็ม (MODEM) จะทำหน้าที่ แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ที่ส่งมาทาง RS-232C ให้กลายเป็นสัญญาณอนาล็อกแล้วส่งออกไปตามสายส่ง กระบวนการนี้เราเรียกว่าการ Modulate สัญญาณเมื่อถึงปลายทางโมเด็มก็จะแปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้รับกลับมาเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งให้คอมพิวเตอร์ต่อไปในรูปของสัญญาณดิจิตอลผ่านทาง RS-232C เช่นกัน กระบวนการแปลงสัญญาณกลับนี้ เรียกว่า Demodulation ชื่อของโมเด็มก็ได้จากการทำงานทั้งสองแบบนี้นั่นเอง



รูปที่3.1.6 โมเด็มช่วยให้คอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ได้ โดยเปลี่ยนสัญญาณให้เป็นเสียงก่อน

สัญญาณอนาล็อกมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะส่งไปไกลๆมากกว่าสัญญาณแบบดิจิตอล เพราะว่าสัญญาณอนาล็อกจะเพี้ยนหรือมีรูปร่างผิดไปจากเดิมยากกว่า และสูญเสียกำลังในสายส่งน้อยกว่า ทำให้ส่งได้ระยะทางไกลมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถกรองสัญญาณรบกวนบางส่วนที่ไม่ต้องการ(Filter) ออกได้อีกด้วย ราคาของสายส่งและอุปกรณ์เชื่อมต่อก็มีราคาถูก เราจึงจำเป็นต้องใช้โมเด็มในการรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ระยะทางไกลผ่านสายส่งอนาล็อก

จากการที่โมเด็มแปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้กลายเป็นสัญญาณอนาล็อกในการรับส่งข้อมูลนี้เอง ถ้าโมเด็มแปลงสัญญาณออกมาอยู่ในรูปของเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกแบบหนึ่ง เราก็สามารถรับส่งข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ได้ โมเด็มทั่วๆไปที่เราใช้งานจะเป็นโมเด็มที่แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปคลื่นเสียงทั้งนั้น มีโมเด็มบางชนิดที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกความถี่สูง แต่โมเด็มแบบนี้มีใช้งานน้อยและส่งข้อมูลโดยใช้สายส่งพิเศษจะส่งผ่านสายโทรศัพท์ธรรมดาไม่ได้ เราจึงเน้นเฉพาะโมเด็มที่ทำงานในย่านความถี่เสียงเท่านั้น ไม่ว่าโมเด็มจะเป็นแบบไหนก็ตาม เมื่อได้รับข้อมูลดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์ มันจะเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณอนาล็อก จากนั้นก็นำสัญญาณอนาล็อกที่ได้นี้มารวมเข้ากับสัญญาณพาหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Carrier Wave) แล้วส่งออกไปทางสายส่งข้อมูล สัญญาณพาหะนี้จะทำหน้าที่พาข้อมูลที่อยู่ในรูปสัญญาณอนาล็อกไปจนถึงปลายทาง

โมเด็มสำหรับ Leased Line และ Dial up line

โมเด็มแบ่งตามการใช้งานได้ 2 แบบ คือ โมเด็มที่ใช้กับสายตรง (Leased Line) และโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์ (Dial Up Line) โมเด็มที่ใช้กับสายตรงหรือสายเช่าจะส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง(9,600 บิตต่อวินาทีหรือสูงกว่า) ผ่านสายไปยังจุดหมายปลายทางตายตัว ซึ่งเป็นการติดต่อในลักษณะจุดต่อจุด (Point to Point) จะต่อไปยังจุดอื่นๆไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นการใช้ติดต่อส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีข้อมูลส่งไปมาเป็นจำนวนมาก เช่น เครือข่าย ATM ของธนาคาร, เทอร์มินัลของคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะเป็นมินิคอมพิวเตอร์หรือเมนเฟรม เป็นต้น การส่งข้อมูลมักจะส่งเป็นกลุ่มและมีซอฟต์แวร์ควบคุมการรับส่งโดยเฉพาะ ที่เราเรียกว่า การรับส่งแบบ Synchronous นั่นเอง

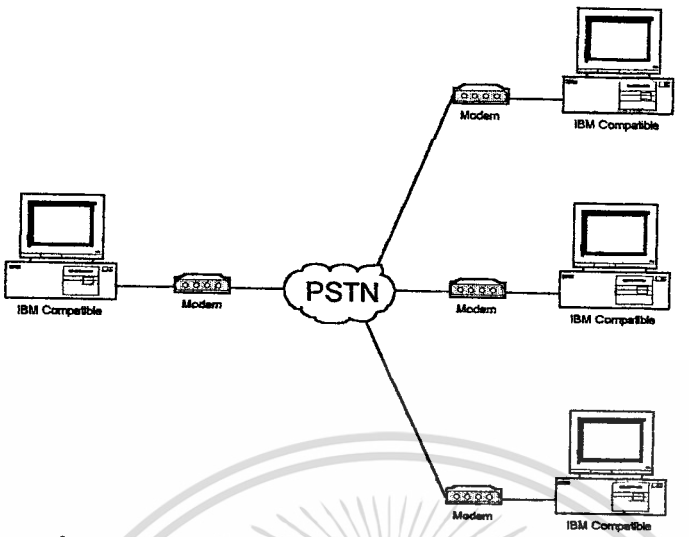
ข้อดีของโมเด็มแบบที่ใช้กับสายตรง คือ ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วสูง เนื่องจากสายส่งมีคุณภาพเหมาะสมกับงานส่งข้อมูลจำนวนมากระหว่างจุด 2 จุด ข้อเสีย ก็คือ ไม่สามารถเปลี่ยนจุดรับข้อมูลไปที่ต่างๆได้ จึงขาดความคล่องตัว

โมเด็มแบบใช้กับสายโทรศัพท์ จะรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วตั้งแต่ 300 บิตต่อวินาทีจนถึง 9,600 บิตต่อวินาที ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ที่เราใช้อยู่ เราสามารถรับส่งข้อมูลไปยังที่ต่างๆได้ตามต้องการ ไม่กำหนดจุดรับข้อมูลตายตัวเหมือนอย่างโมเด็มสายตรง เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและบริการรับส่งข้อมูลต่างๆ จะใช้โมเด็มแบบนี้ในการทำงานเกือบทั้งหมด การรับส่งข้อมูลจะเป็นการรับส่งทีละหนึ่งตัวอักษรไม่ส่งเป็นกลุ่มเรียกว่า รับส่งแบบ Asynchronous ปกติแล้วเรารับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ด้วยความเร็ว 1,200 ถึง 2,400 บิตต่อวินาทีเท่านั้น

ความเร็วสูงสุดที่เชื่อถือได้คือ 9,600 บิตต่อวินาที ถ้าใช้โมเด็มความเร็วสูงกว่านี้รับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์อาจทำได้ภายในบางจุด แต่ส่วนมากจะมีความผิดพลาดสูง จึงถือความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที เป็นความเร็วสูงสุดสำหรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ในปัจจุบัน

ข้อดีของการใช้โมเด็มแบบนี้ ก็คือ มีความคล่องตัวสูง สามารถรับส่งข้อมูลไปยังที่ต่างๆได้ไม่จำกัดและไม่จำเป็นต้องจัดหาวงจรสายตรงมาเป็นพิเศษเพื่อส่งข้อมูล ข้อเสียตรงที่ว่าความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำกว่าโมเด็มแบบสายตรง ข้อเสียอีกอันหนึ่งก็คือ ถ้ารับส่งข้อมูลเป็นจำนวนมากไปยังจุดปลายทางจุดเดียวในระยะทางไกล ค่าโทรศัพท์อาจจะแพงกว่าการเช่าวงจรสายตรงมาใช้ก็ได้ อันนี้ขึ้นกับเวลาที่ใช้ส่งข้อมูลเป็นหลัก เราต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบเอาเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.7 การรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ เราสามารถรับส่งข้อมูลกับจุดต่างๆ ได้หลายแห่ง โดยหมุนเบอร์ปลายทางผ่านชุมสาย

โมเด็มที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน บางรุ่นอาจทำงานได้เฉพาะกับสายตรงหรือบางรุ่นอาจทำงานได้กับสายโทรศัพท์เท่านั้น โมเด็มที่ใช้กับสายตรงได้เพียงอย่างเดียว จะนำมาต่อใช้กับสายโทรศัพท์ไม่ได้ และโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์ได้อย่างเดียวจะนำมาใช้งานต่อกับสายตรงไม่ได้เช่นกัน ยกเว้น โมเด็มบางชนิดซึ่งเลือกการทำงานในตัวได้ว่าจะต่อกับสายตรงหรือสายโทรศัพท์ โมเด็มที่ใช้งานได้ทั้งสองอย่างก็จะมีราคาแพงกว่าโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์เพียงอย่างเดียว ถ้าการใช้งานของเราไม่ใช่การต่อคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเข้ากับเมนเฟรม หรือมินิคอมพิวเตอร์แล้วละก็ การใช้โมเด็มแบบต่อสายโทรศัพท์ได้อย่างเดียว ก็นับว่าเพียงพอแล้วสำหรับรับส่งข้อมูลทั่วไป

<u>โทรศัพท์แบบกดปุ่มและแบบหมุน</u>

โมเด็มทั่วไปมักจะหมุนโทรศัพท์ได้ทั้งแบบกดปุ่มและแบบมือหมุน ที่เราต้องสั่งโมเด็มให้หมุนโทรศัพท์ให้ถูกต้อง ก็เนื่องมาจาก ถ้าโทรศัพท์ที่เราใช้เป็นแบบมือหมุน แต่สั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ชุมสายจะไม่รับสัญญาณการหมุนโทรศัพท์ของโมเด็ม ทำให้ติดต่อไปยังปลายทางไม่ได้ และทำนองกลับกันถ้าเราใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่มแต่ส่งสัญญาณให้ชุมสายโทรศัพท์แบบมือหมุน ก็จะต่อไปหาปลายทางไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นเราจึงต้องสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ให้ตรงตามชนิดของโทรศัพท์ที่เรามีอยู่ วิธีการง่ายๆที่จะรู้ว่าโทรศัพท์ของเราเป็นแบบไหนก็คือ ฟังเสียงขณะที่เราหมุนโทรศัพท์ไปหาเบอร์ปลายทางตามปรกติ ถ้ามีเสียงลักษณะสูงๆต่ำๆละก็แสดงว่าโทรศัพท์ของเราเป็นแบบกดปุ่ม (Tone Dialing) แต่ถ้าได้ยินเสียงลักษณะเป็นช่วงๆ แสดงว่าโทรศัพท์ของเราเป็นแบบมือหมุน (Pulse Dialing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Communication Parameter

จากการที่โมเด็มต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง RS-232C และส่งข้อมูลไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ดังนั้นองค์ประกอบในการรับส่งข้อมูล (Communication Parameter) จึงต้องตรงกันตลอดเส้นทางที่รับส่ง องค์ประกอบดังกล่าวคือ ความเร็ว (Speed) จำนวนบิตของข้อมูล (Data Bit) จำนวนบิตเริ่มและบิตจบ (Start,Stop Bit) การตรวจสอบพาริตี้บิต (Parity Bit) และการเลือกใช้ Echo (Duplex) ในการรับส่ง

ความเร็ว (Speed) คือ อัตราการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตต่อวินาที เราต้องใช้ความเร็วเดียวกันตลอดเส้นทางการรับส่งข้อมูล เช่นเดียวกับองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่งข้อมูลออกไปโมเด็มที่ด้านส่ง โมเด็มที่ด้านรับและคอมพิวเตอร์เครื่องรับจะต้องมีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลเท่ากัน ความเร็วที่ใช้กันทั่วไปมีตั้งแต่ 300 บิตต่อวินาที 1,200 , 2,400 , 4,800 ไปจนถึง 9,600 บิตต่อวินาที

จำนวนบิตของข้อมูล (Data Bit) นั้นคือ ในหนึ่งตัวอักษรจะใช้จำนวนข้อมูลกี่บิตในการส่ง ปกติจะเลือกได้ 2 แบบคือ 7 บิตต่อหนึ่งตัวอักษร หรือ 8 บิตต่อหนึ่งตัวอักษร การรับส่งข้อมูลภาษาไทย เราจำเป็นต้องใช้แบบ 8 บิตต่อตัวอักษรเท่านั้น เนื่องจากภาษาไทยเราใช้รหัสครบทั้ง 8 บิต ถ้าหากส่งไปในแบบ 7 บิตต่อหนึ่งตัวอักษร รหัสภาษาไทยจะถูกตัดบิตที่ 8 ทิ้งไป กลายเป็นตัวภาษาอังกฤษซึ่งใช้งานไม่ได้ จำนวนบิตเริ่มและบิตจบนั้นกำหนดไว้ให้ตัวรับและตัวส่ง แยกออกว่าข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อใดและจบลงเมื่อใด

บิตเริ่มต้น (Start Bit) มักจะใช้ 1 บิตเสมอ ส่วนบิตจบข้อมูล (Stop Bit) จะมี 2 แบบคือ 1 บิต หรือ 2 บิต การใช้งานทั่วไปมักจะใช้ 1 บิตจบเช่นกัน

การตรวจสอบพาริตี้บิต (Parity Bit) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลที่ส่งมามีจำนวนข้อมูลที่เป็น "1" เป็นจำนวนคู่ (Even) หรือจำนวนคี่ (Odd) หรือไม่ต้องตรวจสอบ (None) เช่น ถ้าส่งข้อมูล 11000001 ไปให้ผู้รับและมีการตรวจสอบพาริตี้แบบจำนวนคู่ พาริตี้บิตในกรณีนี้จะมีค่าเป็น "1" เพื่อให้จำนวน "1" ทั้งหมดมีจำนวนเป็นเลขคู่ (Even) ถ้ากำหนดการตรวจสอบพาริตี้เป็นจำนวนคี่ พาริตี้ก็จะเป็น "0" เพื่อให้จำนวน "1" ของข้อมูลทั้งหมดเป็นจำนวนคี่ (Odd) และถ้าไม่มีการตรวจสอบเลย เครื่องส่งก็จะส่งบิตจบ (Stop Bit) ปิดท้ายข้อมูลทันที ไม่มีการส่งพาริตี้บิตไปให้ผู้รับ ส่วนมากถ้ารับส่งข้อมูลแบบ 7 บิต เรามักจะตั้งการตรวจสอบพาริตี้บิตเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

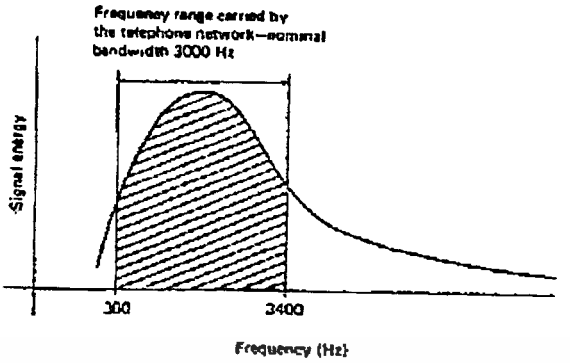
แต่ถ้ารับส่งข้อมูลแบบ 8 บิต ก็จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้บิต สำหรับการเลือกใช้ Echo ในการรับส่งก็เป็นการเลือกให้สอดคล้องกับ Full Duplex หรือ Half Duplex นั่นเอง ถ้าเป็นการรับส่งแบบ Full Duplex ก็ต้องเลือกใช้ Echo Off และถ้าเป็นแบบ Half Duplex เราก็เลือกใช้ Echo On เมื่อองค์ประกอบนี้ตรงกันการรับส่งข้อมูลก็จะทำได้ถูกต้อง ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ด้านส่ง โมเด็มด้านส่ง โมเด็มด้านรับหรือคอมพิวเตอร์ด้านรับ เพียงส่วนเดียวใช้องค์ประกอบในการรับส่งข้อมูลผิดไป การรับส่งข้อมูลจะผิดพลาดได้ ทั้งผู้รับและผู้ส่งจึงต้องตกลงกันให้แน่นอนว่า จะใช้องค์ประกอบในการรับส่งข้อมูลแต่ละตัวอย่างไร

3.1.5 การใช้สายโทรศัพท์ส่งข้อมูล

ความสะดวกเมื่อเราใช้สายโทรศัพท์ที่ส่งข้อมูลที่เห็นชัด คือ สามารถส่งข้อมูลไปยังที่ต่างๆได้ตามต้องการ โดยแทบจะไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติมเลย นอกจากซื้อโมเด็มมาใช้เท่านั้น อุปกรณ์อื่นๆเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้ว เพียงแต่นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น ค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ในกรณีที่ส่งข้อมูลไม่มากนัก แต่ขีดจำกัดของระบบโทรศัพท์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งควรจะรู้เอาไว้ประกอบการใช้งาน

ระบบการรับฟังเสียงของคนเราสามารถรับรู้เสียงความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz. จนถึง 20,000Hz. โดยประมาณ ความถี่สูงกว่าและต่ำกว่านี้ เราจะไม่ได้ยินเสียง เมื่อมีการคิดค้นระบบโทรศัพท์ขึ้นมา เทคโนโลยียังไม่สูงมากพอที่จะสร้างระบบโทรศัพท์ให้รับส่งเสียงได้เทียบเท่ากับที่หูคนได้ยิน การออกแบบจึงพิจารณาด้านเทคนิคและราคาที่พอยอมรับได้ในสมัยนั้น ผลที่ออกมาก็คือ ระบบโทรศัพท์สามารถรับส่งสัญญาณเสียงได้ตั้งแต่ความถี่ 300Hz. จนถึงประมาณ 3400Hz. ซึ่งความถี่ช่วงดังกล่าวนี้มากพอสำหรับการพูดคุยของคนทั่วไป ด้วยคุณภาพของเสียงดีพอควร แต่มันไม่มากพอให้เราส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกผ่านสายโทรศัพท์ เพราะในการรับส่งข้อมูลทั่วไปสายส่งจะมี Bandwidth ยิ่งสูงเท่าใด ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วมากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.8 สายโทรศัพท์รับส่งสัญญาณได้ในช่วง 300Hz. ถึง 3,400Hz. เท่านั้น

ขีดจำกัดต่างๆของเครือข่ายโทรศัพท์

ช่วงความถี่ 300 Hz. ถึง 3,400 Hz. ที่สายโทรศัพท์สามารถรับส่งสัญญาณได้ดี นับว่าเป็นสายส่งที่มี Bandwidth แคบมาก เมื่อเรานำมาใช้รับส่งข้อมูล เพราะว่าตามธรรมดาแล้ว ความเร็วสูงสุดของการรับส่งข้อมูลจะมีค่าต่ำกว่าความถี่สูงสุดของสายส่งเสมอ ถ้าหากไม่ใช้เทคนิคพิเศษเข้าช่วย สายโทรศัพท์ก็จะรับส่งข้อมูลได้ไม่เกิน 3,000 บิตต่อวินาทีเท่านั้น ซึ่งเป็นตัวเลขที่ไม่น่าพอใจเท่าไร แรกเริ่มของการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ มีความเร็วเพียง 3,000 บิตต่อวินาที และพัฒนาจนรับส่งได้ 1,200 ถึง 2,400 บิตต่อวินาทีตามลำดับ เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นจากการที่ช่วงความถี่ของสัญญาณ(Bandwidth)จำกัดมากในสายโทรศัพท์ ในการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงกว่า 2,400 บิตต่อวินาที ผู้ผลิตโมเด็มจำเป็นต้องใช้เทคนิคการเข้ารหัส และการผสมสัญญาณที่ซับซ้อนมากเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงจึงถูกรบกวนง่าย และมีอัตราการผิดผลาดในการรับส่งข้อมูลสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว

วงจรสายตรงนับว่าได้เปรียบมากในข้อนี้ เนื่องจากคุณภาพของสายส่งและวงจรมีคุณภาพดีกว่า ทำให้รับส่งข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างไม่มีปัญหาด้านขีดจำกัดของช่วงความถี่เหมือนที่เกิดขึ้นที่สายโทรศัพท์

ขีดจำกัดลำดับที่สองของการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ก็คือ วงจรกำจัดเสียงสะท้อน (Echosuppressor) ของระบบโทรศัพท์ เนื่องจากการส่งสัญญาณไฟฟ้าผ่านสายส่งเป็นระยะทางไกลๆ นั้น สัญญาณที่ส่งออกไปจะมีส่วนหนึ่งสะท้อนกลับมายังผู้ส่ง ซึ่งเราเรียกว่าเกิด Echo ขึ้น ปรากฏการณ์อันนี้เกิดขึ้นกับคลื่นทุกชนิด ไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นสัญญาณไฟฟ้าเท่านั้น เมื่อมันเกิดขึ้นในสายโทรศัพท์เราก็จะได้ยินเสียงตังเองสะท้อนกลับมาในลักษณะของเสียงก้อง คล้ายกับเวลาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราพูดอยู่ในถ้ำนั่นเอง การเกิดเสียงก้องนี้นอกจากจะทำให้การรับโทรศัพท์คุณภาพต่ำลงแล้ว มันยังทำให้การสนทนาเป็นไปอย่างลำบากอีกด้วย

ระบบโทรศัพท์จึงใช้วงจรกำจัดเสียงสะท้อนเข้ามาช่วยแก้ปัญหานี้ การทำงานของมันจะยอมให้สัญญาณจากผู้พูดเดินทางไปถึงผู้รับได้ทางเดียว สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจะถูกกั้นเอาไว้ไม่ให้กลับมาหาผู้พูดได้ เมื่อผู้ฟังพูดสวนกลับไปวงจรกำจัดเสียงสะท้อนก็จะสลับทิศทางไปในทางตรงข้าม เพื่อให้สัญญาณจากผู้พูดถูกกั้น ไม่ให้สะท้อนกลับมาหาตัวเองอีกเช่นเดียวกัน วิธีการนี้ทำให้เสียงสะท้อนถูกกำจัดออกไปได้ วงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะรู้ว่าใครเป็นผู้พูดโดยดูจากความแรงของสัญญาณ ใช้กฎเกณฑ์ที่ว่าด้านที่พูดจะมีสัญญาณแรงกว่าด้านรับเสมอ และการสลับทิศทางของวงจรกำจัดเสียงสะท้อน ทำด้วยความเร็วสูงมากจนเราไม่รู้สึกผิดปกติเมื่อพูดและฟังตามธรรมดา ขณะที่เราสลับกันพูดโทรศัพท์ในการสนทนาทั่วไป วงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะสลับทิศทางตลอดเวลา เพื่อป้องกันเสียงสะท้อนไม่ให้เกิดขึ้น

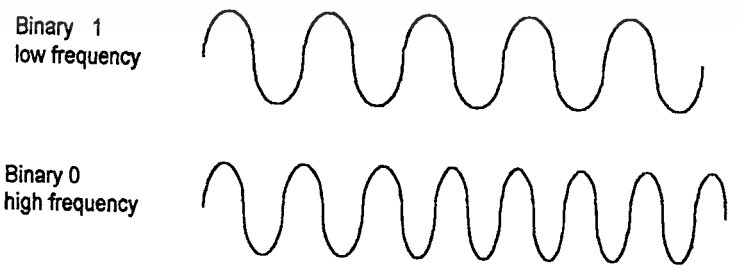
3.1.6 ประเภทของโมเด็ม

เราสามารถแบ่งโมเด็มโดยใช้ความเร็วในการส่งข้อมูลเป็นหลักได้ 3 กลุ่มคือ

1. โมเด็มความเร็วต่ำ
2. โมเด็มความเร็วปานกลาง
3. โมเด็มความเร็วสูง

<u>โมเด็มความเร็วต่ำ</u>

โมเด็มความเร็วต่ำจะส่งข้อมูลที่ความเร็ว 300 บิตต่อวินาทีจนถึง 600 บิตต่อวินาที ใช้การผสมสัญญาณแบบเปลี่ยนความถี่หรือ FSK (Frequency Shift Keying) ทางด้านรับและด้านส่งจะใช้ความถี่สองความถี่แทนค่าข้อมูล "0" และ "1" ไม่ซ้ำกัน



รูปที่ 3.1.9 สัญญาณ 0 และ 1 จะใช้ความถี่คนละความถี่ในการผสมสัญญาณแบบ FSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

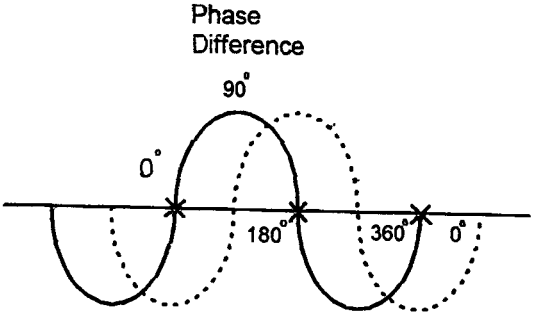
รวมความถี่ที่ใช้ทั้งหมด 4 ความถี่ โดยเมื่อเชื่อมต่อกันแล้ว ฝ่ายเรียกหรือผู้เรียก (Originate) จะใช้ความถี่ของผู้เรียกในการส่งข้อมูล ฝ่ายรับ (Answer) ก็จะใช้ความถี่อีกคู่หนึ่งเพื่อไม่ให้ชนกันสำหรับส่งข้อมูล

เนื่องจากความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำ ถึงแม้ว่าจะรับส่งสวนทางกันได้แบบ Full Duplex ก็ตามความเร็ว 300 ถึง 600 บิตต่อวินาทีนี้ จะรับส่งข้อมูลได้เพียง 30 ถึง 80 ตัวอักษรต่อวินาทีเท่านั้นเพราะปกติหนึ่งตัวอักษรจะเท่ากับ 10 บิต โดยประมาณ คือเป็นตัวข้อมูล 8 บิต บิตเริ่มต้นข้อมูลหนึ่งบิต และบิตปิดท้ายข้อมูลอีกหนึ่งบิต รวมทั้งหมดจึงเท่ากับข้อมูล 10 บิต ถ้าหากต้องการส่งข้อมูลขนาด 36 กิโลไบต์ จะต้องใช้เวลาส่งข้อมูลนานถึง 20 นาทีที่ความเร็ว 300 บิตต่อวินาที หรือใช้เวลานาน 10 นาทีที่ความเร็ว 600 บิตต่อวินาที ซึ่งนอกจากจะไม่ทันใจผู้ใช้แล้ว ยังเสียค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลมากอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการส่งข้อมูลทางไกลซึ่งคิดค่าส่งเป็นนาที จึงทำให้ปัจจุบันโมเด็มความเร็วต่ำจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมแล้ว

โมเด็มความเร็วปานกลาง

โมเด็มความเร็วปานกลางมีความเร็วในการส่งข้อมูลประมาณ 1,200 ถึง 2,400 บิตต่อวินาที ซึ่งจัดเป็นโมเด็มยอดนิยมในปัจจุบัน เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมักจะใช้โมเด็มความเร็วปานกลางนี้ส่งข้อมูลเกือบทั้งหมดของโมเด็มที่มีใช้กันอยู่ โมเด็มความเร็วปานกลางนี้มีฟังก์ชั่นการทำงานพิเศษมากมาย ช่วยให้ผู้ใช้สะดวกมากยิ่งขึ้นตั้งแต่การหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ การจดจำเบอร์โทรศัพท์ไปจนถึงการปรับจำนวนบิตที่รับส่งข้อมูลอัตโนมัติ ฯลฯ โมเด็มความเร็วปานกลางนี้ใช้เทคนิคการผสมสัญญาณก้าวหน้ากว่าโมเด็มความเร็วต่ำมาก คือแทนที่จะใช้เปลี่ยนแปลงความถี่ไปมาแสดงข้อมูลของ “0” และ “1” โมเด็มความเร็วปานกลางจะผสมสัญญาณโดยเปลี่ยนแปลงมุมของช่วงคลื่น (Phase) และขนาดของสัญญาณ (Amplitude) ไปพร้อมๆกัน ทำให้ในหนึ่งลูกคลื่นของสัญญาณส่งแทนค่าข้อมูลได้มากกว่าเดิม เช่น โมเด็มความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หนึ่งลูกคลื่นของสัญญาณจะแทนค่าข้อมูลเท่ากับสองบิต และในโมเด็มความเร็ว 2,400 บิตต่อวินาทีจะส่งข้อมูลสี่บิตผสมเข้าไปในสัญญาณส่งเพียงหนึ่งลูกคลื่นเท่านั้น วิธีนี้ทำให้ข้อมูลส่งได้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องเพิ่มความถี่ในการส่ง จากความเร็ว 1,200 หรือ 2,400 บิตต่อวินาที นี้ การส่งข้อมูลขนาด 36 กิโลไบต์ จะใช้เวลาเพียง 5 นาทีที่ความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หรือใช้เวลาสองนาทีครึ่งที่ความเร็ว 2,400 บิตต่อวินาที ถึงจะไม่เร็วจัดอย่างที่เราคาดหวังเอาไว้ แต่ความเร็วขนาดนี้ก็นับว่าเพียงพอกับการรับส่งข้อมูลทั่วไป ซึ่งโมเด็มความเร็วปานกลางนี้ทำการรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ Full duplex และ Half duplex .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงมุมของช่วงคลื่นหรือ Phase

โมเด็มความเร็วสูง

โมเด็มความเร็วสูงมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลตั้งแต่ 4,800 ถึง 9,600 บิตต่อวินาที หรือสูงกว่านั้น การที่โมเด็มสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วมากขนาดนี้ผ่านสายโทรศัพท์ได้ก็เนื่องมาจากใช้ฮาร์ดแวร์พิเศษเข้าช่วย และมีการผสมสัญญาณที่ซับซ้อนกว่าโมเด็มความเร็วปานกลางมาก ในหนึ่งลูกคลื่นของสัญญาณที่ส่งออกไปอาจมีจำนวนบิตข้อมูลผสมอยู่ถึง 5 บิตก็ได้ และยังสามารถรับส่งในแบบ Full Duplex ได้อีกด้วย ซึ่งเมื่อเทียบกับความสามารถของสายโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณได้สูงสุด 3,400 Hz. แล้วก็นับว่าโมเด็มความเร็วสูงเจาะทะลุขีดจำกัดต่างๆ ได้อย่างเหลือเชื่อ ถ้าเทียบเวลาที่ใช้ส่งข้อมูลขนาด 36 กิโลไบต์เท่าเดิมแล้ว เราจะใช้เวลาส่งข้อมูลเพียงแค่ไม่ถึง 40 วินาทีเท่านั้นที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที ซึ่งจัดว่าเร็วมาก ฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ของโมเด็มความเร็วสูงก็มีให้ใช้ใกล้เคียงกับโมเด็มความเร็วปานกลางและสามารถลดความเร็วในการรับส่งข้อมูลไปกลายเป็นโมเด็มความเร็วปานกลางก็ได้

โมเด็มความเร็วสูงบางแบบอาจจะรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่า 9,600 บิตต่อวินาที ผ่านสายโทรศัพท์แต่ในปัจจุบันเราถือว่าความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาทีนี้เป็นความเร็วสูงสุดที่ยอมรับกันโดยมีมาตรฐานรองรับอยู่ ที่ความเร็วสูงกว่านี้มักจะต้องใช้โมเด็มยี่ห้อเดียวกันสำหรับผู้รับและผู้ส่ง เพราะส่วนมากมักจะรับส่งข้อมูลกันไม่ได้ เนื่องจากใช้เทคนิคแตกต่างกันที่ความเร็วสูงกว่า 9,600 บิตต่อวินาที โมเด็มความเร็วสูงยังมีราคาแพง เนื่องจากใช้อุปกรณ์และเทคนิคชั้นสูงส่วนมากโมเด็มความเร็วสูงเหมาะสำหรับงานที่ส่งข้อมูลเป็นจำนวนมากผ่านระยะทางไกลๆ

3.1.7 มาตรฐานของโมเด็ม

โมเด็ม จำเป็นต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นๆ มาตรฐานของโมเด็มจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ มาตรฐานในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่โมเด็มใช้ และอีกส่วนหนึ่งคือมาตรฐานในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงานของโมเด็มหรือคำสั่งของโมเด็มโดยในส่วนนี้จะกล่าวถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ของโมเด็มก่อนโดยมาตรฐานนี้กำหนดขึ้นจากองค์การมาตรฐานสากล หรือ CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) ซึ่งมาตรฐานนี้จะครอบคลุมเกี่ยวกับความเร็วในการรับส่งข้อมูล ความถี่ที่ใช้และเทคนิคการผสมสัญญาณในสาย ฯลฯ ดังนั้นผู้ผลิตรายใหญ่จึงผลิตตามมาตรฐานของ CCITT ทำให้โมเด็มแต่ละยี่ห้อสามารถรับส่งข้อมูลกันได้

Bit rate กับ Baud rate

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของโมเด็มนั้นกำหนดเป็นบิตต่อวินาทีหรือ Bit rate ซึ่งแตกต่างจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าในสายส่งหรือที่เรียกกันว่า Baud rate

ในสมัยก่อนการรับส่งข้อมูลใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบง่ายๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงความถี่ตามข้อมูล "0" และ "1" ที่ได้รับ อัตราการส่งข้อมูลและอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในสายส่งมีค่าเท่ากัน เราจึงถือว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในสายส่ง (Baud rate) คืออัตราการส่งข้อมูลนั่นเอง ต่อมาเทคนิคการผสมสัญญาณซับซ้อนมากขึ้น ทำให้เราสามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงโดยอัตราการเปลี่ยนแปลงในสายยังคงเท่าเดิม ดังนั้นเมื่อเราพูดว่า โมเด็มรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1,200 Baud เราจะไม่ทราบเลยว่าโมเด็มนั้นรับส่งข้อมูลได้กี่บิตต่อวินาทีเนื่องจากว่าถ้าโมเด็มผสมสัญญาณ 1 บิตต่อหนึ่งลูกคลื่น โมเด็มนั้นจะรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาทีหรือถ้าโมเด็มผสมสัญญาณ 2 บิตต่อหนึ่งลูกคลื่นที่เปลี่ยนแปลงในสายส่ง โมเด็มจะรับส่งข้อมูลได้เร็วถึง 2,400 บิตต่อวินาที โดยยังคงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงในสายส่งเท่ากับ 1,200 Baud เหมือนเดิม เพราะฉะนั้นเราจึงเลิกใช้คำว่า Baud rate สำหรับบอกความเร็วการรับส่งข้อมูลของโมเด็ม มาใช้คำว่า Bit rate หรืออัตราการส่งข้อมูลเป็นบิตต่อวินาทีแทน ซึ่งสื่อความหมายได้เข้าใจตรงกันมากกว่า

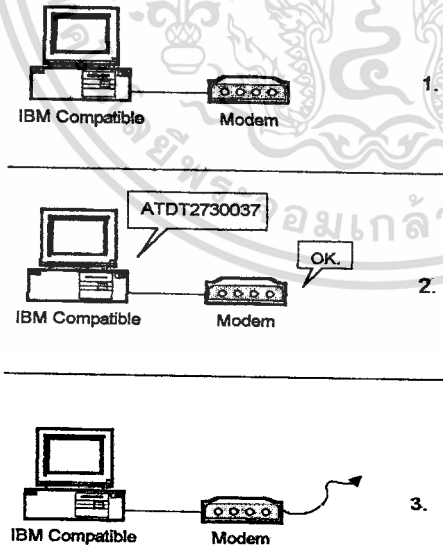
มาตรฐานคำสั่งของโมเด็ม

ตามที่ทราบแล้วว่า โมเด็มในยุคแรกๆเท่านั้น ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลของคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณเสียงแล้วส่งออกไปทางสายโทรศัพท์และรับกลับมาเท่านั้น ไม่มี Function พิเศษช่วยการทำงานให้สะดวกขึ้นแต่อย่างใด ต่อมาจึงมีผู้คิดเพิ่มเติมความสามารถให้กับโมเด็มขึ้นให้เราใช้งานง่ายขึ้น และสะดวกรวดเร็วกว่าเดิม โดยการส่งคำสั่งไปให้โมเด็มทำ function ต่างๆ เมื่อมีคำสั่งของโมเด็มเกิดขึ้นก็เป็นเรื่องของมาตรฐานติดตามมาควบคุมให้การสั่งงานโมเด็มเป็นไปอย่างเดียวกันเหมือนอย่างเรื่องของความเร็วในการรับส่งข้อมูล และเทคนิคการผสมสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเด็มในยุคแรก การใช้งานต้องอาศัยคนเข้าช่วยเหลือเกือบทุกอย่าง เนื่องจากโมเด็มทำหน้าที่รับส่งสัญญาณ และเปลี่ยนสัญญาณที่ได้รับมาให้เครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้นเอง การหมุนโทรศัพท์ และการติดต่อกับอีกด้านหนึ่งเพื่อส่งข้อมูลไปจนถึงการรับโทรศัพท์สำหรับโมเด็มด้านรับนั้น ต้องใช้คนทำสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด โมเด็มแบบนี้จึงใช้งานลำบาก ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจระบบการทำงานของโมเด็มพอสมควร การปรับฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆของโมเด็มมักจะใช้ผลักสวิทช์เล็กๆ (DIP Switch) บนตัวโมเด็ม ถ้าเราไปดูโมเด็มแบบเก่า จะเห็นสวิทช์ที่ว่านี้เต็มไปหมด นอกจากการปรับสวิทช์จะไม่สะดวกในการใช้งานแล้วยังจำยากด้วยว่า สวิทช์ตัวไหนใช้ทำอะไร และต้องผลักสวิทช์ไปทางไหน การสั่งงานโมเด็มโดยใช้คำสั่งจึงเกิดขึ้น

ปกติโมเด็มจะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำหน้าที่รับส่งข้อมูลอยู่แล้ว ดังนั้นขณะที่โมเด็มยังไม่ได้ติดต่อกับปลายทางเพื่อส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์สามารถส่งคำสั่งต่างๆให้โมเด็มได้โดยไม่รบกวนการส่งข้อมูลแต่อย่างใด ในขั้นแรกเมื่อเปิดสวิทช์ให้โมเด็มทำงาน สัญญาณที่โมเด็มได้รับจากคอมพิวเตอร์ จะถือว่าเป็นคำสั่งทั้งหมดจนกว่าจะติดต่อกับโมเด็มปลายทางได้ และเมื่อโมเด็มทำการส่งข้อมูลผ่านสายส่ง สัญญาณต่างๆที่คอมพิวเตอร์ส่งให้โมเด็มจะถือว่าเป็นข้อมูลทั้งหมด จนกระทั่งหยุดส่งข้อมูลโดยการเลิกการติดต่อกับปลายทาง หรือวางสายโทรศัพท์นั่นเอง โมเด็มก็จะกลับมาอยู่ในช่วงรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่ง



1. คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับโมเด็ม
2. สั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์
3. โมเด็มส่งสัญญาณไปให้ชุมสาย

รูปที่ 3.1.11 คอมพิวเตอร์สั่งงานโมเด็มโดยใช้ AT command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งโมเด็มจะถูกควบคุมการทำงานที่จำเป็นทั้งหมดของโมเด็ม เช่น ตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ ที่เรียกเข้ามา เลือกให้ทำงานในแบบ Echo on หรือ Echo off ต่อเข้าสายโทรศัพท์ รีเซ็ตโมเด็ม สั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ตามเบอร์ที่กำหนด ปรับพารามิเตอร์ต่างๆของโมเด็มฯลฯ ซึ่งถ้าหากไม่ใช้คำสั่งโมเด็มแล้ว ผู้ใช้จะต้องกำหนดตัวแปรเหล่านั้น ด้วยวิธีการผลักสวิทช์บนโมเด็มตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น การใช้คำสั่งจึงสะดวกและง่ายต่อการใช้งานมาก ข้อดีอันหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งให้โมเด็มก็คือ ซอฟต์แวร์ติดต่อสื่อสาร สามารถปรับตัวแปรต่างๆ ของโมเด็มให้เป็นไปอย่างที่ต้องการ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องรู้ รายละเอียดใดๆเลย โปรแกรมจะจัดการให้เสร็จและติดต่อส่งข้อมูลได้ทันที โปรแกรมคนละโปรแกรมอาจใช้งานโมเด็มไม่เหมือนกัน แต่ละโปรแกรมก็จะปรับโมเด็มให้ทำงานต่างกันได้โดยไม่ต้องแก้ไขส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของโมเด็มเลย การใช้งานโมเด็มจึงมีความคล่องตัวมากกว่าการใช้สวิทช์เลือกแบบเก่า ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอะไร เราก็ต้องปรับสวิทช์กันทีหนึ่งทุกครั้งไป และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่ายกว่าการใช้คำสั่งสั่งงานโมเด็ม

ภายในตัวโมเด็มจะมีหน่วยความจำพิเศษสำหรับเก็บตัวแปรในการทำงานแทนที่สวิทช์แบบเก่า หน่วยความจำนี้จะยังคงเก็บค่าต่างๆเอาไว้ด้วย แม้ว่าจะปิดโมเด็ม หรือดึงปลั๊กโมเด็มออกก็ตาม โมเด็มที่ใช้คำสั่งของ Hayes เรียกหน่วยความจำส่วนนี้ว่า S-Register เอาไว้ใช้เก็บพารามิเตอร์ ในการทำงานของโมเด็ม เช่น จำนวนครั้งที่จะตอบรับสัญญาณเรียกเข้า ช่วงเวลาสำหรับรอสัญญาณก่อนหมุนโทรศัพท์ฯลฯ

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สื่อสารสามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรเหล่านี้ชั่วคราว หรือเปลี่ยนค่าถาวรไปเลยก็ได้ โดยใช้คำสั่งเก็บค่าตัวแปรเอาไว้ หน่วยความจำพิเศษนี้ บางชนิดใช้แบตเตอรี่เล็กๆคอยจ่ายไฟให้เวลาที่เราปิดโมเด็ม เพื่อป้องกันค่าต่างๆหายไปจากหน่วยความจำ ดังนั้น เมื่อใช้โมเด็มไปนานๆ แบตเตอรี่ดังกล่าวจะหมดลง เราจำเป็นต้องเปลี่ยนอันใหม่ให้ ไม่เช่นนั้นการทำงานของโมเด็มอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากค่าของตัวแปรในหน่วยความจำหายไป โมเด็มบางชนิดเก็บค่าตัวแปรในหน่วยความจำ แบบที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่จ่ายไฟสำรองให้โมเด็ม แบบนี้เราก็ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ภายในให้มัน และโมเด็มบางแบบก็ไม่ยอมให้เราเปลี่ยนค่าตัวแปรเหล่านี้อย่างถาวร โดยเก็บค่าต่างๆ เอาไว้ใน ROM (Read Only Memory) การเปลี่ยนค่าตัวแปรจะเป็นไปชั่วคราวเท่านั้น เมื่อเปิดปิดโมเด็มใหม่ ค่าต่างๆจะกลับเหมือนเดิมตามที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้ใน ROM ของโมเด็มนั่นเอง

ต่อไปจะกล่าวถึงคำสั่งที่มีใช้งานของ Hayes และ V.25 bis ว่าแต่ละคำสั่งทำหน้าที่อะไรและใช้คำสั่งว่าอย่างไร เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งโมเด็มมากยิ่งขึ้นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานคำสั่งโมเด็มของ Hayes

Hayes Command เป็นคำสั่งที่ใช้สั่งงานโมเด็ม มีอีกชื่อหนึ่งเรียกกันว่า AT Command เพราะคำสั่งทุกคำสั่งขึ้นต้นด้วย AT เสมอ เมื่อจบคำสั่งให้ปิดท้ายด้วย CR Carriage Return หรือกดปุ่ม Enter โมเด็มจะรับคำสั่งไปทำงานทันที และตอบคำว่า OK กลับมา คำสั่งเรียงตามตัวอักษร A ถึง Z จะมีดังนี้คือ

- ATA เป็นคำสั่งให้โมเด็มตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เมื่อโมเด็มทำคำสั่งนี้ การติดต่อระหว่างปลายทางทั้งสองข้างจะเริ่มขึ้น และโมเด็มจะอยู่ในช่วงรับส่งข้อมูล ไม่รับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ จนกว่าจะเลิกการติดต่อกับปลายทางเสียก่อน

- ATB เป็นคำสั่ง เลือกการทำงานของโมเด็ม ว่าจะใช้มาตรฐานการผสมสัญญาณตาม CCITT หรือมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (Bell Standard) โดยใช้คำสั่ง ATB0 สำหรับมาตรฐาน CCITT และ ATB1 สำหรับมาตรฐานสหรัฐอเมริกา ปกติเราจะใช้มาตรฐานตาม CCITT เท่านั้น และโมเด็มมักจะตั้งค่า ATB0 มาจากโรงงานอยู่แล้ว

- ATD ใช้สั่งให้โมเด็มทำการหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ แทนการที่ใช้คนหมุนเอง หรือที่เรียกว่า Audio Dialing คำสั่งนี้มักตามด้วย ชนิดของโทรศัพท์ที่ต่ออยู่ด้วย เช่น ATDT จะเป็นคำสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์แบบกดปุ่ม และ ATDP จะเป็นคำสั่งสำหรับหมุนโทรศัพท์แบบมือหมุนตัวอย่างการใช้งาน เช่น ATDT 2345678 ตามด้วย Return หรือ Enter เป็นตัวจบคำสั่ง

- ATE สั่งให้โมเด็ม Echo ข้อความ กลับไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่ง ATE0 สำหรับไม่ให้โมเด็ม Echo และ ATE1 เพื่อให้โมเด็ม Echo ข้อความกลับไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่โมเด็มรับคำสั่งอยู่ใน Command Mode เมื่อเราใช้โมเด็มรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex จะต้องเลือกใช้ ATE1 เพื่อให้ข้อความที่เราพิมพ์ส่งไปยังโมเด็ม Echoกลับมาให้เราเห็นบนจอภาพ และถ้าเป็น Half Duplex ก็เลือกใช้ ATE0 เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์จะพิมพ์ข้อความนั้นบนจอภาพอยู่แล้ว คำสั่ง ATE0 และ ATE1 นี้ จะมีผลเฉพาะก่อนการเชื่อมต่อกับปลายทางเท่านั้น เมื่อเราติดต่อกับปลายทางได้ โมเด็มจะรับส่งข้อมูลผ่านสายโดยไม่มีการ Echo ข้อความใดๆทั้งสิ้น เครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง และปลายทางจะเป็นผู้รับผิดชอบการ Echo ข้อความตามแบบ Full Duplex และ Half Duplex กันเองจนสิ้นสุดการติดต่อ

- ATH เป็นคำสั่งให้โมเด็มวางสายโทรศัพท์ หรือ ปลดตัวเองออกจากสายโทรศัพท์ และวางหูนั่นเอง ส่วนมากคำสั่งนี้จะใช้เมื่อเลิกติดต่อกับปลายทาง โดยสั่ง ATH เพื่อวางหูหลังจากส่งข้อความจบแล้ว ก่อนใช้คำสั่งนี้ เราต้องสั่งให้โมเด็มกลับมาอยู่ในสภาวะรับคำสั่งเสียก่อน ซึ่งทำได้โดยส่งเครื่องหมาย + สามตัวไปให้โมเด็ม แต่ละตัวห่างกันประมาณครึ่งวินาที โมเด็มจะถือว่าจบการส่งข้อมูล และรอรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ATL ใช้สำหรับเป็นตัวปรับความดังของลำโพงภายในตัวโมเด็ม ซึ่งปรับความดังได้ 3 ระดับนี้ คือ ATL0 และ ATL1 เป็นคำสั่งปรับความดังให้น้อยที่สุด ATL2 จะเป็นระดับความดังปานกลาง และ ATL3 สำหรับปรับความดังของลำโพงมากที่สุด แต่โมเด็มบางแบบจะใช้ปุ่มหมุนปรับความดังของลำโพงภายในแทนก็ได้ ปกติเราก็ไม่ค่อยใช้คำสั่งนี้กันมากนัก

- ATM ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของลำโพงภายในโมเด็ม เช่น ATM0 จะสั่งไม่ให้ลำโพงภายในโมเด็มทำงาน คือ เงียบตลอดเวลา ATM1 จะให้ลำโพงมีเสียงเฉพาะตอนที่ยังต่อกับปลายทางไม่ได้เท่านั้น เพื่อให้เราฟังเสียงการหมุนโทรศัพท์ และสัญญาณตอบรับได้ว่ามีอะไรผิดปกติหรือเปล่า ATM2 จะสั่งให้ลำโพงมีเสียงตลอดเวลา แม้ว่าต่อกับปลายทางได้แล้วก็ตาม

- ATO เป็นคำสั่งให้โมเด็มอยู่ในโหมด Online คือ เปลี่ยนจากการรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นการรับส่งข้อมูลผ่านสายส่ง เหมือนกับการที่เรากดปุ่ม DATA บนตัวโมเด็มนั่นเอง

- ATS ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงค่าของ S-Register ซึ่งเป็นที่เก็บพารามิเตอร์ในการทำงานต่างๆ Hayes เช่น S0ใช้เก็บจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า ก่อนที่โมเด็มจะทำการรับโทรศัพท์ ถ้าเราต้องการให้โมเด็มรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาโดยมีสัญญาณเรียกดัง 4 ครั้ง ก็สั่งว่า ATS0 = 4 เป็นต้น S-Register ของ Hayes แสดงในตารางประกอบว่าตัวไหนมีหน้าที่ทำอะไร นอกจากนี้คำสั่ง ATS ยังใช้เรียกดูค่าของ S-Register ได้อีกด้วยว่าค่าที่เก็บอยู่ในปัจจุบันเป็นเท่าไร โดยใช้คำสั่ง เช่น ATS0? โมเด็มจะนำค่าของ S0 ที่เก็บอยู่ในขณะนั้นมาแสดงให้เราดู

- ATV เป็นคำสั่งบอกให้โมเด็ม แสดงผลลัพธ์ของคำสั่งต่างๆเป็นรหัสตัวเลข (Digit Code) หรือ เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ ATV0 จะสั่งให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์ของคำสั่งกลับมาเป็นตัวเลข และ ATV1 จะให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์เป็นตัวอักษร เช่น เมื่อเราสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ด้วยคำสั่ง ATDT 2345678 <Cr> โมเด็มจะตอบกลับมาว่า OK ในแบบตัวอักษรหรือตอบกลับมาเป็นเลข 0 ในแบบตัวเลข และถ้าโมเด็มต่อกับปลายทางได้ ก็จะตอบว่า Connect 1200 ในกรณีที่ใช้ความเร็ว 1200บิตต่อวินาที หรือ ตอบเป็นรหัสตัวเลข 5 แทน ปกติเราจะใช้โมเด็มตอบผลลัพธ์เป็นตัวอักษร เพื่อให้เข้าใจง่ายว่าขณะนี้โมเด็มมีสภาพเป็นอย่างไร ซอฟต์แวร์ควบคุมโมเด็มทั่วไปก็มักจะให้โมเด็มตอบรับเป็นตัวอักษรเช่นกัน โมเด็มที่เป็นแบบ Hayes Compatible จึงต้องแสดงผลลัพธ์ของคำสั่งต่างๆให้เหมือนกับที่ บริษัท Hayes ใช้ทุกตัวอักษร มิฉะนั้นซอฟต์แวร์ควบคุมโมเด็มจะสั่งงานโมเด็มผิดพลาดได้ หรือสั่งงานไม่ได้เลย เนื่องจากโมเด็มตอบรหัสกลับไปไม่ตรงตามที่บริษัท Hayes กำหนด

- ATX เป็นคำสั่งโมเด็มแสดงผลลัพธ์ในการหมุนโทรศัพท์แบบต่างๆ เช่น ATX0 และ ATX1 จะเป็นคำสั่งให้โมเด็มไม่ตรวจสอบ Dial Tone ก่อนหมุนโทรศัพท์ และไม่รับรู้สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตอบกลับมาว่าปลายทางไม่ว่าง (Busy Signal) ATX2 จะให้โมเด็มตรวจสอบก่อนว่าสายโทรศัพท์มี Dial Tone ก่อนทำการหมุนโทรศัพท์ แต่ไม่รับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่างเหมือนเดิม ถ้าหากโมเด็มไม่ได้รับ Dial Tone จากชุมสายใน 5 วินาที โมเด็มจะตอบกลับไปยังคอมพิวเตอร์ว่า "No Dialtone" ATX3 จะให้โมเด็มรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่าง (Busy Signal) และ ATX4 ซึ่งเป็นคำสั่งที่เราใช้เป็นส่วนมาก จะให้โมเด็มตรวจสอบ Dial

- Tone ก่อนที่จะทำการหมุนโทรศัพท์ และรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่างได้ด้วย คือ เท่ากับ ATX2 รวมกับ ATX3 นั่นเอง

- ATZ เป็นคำสั่งให้รีเซ็ตโมเด็มกลับมาอยู่ในสภาวะที่ผู้ผลิตกำหนด (Default Configuration) เมื่อโมเด็มได้รับคำสั่งนี้ มันจะยกเลิกคำสั่งเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆที่ได้รับมาทั้งหมด และดึงค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้จากโรงงาน ซึ่งเก็บอยู่ใน ROM (Read Only Memory) ของโมเด็มมาใช้ คำสั่งนี้มีประโยชน์มากในกรณีที่เราต้องการให้ค่าต่างๆกลับคืนมาเหมือนเดิม โดยไม่ต้องคอยจำว่าเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ใดบ้าง และค่าเดิมของมันเป็นอะไร

ทั้งหมดเป็นตัวอย่างคำสั่งมาตรฐานของโมเด็มตามแบบ Hayes ซึ่งซอฟต์แวร์สื่อสารใช้ในการสั่งงานและควบคุมโมเด็ม ปัจจุบันโมเด็มบางแบบอาจมีคำสั่งเพิ่มเติมมากกว่านี้ เพื่อให้การใช้งานสะดวกขึ้น เราเรียกคำสั่งที่เพิ่มมานี้ว่า Extended Command Set แต่ซอฟต์แวร์สื่อสารทั่วๆไปยังคงใช้เพียงแค่คำสั่งมาตรฐานนี้เท่านั้น เนื่องจากถ้าใช้คำสั่งที่เพิ่มขึ้นมา โมเด็มบางแบบจะรับคำสั่งไม่ได้ โดยเฉพาะโมเด็มราคาถูกทั่วไปจะรับคำสั่งมาตรฐาน ดังนั้น คำสั่งที่เพิ่มขึ้นมาจึงยังไม่มีผู้นิยมใช้กันเท่าใดนัก

3.2 Basic Stamp

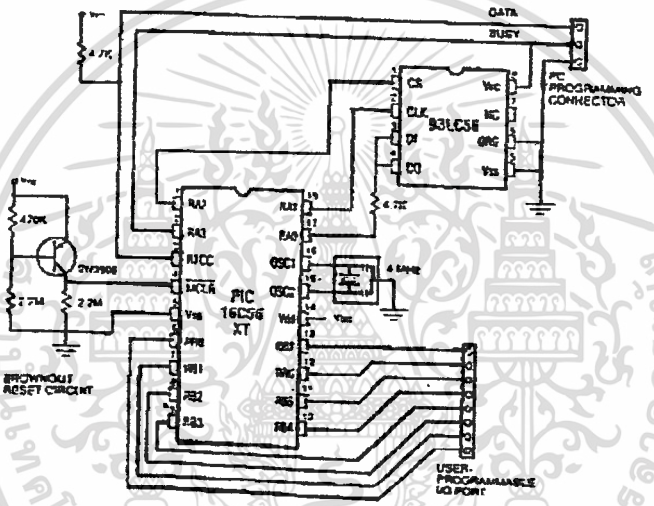
ET-BASIC STAMP เป็นชุดควบคุมที่ใช้ในงานควบคุมต่างๆ ได้โดยง่ายและสะดวกมากโดยเราสามารถใช้ภาษา BASIC เขียนโปรแกรมใช้งานขึ้นมาแล้วนำเข้าสู่บอร์ด ET-BASIC STAMP ทางด้าน PRINT PORT ของเครื่อง PC เขียนลงในหน่วยความจำของบอร์ด ET-BASIC STAMP ซึ่งเป็นหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 256 BYTE ทดสอบการทำงาน แล้วนำไปใช้ได้โดยทันทีไม่จำเป็นต้องมา COPY EPROM จึงรวดเร็วและสะดวกที่สุด ตัวหลักของบอร์ดนี้ก็คือ PIC16C56 CPUแบบ MICRO CONTROLLER ของบริษัท MICROCHIP ซึ่งได้บรรจุตัวโปรแกรม PBASIC ของบริษัท PALALLAX ซึ่งทำงานแบบ INTERPRETER เอาไว้ในตัวทำงานรวมกับตัวเก็บโปรแกรมซึ่งเป็น EEPROM เบอร์ 93LC56 ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 256 BYTE

โดยหนึ่งคำสั่งภาษา BASIC นั้นจะประมาณ 2 ถึง 3 BYTE ซึ่งเราสามารถเขียนคำสั่ง BASIC ได้ 80-100 คำสั่ง ความเร็วในการทำงานของภาษา BASIC นี้ประมาณ 2000 คำสั่ง ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที โดยใช้ความถี่ 4 MHZ ในการ RUN ส่วน PORT ก็ได้ใน 8 LINE นี้ เช่น INPUT 3 OUTPUT 5 หรือ INPUT 7 OUTPUT 1 ก็ได้ ซึ่งอาจจะดูน้อยไปแต่ถ้าเทียบกับความง่ายในการใช้งานแล้วก็นับว่าใช้ได้ โดยเฉพาะถ้าเรานำไปใช้ในงานควบคุมขนาดเล็กก็จะเหมาะมาก

ความสามารถของ PORT แต่ละ LINE นั้น สามารถ SINK กระแสได้ 25 MA และ SOURCE กระแสได้ 20 MA แต่ในการใช้งานควรจะรวมทั้ง 8 LINE แล้วไม่ควรเกิน 50 MA <SINK> และ 40 MA <SOURCE>



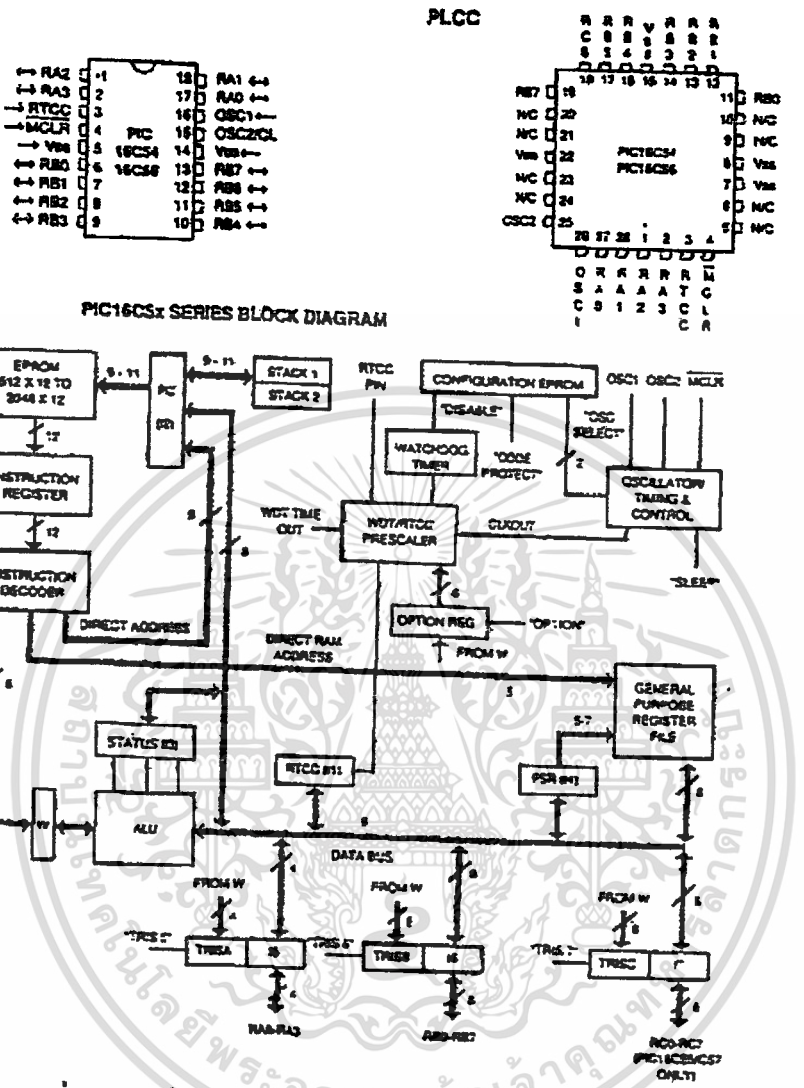
รูปที่ 3 2 1 แสดง วงจร BASIC STAMP

<u>ฮาร์ดแวร์</u>

ฮาร์ดแวร์ ที่เราสามารถสร้างขึ้นนี้ได้พัฒนาเปลี่ยนแปลงวงจรให้สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยที่รูปจะเป็นวงจร BASIC STAMP ของบริษัท PARALLAX ซึ่งเป็นผู้เขียนและพัฒนานำตัวภาษา BASIC นั้นใส่ในตัว CPU PIC 16C56 นี้

จะเห็นว่าบอร์ดนี้จะใช้ IC เพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ PIC 16C56 และ EEPORM 93LC56 โดย CPU 16C56 นั้นจะมี BLOCK DIAGRAM ภายในตามในรูปที่ 3.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



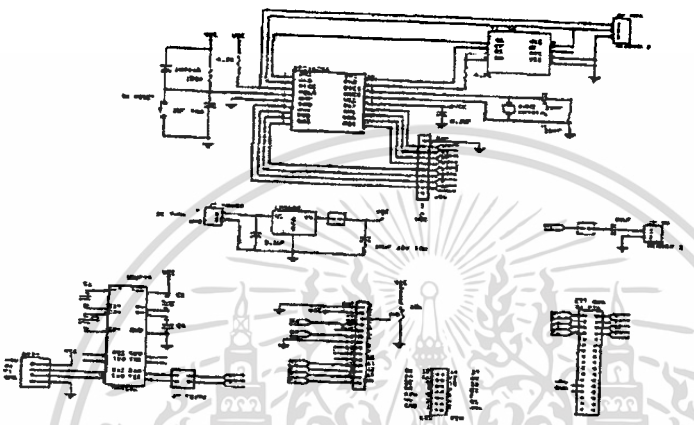
รูปที่ 3.2.2 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานภายในบอร์ด

การทำงานเราจะต้องใช้ PORT RA0 ถึง RA3 ไปเป็นส่วนติดต่อ ที่ทำงานกับ EEPROM 93L56 และใช้ขา RTCC (REAL TIME CLOCK COUNTER) ซึ่งเป็นขาอินพุตแบบชมิตทริก-เกอร์ รับข้อมูลจากเครื่อง PC ซึ่งจะส่งข้อมูลที่เราคีย์ เป็นภาษา BASIC และแปลง CODE ส่งทาง PRINTER PORT มายังตัว CPU เราจะมี PORT ใช้งานเป็น INPUT หรือ OUTPUT คือ PORT RB0----RB7

ในส่วนของรูปที่ 3.2.3 จะเป็นวงจร ET-BASIC STAMP ซึ่งจะเพิ่มวงจรบางส่วนเข้าไปจากวงจรเดิมในรูปที่ 1 โดยเพิ่มในส่วนการต่อใช้งานกับ PORT RS232 ได้ ใช้ IC MAX232 และใช้ JUMPER TX/RX เป็นตัวตัดต่อการใช้งานของขา P6(RB6), P7(RB7) นอกจากนี้ยังเพิ่มในส่วนการติดต่อกับ LCD MODULE แบบ CHARACTER TYPE โดยใช้ลักษณะการติดต่อกับ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ 4 BIT คือ D4, D5, D6, D7 ต่อกับ P0(RB0), P1(RB1), P2(RB2), P3(RB3) และใช้ P4(RB4) เป็นขาสัญญาณ RS (REGISTOR SELECTION) P5(RB5) เป็นขาสัญญาณ E (ENABLE SIGNAL) ของ LCD MODULE ใช้ JP PRN เป็นขั้วต่อกับเครื่อง PC ใช้พัฒนา BASIC , ขั้ว 34 PIN ใช้ต่อเข้ากับบอร์ด IO ต่าง ETT มีขายอยู่ได้เลยและ JP SK สำหรับต่อลำโพง โดยต่อผ่าน C 10 μF



รูปที่ 3.2.3 แสดงวงจร ET-BASIC STAMP

จะเห็นว่าตัวบอร์ด ET-BASIC STAMP นี้จะสามารถต่อกับ RS232 ได้โดยตรง

3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C56

3.3.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16C5X

PIC16C5X เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบซีมอสซึ่งมีหน่วยความจำแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวอยู่ภายใน,มีความเชื่อถือได้สูง,เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีความสามารถสูงแต่ราคาถูก ผลิตโดยบริษัทไมโครชิปเทคโนโลยี (Microchip Technology) ใช้สถาปัตยกรรมแบบ RISC คำสั่งใช้งานเพียงแค่ 33 คำสั่ง ทุกคำสั่งใช้เวลาในการเอ็กซีคิวส์ 1 ไซเคิล (200 นาโนวินาที) ยกเว้นในกรณีโปรแกรมบรานช์ (Branch) ต้องใช้ถึง 2 ไซเคิล คำสั่งขนาดกว้าง 12 บิต ของ PIC16C5X จะช่วยทำให้ผลของรหัสคำสั่งมีอัตราส่วนเป็น 2:1 เมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตอื่นๆ มีคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้และง่ายต่อการจำจึงช่วยลดเวลาที่ใช้ในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16C5X เป็นชิปไมโครคอนโทรลเลอร์แบบพิเศษ โดยโครงสร้างของชิปจะช่วยลดราคาของระบบ,ลดความต้องการไฟเลี้ยง,วงจรรีเซ็ตกำลังไฟ(Power on Reset) และวงจร OST (Oscillator Start up-timer) ต้องการแค่วงจรรีเซ็ตภายนอกเชื่อมกับชิปเท่านั้น สามารถต่อวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ 4 แบบ ซึ่งจะรวมถึงออสซิลเลเตอร์แบบกินไฟต่ำ และออสซิลเลเตอร์แบบ RC ที่มีราคาถูก มีโหมดสลีปซึ่งจะทำให้กินไฟน้อย มีตัว WDT (Watch-Dod Timer) และการป้องกันการก้อปปี้รหัสคำสั่ง

เนื่องจาก PIC16C5X นั้น ใช้หน่วยความจำภายในเป็นแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว จึงสามารถทำให้ชิปตระกูลนี้มีราคาถูกและเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ซึ่งสามารถนำเอาคุณประโยชน์จากส่วนป้องกันการก้อปปี้มาใช้เพื่อป้องกัน การลอกเลียนแบบซอร์สโค้ดที่อยู่ภายในได้อีกด้วย

3.3.2 คุณสมบัติทั่วๆไป

1. CPU ใช้รูปแบบการทำงานแบบ RISC

- มีคำสั่งที่ต้องเรียนรู้แค่ 33 คำสั่ง
- ทุกคำสั่งใช้เวลาปฏิบัติการ 1 ไซเคิล 200 นาโนวินาที ยกเว้นคำสั่งแบบบรานซ์ต้องใช้เวลาถึง 2 ไซเคิล
- ความเร็วในการทำงาน : จากช่วงดีซี - ไซเคิลคำสั่งเท่ากับ 20 เมกะเฮิรตซ์ หรือจากช่วงดีซี - ไซเคิลคำสั่งเท่ากับ 200 นาโนวินาที
- คำสั่งมีขนาดกว้าง 12 บิต
- บัสข้อมูลกว้าง 8 บิต
- หน่วยความจำเก็บโปรแกรมเป็นอีพรอมขนาด 12 บิต มีความจุ 512 ไบต์ ถึง 2 กิโลไบต์
- รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต มีถึง 72 ตัว แล้วแต่เบอร์
- รีจิสเตอร์ฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ มีถึง 7 ตัว
- สแต็กฮาร์ดแวร์มีความลึก 2 ระดับ
- มีโหมดการอ้างอิงแอดเดรสของข้อมูลและคำสั่งแบบโดยตรง โดยอ้อม และแบบสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติการต่อพ่วง

- การควบคุมทิศทางทำโดยการใช้ขา I/O ถึง 20 ขา
- มีตัวนับเวลา/สัญญาณเวลาขนาด 8บิต (RTCC) กับตัวตั้งเวลาที่โปรแกรมได้ขนาด 8 บิต
- มีตัวรีเซตกำลังไฟ (Power on Reset)
- มีตัว OST(Oscillair Start up-Timer)
- มีตัว WDT(Watch Dog Timer) กับออสซิลเลเตอร์แบบ RC เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานที่เชื่อถือได้
- มีฟิวส์อีพรอมพิเศษเพื่อป้องกันการเลียนแบบซอร์สโค้ด
- มีโหมด SLEEP ลดการสูญเสียพลังงานเมื่อไม่ได้ใช้งาน
- มีออสซิลเลเตอร์ให้เลือกใช้เพื่อกำหนดไปยังอีพรอมแบบต่างๆ ดังนี้
  - ออสซิลเลเตอร์แบบ RC ที่มีราคาถูก : RC
  - คริสตอล/รีโซเนเตอร์มาตรฐาน : XT
  - คริสตอล/รีโซเนเตอร์ความเร็วสูง : HS
  - คริสตอลความถี่ต่ำ กินไฟน้อย : LP

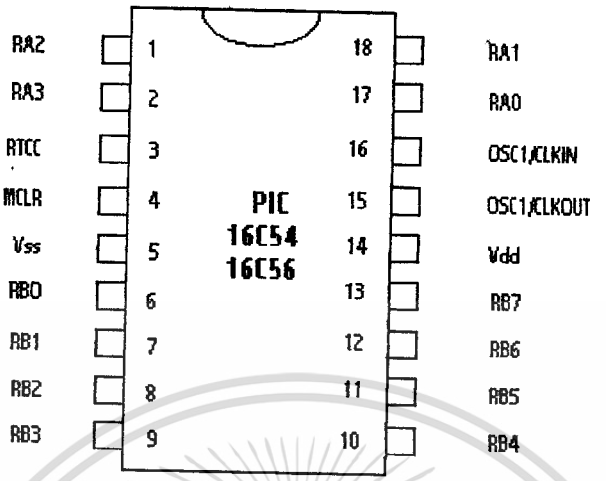
3. เทคโนโลยี CMOS

- กินไฟต่ำ ใช้อีพรอมแบบซีมอสที่มีความเร็วสูง
- ออกแบบมาจากข้อมูลทางสถิติ
- ค่าศักดาไฟในช่วงที่ใช้งาน 2.5 โวลต์ ถึง 6.25 โวลต์
- กินไฟต่ำ คือน้อยกว่า 2 มิลลิแอมป์ที่แรงดัน 5 โวลต์ ความถี่ 4 เมกกะเฮิรตซ์
- น้อยกว่า 15 ไมโครแอมป์ แรงดัน 3 โวลต์ ความถี่ 32 กิโลเฮิรตซ์

3.3.3 การใช้งาน

ชิปตระกูล PIC16C5X จะเหมาะแก่การใช้งานตั้งแต่ระบบอัตโนมัติภายในรถยนต์ จนถึงการ ควบคุมมอเตอร์ในระยะไกล หน่วยประมวลผลด้านการสื่อสารและอุปกรณ์ที่ใช้ชี้ตำแหน่ง เทคโนโลยีอีพรอมช่วยทำให้ผู้ใช้ทำการโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วและสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.1 แสดงขนาดและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16C5X

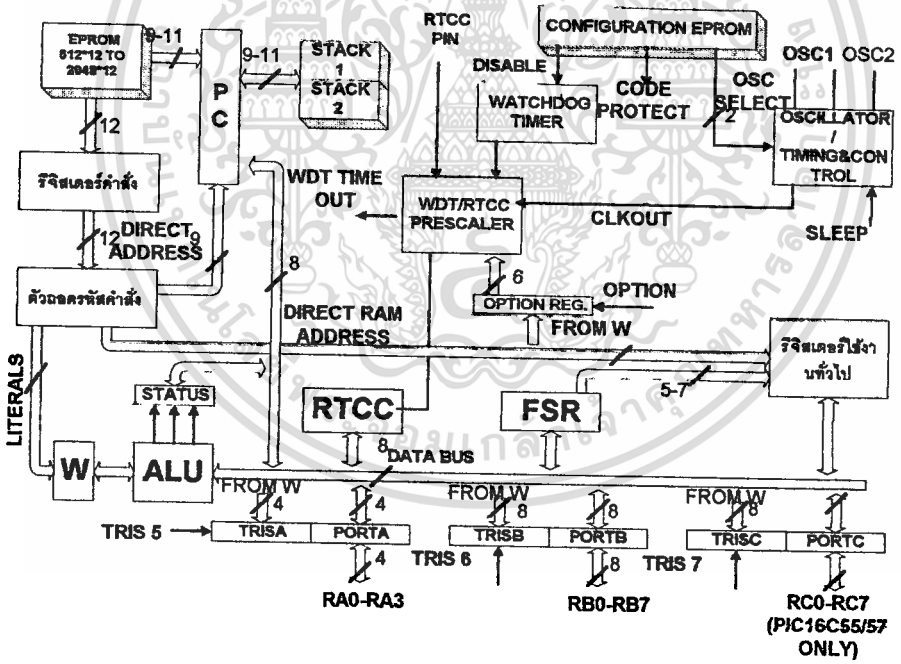
ตารางที่ 3.3.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆของ PIC16C5X

ตำแหน่งขา	ฟังก์ชั่น
RA0-RA3	อินพุต/เอาท์พุต พอร์ต A
RB0-RB7	อินพุต/เอาท์พุต พอร์ต B
RC0-RC7	อินพุต/เอาท์พุต พอร์ต C (เฉพาะ 16C57)
RTCC	รีลไทม์คล็อก/ เคาน์เตอร์
MCLR	มาสเตอร์เคลียร์
OSC1/CLKIN	ออสซิลเลเตอร์ (อินพุต)
OSC1/CLKOUT	ออสซิลเลเตอร์ (เอาท์พุต)
VDD	แหล่งจ่ายไฟ
VSS	กราวน์
N/C	ไม่ได้ต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 สถาปัตยกรรมภายใน

สถาปัตยกรรมของ PIC16C5X ใช้แนวความคิดแบบรีจิสเตอร์ไฟล์ ซึ่งจะมีการแยกบัสและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและเก็บคำสั่ง บัสข้อมูลและหน่วยความจำจะมีขนาดกว้าง 8 บิต ในขณะที่บัสโปรแกรมและหน่วยความจำเก็บโปรแกรมจะมีขนาดกว้าง 12 บิต แนวความคิดนี้ทำให้สามารถใช้ชุดคำสั่งเพียงชุดเดียวในการทำงานเป็นบิต ไบต์ และรีจิสเตอร์ด้วยความเร็วสูง โดยมีการเฟตช์และเอ็กซิคิวส์ คำสั่งแบบซ้อนทับกัน ซึ่งหมายความว่าในขณะที่คำสั่งหนึ่งกำลังถูกเอ็กซิคิวส์ คำสั่งต่อไปจะถูกอ่านจากหน่วยความจำเก็บโปรแกรมมาเก็บไว้ บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C5X แสดงดังรูปที่ 3.3.2



รูปที่ 3.3.2 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C5X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์มิ่งไดอะแกรมแสดงลำดับการประมวลผลคำสั่ง

สัญญาณนาฬิกาอินพุต (ป้อนเข้าที่ขา OSC1) จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วง เพื่อสร้างเป็นสัญญาณนาฬิกาภายในที่ไม่ทับซ้อนกัน 4 ค่า เรียกว่า Q1 Q2 Q3 Q4 ภายในชิป ค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์จะเพิ่มค่าที่เวลา Q1 คำสั่งจะถูกเฟตซ์จากหน่วยความจำเก็บโปรแกรมและนำเข้าไปในรีจิสเตอร์คำสั่ง ที่แวลา Q4 มันจะถูกถอดรหัส และเอ็กซิคิวส์ที่เวลา Q1 ถึง Q4

รีจิสเตอร์เก็บข้อมูล

บัสข้อมูลขนาด 8 บิต จะเชื่อมต่อส่วนที่ทำหน้าที่พื้นฐานสองส่วนเข้าด้วยกันคือ รีจิสเตอร์ไฟล์ ที่ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 8 บิต จำนวน 80ตัว รวมถึงพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตต่างๆ กับ ALU ขนาด 8 บิต แรมขนาด 32 ไบต์ จะถูกอ้างอิงแอดเดรสได้โดยตรงในขณะที่พื้นที่หน่วยความจำแบงค์ ขนาด 16 ไบต์ต่อหนึ่งแบงค์ จะถูกใช้เพื่อขยายหน่วยความจำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2..3.3 ข้อมูลสามารถถูกอ้างอิงตำแหน่งได้โดยตรงหรือโดยอ้อม โดยใช้รีจิสเตอร์ FSR ในทันทีที่มีการอ้างอิงตำแหน่งข้อมูล โดยใช้คำสั่งตามตัวอักษร ข้อมูลจะถูกโหลดจากหน่วยความจำโปรแกรมเข้าไปในรีจิสเตอร์ W

รีจิสเตอร์ ไฟล์แบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 2 กลุ่มคือ รีจิสเตอร์ ฏิบัติการ (Operational register) กับรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General purpose register) รีจิสเตอร์ ปฏิบัติการประกอบด้วย

- Real time clock counter
- Program counter
- Status register
- Input/output register
- File select register
- General purpose register

นอกจากนี้ รีจิสเตอร์ใช้งานพิเศษ (special purpose register) จะถูกใช้เพื่อควบคุมพอร์ตอินพุต/เอาท์พุต และใช้ในการคำนวณค่า ปรีสเกลเลอร์((prescaler) เพื่อกำหนดค่าการหาร

ALU (Arithmatic/Logic Unit)

ALU ขนาด 8 บิต จะมีรีจิสเตอร์ W ซึ่งใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวรวมอยู่ด้วย ALU จะทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ และ บูลีน ระหว่างข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ W กับรีจิสเตอร์ไฟล์ใดๆ นอกจากนี้ ALU ยังส่ามารถปฏิบัติการกับค่า โอเปอร์แรนต์ค่าเดียวที่อยู่ในรีจิสเตอร์ W หรือรีจิสเตอร์ไฟล์ใด ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

หน่วยความจำโปรแกรมนี้มีขนาด 512 เวิร์ด (1 เวิร์ด มีขนาด 12 บิต) เป็นอีพรอม สามารถอ้างอิงแอดเดรสได้โดยตรง ลำดับคำสั่งของคำสั่งขนาดเล็ก (Micro-instruction) จะถูกควบคุมโดยผ่านโปรแกรมเคาน์เตอร์ที่มีการเพิ่มค่าอย่างอัตโนมัติทุกครั้งที่มีการเอ็กซิคิวส์โปรแกรม ในการปฏิบัติการเพื่อควบคุมโปรแกรม การอ้างอิงแอดเดรสโดยตรง โดยอ้อมและการอ้างอิงแบบสัมพัทธ์ สามารถทำกับบิตทดสอบและคำสั่ง SKIP, CALL, JUMP หรือการคำนวณแอดเดรสเพื่อโหลดลงในโปรแกรมเคาน์เตอร์ นอกจากนี้ในชิพยังมีสแต็กถึง 2 ระดับ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้โปรแกรมย่อยแบบโครงข่าย (nesting)

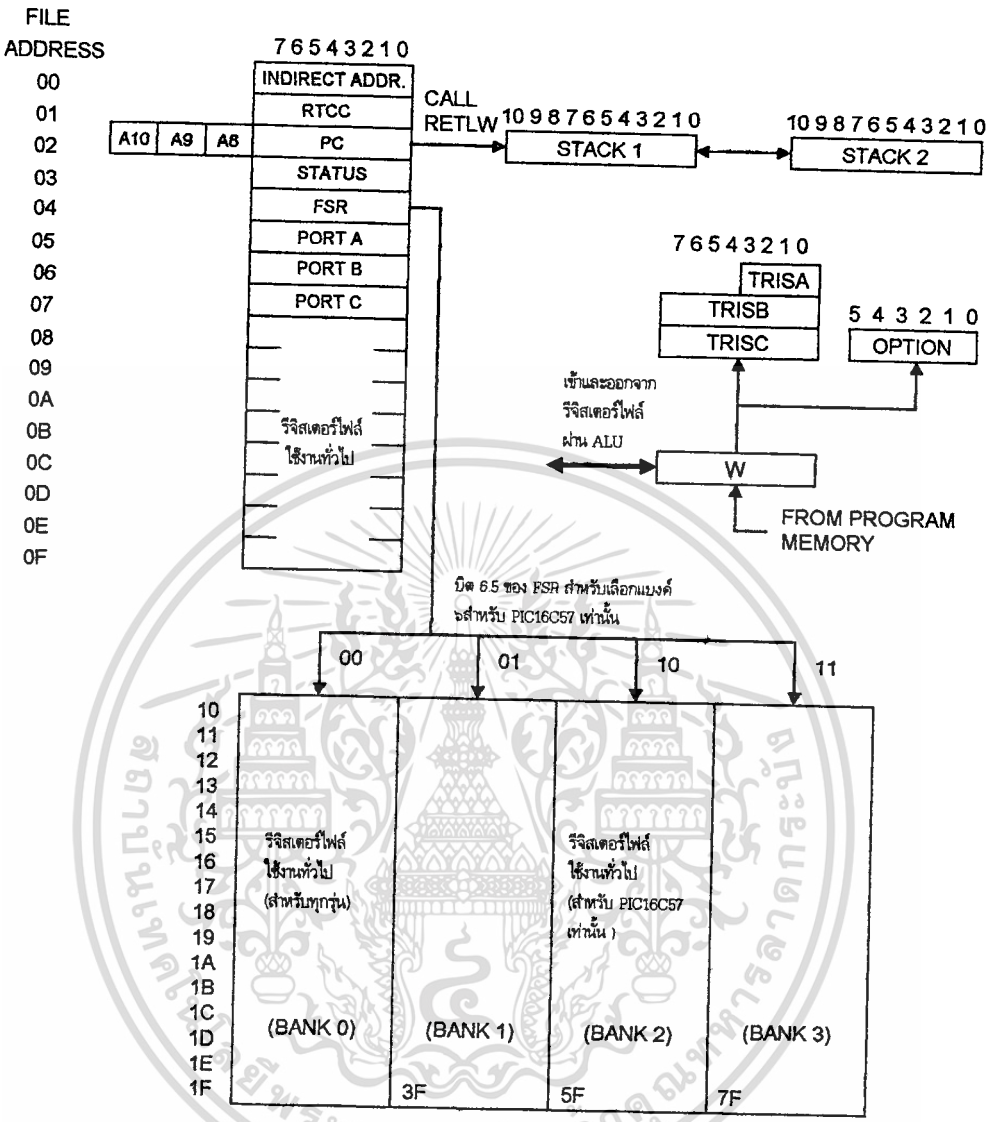
โปรแกรมเคาน์เตอร์

โปรแกรมเคาน์เตอร์จะสร้างแอดเดรสขนาดขนาด 12 บิตเพื่อใช้ชี้ตำแหน่งของเซลต่างๆในอีพรอม 2048 ตำแหน่งที่เก็บคำสั่งของโปรแกรม

ชิปต่างเบอร์กันจะมีขนาดของโปรแกรมเคาน์เตอร์ และขนาดของสแต็ก(ที่มี 2 ระดับ) แตกต่างกันออกไป

โปรแกรมเคาน์เตอร์จะเซ็ตทุกบิตเป็น 1 ถ้าอยู่ในสถานะรีเซ็ต ในช่วงการเอ็กซิคิวส์ โปรแกรมเคาน์เตอร์จะเพิ่มค่าตัวเองโดยอัตโนมัติในแต่ละคำสั่ง หรือมิฉะนั้น ผลลัพธ์จากการเอ็กซิคิวส์ จะเป็นตัวกำหนดค่าให้กับโปรแกรมเคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.3 การจัดหน่วยความจำภายในของ PIC16C5X

<u>สแต็ก</u>

ชิปตระกูล PIC16C5X มีสแต็กทางฮาร์ดแวร์ 2 ระดับ ซึ่งสามารถใช้สำหรับเก็บค่าและอ่านค่า (Push/Pop) ข้อมูลได้ ดังรูปที่ 3.3.4

คำสั่ง CALL จะดันค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์ในขณะนั้น (เพิ่มค่าขึ้น1) เก็บในสแต็กระดับ 1 และสแต็กระดับ 1 จะดันค่าเข้าสแต็กระดับ 2 โดยอัตโนมัติ ถ้ามีการใช้คำสั่ง CALL มากกว่า 2 ครั้ง ค่าที่ได้เก็บในสแต็กล่าสุด 2 ค่าเท่านั้นที่ยังเก็บอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์สถานะ

รีจิสเตอร์นี่จะเก็บค่าสถานะการคำนวณของ ALU ,สถานะการรีเซ็ต และค่าบิตเลือกเพจล่วงหน้าสำหรับหน่วยความจำเก็บโปรแกรมที่ใหญ่กว่า 512 เวิร์ด
(PIC16C56,PIC16C57)
บิตตัวทด/ตัวยืม และบิตตัวทด/ตัวยืมแบบดิจิต

บิตตัวทดเป็นค่าตัวทดจากผลการบวก (ADDWF) และเป็นค่าตัวยืม (borrow)จากผลการลบ (SUBWF) คำสั่ง RRF และ RLF มีผลต่อบิตนี้ด้วย บิตตัวทดแบบดิจิตจะมีหน้าที่คล้ายบิตตัวทด เช่น บิตนี้จะใช้เป็นค่าตัวยืมในการลบแบบดิจิต
บิตไทม์เอาท์และบิตแสดงสถานะเพาเวอร์ดาวน์ (T0,PD)

บิต T0 (time out) และ PD (power down) ในรีจิสเตอร์สถานะสามารถใช้ทดสอบเพื่อหาว่าเงื่อนไขการรีเซ็ตที่เกิดขึ้นเป็นเหตุมาจากไทม์เอาท์ที่ WDT ,เงื่อนไขการเปิดไฟเลี้ยง หรือการตื่นจากโหมด SLEEP โดยใช้ตัว WDT หรือการใช้ขา MCLR เหตุการณ์ที่มีผลต่อบิตสถานะเหล่านี่แสดงในตาราง

ตารางที่ 3.3.2 การกำหนดค่าบิตไทม์เอาท์และบิตแสดงสถานะเพาเวอร์ดาวน์

โหมด	*T0*	*PD*	*หมายเหตุ*
เพาเวอร์อัพ	1	1	
เกิดไทม์เอาท์จาก WDT	0	x	ไม่มีผลต่อบิต PD
คำสั่ง SLEEP	1	0	
คำสั่ง CLR WDT	1	1	

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

รีจิสเตอร์ W (Working Register) ใช้สำหรับเก็บค่าโอเปอร์แรนด์ที่สองในคำสั่งที่มีสองโอเปอร์แรนด์หรือสนับสนุนการเคลื่อนย้ายภายใน

TRISA เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมอินพุต/เอาท์พุตสำหรับพอร์ต A บิต 0-3 เท่านั้นที่ใช้ได้ เพื่อให้สอดคล้องกับพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตที่มีขนาดแค่ 4 บิต

TRISB เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมอินพุต/เอาท์พุตสำหรับพอร์ต B

TRISC เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมอินพุต/เอาท์พุตสำหรับพอร์ต C

รีจิสเตอร์ควบคุมอินพุต/เอาท์พุตจะถูกโหลดด้วยค่าในรีจิสเตอร์ W เมื่อมีการทำคำสั่ง TRISf โดยค่า "1" ที่ใส่ในรีจิสเตอร์ควบคุมจะทำให้ขาอินพุต/เอาท์พุต อยู่ในสถานะความต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานสูง ทำหน้าที่เป็นขาอินพุต และค่า "0" ที่ใส่ในรีจิสเตอร์ควบคุมจะทำให้ขาอินพุต/เอาท์พุตที่ถูกเลือกในพอร์ตนั้นมีสถานะเป็นขาเอาท์พุต รีจิสเตอร์เหล่านี้จะเขียนได้อย่างเดียวและจะถูกเซ็ตให้เป็น "1" ทั้งหมดเมื่ออยู่ในสภาวะรีเซ็ต

สภาวะรีเซ็ต

สภาวะรีเซ็ตอาจเกิดจากการที่เริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้แก่ชิป, ป้อนค่าลอจิก "0"เข้าที่ขา MCLR หรือเกิดจากตัว WDT เกิอไทม์เอาท์ ชิปจะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตตราบเท่าที่ขา MCLR ยังคงมีค่าลอจิก "0" หรือตัว OST แอกทีฟ

ตัว OST จะแอกทีฟทันทีที่ขา MCLR มีค่าลอจิกเป็น "1" ในสภาวะรีเซ็ต PIC16C5X จะมีสถานะดังนี้

- ออสซิลเลเตอร์จะทำงานหรือเริ่มต้นทำงาน
- ขาของพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตทุกขาจะอยู่ในสถานะความต้านทานสูง โดยจะรีเซ็ตให้รีจิสเตอร์ TRIS มีค่าเป็น "1"ทั้งหมด
- โปรแกรมเคาน์เตอร์จะถูกเซ็ตให้เป็น "1" ทั้งหมด
- รีจิเตอร์ออปชั่นจะถูกเซ็ตให้เป็น "1" ทั้งหมด
- ตัว WDT และปรีสเกลเลอร์จะถูกเคลียร์
- 3 บิตบนในรีจิเตอร์สถานะจะเซ็ตเป็น "1" ทั้งหมด
- เฉพาะรีจิสเตอร์ที่ใช้ออสซิลเลเตอร์แบบ RC สัญญาณ CLKOUT ที่ขา OSC2 จะมีค่าเป็นลอจิก "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการทำงานและการออกแบบ

4.1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล

- สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าปลายทางได้ โดยที่ผู้ควบคุมนั่งอยู่ที่โต๊ะทำงาน
- ชุดควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่ เล็กกระทัดรัด สามารถพกพาไปติดตั้งเองได้ไม่ยุ่งยาก
- สามารถควบคุมการ เปิด/ปิด อุปกรณ์ปลายทางได้โดยตรง หรือ เลือกจากโหมดจากการตั้งเวลา
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาต่อร่วมนั้น ต้องเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสสลับ 220 โวลต์
- เครื่องควบคุมระยะไกลติดตั้งที่ใดก็ได้ ภายใต้เครือข่ายโทรศัพท์

4.2 หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรโรงงานระยะไกล

เครื่องควบคุมระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ ได้ออกแบบขึ้นโดยอาศัยโครงข่ายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เป็นสื่อกลางที่สำคัญ จากรูปที่ 3.2.1 แสดงการเชื่อมต่อระบบควบคุมระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ เข้ากับโมเด็ม ความเร็ว 2400 bps เชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์ เพื่อรับส่งข้อมูลคำสั่งจาก PC ไปยังชุดควบคุมปลายทางระยะไกล

โปรแกรมที่เขียนขึ้นควบคุมการทำงานบน PC เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic for Windows เหตุผลที่เลือกโปรแกรมนี้คือ Visual Basic ถือว่าเป็นความก้าวหน้าที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแอพพลิเคชั่นที่ทำงานบน Windows ใน Visual Basic ประกอบไปด้วยเอนจิน (Engine) ที่ทำงานด้วยอีเวนต์และเครื่องมือช่วยออกแบบที่ใช้งานได้ง่าย มีการแสดงหน้าจอทำงานที่สวยงาม และที่สำคัญโปรแกรม Visual Basic รองรับการสื่อสารการส่งข้อมูลผ่าน Port อนุกรม เพื่อติดต่อกับ Hardware ภายนอกได้โดยง่าย

โปรแกรมจะถูกสั่งงานจากผู้ใช้ โดย ในขั้นตอนแรก จะสั่งงานให้ Modem ต้นทางโทรติดต่อกับ Modem ปลายทาง รอสัญญาณตอบรับ ว่า สามารถโทรติดแล้ว

ผู้ควบคุมเลือกคลิกปุ่มที่หน้าจอว่าต้องการ ปิด/เปิด อุปกรณ์ปลายทางตัวใด เมื่อมีการคลิกปุ่มสั่งงาน ข้อมูลจะถูกส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังปลายทางด้วย Modem มีความเร็วในการส่งข้อมูลเท่ากับ 2,400 bps ส่งข้อมูลแบบ Asynchronous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อข้อมูล ถูกส่งไปยังชุดบอร์ดควบคุมก็จะมีการรับค่าข้อมูลมาตรวจสอบทางขา 6 Chip Pic 16C56 เป็น Microcontroller Basic Stamp ตรวจสอบด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นแล้วบันทึกไว้ใน EEPROM เบอร์ 93LC56 โปรแกรมจะรอรับค่าว่า Output ตรงกับ Port ใด อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับ Port นั้นก็จะทำงาน

สำหรับโปรแกรมควบคุมสามารถสั่งงานได้ 2 ลักษณะ คือ

- เลือกควบคุมปิด/เปิดเอง โดยตรง
- ตั้งเวลาการปิด หรือ เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ

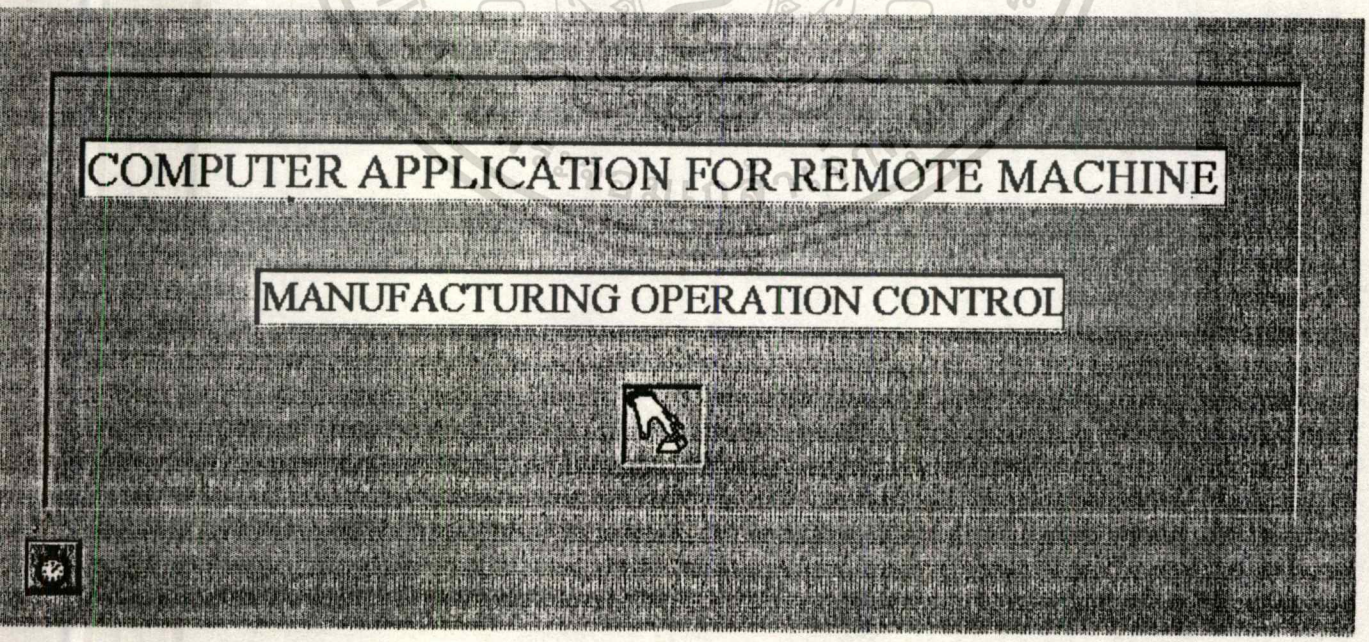
การออกแบบชุดควบคุมระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ อาศัยหลักการการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ของ Modem เป็นหัวใจสำคัญ

4.3 การออกแบบ

4.3.1 โปรแกรม Visual Basic

โปรแกรม LDRC ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าปลายทางระยะไกล ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. ส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างโมเด็ม (การโทรติดต่อ)
2. ส่วนของขั้นตอนการเลือกสั่งงาน

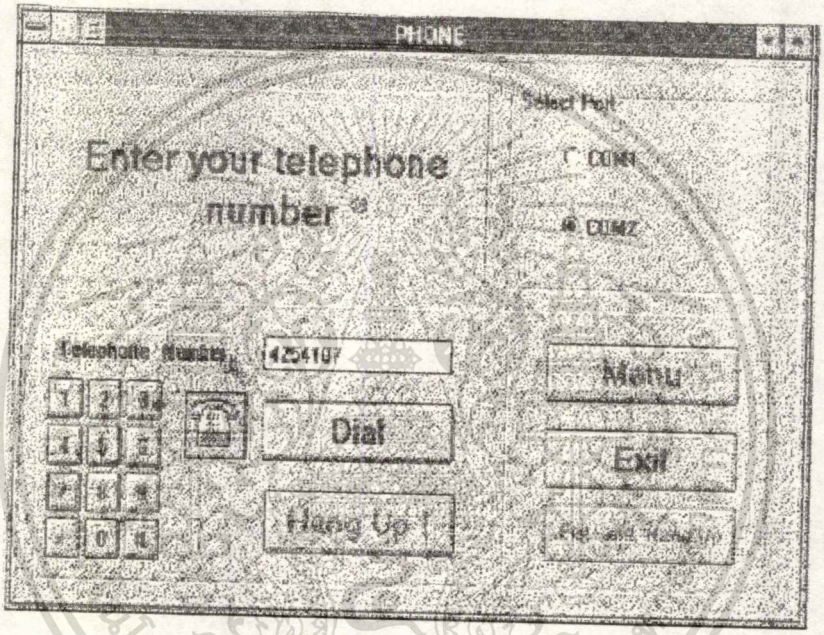


รูปที่ 3.1 แสดงหน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรม LDRC ขึ้นมา โปรแกรมจะทำการโหลดภาพ ซึ่งเป็นส่วนแสดงการนำเข้าสู่โปรแกรมนี้ ปรากฏดังภาพที่ 1 โดยจะมีระยะเวลาประมาณ 7 วินาที และจะไปยังส่วนของการโทรออก

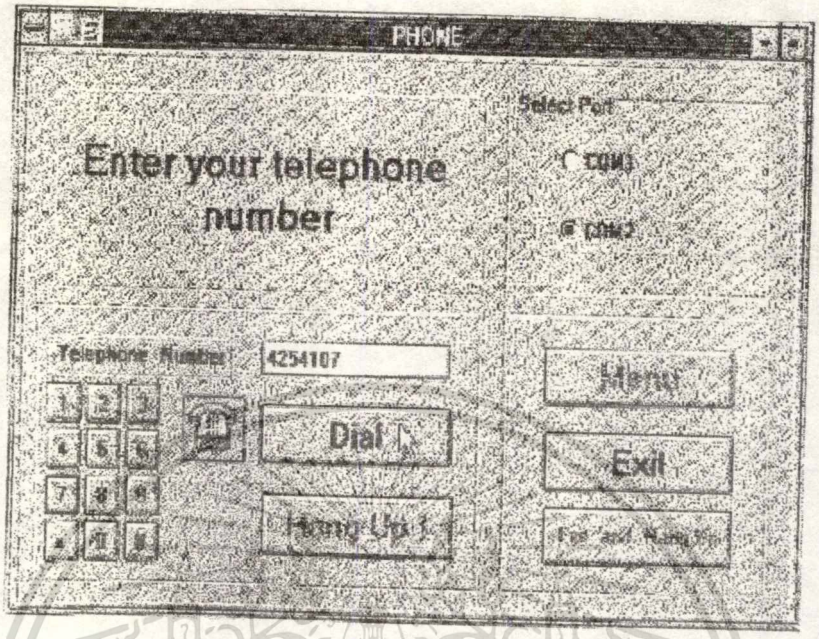
หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะแสดง ส่วนของการติดต่อระหว่างโมเด็ม ซึ่งก็คือ การให้โมเด็มทั้งสองตัวสื่อสารกัน ปรากฏดังภาพที่ 2



รูปที่ 4.2 แสดงการใส่หมายเลขโทรออก

โดยที่โปรแกรมจะรอรับว่าผู้ใช้จะติดต่อไปยังที่ใด ซึ่งก็คือการที่สั่งให้โมเด็มติดต่อไปที่ใด ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องใส่หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง ที่เราต้องการติดต่อสั่งงานและยังมีการแสดง Option ให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการติดต่อโมเด็มผ่านพอร์ตอนุกรม 1 หรือ พอร์ตอนุกรม 2 โดยในส่วนนี้แสดงได้ดังภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

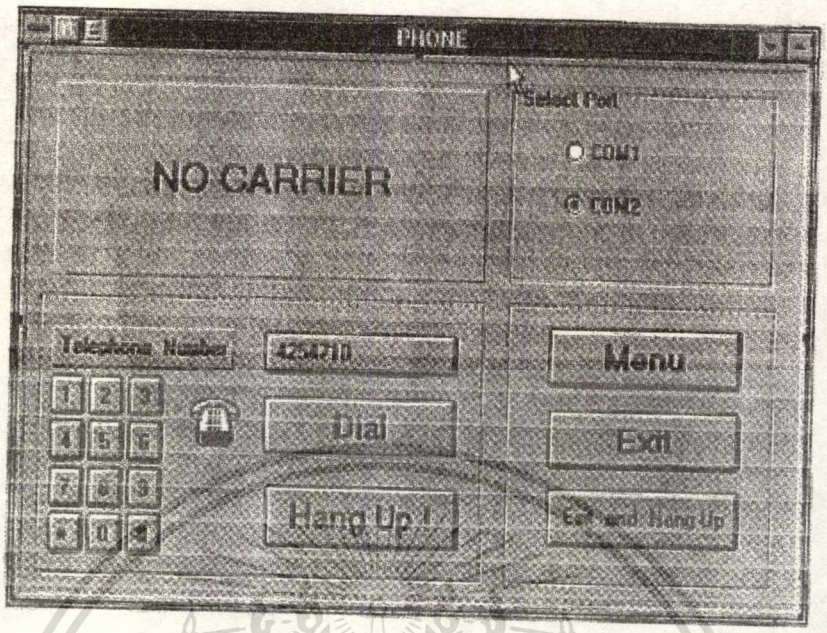


รูปที่ 4.3 แสดงการหมุนโทรศัพท์ไปยังเลขหมายปลายทาง

เมื่อผู้ใช้ใส่หมายเลขโดยการใช้เมาส์เลื่อนไปที่ตัวเลข แล้วคลิกหมายเลขที่ต้องการติดต่อให้พบเรียบร้อย พร้อมทั้งการเลือกติดต่อกับพอร์ตสื่อสารเรียบร้อยแล้ว ก็จะปรากฏดังภาพที่ 4

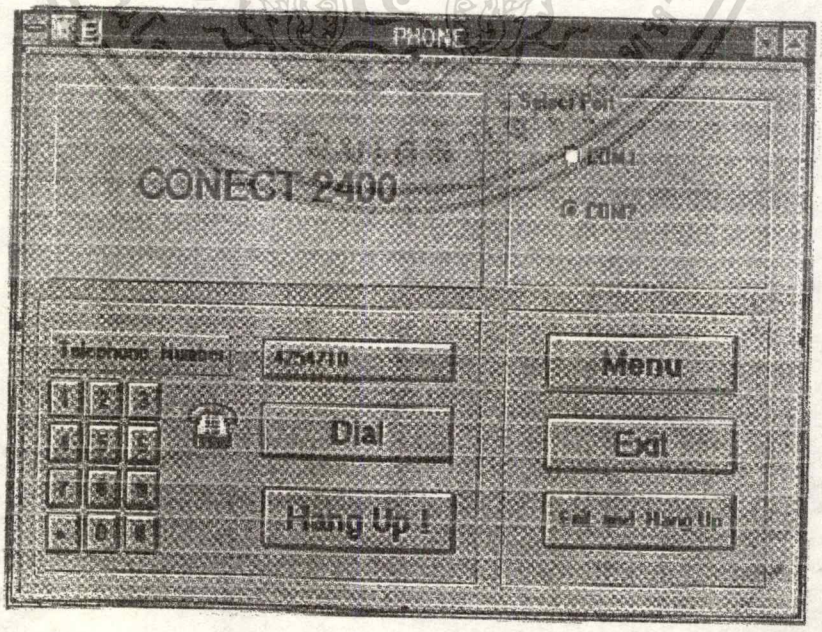
เมื่อเราใส่หมายเลขโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วจึงลากเมาส์แล้วคลิกที่ปุ่ม Dial ก จะเป็นการสั่งให้โมเด็มนั้นติดต่อไปยังปลายทาง โปรแกรมจะทำการสั่งงานให้โมเด็มต้นทางโทร ติดต่อกับโมเด็มปลายทาง โดยผู้ใช้ต้องรอสัญญาณการรับสาย 3 ครั้ง หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะแสดงผลของการติดต่อว่าติดต่อได้หรือไม่ ถ้าคู่สายปลายทางไม่ว่าง แสดงว่าติดต่อไม่ได้โปรแกรมจะแสดงคำว่า NoCarrier ดังภาพที่ 3 - 4 ดังนั้นผู้ใช้ต้องทำการติดต่ออีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงผลการโทรไม่ติด หรือคู่สายปลายทางไม่ว่าง

ถ้าโทรติด โมเด็มต้นทางก็จะมีไฟสว่างที่ CD ปรากฏบนเครื่องโมเด็มต้นทาง และจะมีการแสดงผลที่หน้าจอด้วยคำว่า Connect 2400 ดังภาพที่ 3-5



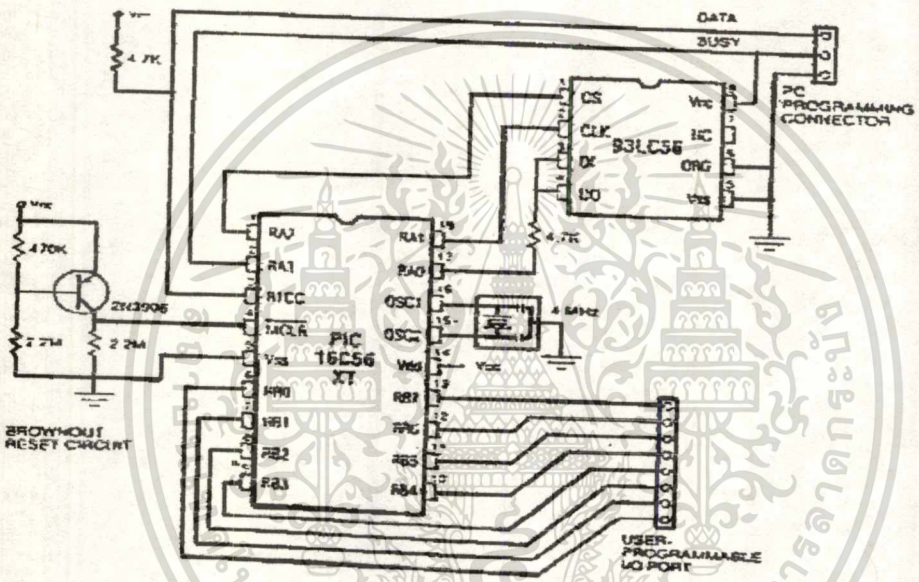
รูปที่ 4.5 แสดงผลการติดต่อ เมื่อโทรติดหรือ คู่สายปลายทางว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากโปรแกรม ให้คลิกกลับไปยังเมนูแรก และสามารถเลือกออกจากโปรแกรมได้ 2 วิธีคือ

1. ออกจากโปรแกรมพร้อมกับวางหูโทรศัพท์
2. ออกจากโปรแกรม โดยไม่วางหูโทรศัพท์

4.3.2 วงจร Basic Stamp



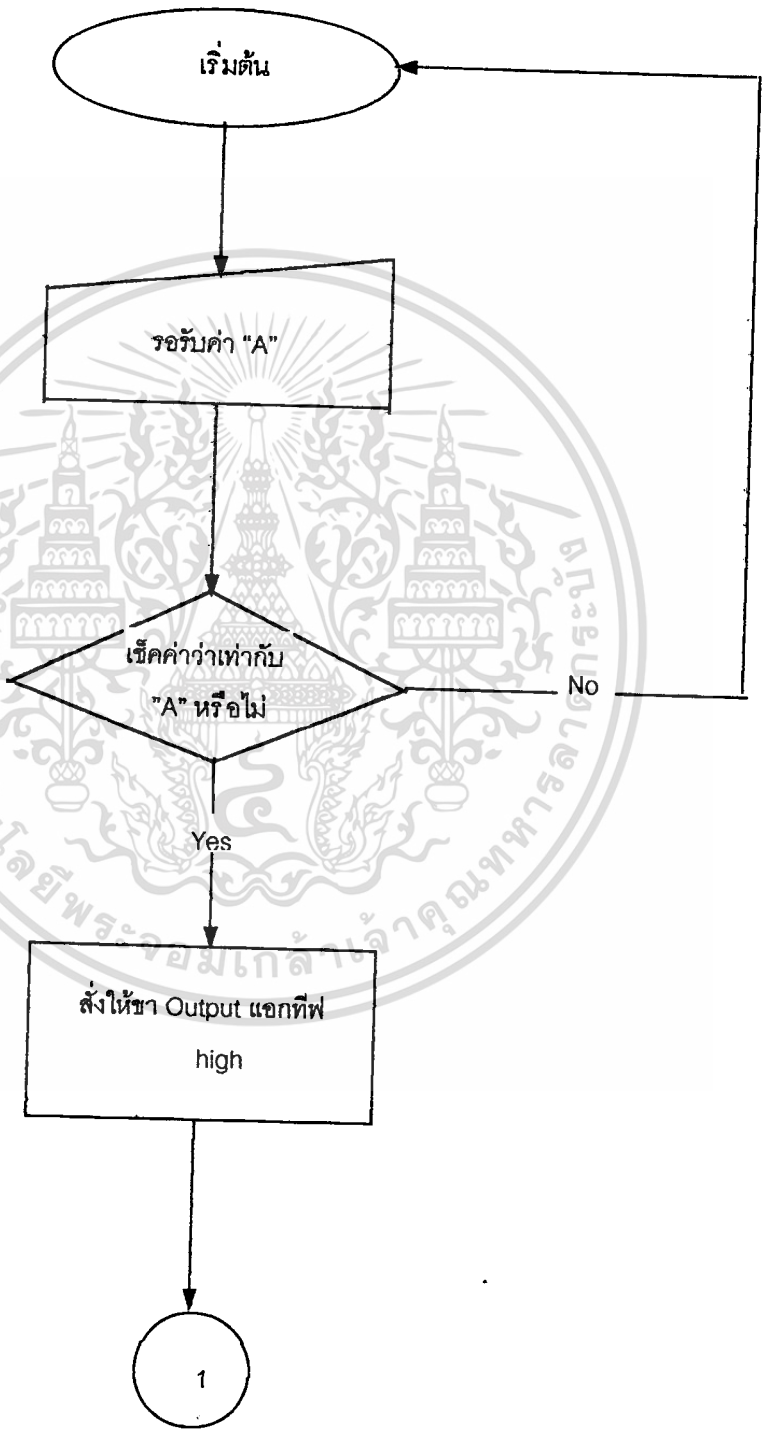
รูปที่ 4.6 แสดงวงจร Basic Stamp

เราเลือกใช้ I/O Port ของ Basic Stamp ในการควบคุมวงจรDriver ที่ต่ออยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้า 220 Vac

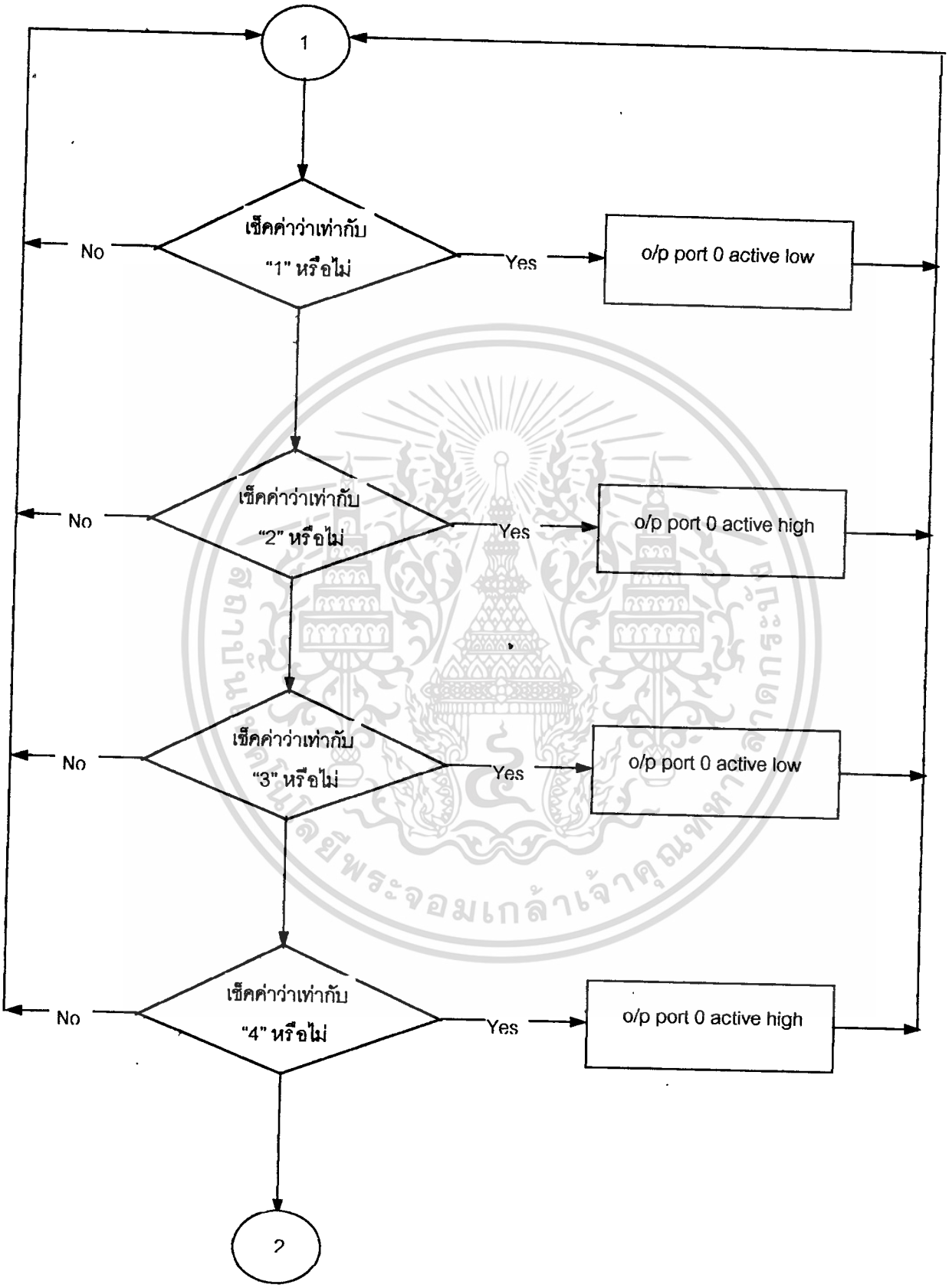
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 โปรแกรมควบคุม Basic Stamp

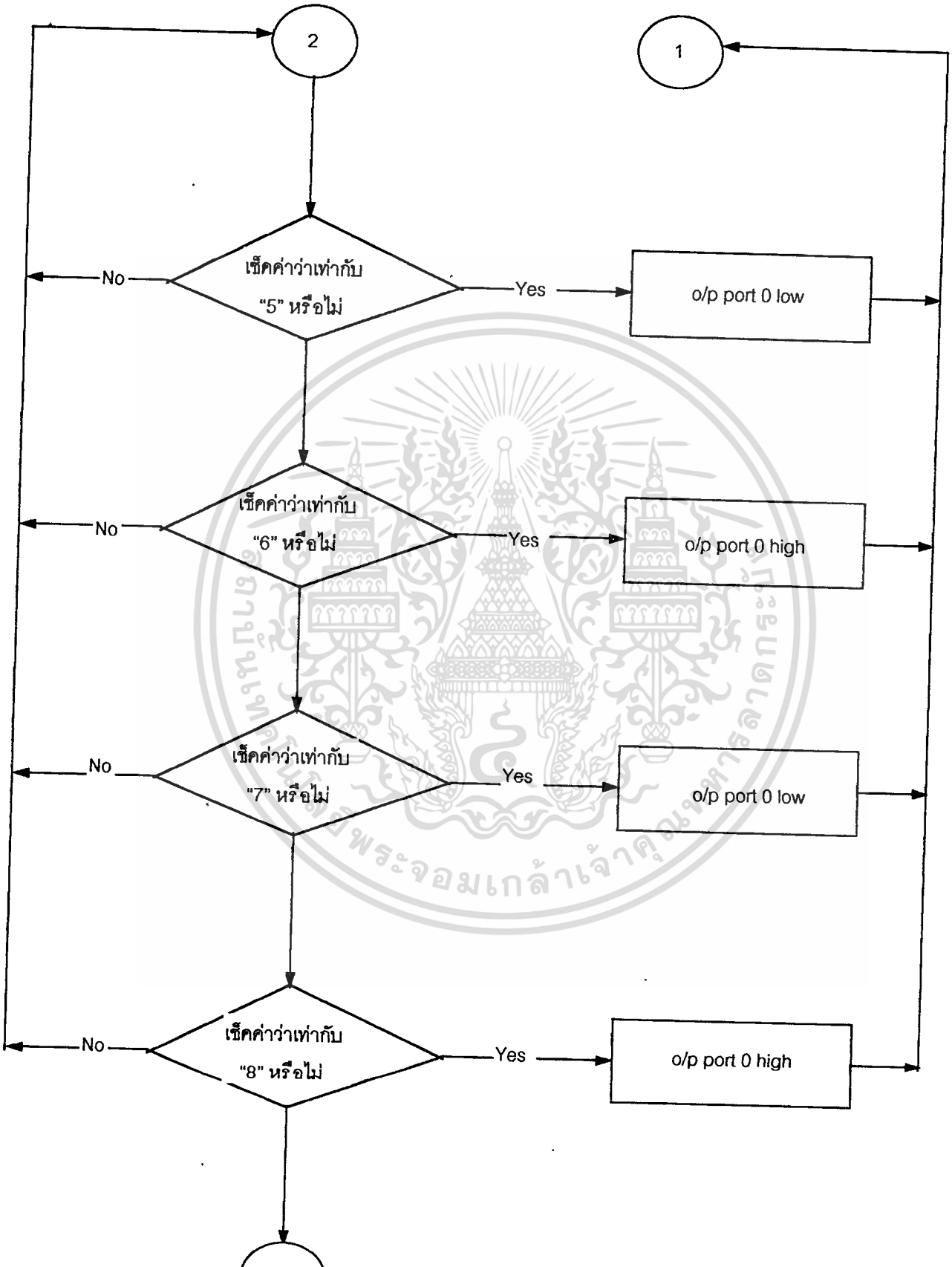
แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน



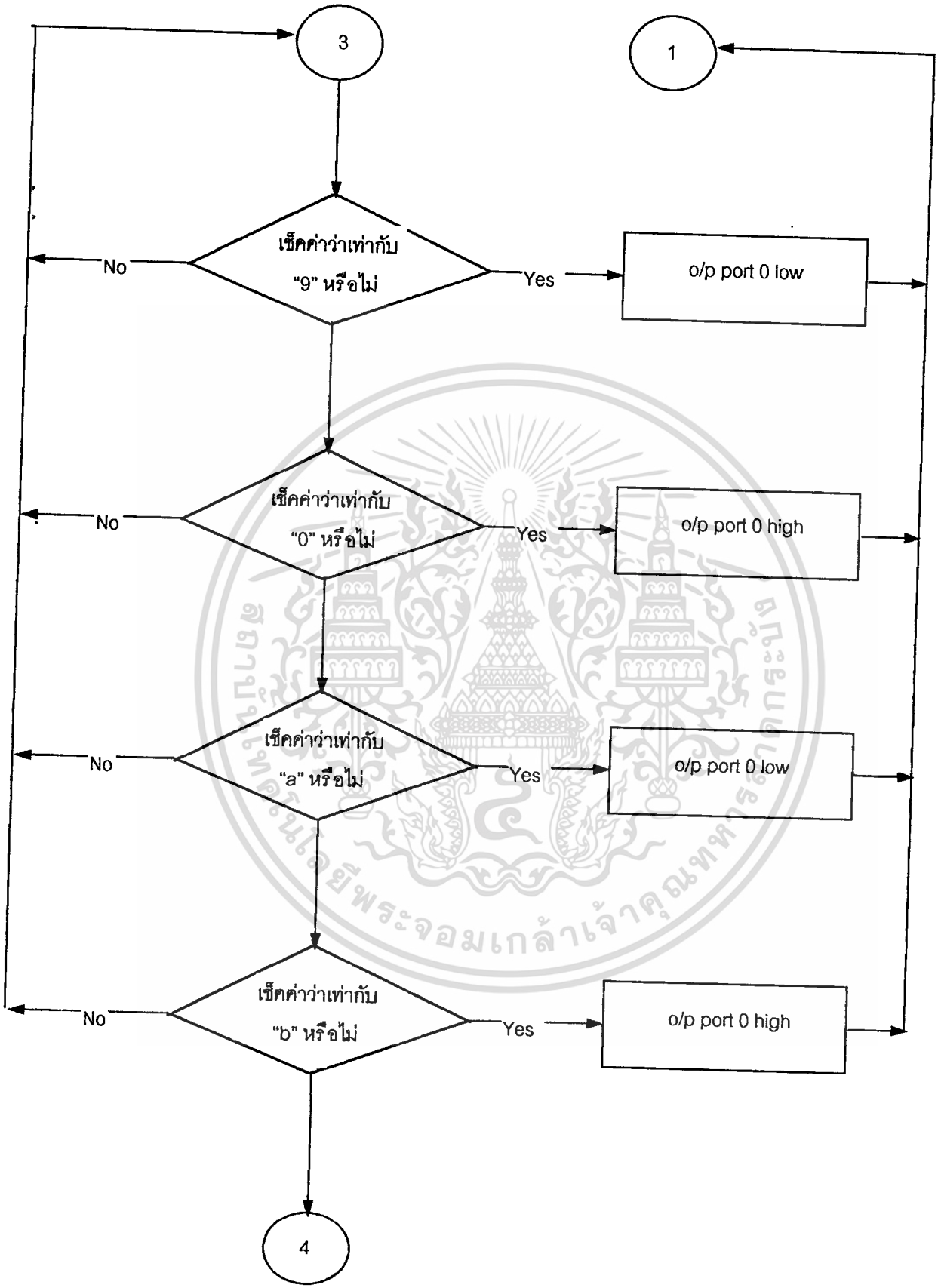
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



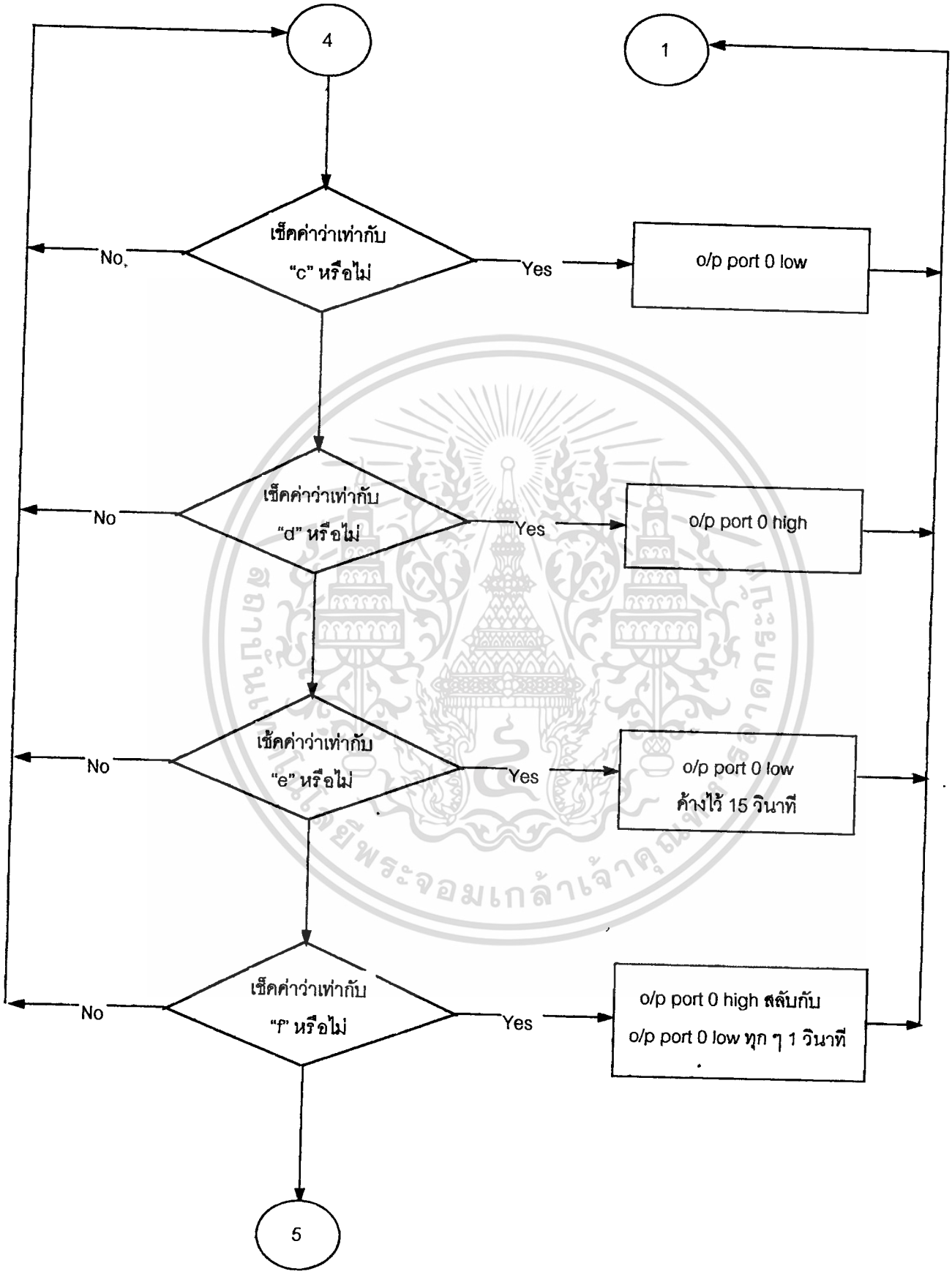
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



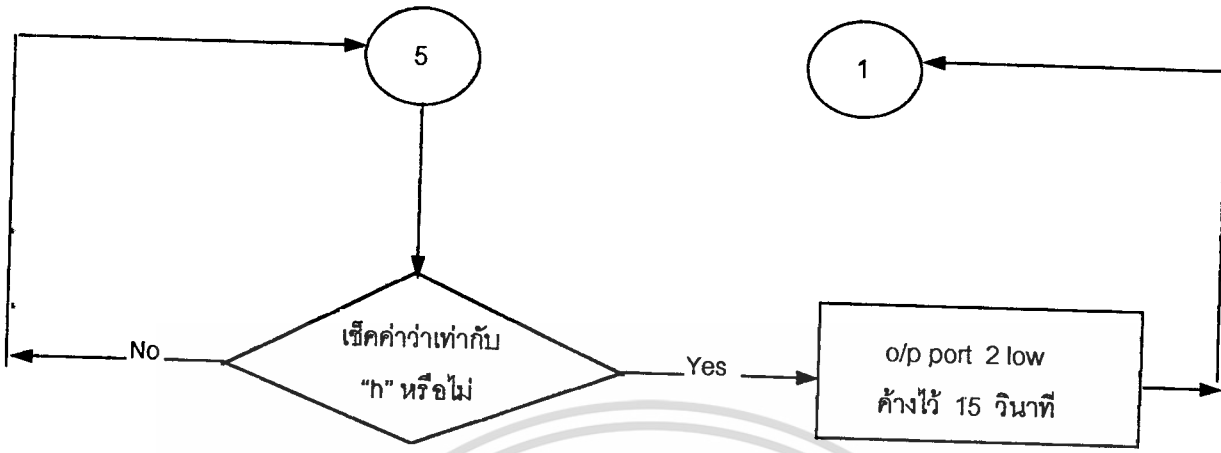
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โปรแกรมจะรอรับค่า " A " จากโปรแกรม Visual Basic เมื่อมีการส่งค่าออกไป Basic Stamp จะรอรับค่าที่ ขา 6 ของ I/O port และเช็คว่าเป็น "A" หรือไม่ถ้าไม่ใช่ให้ไปรอรับค่าใหม่ ถ้าใช่ Basic Stamp จะส่งให้ I/O port ทั้งหมด Active High เพื่อเป็นการรีเซ็ตอุปกรณ์ไฟฟ้าให้รอรับคำสั่งต่อไป

หลังจากนั้นโปรแกรมจะมารอรับค่าที่ส่งไปจาก Visual อีกครั้ง โดยค่า แอสกีที่สนใจในการรอรับคือ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 0 , a , b , c , d , e , f , h ถ้าเช็คได้ว่าเป็นตัวใดก็จะกระโดดไปทำงานตามฟังก์ชันนั้นๆ

- ถ้าเป็น "1" ขา O/P Port ที่ 0 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "2" ขา O/P Port ที่ 0 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "3" ขา O/P Port ที่ 1 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "4" ขา O/P Port ที่ 1 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "5" ขา O/P Port ที่ 2 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "6" ขา O/P Port ที่ 2 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "7" ขา O/P Port ที่ 3 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "8" ขา O/P Port ที่ 3 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "9" ขา O/P Port ที่ 4 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "0" ขา O/P Port ที่ 4 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "a" ขา O/P Port ที่ 5 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "b" ขา O/P Port ที่ 5 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
- ถ้าเป็น "c" ขา O/P Port ที่ 6 Active Low ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
- ถ้าเป็น "d" ขา O/P Port ที่ 6 Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าเป็น "e" ขา O/P Port ที่ 0 Active Low ค้างไว้เป็นเวลา 15 นาที และจะเปลี่ยนกลับไป Active High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานในโหมด Timer ตั้งเวลาการทำงานไว้ที่ 15 นาที

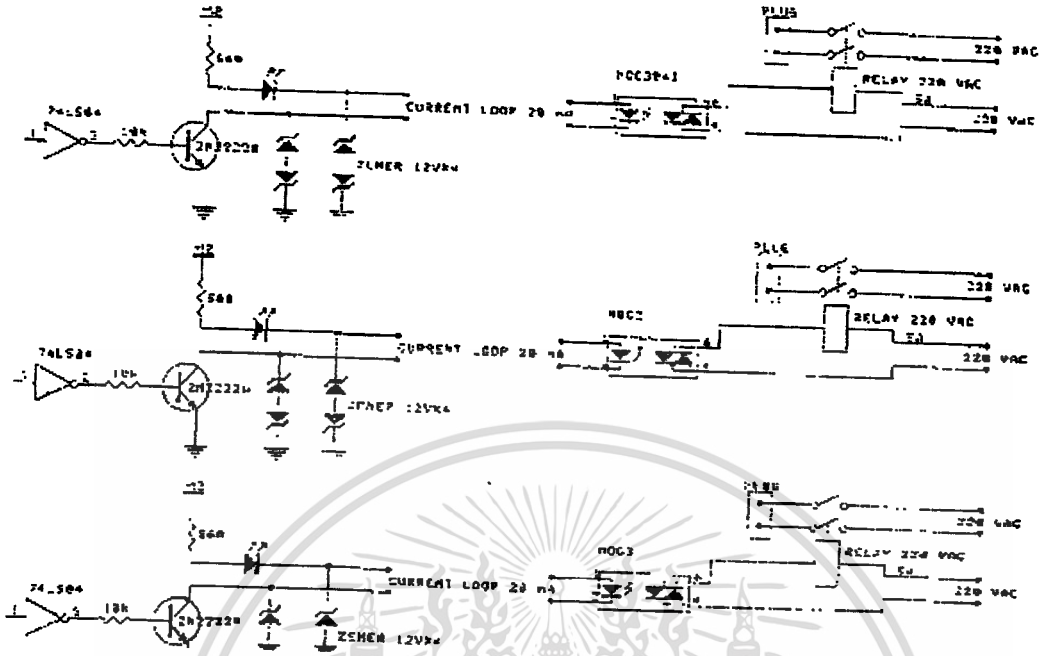
- ถ้าเป็น "f" ขา O/P Port ที่ 6 Activc Low และ High สลับกันทุกๆ 1 วินาทีเป็นเวลา 15 นาที ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน เปิด / ปิด สลับทุก 1 วินาที เป็นเวลา 15 นาที สามารถออกแบบใช้ได้กับเครื่องรดน้ำต้นไม้

- ถ้าเป็น "h" ขา O/P Port ที่ 6 Active Low ค้างไว้เป็นเวลา 15 นาที และจะเปลี่ยนกลับไป Activc High ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานในโหมด Timer ตั้งเวลาการทำงานไว้ที่ 15 นาที ถ้าฟังก์ชันย่อยทำงานแล้ว โปรแกรมจะวนไปรอรับค่าใหม่

4.3.5 DRIVER CIRCUIT

ในการเชื่อมต่อระหว่างวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำๆ (Digital circuit) กับวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงๆ (Power circuit) นิยมที่จะใช้ ไอซีประเภท ออปโตไอโซเลเตอร์ ที่มีเอาต์พุตเป็นแบบไตรแอค ในการเชื่อมต่อเพื่อความปลอดภัย ในการออกแบบ เราเลือกใช้ไอซีออปโตไอโซเลทเบอร์ MOC3041 Triac Driver Output ในการเชื่อมต่อ เหตุผลที่เราต้องใช้การเชื่อมต่อในลักษณะดังกล่าวก็เพื่อที่จะควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยลอจิก 1 จะไม่มีกระแสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ไหล (ในที่นี้เราใช้ทรานซิสเตอร์ NPN เบอร์ 2N2222A) ดังนั้นจึงไม่มีการดึงกระแสที่ขาคอลเลคเตอร์ ทำให้ไม่เกิดการเปล่งแสงของโฟโตไดโอดภายในออปโตไอโซเลเตอร์ เอาท์พุตไตรแอคจึงอยู่ในสภาวะ OFF แต่ถ้าให้สถานะทางอินพุตของอินเวอร์สเตอร์เป็นลอจิก 0 จะทำให้มีกระแสไหลที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นจึงมีการดึงกระแสที่ขาคอลเลคเตอร์ ทำให้โฟโตไดโอดทำงานไปทริกให้เอาท์พุตไตรแอคอยู่ในสภาวะ ON ซึ่งจะทำให้รีเลย์ที่อาศัยไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ เกิดการเหนียวนำและดึงหน้าสัมผัสให้ต่อกับไฟกระแสสลับ 220โวลต์ จึงทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด ซึ่งจากการทำงานจะเห็นว่าไตรแอคจะทำหน้าที่เป็นสวิตซ์สำหรับไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ (Bidirectional Switch) โดยสามารถควบคุมการปิดเปิด ได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับไฟสลับ 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม Visual Basic

โปรแกรมที่เราเลือกใช้เป็นของ Visual Basic ออกแบบขึ้นมาใช้งานได้ง่าย สามารถส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมได้และมีกราฟฟิก ที่สวยงามสามารถใช้งานได้จริง ผลการทดลองโปรแกรมมีความสามารถดังนี้

1. สามารถสั่งงานให้โมเด็มหมุนและโทรเลขหมายได้
2. สั่งงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้
3. มีรูปแบบหน้าจอที่สามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ
4.

5.2 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม Basic Stamp

จากการทำงานวิจัยในครั้งนี้พบว่า ตัวควบคุมอุปกรณ์ปลายทาง Basic Stamp มีความสามารถไม่เพียงพอต่อการรับ-ส่งข้อมูล กับโมเด็มและสายส่งนี้มีความเร็ว 9,600 b/s เพราะ Basic Stamp มีความสามารถส่งได้สูงสุดเพียง 2,400 b/s ทำให้เวลาทดลองมีการผิดพลาดในการส่งและรับ

จึงแก้ไขปัญหาโดยใช้ตัวควบคุมปลายทาง JAZZ-31 ใช้ CPU เบอร์ 8031 สามารถรับส่งข้อมูลได้ 9,600 b/s เหมาะสมกับโมเด็มและสายส่งส่วน หลักการเขียนโปรแกรมและชุดคำสั่งที่ใช้ใกล้เคียงกับ Basic Stamp ที่ใช้ทดลองข้างต้นนี้

5.3 ผลการทดลองในส่วนของการติดต่อระหว่างโมเด็ม

โมเด็มตัวต้นทาง และโมเด็ม ปลายทางสามารถรับส่งข้อมูล ด้วยกันได้อย่างเหมาะสมเมื่อสั่งให้มีการหมุนไปยังหมายเลขปลายทาง ต้องรอสัญญาณตอบรับสาย 3 ครั้ง แล้วถ้าโทรติด จะมีไฟขึ้นที่ CD ของตัวโมเด็มต้นทาง แสดงว่าพร้อมรับส่งข้อมูลส่วนที่โมเด็มปลายทาง จะมีการรับสายเองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3.1 แสดงผลการทดลอง

การทดลอง	*ผลการทดลอง*
1. หน้าจอแสดงการทำงาน Windows	แสดง
2. Mouse และ การชี้	แสดง
3. การ Click ปุ่มต่าง ๆ	Active
4. การแสดงข้อความ	แสดง
5. การให้อุปกรณ์ต่อพ่วงทำงาน	Active
6. การให้อุปกรณ์ต่อพ่วงติดต่อปลายทาง	Active
7. ให้แสดงสถานะ	แสดง
8. ทดลองให้อุปกรณ์ปลายทางทำงาน	Active
9. ทดลองให้อุปกรณ์ปลายทางหยุดการทำงาน	Active
10. ทดลองใช้คำสั่งปิด	เครื่องจะหยุดโดยไม่แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและแนวทางแก้ไข

สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบและการใช้คอมพิวเตอร์จัดการระยะไกล พบว่า เราสามารถควบคุมการเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า ระยะไกลได้

อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเลือกใช้ กับอุปกรณ์ Driver ที่เหมาะสม คือ

1. Driver ที่เป็น Relay ใช้กับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
2. Driver ที่เป็น Solid State Relay ใช้กับอุปกรณ์ที่เป็น แอร์ พัดลม วิทยุ โทรทัศท์ หลอดไฟฟ้าที่มีไส้หลอด

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการออกแบบ

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ในการออกแบบระบบนี้ คือ BASIC STAMP ONE ซึ่งออกแบบมาใช้กับการควบคุมเล็ก ๆ ทำให้เครื่องควบคุมระยะไกลมีขีดจำกัดดังนี้

1.1) ความเร็วในการส่งข้อมูล 2400 b/s นับว่าช้าเกินไป

1.2) สามารถเก็บข้อมูลได้ 256 bit ทำให้เขียนฟังก์ชันการทำงานได้ไม่มาก

วิธีแก้ไข ควรเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีคุณสมบัติที่มากกว่านี้ เช่น MCS 8051,8031 ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงถึง 50000 b/s และเก็บข้อมูลได้มากถึง bit ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมการใช้งานได้มากกว่านี้

2. ถ้าอุปกรณ์ปลายทางที่สั่งงานไม่ทำงาน ผู้ใช้ไม่สามารถรับรู้ได้

วิธีแก้ไข ต้องออกแบบระบบ SENSER หรือกล้องจับภาพติดไว้ที่ปลายทางแล้วส่งภาพกลับมายังผู้ควบคุม แสดงผลบนหน้าจอว่าขณะนี้อุปกรณ์ปลายทางทำงานตามที่สั่งหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สำหรับแนวทางการพัฒนานั้นสามารถทำได้โดย</u>

1)ในส่วนของโปรแกรมวิชวลเบสิคสามารถนำไปพัฒนาให้มีการใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

2)สำหรับส่วนตัวควบคุมที่ต้นทางนั้นอาจพัฒนาให้ตัวรับข้อมูลนั้นเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์อย่างอื่น เช่น ตัวเซนเซอร์ ฯลฯ แล้วผ่านวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

โชคชัย ลอรัตนเรืองกิต,วารสารเซมิคอนดัคเตอร์ ,พิมพ์ครั้งที่ 1 ฉบับที่ 165-167 พ.ศ.2539,บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

สมศักดิ์ อัศวกุลไพบูลย์ การเขียนโปรแกรมบนวินโดว์ด้วย MICROSOFT VISUAL BASIC 4.0 ภาคปฏิบัติ พิมพ์ครั้งที่1 พ.ศ. 2540 , บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)

สุพจน์ ปุณณชัยยะ,MODEM,พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2534,บริษัท อินฟอร์เมติก บิซิเนส พับลิเคชั่น จำกัด.

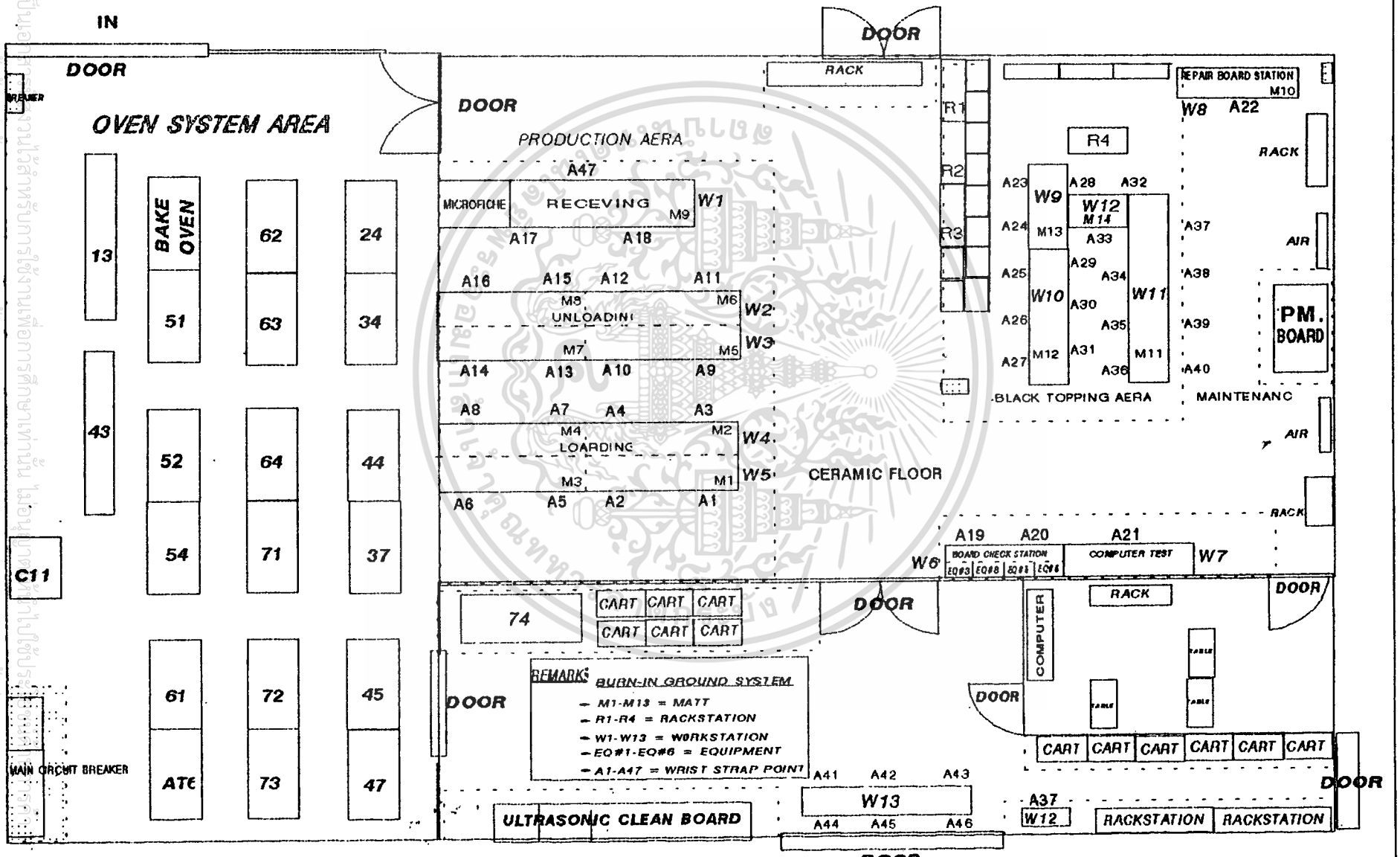
Wallace Wang, Visual Basic 4 for Windows ,IDG,Books Worldwide,Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

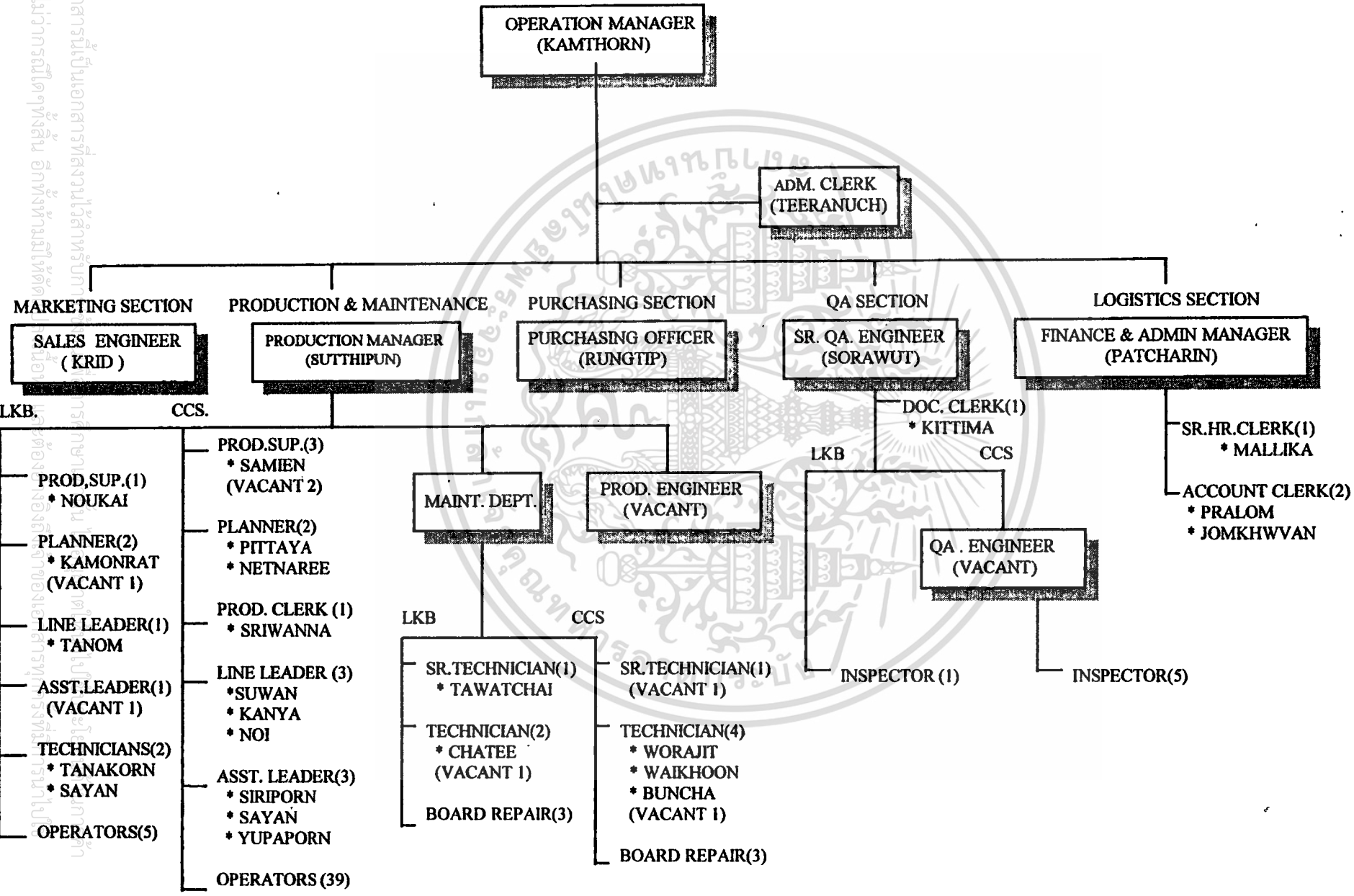
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WORKSTATION LAYOUT SYSTEM



ORGANIZATION CHART



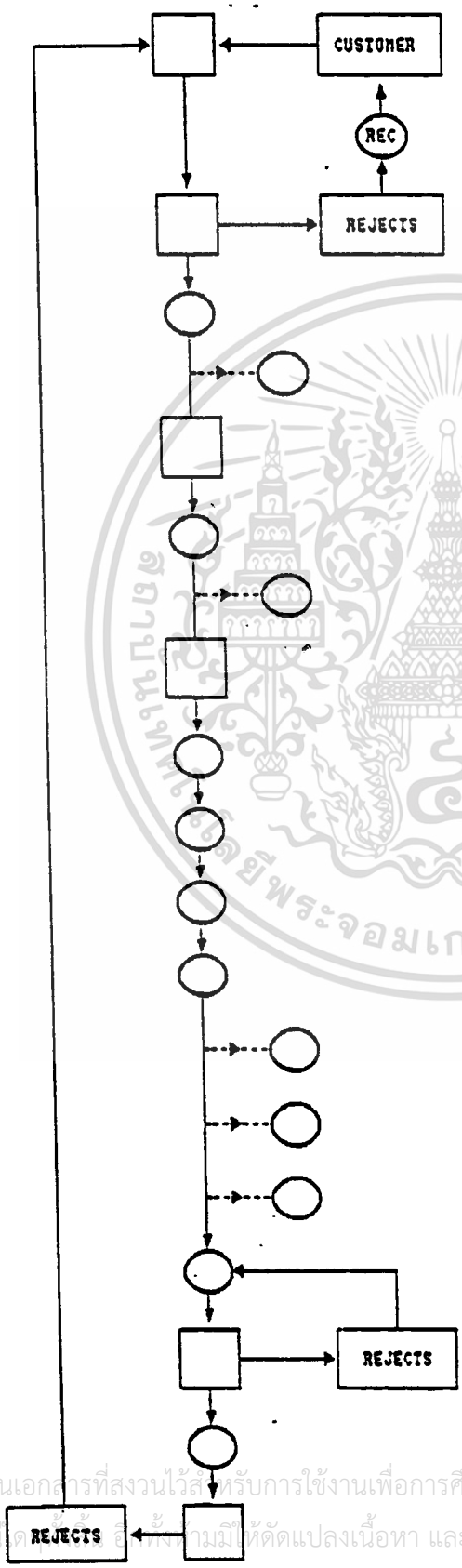
PROFIT AND LOSS FOR PERIOD ENDED FEB '98
12 MONTHS PERIODS FROM JUL'97 TO JUN'98

	JAN'98	FEB'98	3RD QTR	ACCUM FY97/98
B/I SALES	5,349,536.39	8,228,726.36	13,578,262.75	43,674,343.33
OTHER SALES	2,991,668.96	1,748,623.82	4,740,292.78	15,839,411.82
OTHER SALES SERVICE - CATALYST	1,334,647.17	1,440,236.47	2,774,883.64	10,041,205.61
TOTAL SALES	9,675,852.52	11,417,586.65	21,093,439.17	69,554,960.76
COST OF SALES				
DIRECT LABOUR				
OPERATOR'S WAGES	413,354.00	393,655.00	807,009.00	3,770,000.00
EPF(SOC.SEC.)	3,457.00	2,258.00	5,715.00	33,322.00
SOCSO			0.00	0.00
TRANSPORT ALLOWANCE			0.00	0.00
BONUS	28,360.80	29,595.80	57,956.60	238,060.20
	445,171.80	425,508.80	870,680.60	4,041,382.20
DIRECT MATERIAL				
OPENING INVENTORIES			0.00	0.00
PURCHASES			0.00	0.00
OPERATIN MATERIAL			0.00	0.00
COST OF MATERIALS - TAPPING & REEL			0.00	909,309.69
COST OF FREIGHT AND INSURANCE			0.00	218,121.83
CLOSING INVENTORIES			0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	1,127,431.52
INDIRECT LABOUR				
TECHNICIAN'S WAGES	381,903.00	465,737.00	847,640.00	3,130,655.00
EPF(SOC.SEC.)	2,941.00	3,226.00	6,167.00	29,666.00
SOCSO			0.00	0.00
TRANSPORT ALLOWANCE			0.00	0.00
BONUS	32,978.20	33,913.50	66,891.70	261,817.20
	417,722.20	502,976.50	920,698.70	3,422,138.20
FACTORY OVERHEAD				
FREIGHT CHARGES	52,460.82	32,332.00	84,792.82	373,347.66
RENT	27,900.00	29,550.00	57,450.00	234,645.00
UTILITIES	126,976.50	147,375.41	274,351.91	1,185,234.13
DEPRECIATION :	282,274.73	781,583.80	1,063,858.53	2,688,694.74
OTHERS				
OVERSEAS TRAVELLING SVS			0.00	0.00
LOCAL FIELD SVS TRANSPT(TTI)			0.00	0.00
OVERSEAS TRAINING COURSES			0.00	0.00
OPERATING SUPPPLIES	33,855.50	53,642.00	87,497.50	1,526,137.12
AUTO & TRUCK			0.00	0.00
ARTWORK/DRAFTING EXPS			0.00	0.00
UNIFORM			0.00	0.00
WORKMEN COMPENSATION	4,980.00		4,980.00	4,980.00
CRATING/PACKING CHARGES			0.00	0.00
PLANT/TOOL/EQUIPT MAINTENANCE	110,387.16	138,001.21	248,388.37	2,555,559.61
BUILDING SINKING FUND			0.00	0.00
EQUIPT INSTALLATION COST			0.00	0.00
MARINE/CARGO INSURANCE			0.00	0.00
FTY PRINTING	2,000.00	14,250.00	16,250.00	63,350.00
MAINT INDIRECT SVS			0.00	0.00
MARINE INSURANCE	936.00	1,560.00	2,496.00	7,947.00
	641,770.71	1,198,294.42	1,840,065.13	8,639,795.26
COST OF SERVEICE - CATALYST	1,088,142.06	879,292.64	1,967,434.70	5,624,369.96
COST OF SERVICE - CATALYST EXPENSES	2,592,806.77	3,006,072.36	5,598,879.13	22,955,117.14
*** TOTAL COST OF SALES ***				
GROSS MARGIN				
% GROSS PROFIT				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	SPECIFICATION NO.	REV.
		A

6.0 TYPICAL BURN-IN PROCESS FLOW



SPEC NUMBER	PROCESS DESCRIPTION
ITB 12007	FROM CUSTOMER RECEIVING INSPECTION
ITB 22001	QA INCOMING INSPECTION.
ITB 12027	UNPEGGING OF TUBES.
ITB 12001	LEAD FORMING (IF APPLICABLE).
ITB 12025	10% PRE LOAD BOARD CHECK.
ITB 12002	PRODUCT LOADING ONTO BIB.
ITB 12020	DOTTING (IF APPLICABLE).
ITB 12034	100% ELECTRICAL BOARD CHECK.
ITB 12004	LOADING BOARDS INTO BURN-IN SYSTEM.
ITB 12032	BURN-IN (ITB 22003 QA OVEN INSPECTION).
ITB 12005	UNLOADING OF BOARDS FROM BURN-IN SYSTEM.
ITB 12006	PRODUCT UNLOADING FROM BIB.
ITB 12030	LEAD SCANNING (IF APPLICABLE).
ITB 12031	LEAD STRAIGHTENING (IF APPLICABLE).
ITB 12008	LEAD SIZING (IF APPLICABLE).
ITB 12010	VISUAL INSPECTION.
ITB 22000	QA OUTGOING INSPECTION.
ITB 12009	SHIPPING.
ITB 12046	TO CUSTOMER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 Test temperature for high power devices. Regardless of power level, devices shall be able to be burned in or life-tested at their maximum rated operating temperature. For devices whose maximum operating temperature is stated in terms of ambient temperature, T_A, table I applies. For devices whose maximum operating temperature is stated in terms of case temperature, T_C and where the ambient temperature would cause T_J to exceed +200°C (+175°C for class S), the ambient operating temperature may be reduced during burn-in and life test from +125°C to a value that will demonstrate a T_J between +175°C and +200°C and T_C equal to or greater than +125°C without changing the test duration. Data supporting this reduction shall be available to the acquiring and qualifying activities upon request.

* 3.1.1.2 Test temperature for hybrid devices. The ambient or case burn-in test temperature shall be as specified in table I, except case temperature burn-in shall be performed, as a minimum, at the maximum operating case temperature (T_C) specified for the device. Burn-in shall be 320 hours minimum for class K. The device should be burned in at the maximum specified operating temperature, voltage, and loading conditions as specified in the detail specification. Since case and junction temperature will, under normal circumstances, be significantly higher than ambient temperature, the circuit should be so structured that the maximum rated junction temperature as specified in the detail specification, and the cure temperature of polymeric materials as specified in the baseline documentation shall not be exceeded. If no maximum junction temperature is specified, a maximum of 175°C is assumed. Accelerated burn-in (condition F) shall not be permitted. The specified test temperature shall be the minimum actual ambient or case temperature that must be maintained for all devices in the chamber. This shall be assured by making whatever adjustments are necessary in the chamber profile, loading, location of control or monitoring instruments and the flow of air or other suitable gas or liquid chamber medium.

3.1.2 Temperature accelerated test details. In test condition F, microcircuits are subjected to bias(es) at a temperature (175°C to 250°C) which considerably exceeds the maximum rated junction temperature. At these elevated temperatures, it is generally found that microcircuits will not operate normally as specified in their applicable acquisition documents, and it is therefore necessary that special attention be given to the choice of bias circuits and conditions to assure that important circuit areas are adequately biased without subjecting other areas of the circuit to damaging overstress(es). To properly select the accelerated test conditions, it is recommended that an adequate sample of devices be exposed to the intended high temperature while measuring voltage(s) and current(s) at each device terminal to assure that the applied electrical stresses do not induce damaging overstress. Unless otherwise specified in the detail specifications, the minimum time-temperature combination shall be as delineated by table I. The minimum test time shall be 12 hours. The applied voltage at any or all terminals shall be equal to the recommended operating voltage(s) at 125°C. When excessive current flow or power dissipation would result from operation at the specified voltage(s), the applied voltage(s) at any or all terminals may be reduced to a minimum of 50 percent of the specified voltage(s) and the testing time shall be determined in accordance with the formula given in 3.5.6 of method 1005. Devices with internal thermal shut-down circuitry shall be handled in accordance with 3.5.6.1 of method 1005. Thermal runaway conditions must be avoided at all times.

3.2 Measurements. Pre burn-in measurements, when specified, or at the manufacturer's discretion when not specified, shall be conducted prior to applying burn-in test conditions. Post burn-in measurements shall be completed within 96 hours after removal of the devices from the specified burn-in test condition (i.e., either removal of temperature or bias) and shall consist of all 25°C dc parameter measurements) (subgroup A-1 of method 5005, or subgroups tested in lieu of A-1 as allowed in the most similar military detail specification) and all parameters for which delta limits have been specified as part of interim (post-burn-in) electrical measurements. Delta limit acceptance, when applicable, shall be based upon these measurements. If these measurements cannot be completed within 96 hours, for either the standard or accelerated burn-in, the devices shall be subjected to the same test condition (see 3.1) and temperature previously used for a minimum additional reburn-in time as specified in table I before post burn-in measurements are made.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	SPECIFICATION NO.	

12.0 BURN-IN COMPENSATION

12.1 Interruption of test condition during burn-in which result in removal of the required test stresses, test time shall be extended to assure actual exposure for the total minimum specified test duration.

12.2 Compensation for temperature interruption shall be recorded with reference to the master clock in the production area.

12.3 Compensation for bias interruption shall be based on the last documented bias check

12.4 Arrangement shall be made with the customer in the event of lot split due to compensation of burn-in hour.

12.5 Any loss(es) on interruption(s) of bias in excess of 10 minutes total duration while the chamber is at temperature during the final 8 hour of burn-in shall require extension of test duration for an additional uninterrupted 8 hours minimum unless otherwise specified by customer specification.

13.0 RE-BURN IN

13.1 The parts, which are not tested by the next testing process within Burn-In test window, must be reburned at its original Temperature and bias with specified Re-Burn-In duration
(unless othowise specified by customer'specification)

13.1.1 If normal Burn-In duration is greater than 80 hours, the parts must be reburned for at least 24 hours.

13.1.2 If normal Burn-In duration is equal to or less than 80 hours, the parts must be reburned for at least 12 hours.

13.2 In this case a new Process Traveller is initiated with a 'Re-Burn In Stamp' and the burn-in process steps as in TTB 12000 will have to be observed again.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MONTHLY PRODUCTION REPORT

Subject Burn - In out of plan

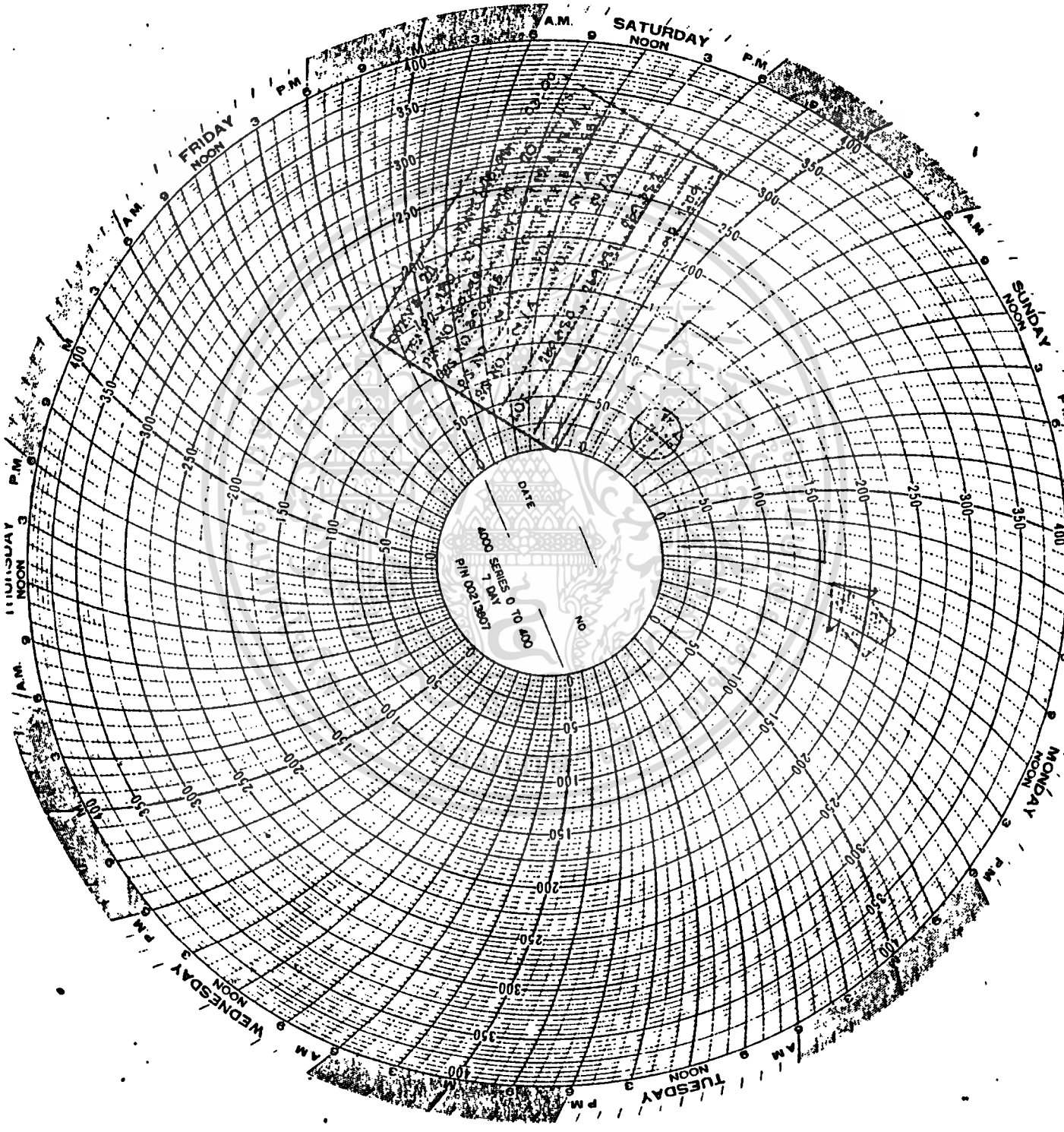
MONTHLY OF JANUARY '98

B/I Hours	Re - Burn in	Detail
223216	172	DIP 16L 80 Hrs Lot NO. 269380 PLCC 68L 20 Hrs Lot NO. 269532 SOIC 8L 72 Hrs Lot NO. 269734

Remark : Return to TTB Re - Burn In FOC

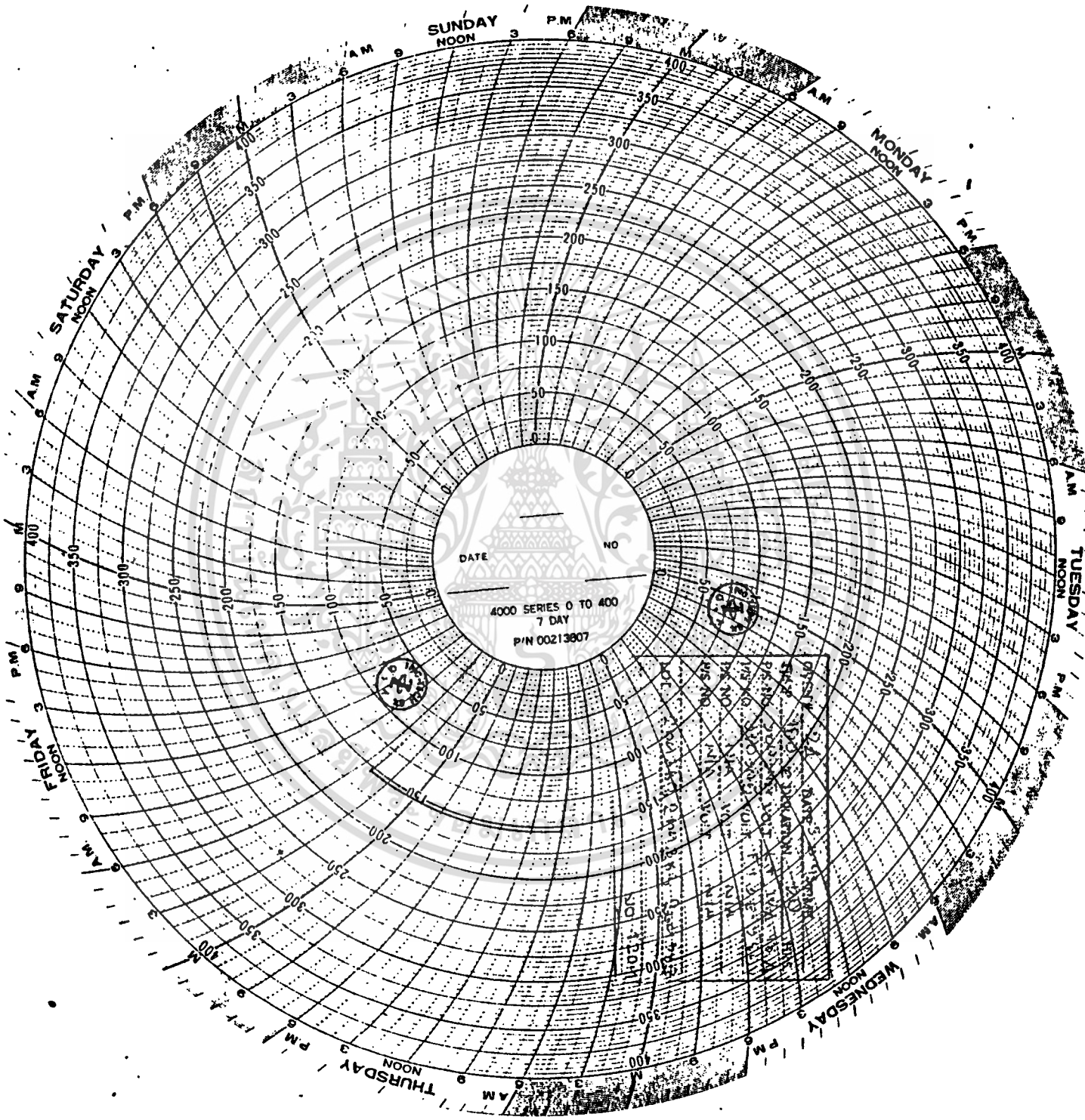
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงงาน Reject



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงงาน Bum-in



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 TRIO-TECH warrants that it is capable of performing the Burn-in services contemplated by this Agreement in an effective manner and to the highest standards of the industry. TRIO-TECH warrants further that its employees who will provide the services have attained the necessary qualifications and levels of skill required in performance of the Burn-in services contemplated by this Agreement.

2.7 TRIO-TECH shall be solely responsible for the maintenance of the Burn-in ovens to a standard at which it can perform its obligations pursuant to this Agreement. The cost of any repair and replacement of components or parts for Burn-in ovens or other equipment or facilities of TRIO-TECH shall be for the account of TRIO-TECH.

3. COMMENCEMENT AND DURATION OF AGREEMENT

3.1 This agreement shall come into force starting from October 15,1996 and shall continue for a period of two (2) years.

4. UNDERTAKING BY PHILIPS SEMICONDUCTORS

4.1 For the purpose of conducting the Burn-in services, PHILIPS shall provide Burn-in boards among the type required by the specification stated in clause 1.1 with the suitable systems stated in the attached asset list. Any variation in systems boards and any others relating to the capacity variation shall require formal negotiation/discussion between PHILIPS and TRIO-TECH prior to joint physical implementation.

4.2 There shall be no undertaking required by PHILIPS to provide TRIO-TECH with a minimum guarantee volume billing. However, PHILIPS shall entirely provide TRIO-TECH all units requiring Burn-in. This covers Burn-in required units of both directly from PHILIPS and indirectly from her sub-contractors.

4.3 PHILIPS production control shall provide TRIO-TECH with a three monthly rolling forecast on a monthly basis. Should PHILIPS fail to provide the forecast on time, the quarterly forecast of the preceding quarter shall be used.

4.4 Any excess over capacity beyond the requirement for PHILIPS volume is allowed to used to service other TRIO-TECH'S customers. The capacity is defined as systems/boards dedicated to do Burn-in on specific products based on systems/boards configuration and current drawn per device on each loading.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHILIPS SEMICONDUCTORS (THAILAND) LTD.

TRIO TECH (BANGKOK) CO., LTD.

4.5 PHILIPS shall deliver units to TRIO-TECH factory at the most frequent of once a working day.

5. BURN-IN SPECIFICATION AND QUALITY

5.1 The Burn-in requirements shall be in strict compliance with MIL-M-38510/ MIL-STD-883 METHOD 1015 as per clause 1.1. Any change/revision in specification as a result of fresh/quality/engineering requirements other than those highlighted above, would require formal negotiation/discussion between PHILIPS and TRIO-TECH prior to joint physical implementation. Any agreement reached would be formally annexed to this agrement.

5.2 TRIO-TECH shall allow PHILIPS's source inspector the right to observe any receipt of actual quantity based on PHILIPS/TRIO-TECH shipment delivery orders.

6. BURN-IN WINDOW AND CYCLE TIME

6.1 TRIO-TECH shall endeavour to return all units after system power down within 24 hours on week-day and 48 hours on weekend.

6.2 Unless there is board capacity constraint or systems under utilization all devices must be powered up within 36 hours after receiving from PHILIPS. This cysle time is measured in working days from the time PHILIPS send out a lot to TRIO-TECH.

6.3 PHILIPS production control will monitor Burn-in inventory at TRIO-TECH on a week to week basis to avoid excessive advanced loading beyond the Burn-in capacity TRIO-TECH is able to provide and will ensure TRIO-TECH is able to turn around parts pursuant to clause 6.2.

7. QUANTITY DISCREPANCIES

7.1 Unless PHILIPS/TRIO-TECH receive notification within two (2) working days after shipment, receipts of shipment are deemed to be considered as a physical receipt of actual quantity based on PHILIPS/TRIO-TECH shipment delivery orders.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 TRIO-TECH shall establish a counting procedure with PHILIPS' Production Department (Test & Finish) which shall be in line with PHILIPS Corporate Security Policy.

8. INDEMNITY

8.1 TRIO-TECH shall not be liable for any damage to or destruction of units during the conduct of Burn-in service unless damage or destruction is due to negligence or default by TRIO-TECH. Those liability incurred by the negligence or default shall not exceed Burn-in service unit price.

8.2 TRIO-TECH shall be responsible for inventory control of units in their possession and PHILIPS shall be entitled upon request to a written inventory of all units belonging to PHILIPS in their possession.

9. INSURANCE

9.1 PHILIPS will obtain Fire Insurance Policy on all PHILIPS' system (including power Supplies) and boards used in relation to the conduct of this agreement.

9.2 TRIO-TECH will obtain adequate insurance at its expense to cover PHILIPS against loss due to fire, theft, physical loss and/or damage on devices owned by PHILIPS in TRIO-TECH's possession for the amount at their replacement value (manufacturing cost).

9.3 As and when required by PHILIPS, TRIO-TECH shall produce, and shall cause any sub-contractor or assignee to produce, for inspection by PHILIPS, documentary evidence that the insurance required by this Clause 9 is properly maintained and, to the extent available, TRIO-TECH shall obtain from the insurers a commitment that they will not cancel the insurance without giving at least thirty (30) days prior notice to PHILIPS.

10. CHARGES

10.1 The charges for the Burn-in services at the physical conditions as provided in clause (1) hereof shall be at the rate provided in the table (Attachment) for the next 24 months with effect from the date of commencement of contract, regardless of Burn-in volumes scheduled by PHILIPS Production Control Department from time to time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATTACHMENT I

BURN - IN PRICE

BURN-IN HOURS		6-24 HRS		25-48 HRS		72-96 HRS		105-168 HRS		332-340 HRS		500 HRS	1000 HRS
PACKAGE	LEADS	STA	DYN	STA	DYN	STA	DYN	STA	DYN	STA	DYN		
PLASTERA	8-18	0.035		0.06		0.085		0.105					
DIP	20-28	0.055		0.08		0.105		0.125					
	32-40	0.085		0.095		0.125		0.145					
	44-52	0.105		0.125		0.165		0.185					
SOIC	8-18	0.055		0.085		0.115		0.135					
	20-28	0.075		0.105		0.135		0.155					
SIDE SPAZE	40/48/50					0.145		0.165					
LCC	20-28	0.130				0.265		0.335					
/PLCC	44	0.145		0.145		0.345		0.405					
FLATPACK/	14/16/18					0.345		0.445					
CERPAK/	20/24					0.375		0.475					
CERQUAD	28					0.425		0.525					
(WITH-	44/52					0.495		0.595					
CARRIER)	64/68					0.525		0.625					
	144/148					0.775		0.875					
PGA													
PLCC	32-43	0.105		0.145		0.345		0.405					
	64-84	0.155		0.155		0.335		0.525					
MINIMUM CHARGE		255		275		305		355		500		600	1000

NOTE : IF LOADING IS LESS THAN 50%, A MINIMUM LOAD CHARGE OF THE AMOUNT TABULATED, ABOVE OR THE BURN-IN SELLING PRICE(S) (WHICHEVER IS GREATER) SHALL BE APPLIED.

THE ABOVE AMOUNT PRICE(S) ARE ALL IN US DOLLARS.

SEMICONDUCTORS (THAILAND) CO.,LTD. บริษัท เซมิคอนดักเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด

TRIO-TECH (BANGKOK) CO.,LTD. บริษัท ทริโอเทค (กรุงเทพ) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEAD	LABOUR COST					POWER	MAINTENANCE			OVEN	TOTAL	$	G&A	G&P	GRAND
	LOAD	UNLOAD	BENCH	PRE/POST	TOTAL	COST	SOCKET	OTHER	TOTAL	COST	B	25	40 %	%	TOTAL
DIP-28	0.07500	0.08333	0.01250	0.01667	0.18750	0.17815	0.03744	0.12500	0.16244	0.16667	0.69476	0.02779	0.03891		0.059
DIP-32	0.08824	0.09615	0.01415	0.01923	0.21777	0.20443	0.04104	0.12500	0.16604	0.16667	0.75491	0.03020	0.04227		0.065
DIP-40	0.10714	0.11905	0.01786	0.02419	0.26824	0.24452	0.10944	0.25000	0.35944	0.33333	1.20553	0.04822	0.06751		0.085
PLCC-32	0.08333	0.09524	0.01000	0.01364	0.19520	0.27712	0.18144	0.12500	0.30644	0.16667	0.94543	0.03782	0.05294		0.072
PLCC44	0.09375	0.10000	0.01071	0.01500	0.21946	0.30416	0.19404	0.12500	0.31904	0.16667	1.00933	0.04037	0.05652		0.082

☐ No. 1 KIAN TECK ROAD SINGAPORE 628749

☐ BLK 324 TOA PAYOH NORTH #01-01 TO 01-07 SINGAPORE 318993

☐ 312 CHAI CHEE LANE #01-05 SINGAPORE 469029

DELIVERY ORDER
PROFORMA INVOICE

TTI No. 20976

TRIO-TECH (BANGKOK) CO., LTD
327 CHALONGKRUNG ROAD LAMPLATHEW,
LAT KRABANG BANGKOK
10520 THAILAND.

Our Ref: 91256

PO No: BK12445

ATTN: KAMTHORN

Date: 19/8/97

ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT PRICE	TOTAL
1.	-	TRIO-TECH STYLE DYNAMIC BURN-IN SYSTEM. MODEL 532 SERIES. ==========LAST ITEM========== FOB EX-FACTORY FREIGHT COLLECT. NONE DANGEROUS GOODS!	1 UNIT	US200,000	US 200,000

TRIO-TECH (BANGKOK) CO., LTD.
We [illegible] receipt of the above goods.
[illegible] damages.
confirmed of goods [illegible]

[illegible] George Goh [illegible] 1327572 certify that the [illegible] and quantity of goods specified in this document are the goods [illegible] submitted for clearance for export out of Singapore.

SIGNATURE OF RECIPIENT

DATE

Operations Manager
Designation of Authorised Signatory
TRIO-TECH INTERNATIONAL PTE LTD

US 200,000

for TRIO-TECH INTERNATIONAL PTE LTD

SIRIRAJ.

Received the above stated goods in good order and condition.

SIGNATURE & COMPANY STAMP OF RECIPIENT

SECURITY / GATE PASS

VALUE US$ _____
DECLARED FOR CUSTOM PURPOSES ONLY.

FM 2028-C

Customer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

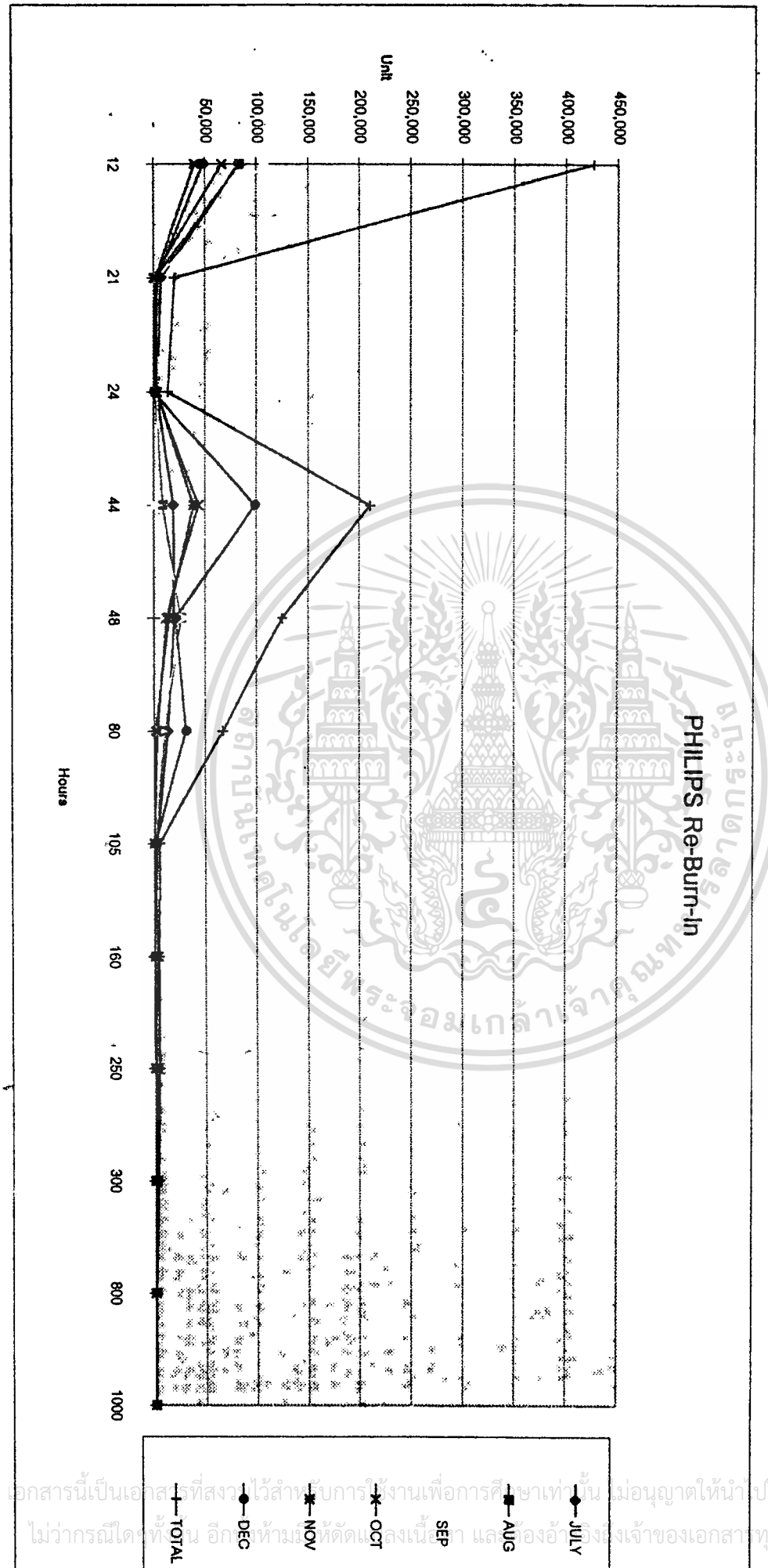
MONTHLY REPORT
Summary Month of July - Dec ,97
Burn - In By Hour

MONTH	ATEC							TOTAL	PHILIPS												TOTAL	GR
OF	21	80	105	160	260	300	800		12	21	24	44	48	80	105	160	260	300	800	1000		TO
JULY	779	74,976	6,656	5,851	4,521	581	685	94,049	82,305	7,565	2,699	19,290	20,272	13,725	2,361	-	-	568	-	-	148,785	24
AUG	317	57,514	11,869	784	551	2,651	300	73,986	82,881	2,596	1,286	8,590	26,964	10,673	852	-	2,253	1,158	-	-	137,253	21
SEP	2,274	100,871	3,510	1,192	3,694	678	-	112,219	107,531	4,330	4,234	1,859	29,180	6,046	1,152	321	526	-	265	300	155,744	26
OCT	1,582	89,588	1,921	-	3,562	1,452	789	98,894	65,595	-	2,715	43,203	11,769	3,377	-	562	869	982	-	100	129,172	22
NOV	1,516	105,887	2,901	-	2,780	-	-	113,084	40,028	1,934	3,168	38,786	14,551	1,590	-	3,256	-	116	-	-	103,429	21
DEC	740	158,119	5,260	-	-	-	-	164,119	47,890	4,160	-	98,440	21,657	31,176	983	-	621	116	100	-	205,143	36
TOTAL	7,208	586,955	32,117	7,827				634,107	426,230	20,585	14,102	210,168	124,393	66,587	5,348	4,139	4,269	2,940	365	400	879,526	1,5

Re - Burn in	12	21	24	44	48	80	105	160	260	300	800	TOTAL
JULY	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	0	116
AUG	0	0	0	0	1600	0	116	0	0	0	0	1,716
SEP	0	0	0	0	116	0	0	0	0	0	0	116
OCT	0	0	0	0	0	1500	0	0	600	0	0	2,100
NOV	0	0	0	0	0	0	116	0	0	0	0	116
DEC	0	0	0	0	116	0	1200	0	116	0	0	1,432
TOTAL	0	0	0	0	1832	1500	1432	0	832	0	0	5,596

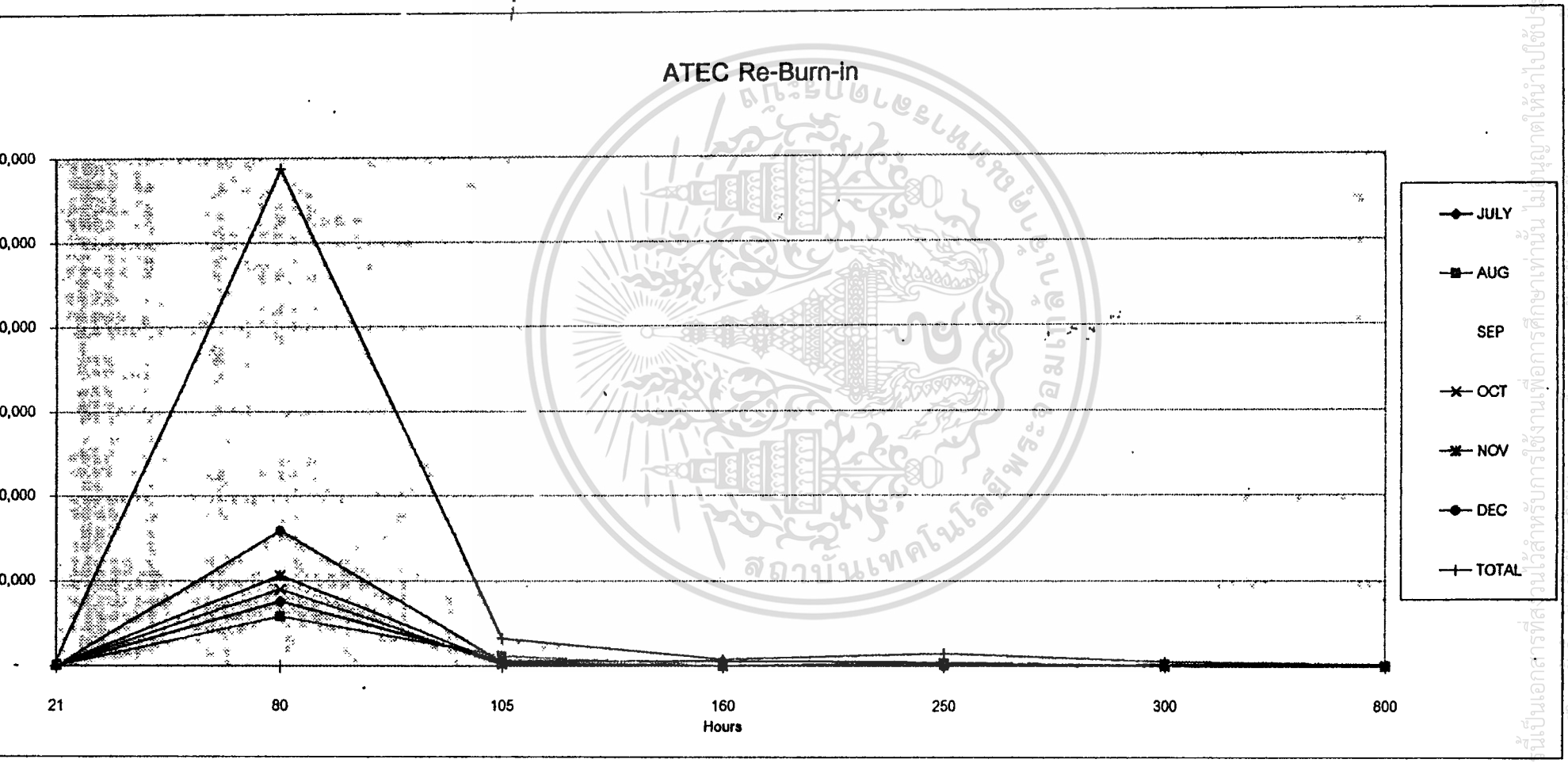
TOTAL	1,496,172 pcs.	368 Lots
Re - Burn in	5,596 pcs.	10 Lots

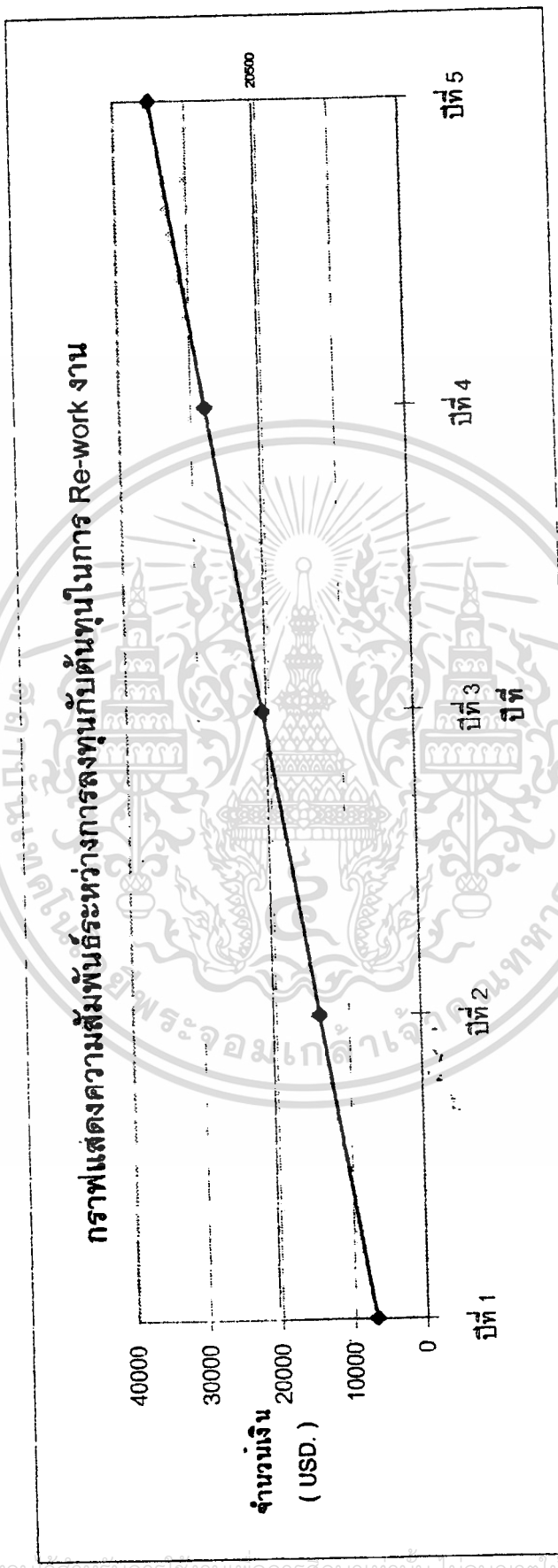
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

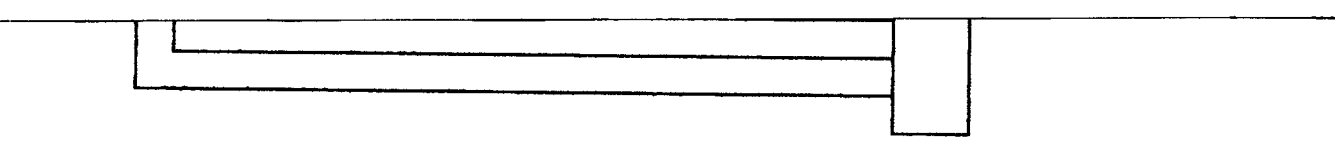
80


ATEC Re-Burn-in
,000
,000
,000
,000
,000
-
21
80
105
160
250
300
800
Hours
JULY
AUG
SEP
OCT
NOV
DEC
TOTAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARDWARE CIRCUIT



BASIC STAMP CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'PROGRAM  CONTROL
        serin 6,t2400,("q")
        serout 7,t2400,("BASIC STAMP READY!")
        goto main

main:   serin 6,t2400,b2
        lookdown b2,("1234567890+-"),b2
        branch b2,(a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a0,a11,a12)
        goto main

a1:     low  0
        goto main
a2:     high 0
        goto main
a3:     low  1
        goto main
a4:     high 1
        goto main
a5:     low  2
        goto main
a6:     high 2
```



```
        goto main
a7:     low  3
        goto main
a8:     high 3
        goto main
a9:     low  4
        goto main
a0:     high 4
        goto main
a11:    low  5
        goto main
a12:    high 5
        goto main
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM CODE VISUAL BASIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command1 Click()
    Form2.Show
End Sub


Private Sub Timer1 Timer()
    Unload Form1
    Form2.Show
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RSION 4.00
gin VB.Form Form2
 Caption         =   "DIAL "
 ClientHeight    =   5685
 ClientLeft      =   2565
 ClientTop       =   1740
 ClientWidth     =   7965
 Height          =   6045
 Left            =   2505
 LinkTopic       =   "Form2"
 ScaleHeight     =   5685
 ScaleWidth      =   7965
 Top             =   1440
 Width           =   8085
 Begin VB.TextBox Text1
    Height          =   315
    Left            =   240
    TabIndex        =   25
    Top             =   2160
    Width           =   7455
 End
 Begin VB.CommandButton Command5
    Caption         =   "Exit"
    Height          =   495
    Left            =   6000
    TabIndex        =   21
    Top             =   4080
    Width           =   1215
 End
 Begin VB.CommandButton Command4
    Caption         =   "Menu"
    Height          =   495
    Left            =   6000
    TabIndex        =   20
    Top             =   3360
    Width           =   1215
 End
 Begin VB.Frame Frame4
    Height          =   2895
    Left            =   5400
    TabIndex        =   19
    Top             =   2520
    Width           =   2295
 End
 Begin VB.CommandButton Command3
    Caption         =   "Hang Up"
    Height          =   495
    Left            =   3240
    TabIndex        =   18
    Top             =   4440
    Visible         =   0   'False
    Width           =   1215
 End
 Begin VB.CommandButton Command2
    Caption         =   "Dial"
    Height          =   495
    Left            =   3240
    TabIndex        =   17
    Top             =   3720
    Width           =   1215
 End
 Begin VB.TextBox PhoneNum
    Height          =   375
    Left            =   3240
    TabIndex        =   16
    Top             =   3120
    Width           =   1695
 End
 Begin VB.Frame Frame3
    Caption         =   "DIAL   UP"
    Height          =   2895
    Left            =   240
    TabIndex        =   4
    Top             =   2520
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Width           =   3055
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "0"
   Height          =   375
   Index           =   0
   Left            =   840
   TabIndex        =   23
   Top             =   2280
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "#"
   Height          =   375
   Index           =   11
   Left            =   1440
   TabIndex        =   15
   Top             =   2280
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "*"
   Height          =   375
   Index           =   10
   Left            =   240
   TabIndex        =   14
   Top             =   2280
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "9"
   Height          =   375
   Index           =   9
   Left            =   1440
   TabIndex        =   13
   Top             =   1800
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "8"
   Height          =   375
   Index           =   8
   Left            =   840
   TabIndex        =   12
   Top             =   1800
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "7"
   Height          =   375
   Index           =   7
   Left            =   240
   TabIndex        =   11
   Top             =   1800
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "6"
   Height          =   375
   Index           =   6
   Left            =   1440
   TabIndex        =   10
   Top             =   1320
   Width           =   495
End
Begin VB.CommandButton Command1
   Caption         =   "5"
   Height          =   375
   Index           =   5
   Left            =   840
   TabIndex        =   9
   Top             =   1320
   Width           =   495
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Com1.Value = False
    Com2.Value = False
End Sub

Private Sub MSComm1_click()

End Sub

Private Sub MSComm2_OnComm()

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Height          =   375
      Index           =   4
      Left            =   240
      TabIndex        =   8
      Top             =   1320
      Width           =   495
   End
   Begin VB.CommandButton Command1
      Caption         =   "3"
      Height          =   375
      Index           =   3
      Left            =   1440
      TabIndex        =   7
      Top             =   840
      Width           =   495
   End
   Begin VB.CommandButton Command1
      Caption         =   "2"
      Height          =   375
      Index           =   2
      Left            =   840
      TabIndex        =   6
      Top             =   840
      Width           =   495
   End
   Begin VB.CommandButton Command1
      Caption         =   "1"
      Height          =   375
      Index           =   1
      Left            =   240
      TabIndex        =   5
      Top             =   840
      Width           =   495
   End
   Begin VB.Image Image1
      Height          =   480
      Left            =   2280
      Picture         =   (Icon)
      Top             =   480
      Width           =   480
   End
   Begin VB.Label Label1
      Caption         =   "Telephone Number"
      Height          =   375
      Left            =   240
      TabIndex        =   22
      Top             =   360
      Width           =   1455
   End
End
Begin VB.Frame Frame2
   Caption         =   "SELECT  PORT"
   Height          =   1815
   Left            =   5400
   TabIndex        =   1
   Top             =   240
   Width           =   2295
   Begin VB.OptionButton Com2
      Caption         =   "Comm 2"
      Height          =   255
      Left            =   360
      TabIndex        =   3
      Top             =   1080
      Width           =   975
   End
   Begin VB.OptionButton Com1
      Caption         =   "Comm 1"
      Height          =   255
      Left            =   360
      TabIndex        =   2
      Top             =   600
      Width           =   855
   End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Begin VB.Image Image3
       Height          =   480
       Left            =   1680
       Picture         =   (Icon)
       Top             =   360
       Width           =   480
    End
    Begin VB.Image Image2
       Height          =   480
       Left            =   1680
       Picture         =   (Icon)
       Top             =   960
       Width           =   480
    End
 End
 Begin VB.Frame Frame1
    Caption         =   "STATUS"
    Height          =   1815
    Left            =   240
    TabIndex        =   0
    Top             =   240
    Width           =   5055
    Begin VB.Label Label2
       BeginProperty Font
          name            =   "KodchiangUPC"
          charset         =   222
          weight          =   700
          size            =   20.25
          underline       =   0   'False
          italic          =   0   'False
          strikethrough   =   0   'False
       EndProperty
       Height          =   1215
       Left            =   360
       TabIndex        =   24
       Top             =   360
       Width           =   4215
    End
 End
 Begin MSCommLib.MSComm MSComm1
    Left            =   0
    Top             =   0
     Version         =   65536
     ExtentX         =   847
     ExtentY         =   847
     StockProps      =   0
    CDTimeout       =   0
    CommPort        =   2
    CTSTimeout      =   0
    DSRTimeout      =   0
    DTREnable       =   -1  'True
    Handshaking     =   0
    InBufferSize    =   1024
    InputLen        =   0
    Interval        =   1000
    NullDiscard     =   0   'False
    OutBufferSize   =   512
    ParityReplace   =   "0"
    RThreshold      =   0
    RTSEnable       =   0   'False
    Settings        =   "9600,n,8,1"
    SThreshold      =   0
 End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Begin VB.Form Form3
   Caption         =   "CONTROL  ROOM"
   ClientHeight    =   5670
   ClientLeft      =   2520
   ClientTop       =   1740
   ClientWidth     =   7995
   Height          =   6030
   Left            =   2460
   LinkTopic       =   "Form3"
   ScaleHeight     =   5670
   ScaleWidth      =   7995
   Top             =   1440
   Width           =   8115
   Begin VB.CommandButton Command1
      Caption         =   "Back"
      Height          =   495
      Left            =   5400
      TabIndex        =   13
      Top             =   3360
      Width           =   1215
   End
   Begin VB.TextBox Text2
      BackColor       =   &H00FFFF00&
      Height          =   495
      Left            =   360
      TabIndex        =   12
      Top             =   5040
      Width           =   7215
   End
   Begin VB.TextBox Text1
      BackColor       =   &H0080FF80&
      BeginProperty Font
         name            =   "MS Sans Serif"
         charset         =   222
         weight          =   400
         size            =   18
         underline       =   0   'False
         italic          =   0   'False
         strikethrough   =   0   'False
      EndProperty
      Height          =   555
      Left            =   360
      TabIndex        =   11
      Text            =   "PLEASE  SELECT  OVEN  FOR  CONTROL"
      Top             =   4320
      Width           =   7215
   End
   Begin VB.CommandButton Command7
      Caption         =   "OFF"
      Height          =   495
      Left            =   360
      TabIndex        =   7
      Top             =   3240
      Width           =   1335
   End
   Begin VB.CommandButton Command6
      Caption         =   "ON"
      Height          =   495
      Left            =   360
      TabIndex        =   6
      Top             =   2520
      Width           =   1335
   End
   Begin VB.Frame Frame2
      Height          =   1815
      Left            =   240
      TabIndex        =   10
      Top             =   2160
      Width           =   1575
   End
   Begin VB.Frame Frame1
      Height          =   2775
      Left            =   2160
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    room1 = True
ElseIf Frame1.Caption = "OVEN@2" Then
    room2 = True
ElseIf Frame1.Caption = "OVEN@3" Then
    room3 = True
End If
End Sub

Private Sub Off Click()
'If Room = 1 Then
 Form2.MSComm1.Output = Chr$(70)
'ElseIf Room = 2 Then
'    Form2.Comm1.output = Chr$(51)
'ElseIf Room = 3 Then
'    Form2.Comm1.output = Chr$(53)
'End If
End Sub

Private Sub On Click()
'If SSTab1.GotFocus Then
 Form2.MSComm1.Output = Chr$(79)
'ElseIf Room = 2 Then
'    Form2.Comm1.Output = Chr$(50)
'ElseIf Room = 3 Then
'    Form2.Comm1.Output = Chr$(52)
'End If
End Sub


Private Sub TabStrip1 Click()
If TabStrip1.SelectedItem.index = 1 Then
    Picture1.Picture = LoadPicture("d:/bmp/Sombat.bmp")
    Room = 1
ElseIf TabStrip1.SelectedItem.index = 2 Then
    Picture1.Picture = LoadPicture("d:/bmp/Sombat1.bmp")
    Room = 2
ElseIf TabStrip1.SelectedItem.index = 3 Then
    Picture1.Picture = LoadPicture("d:/bmp/Sombat1.bmp")
    Room = 3
End If
End Sub


Private Sub SSTab1 Click(PreviousTab As Integer)
    Form2.MSComm1.Output = CStr(PreviousTab)
End Sub

Private Sub Command7 Click()
 Command7.Enabled = False
 Command3.Enabled = True
 Command4.Enabled = True
 Command5.Enabled = True
    If Frame1.Caption = "OVEN@1" Then
        Form2.MSComm1.Output = "1"
        room1 = False
    ElseIf Frame1.Caption = "OVEN@2" Then
        Form2.MSComm1.Output = "2"
        room2 = False
    ElseIf Frame1.Caption = "OVEN@3" Then
        Form2.MSComm1.Output = "3"
        room3 = False
    End If
    Form2.MSComm1.Output = "F"

End Sub


Private Sub Form Activate()
room1 = False
room2 = False
room3 = False
End Sub
```

ลิขสิทธิ์เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Top               =   240
   Width             =   5655
   Begin VB.PictureBox Picture3
      Height         =   2295
      Left           =   720
      Picture        =   (Bitmap)
      ScaleHeight    =   2235
      ScaleWidth     =   4035
      TabIndex       =   9
      Top            =   240
      Visible        =   0   'False
      Width          =   4095
   End
   Begin VB.PictureBox Picture2
      Height         =   2295
      Left           =   720
      Picture        =   (Bitmap)
      ScaleHeight    =   2235
      ScaleWidth     =   3915
      TabIndex       =   8
      Top            =   240
      Visible        =   0   'False
      Width          =   3975
   End
   Begin VB.PictureBox Picture1
      Height         =   1815
      Left           =   1200
      Picture        =   (Bitmap)
      ScaleHeight    =   1755
      ScaleWidth     =   3315
      TabIndex       =   5
      Top            =   600
      Width          =   3375
   End
End
Begin VB.CommandButton Command5
   Caption           =   "OVEN@3"
   Height            =   375
   Left              =   240
   TabIndex          =   3
   Top               =   1560
   Width             =   1575
End
Begin VB.CommandButton Command4
   Caption           =   "OVEN@2"
   Height            =   375
   Left              =   240
   TabIndex          =   2
   Top               =   960
   Width             =   1575
End
Begin VB.CommandButton Command3
   Caption           =   "OVEN@1"
   Height            =   375
   Left              =   240
   TabIndex          =   1
   Top               =   360
   Width             =   1575
End
Begin VB.CommandButton Command2
   Caption           =   "Exit"
   Height            =   495
   Left              =   3120
   TabIndex          =   0
   Top               =   3360
   Width             =   1215
End
d
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

นาย กำธร แจ้งสุทธิวรวัฒน์ เป็นคนกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ คณะการจัดการทั่วไป วิทยาลัยครูสวนสุนันทา

ประวัติการทำงาน 1. หัวหน้าส่วนของฝ่าย Repair Center บริษัท ซีเกทเทคโนโลยี ประเทศไทย (จำกัด)

2. รองผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมไอซี บริษัท โตชิบาเซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

3. Operation Manager บริษัท TRIO-TECH (BANGKOK) CO.,LTD.

ระหว่างการทำงานได้เข้ารับการฝึกอบรม ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. On the job training ที่ ประเทศ singapore
2. AOTS Association for Oversea Technical Schoolaship จากประเทศญี่ปุ่น
3. ISO 9000
4. QCC, TPM, TP, 5S, JIT
5. SPC, DOE
6. Course ต่าง ๆ ในประเทศไทย คือ หลักการเป็นผู้นำ, การบริหาร อีกทั้งยังผ่านการเป็นวิทยากรอบรมในเรื่อง QCC, SGA, TPM ให้กับพนักงานระดับวิศวกร, ช่างฝีมือต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้