สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับระบบสื่อสาร

DATA LOGGER FOR TELECOMMUNICATION SYSTEM

โดย

นายไชยา อุ่นอารมณ์

นายสมพร สะหะวิริยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32614
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับระบบสื่อสาร

DATA LOGGER FOR TELECOMMUNICATION SYSTEM

โดย

นายไชยา อุ่นอารมณ์ 39013008

นายสมพร สะหะวิริยะ 39013032

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ณรงค์ เหมกรณ์

ผศ. นิภา ลีลารุจิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับระบบสื่อสาร

DATA LOGGER FOR TELECOMMUNICATION SYSTEM

โดย นาย ไชยา อุ่นอารมณ์ 39013008
นาย สมพร สะหะวิริยะ 39013032

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ฉรงค์ เหมกรณ์
ผศ. นิภา ลีลารุจิ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอ เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับระบบสื่อสาร ซึ่งสามารถตรวจวัดสัญญาณอินพุตที่มีความต่อเนื่องพร้อมกันได้ประมาณ 4 ช่องสัญญาณ โดยใช้ IC ADC 0809 เป็นตัวแปลงสัญญาณจากอะนาลอกเป็นดิจิตอล ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม ส่วนซอฟต์แวร์ที่ใช้จะเป็นโปรแกรมเดลไฟ (DELPHI) ซึ่งจะช่วยในการติดต่อรับ-ส่งข้อมูล วิเคราะห์ และแสดงรูปสัญญาณ พร้อมทั้งสามารถบันทึกและพิมพ์รูปสัญญาณออกทางเครื่องพิมพ์ได้

ABSTRACT

This project proposes data logger for telecommunication system. It can measure 4 - channels analog signal continuously. An input signal is converted from analog to digital by using IC ADC0809. It used MCS-51 microcontroller family to control and interface by serial communication to microcomputer. We used Delphi software for analyzing, displaying signal, stores data and prints out to the printer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 2

2.1 หลักการของดาตาล็อกเกอร์ 2

2.2 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม 3

2.3 พื้นฐานการทำงานของเอ/ดีคอนเวอร์เตอร์ 5

2.4 โครงสร้างของโปรแกรมเดลไฟ 9

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 15

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 30

3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์ 30

3.2 หลักการออกแบบซอฟต์แวร์ 36

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 66

4.1 การทดลองกับสัญญาณที่จำลองขึ้น 66

4.2 การทดลองกับสัญญาณที่ใช้งานจริง 87

4.3 การทดลองเปิดไฟล์ที่ทำการบันทึกไว้ 112

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง 115

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดาตาล็อกเกอร์ 2
รูปที่ 2.2 แสดงการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกัน 4
รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งกับตัวรับ 4
รูปที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของเฟรม 4
รูปที่ 2.5 แสดงการเลื่อนเฟสของสัญญาณนาฬิกา 5
รูปที่ 2.6 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต 6
รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ขั้นบันไดหรือตามรอย 7
รูปที่ 2.8 แสดงรูปคลื่นของวงจร เอดีซี ขั้นบันได 7
รูปที่ 2.9 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย 8
รูปที่ 2.10 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ 8
รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่น 9
รูปที่ 2.12 แสดงหน้าต่างออปเจ็กอินสเปกเตอร์ (Object Inspector) 10
รูปที่ 2.13 แสดงหน้าต่างซอร์สโค๊ด (Source Code) 11
รูปที่ 2.14 แสดงหน้าต่างการบันทึกโครงงาน (Save Project) 12
รูปที่ 2.15 แสดงการกำหนดขาของ 8051 15
รูปที่ 2.16 แสดงการเชื่อมต่อเพื่อขยายหน่วยความจำโปรแกรม ด้วยไอซีอีพรอมหลายตัว 18
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรลบสัญญาณ 30
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบ RC 31
รูปที่ 3.3 แสดงผังการทำงานของชุดคอนโทรลและอินเตอร์เฟส 33
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรรวมของชุดอินเตอร์เฟสและคอนโทรล 34
รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมแบบ MDI 36
รูปที่ 3.6 แสดงผังงานของเมนูหลัก 37
รูปที่ 3.7 แสดงผังงานของเมนูเปิด (Open) 38
รูปที่ 3.8 แสดงผังงานของเมนูบันทึก (Save) 40
รูปที่ 3.9 แสดงผังงานของเมนูชื่อเรื่อง (Title) 40
รูปที่ 3.10 แสดงผังงานของเมนูสเกลเซตติ้ง (Scale Setting) 41
รูปที่ 3.11 แสดงผังงานของเมนูรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID) 42
รูปที่ 3.12 แสดงผังงานของเมนูแซมเปิลอินเทอร์วอล (Sample Interval) 43
รูปที่ 3.13 แสดงผังงานของเมนูเกนเซตติ้ง (Gain Setting) 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 แสดงชนิดของตารางดีบีดี (DBD Type Table) 45
รูปที่ 3.15 แสดงรูปการเซตฟิลด์ (Set Field) 46
รูปที่ 3.16 แสดงการกำหนดเวิร์กกิงไดเรกทอรี (Working Directory) 46
รูปที่ 3.17 แสดงการกำหนดชนิดของเอเลียซ (Alias) 47
รูปที่ 3.18 แสดงการกำหนดวิถี (Path) ให้เอเลียซ (Alias) 47
รูปที่ 3.19 แสดงชนิดของเอเลียซ (Alias) 48
รูปที่ 3.20 แสดงการวิถี (Path) ให้เอเลียซ (Alias) 48
รูปที่ 3.21 แสดงแผนภูมิทีดีบี (Tdbchart) 49
รูปที่ 3.22 แสดงไลน์สไตล์ (Line Style) 49
รูปที่ 3.23 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างแผนภูมิทีดีบี (TDBchart) กับทีเทเบิล (Ttable) 50
รูปที่ 3.24 แสดงผังงานของการออกแบบกราฟแสดงผล 50
รูปที่ 3.25 แสดงการเปิดคำช่วยอธิบายโปรเจค (Help Project) 56
รูปที่ 3.26 แสดงหน้าต่างการตั้งชื่อไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค (Help file Project) 56
รูปที่ 3.27 แสดงหน้าต่างการออกแบบไฟล์คำช่วยอธิบาย (Help file) 57
รูปที่ 3.28 แสดงหน้าต่างออปชั่น (Option) 57
รูปที่ 3.29 แสดงหน้าต่างไฟล์ชื่อเรื่อง (Topic File) 58
รูปที่ 3.30 แสดงหน้าต่างคุณสมบัติ (Window Properties) 59
รูปที่ 3.31 แสดงวิธีการสร้างสารบัญคำช่วยอธิบาย (Help Content) 59
รูปที่ 3.32 แสดงหน้าต่างอันไทเทิล 1 (Untitled1) 60
รูปที่ 3.33 แสดงหน้าต่างอีดิดคอนเทนแท็บเอ็นทรี (Edit Content Tab Entry) 60
รูปที่ 3.34 แสดงวิธีการสร้างหัวข้อ (Heading) 61
รูปที่ 3.35 แสดงวิธีการเลือกชื่อเรื่อง (Topic) 61
รูปที่ 3.36 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบายโปรเจค (Project Help) 62
รูปที่ 3.37 แสดงหน้าต่างสารบัญคำช่วยอธิบาย (Help Content) 63
รูปที่ 3.38 แสดงหน้าต่างชื่อเรื่องคำช่วยอธิบาย (Help Topic) 63
รูปที่ 3.39 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของการสร้างกราฟ (Creating Graphs) 64
รูปที่ 3.40 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของการซูม (Zooming) 64
รูปที่ 3.41 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของพินพอร์ย (Pinpoint) 65
รูปที่ 4.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ 4.1.1 66
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างของกราฟเมื่อเริ่มทำการเปิดโปรแกรม 67
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างกราฟที่สร้างขึ้นใหม่ 68
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID) 68
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างการเซตค่าไทม์อินเทอร์วอล (Time Interval) 68
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างการเซตเกน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างการกำหนดแชนเนล 69
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างการเลือกพอร์ตสื่อสารอนุกรม 70
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างการตั้งชื่อของแต่ละแชนเนล 70
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างการเซตสเกล 71
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างการเซตหน่วยแอมปลิจูด (Amplitude Units) 71
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect) 72
รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการยกเลิกการเชื่อมต่อ (Disconnect) 72
รูปที่ 4.14 แสดงกราฟผลการทดลองที่ทำการบันทึก 73
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างการบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 1 73
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างการบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 3 74
รูปที่ 4.17 แสดงผลจากการซูม 74
รูปที่ 4.18 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ 4.1.2 78
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างเมื่อทำการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล 79
รูปที่ 4.20 แสดงการเซตรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID) 79
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างการเซตค่าไทม์อิเทอร์วอล (Time Interval) 79
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างการเซตเกน 80
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างการเลือกแชนเนลที่จะแสดงผล 80
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างการเลือกช่องทางการติดต่อ 81
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างการตั้งหัวข้อเรื่อง 81
รูปที่ 4.26 แสดงการตั้งค่าสเกล 82
รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect) 82
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างการยกเลือกการเชื่อมต่อ (Disconnect) 83
รูปที่ 4.29 แสดงผลการบันทึกสัญญาณของการทดลอง 4.1.2 83
รูปที่ 4.30 แสดงแผนภาพบล็อก (Block Diagram) ของการทดลอง 87
รูปที่ 4.31 แสดงการต่ออุปกรณ์ในการทดลองที่ 4.2.1 88
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล 88
รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างการสร้างกราฟขึ้นมาใหม่ 89
รูปที่ 4.34 แสดงการเลือกแชนเนลที่จะแสดงผล 89
รูปที่ 4.35 แสดงการเลือกช่องทางการสื่อสาร 90
รูปที่ 4.36 แสดงการตั้งชื่อเรื่อง 90
รูปที่ 4.37 แสดงการเลือกหน่วยแสดงผล 91
รูปที่ 4.38 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect) 91
รูปที่ 4.39 แสดงผลการบันทึกที่ได้จากการทดลอง 92
รูปที่ 4.40 แสดงผลการทดลองแสดงผลเป็นตัวเลข 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.41 แสดงการซูม 93
รูปที่ 4.42 แสดงการเลือกหน่วยแอมปลิจูดเป็น dBv 96
รูปที่ 4.43 แสดงกราฟที่ได้จากการบันทึกผล 97
รูปที่ 4.44 แสดงการบอกขนาดเป็นตัวเลขของช่องสัญญาณที่ 1 97
รูปที่ 4.45 แสดงการบอกขนาดเป็นตัวเลขของช่องสัญญาณที่ 2 98
รูปที่ 4.46 แสดงกราฟการซูม 98
รูปที่ 4.47 แสดงการเลือกหน่วยแอมปลิจูดเป็น dBmv 101
รูปที่ 4.48 แสดงกราฟแสดงผลหน่วยเป็น dBmv 102
รูปที่ 4.49 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 1 102
รูปที่ 4.50 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 2 103
รูปที่ 4.51 แสดงกราฟการซูม 103
รูปที่ 4.52 แสดงการต่ออุปกรณ์การทดลองที่ 4.2.2 105
รูปที่ 4.52 แสดงผลการบันทึกของดาตาล็อกเกอร์จากการวัดสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band 106
รูปที่ 4.53 แสดงระดับสัญญาณที่วัดได้เป็นตัวเลข 106
รูปที่ 4.54 แสดงผลการบันทึกวัดสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band 107
ภาพบนจากเครื่องของเครื่อง YOKOGAWA LR4110E
ภาพกลางจากกราฟแสดงผลเครื่องดาตาล็อกเกอร์
ภาพล่างจากกราฟแสดงผลจากซอฟต์แวร์ของ YOKOGAWA
รูปที่ 4.56 แสดงการเซตค่าเกน 109
รูปที่ 4.57 แสดงกราฟผลการทดลอง 109
รูปที่ 4.58 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลข 110
รูปที่ 4.59 แสดงกราฟการซูม 110
รูปที่ 4.60 แสดงหน้าต่างการเปิดไฟล์ (Open File) 112
รูปที่ 4.61 แสดงรายชื่อไฟล์ที่จะทำการเปิด 113
รูปที่ 4.62 แสดงการเลือกแชนเนลที่จะทำการเปิด 113
รูปที่ 4.63 แสดงกราฟที่ได้จากการเปิด 114
รูปที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลที่/ทำการบันทึกแล้วมาพล็อตในแนวแกนเวลา 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 แสดงสัญญาณของ 8051 ที่ใช้ระหว่างการติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลจาก หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก 17

ตาราง 2.2 แสดงค่าภายในรีจิสเตอร์หลังจากการรีเซต 28

ตาราง 2.3 แสดงลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ 29

ตาราง 3.1 แสดงแอดเดรสของแต่ละแชนเนล 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในสภาพการณ์ปัจจุบันความก้าวหน้าและการบริการทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมมีบทบาทอย่างมากต่อสภาพเศรษฐกิจและการติดต่อสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลก จะมีการติดต่อกันโดยไม่จำเป็นต้องพบกัน ทำให้การติดต่อสามารถทำได้รวดเร็ว แม่นยำ และทันต่อเหตุการณ์ การสื่อสารโทรคมนาคมจึงมีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อาทิเช่น การสื่อสารผ่านดาวเทียม การสื่อสารผ่านเส้นใยแสง การสื่อสารผ่านสายเคเบิล เป็นต้น

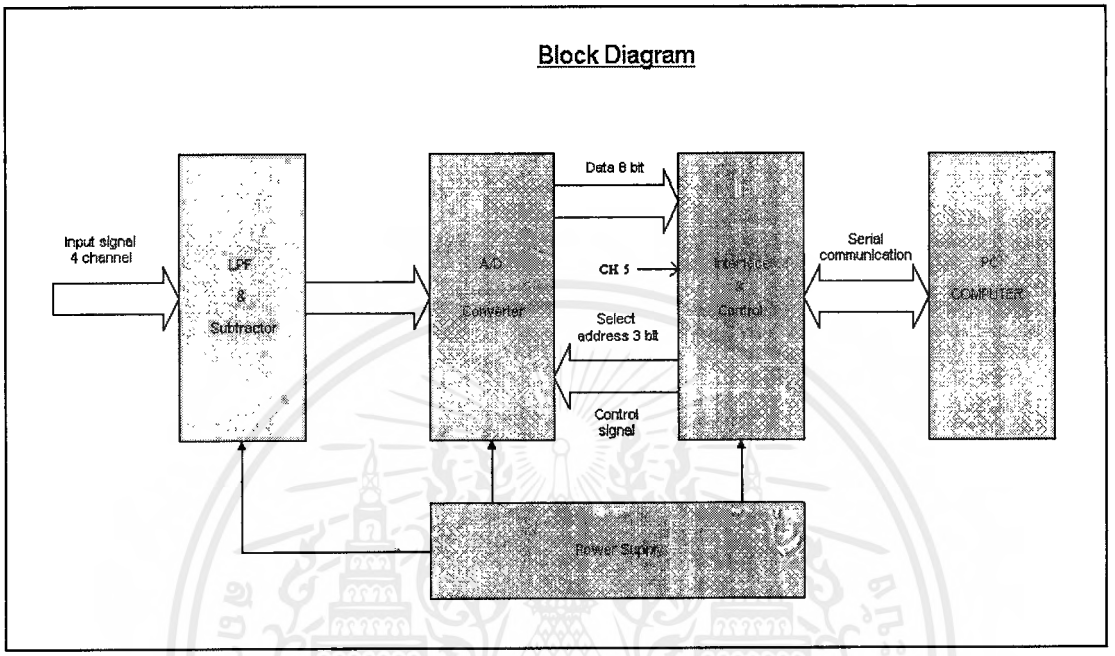
ระบบการสื่อสารที่ดีนั้นข้อมูลข่าวสารทั้งทางด้านรับและด้านส่งจะต้องถูกต้องไม่มีการผิดพลาด ดังนั้นในการสื่อสารกันแต่ละครั้งเราจะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลข่าวสารนั้นๆ ว่าถูกต้องหรือไม่ การตรวจวัดระดับสัญญาณเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณ ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ

ในโครงงานนี้เราจะทำการศึกษาตรวจวัดระดับสัญญาณ และบันทึกระดับสัญญาณไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (Analog Signal) โดยนำผลที่ได้มาทำการตรวจสอบหรือนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ ซึ่งในปัจจุบันนี้เครื่องที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณเพื่อนำมาวิเคราะห์นั้น ยังเป็นเครื่องบันทึกสัญญาณด้วยกระดาษอยู่ เป็นผลทำให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากรมาก ถ้าเราพิจารณาถึงสภาวะปัจจุบันนี้เครื่องคอมพิวเตอร์มีใช้กันแพร่หลาย อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง และราคาที่ไม่แพงมาก เราจึงนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแสดงรูปร่างของสัญญาณ บันทึกระดับสัญญาณ แทนเครื่องบันทึกสัญญาณแบบกระดาษ โดยใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ซึ่งมีความสามารถทางด้านกราฟิก (Graphic) สูง และใช้ ซอฟต์แวร์เดลไฟ (Delphi) มาช่วยในการประมวลผล ซึ่งมีความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 หลักการของดาตาลอกเกอร์ (DATA LOGGER)



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดาตาลอกเกอร์

จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นได้ว่า ระบบตรวจวัดสัญญาณประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนกรองความถี่ต่ำผ่านและส่วนของวงจรลบสัญญาณ (Low pass filter and Subtractor)
2. ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล (A/D Converter)
3. ส่วนอินเตอร์เฟสและคอนโทรล (Interfacing and Control)
4. ส่วนพีซีคอมพิวเตอร์ (PC computer)

2.1.1 ส่วนกรองความถี่ต่ำผ่านและส่วนการลบสัญญาณ

จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณที่เข้ามาโดยสัญญาณที่เข้ามาส่วนใหญ่จะมีสัญญาณรบกวน (noise) ปนอยู่ด้วย ดั้งนั้นเราจึงจำเป็นต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกไป โดยใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน และในส่วนของวงจรลบสัญญาณ (Subtracter) เนื่องด้วยสัญญาณที่เรานำมาใช้งานนั้นเป็นผลต่างของสัญญาณสองสัญญาณ เราจึงต้องทำการหาผลต่างของสัญญาณก่อนโดยใช้วงจรลบสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

วงจรเอ/ดีที่ใช้ในโครงงานนี้จะใช้ไอซีเบอร์ เอดีซี 0809 ทำการเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกที่เข้ามาเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้หลักการประมาณค่าแบบต่อเนื่อง (Successive Approximation) มี 8 แชนเนล (channel) ในตัว และมีความคล่องตัวในการใช้งาน

2.1.3 ส่วนอินเตอร์เฟสและคอนโทรล

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมจัดการระบบ ซึ่งใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8031 ในตระกูล MCS-51 เป็นหัวใจหลักในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล การสวิตช์เพื่อเลือกสัญญาณแต่ละแชนเนล การเชื่อมต่อชุดเอ/ดีคอนเวอร์เตอร์ (เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์) เข้ากับคอมพิวเตอร์ ในส่วนของการติดต่อส่งผ่านข้อมูลจะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม โดยจะใช้ไอซี MAX-232 เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณข้อมูลดิจิตอล (Digital data) ไปเป็นระดับสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ตามมาตรฐาน RS-232

2.1.4 ส่วนพีซีคอมพิวเตอร์

ในการที่คอมพิวเตอร์จะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้นั้น จำเป็นต้องมีสื่อในการติดต่อ นั่นคือโปรแกรมภาษาต่างๆ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก เป็นต้น แต่ทางกลุ่มได้เลือกใช้โปรแกรมเดลไฟ (Delphi) เวอร์ชัน 3 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนวินโดวส์ (windows 95) เป็นโปรแกรมขนาด 32 บิต โดยรหัสภาษา (source code) ของโปรแกรมจะเป็นภาษาปาสคาล ตัวโปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการออกแบบแอปพลิเคชั่น (Applications) ต่างๆ โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากชุดตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์ แสดงผล และบันทึกจัดเก็บไว้

2.2 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม

การส่งข้อมูลจะแบ่งการส่งข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะ คือ *การส่งแบบขนาน (Parallel)* และ *การส่งแบบอนุกรม (Serial)* การส่งข้อมูลแบบขนานเหมาะสำหรับส่งข้อมูลในระยะทางที่ไม่ไกลนัก เช่น การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ เครื่องพิมพ์ แต่ถ้าเป็นการส่งข้อมูลในระยะทางไกลๆ การส่งข้อมูลแบบขนานจะต้องส่งข้อมูลแต่ละบิตต่อ 1 สายนำสัญญาณ เช่น เมื่อต้องการข้อมูลขนาด 8 บิต เราต้องใช้สายนำสัญญาณจำนวน 8 เส้น จะเป็นการสิ้นเปลืองสายส่ง และเป็นการทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ภายในสายส่งแต่ละเส้นพื้นที่หน้าตัดแต่ละเส้นของสายส่ง อาจไม่เท่ากันตลอดทุกเส้น เป็นผลทำให้ค่าความเหนี่ยวนำ (L) และค่าความจุของประจุไฟฟ้า (C) ที่อยู่ภายในสายส่งไม่เท่ากัน เป็นผลทำให้การส่งข้อมูลผิดพลาดได้ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ การส่งข้อมูลแบบอนุกรม จึงถูกนำมาใช้งาน

หลักการของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือ นำข้อมูลแบบขนานไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล (Shift Register) แล้วทำการเลื่อน (Shift) ข้อมูลทีละบิตโดยอาศัยสัญญาณนาฬิกา (Clock)

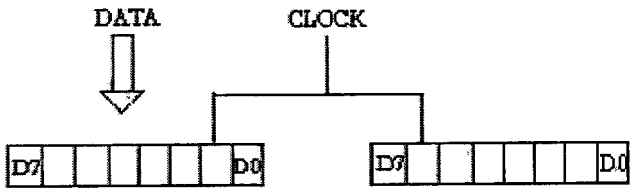
ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการส่งแบบอนุกรม คือ เราไม่สามารถกำหนดสัญญาณนาฬิกาของทั้งตัวส่งและตัวรับให้เท่ากันได้ ในการส่งระยะทางไกลๆ

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้ ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกส่งครั้งละ 1 บิตไปยังจุดรับ ณ. ที่จุดรับต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาครั้งละ 1 บิตให้เป็นข้อมูลแบบขนานต่อไป การที่จะทำให้ตัวส่งและตัวรับข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลเข้าใจในส่วนต่างๆ ของข้อมูลเหมือนกันเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล กลไกที่ว่านี้แบ่งเป็น 2 แบบ คือ ซิงโครนัส (Synchronous) และอะซิงโครนัส (Asynchronous)

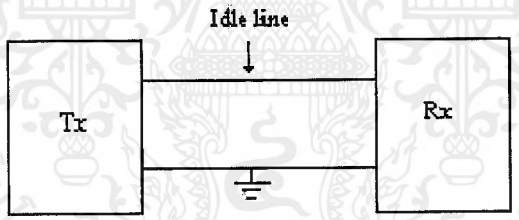
ซิงโครนัส (Synchronous) จะเป็นการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกันจะทำให้ตัวรับ รับข้อมูลเหมือนกับข้อมูลตัวส่ง



รูปที่ 2.2 แสดงการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกัน

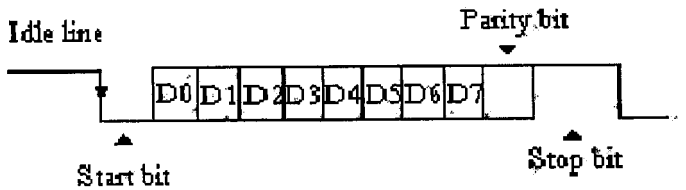
แต่ในความเป็นจริงในการส่งระยะทางไกลเราไม่สามารถทำให้สัญญาณนาฬิกาทั้งตัวรับและตัวส่งเท่ากันได้ เพราะมีการเลื่อนเฟส (Phase Shift) สัญญาณ ดังนั้นเราจึงใช้อีกวิธี คือ แบบ อะซิงโครนัส

อะซิงโครนัส (Asynchronous) จะเป็นการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกา ตัวส่งตัวรับเป็นคนละตัวกัน แต่ทำให้มีค่าใกล้เคียงกันและสร้างเฟรม (Frame) ของข้อมูลมาเป็นตัวบอกให้ตัวรับทราบส่วนต่างๆ ของข้อมูล



รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งกับตัวรับ

จากรูป 2.3 ระหว่างตัวรับและตัวส่งจะมีสายสองเส้นเชื่อมต่อกัน โดยเส้นหนึ่งจะเป็นไอเดิลไลน์ (Idle Line) จะเป็นสายที่มีสัญญาณไฮ (High) เมื่อพร้อมจะรับข้อมูล ส่วนอีกเส้นหนึ่งจะเป็นกราวน์ (ground)



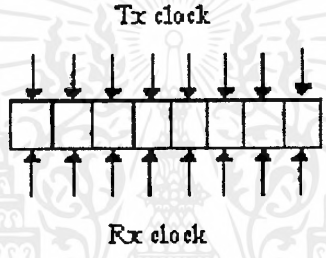
รูปที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.4 องค์ประกอบของเฟรม ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น (Start bit) เป็นส่วนที่บอกให้ตัวรับทราบว่าพร้อมส่งข้อมูล ซึ่งหลังจากบิตเริ่มต้น จะเป็นข้อมูล (data) ที่ต้องการส่ง และส่วนต่อไปเป็น พาริตี้บิต (Parity bit) เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบ และส่วนสุดท้ายเป็นบิตสิ้นสุด (Stop bit) เป็นส่วนทำให้ตัวรับทราบว่าสิ้นสุดเฟรมแล้ว โดยบิตสิ้นสุดจะมีความยาวเป็น 1 , 1.5 , 2 บิต

การส่งข้อมูลเริ่มจาก บิตเริ่มต้น ที่มีค่าเป็นโล (Low) เป็นการแจ้งให้ตัวรับทราบว่าจะมีการส่งข้อมูล ให้ตัวรับเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูล โดยเริ่มเซตสัญญาณนาฬิกา ให้ใกล้เคียงกับตัวส่ง แล้วจึง

เริ่มส่งข้อมูลในบิตต่อไป ในความเป็นจริงการส่งบิตแรกที่เข้ามาจะมีสัญญาณนาฬิกาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก แต่ในบิตต่อๆ ไปจะเกิดการเลื่อนเฟส เนื่องจากตัวรับอาจใช้สัญญาณนาฬิกา ใกล้เคียงที่ช้ากว่าหรือเร็วกว่า แต่ไม่เกินขอบเขตของข้อมูลแต่ละบิตจนไปถึงค่าๆ หนึ่งการเลื่อน (Shift) จะเกินขอบเขตที่รับข้อมูลได้ถูกต้อง ก็จะทำการหยุดส่งข้อมูล แล้วเริ่มส่งข้อมูลใหม่ ซึ่งเราเรียกวิธีนี้ว่า "รีซิงโครไนซ์" (Resynchronize)



รูปที่ 2.5 แสดงการเลื่อนเฟสของสัญญาณนาฬิกา

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในแบบ อะซิงโครนัส เรียกว่า **UART** (Universal Asynchronous Receive Transmit) เช่น z80 , 8250 , 8251 , 8450 เป็นต้น

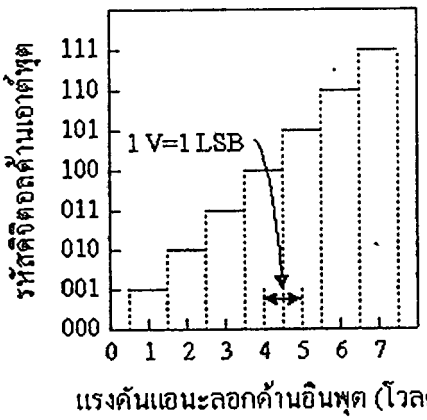
2.3 พื้นฐานการทำงานของเอ/ดี คอนเวอร์เตอร์

กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่วนใหญ่หากนำมาแปรค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามักเป็นสัญญาณที่อยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแส หรือไม่ก็เป็นลักษณะของค่าความต้านทาน ลักษณะที่ได้จะเป็นสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล เราเรียกว่าวงจร " เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ "

2.3.1. หลักการเบื้องต้นของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

หากนำเอาเอ/ดีขนาด 3 บิต มาเขียนกราฟคุณสมบัติระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต สมมุติว่าแรงดันอินพุต V_i เปลี่ยนค่าจาก 0-7 โวลต์ และได้สัญญาณเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจาก 000-111 ดังแสดงในรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต

2.3.2. ค่าความละเอียดของเอ/ดี

ค่าความละเอียดของเอ/ดี หาได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันอินพุตแล้วทำให้สัญญาณดิจิตอลเปลี่ยนค่าบิตนัยสำคัญต่ำสุดไป

ความละเอียด = ค่าแรงดันอินพุตต่อบิต = ค่าเต็มสเกลหารด้วย 2^N-1

หรือถ้าอ้างอิงถึงเรื่องดี/เอ จะได้ว่า

$$\text{ความละเอียด} = 2^N$$

โดยที่ N คือจำนวนบิตของวงจร

ถ้าสมมุติว่ามีเอาต์พุต 8 เส้น โดยเอาต์พุตแต่ละเส้นแสดงสถานะทางลอจิกเป็น 0 หรือ 1 จะมีความแตกต่างทางรหัสไบนารี ทั้งหมด 2^8 หรือ 256 รหัส

เช่นถ้าตัวแปลงสัญญาณมีความแตกต่างทางรหัสเอาต์พุต 256 ระดับสัญญาณอินพุตถูกแทนเป็นไบนารี่จาก 00000000 ถึง 11111111 ถ้าย่านอินพุตเริ่มต้นจาก 0 - 5 V ดังนั้นค่าความละเอียดเท่ากับ

$$\frac{5V}{256} = 0.0195V$$

2.3.3. ชนิดของ เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ วงจร เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ อาจจำแนกชนิดได้ดั้งนี้

1. เอดีซี ชนิดป้อนกลับขนาน
2. เอดีซี ชนิดอินทิเกรต
3. เอดีซี ชนิดพร้อมกัน
4. เอดีซี ชนิดป้อนกลับเรียงลำดับ

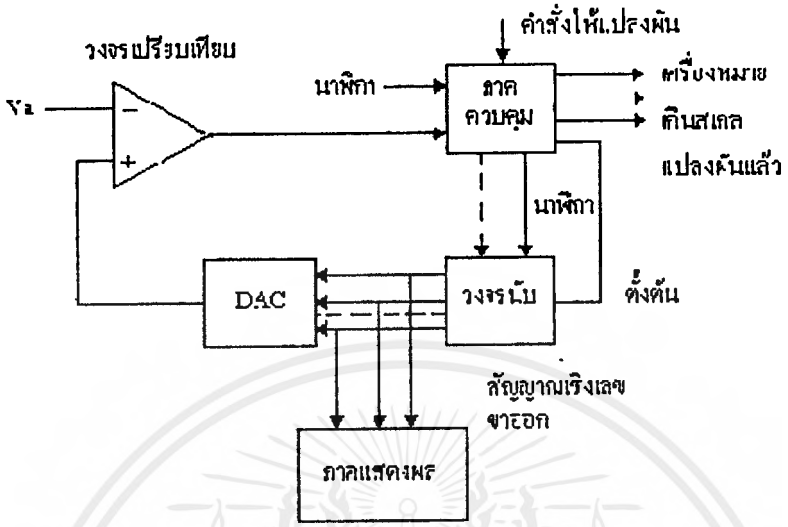
ในที่นี้จะกล่าวถึงวงจรเอดีซีชนิดป้อนกลับแบบขนานเท่านั้น ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้ในโครงงาน

เอดีซี ชนิดป้อนกลับขนาน

หลักการคือ การใช้วงจร ดีเอซี ในระบบป้อนกลับ วงจร เอดีซี ที่เป็นวงจรประมวลสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะใช้หลักการนี้ เอดีซี ชนิดป้อนกลับขนานยังแบ่งออกเป็น

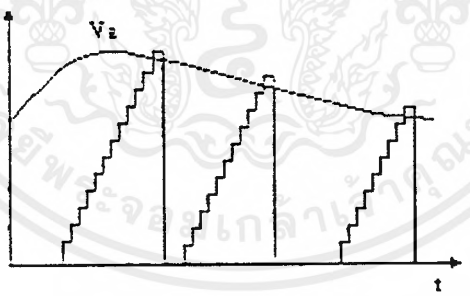
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอดีซี ขั้นบันได
- เอดีซี ตามรอย (tracking)
- เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ (successive approximation)



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ขั้นบันไดหรือตามรอย

รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพของวงจร เอดีซี ขั้นบันไดหรือตามรอย แล้วแต่ว่าวงจรนับเป็นแบบธรรมดาหรือแบบนับขึ้นลง

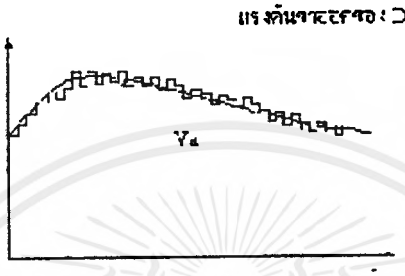


รูปที่ 2.8 แสดงรูปคลื่นของวงจร เอดีซี ขั้นบันได

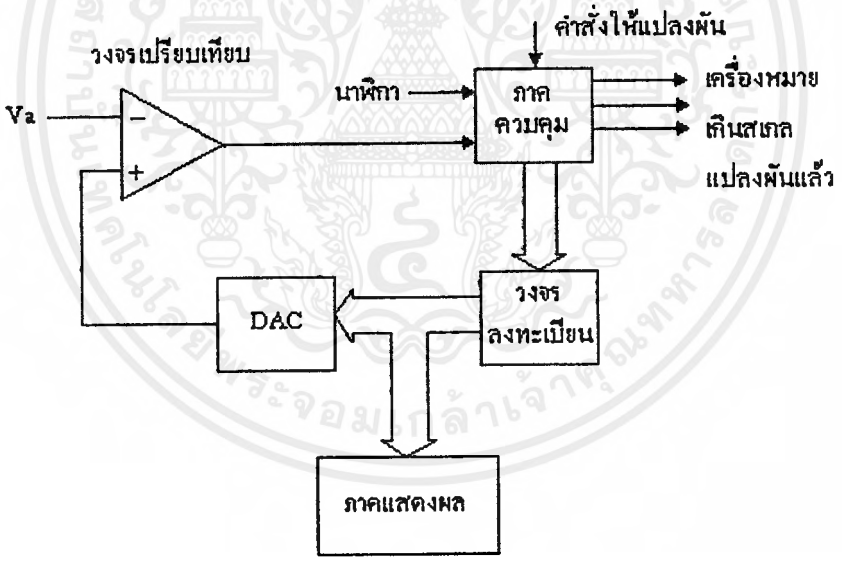
ในกรณีของวงจร เอดีซี ขั้นบันได เมื่อมีคำสั่งให้แปลงผัน วงจรนับจะตั้งต้นใหม่ (reset) สัญญาณนาฬิกาจะทำให้วงจรนับ นับขึ้นไปเรื่อยๆ ผลก็คือ แรงดันออกของ ดีเอซี จะเป็นรูปขั้นบันได (ดูรูปที่ 2.7) จนกระทั่งขึ้นสูงกว่า Va วงจรเปรียบจะบอกให้วงจรควบคุมหยุดสัญญาณนาฬิกาที่ส่งให้วงจรนับจนกว่าจะมีคำสั่งให้แปลงผันใหม่ หรือไม่วงจรเปรียบเทียบจะบอกให้วงจรควบคุมตั้งต้นวงจรนับใหม่ (กรณีรูปที่ 2.7) และวงจรจะเริ่มต้นกระบวนการแปลงผันใหม่ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราใช้วงจรนับขึ้น-ลง และให้วงจรเปรียบเทียบทำหน้าที่ตัดสินว่าจะนับขึ้นหรือนับลงถ้าแรงดันออกของ ดีเอซี ต่ำกว่า Va ให้นับขึ้น แรงดันออกของ ดีเอซี จะเพิ่มขึ้นตามรอย Va ไป เมื่อแรงดันออกของ ดีเอซี สูงกว่า Va วงจรจะนับลง และแรงดันออกของ ดีเอซี จะลดลงเช่นกัน สังเกตได้ว่ากรณีที่ Va มีค่าคงตัวหรือเกือบคงตัว แรงดันออกของ ดีเอซี จะขึ้นลงทุกๆ จังหวะของสัญญาณนาฬิกา ทำให้เกิดความไม่แน่นอนในบิตต่ำสุดของสัญญาณเชิงเลข(digital signal)ขาออก(ดูรูป 2.8) อย่างไรก็ดีวงจร เอดีซี ตามรอยมีข้อน่าสนใจคือ เวลาการแปลงผัน (conversion time) จะสั้นและสัญญาณเชิงเลขที่ได้จะแทนรูปคลื่นของสัญญาณเชิงอุปมาน (analog signal)ได้ดีกว่า



รูปที่ 2.9 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย

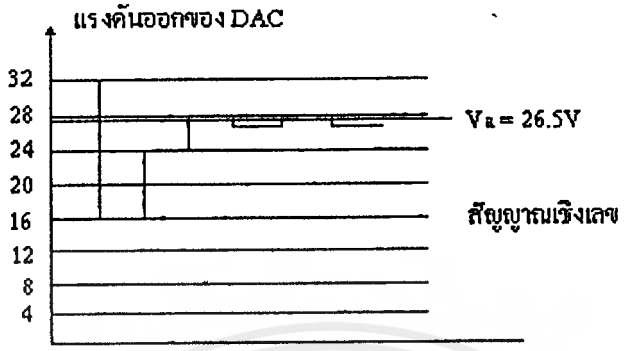


รูปที่ 2.10 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ

รูปที่ 2.10 แสดงแผนภาพบล็อกของวงจรเอดีซีที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ จะสังเกตว่าเราใช้วงจรทะเบียน (Register) แทนวงจรนับ การควบคุมการทำงานของวงจรจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากกว่า เอดีซี ตามรอย ขั้นตอนการทำงานนี้แสดงอยู่ในแผนภาพในรูปที่ 2.9 ตัวอย่างเช่น เราต้องการแปลงผัน Va = 26.5 โวลต์เป็นสัญญาณเชิงเลข 6 บิต สมมติว่าบิตในสำคัญต่ำสุด (LSB) สมนัยกับ 1 โวลต์ดังนั้นเลข 100000 จะสมนัยกับ 32 โวลต์ซึ่งเทียบแล้วจะใหญ่กว่า Va ดังนั้น บิตในสำคัญสูงสุดเท่ากับศูนย์ (MSB = 0) ให้บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีนัยสำคัญรองลงไปเป็น "1" เลข 010000 จะสมนัยกับ 16 โวลต์ ซึ่งเล็กกว่า Va ให้คงบิตนี้ไว้เป็น 1 และให้บิตรองลงไปเป็น 1 ด้วย เลข 011000 สมนัยกับ 24 โวลต์เทียบ 24 โวลต์ กับ Va และเช่นนี้เรื่อยๆ ไปจนครบทุกบิต (ดูรูปคลื่นในรูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.11 แสดงรูปคลื่น

2.4 โครงสร้างโปรแกรมของเดลไฟ (The Structure of a Delphi Program)

การเขียนโปรแกรมเดลไฟให้ได้ประโยชน์มากขึ้น ถ้านักพัฒนาโปรแกรมเข้าใจโครงสร้างของ Object Pascal ซึ่งเป็นรากฐานของเดลไฟ

IDE เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถเขียนโปรแกรมได้เร็วขึ้น โดยที่ IDE ช่วยเขียนคำสั่งที่จำเป็นต้องใช้ และช่วยให้นักพัฒนาสามารถ ออกแบบจอภาพและเขียนคำสั่งที่ต้องการให้ทำงานเมื่อมีเหตุการณ์ (event) เกิดขึ้น

IDE จะช่วยเขียนโค้ดคำสั่งงานซึ่งจะอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของ Object Pascal และช่วยสร้าง resource ที่ต้องใช้ตามกฎเกณฑ์การทำงานของระบบปฏิบัติการแบบ Windows

ในหัวข้อนี้จะได้ศึกษาถึงโครงสร้างของโปรแกรมและส่วนของคำสั่งงานในโปรแกรมที่จำเป็นต้องใช้

2.4.1 โพรซีเดอร์ (Procedure)

โพรซีเดอร์ เป็นกลุ่มคำสั่งงานที่ใช้ในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจจะเรียกอีกอย่างว่า "โปรแกรมย่อย" เช่น การคำนวณภาษี การแสดงจอภาพเพื่อรับค่าจากผู้ใช้งาน เป็นต้น

ตัวอย่างของโพรซีเดอร์

```
1. procedure Button1Click;
2. begin
3. Edit1.Text := 'Hello World';
4. end;
```

- ในโพรซีเดอร์ตัวอย่างนี้จะแสดงข้อความ 'Hello World' ในคอนโทรล Edit1 เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Button1 โดยที่ชื่อโพรซีเดอร์จะอยู่บรรทัดที่ 1 และมีคำสั่ง begin และ end คลุมคำสั่งที่ใช้ในการทำงานของโพรซีเดอร์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่งที่อยู่ในโพรซีเดอร์อาจมีได้ตั้งแต่คำสั่งเดียวจนถึงหลาย ๆ หน้ากระดาษ
- เนื่องจากภาษา Object Pascal เป็นภาษาที่ Case-Insensitive ดังนั้น การตั้งชื่อต่าง ๆ ที่ใช้อักขระตัวใหญ่และอักขระตัวเล็กจะไม่แตกต่างกันเช่น Edit1 หรือ edit1 จะเป็นการอ้างถึงชื่อเดียวกัน
- เพื่อความสะดวกในการอ่านโปรแกรมและความง่ายในการแก้ไขโปรแกรม ควรจะใช้อักขระตัวใหญ่ผสมกับตัวเล็ก

2.4.2 การสร้างโพรซีเดอร์

ปกติจะสร้างโดยใช้ IDE อย่างไรก็ตามเราสามารถสร้างขึ้นเองได้ถ้ามีความเข้าใจโครงสร้างของ Object Pascal อย่างดี

ตัวอย่างการสร้างโพรซีเดอร์โดยใช้ IDE ให้ทำดังนี้

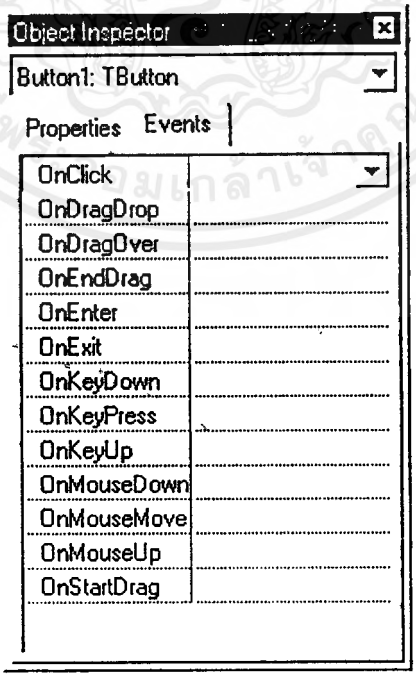
1. ใช้เมนู File/New Application เพื่อสร้างโปรเจ็คใหม่
2. เพิ่มคอนโทรล Edit และ Button1
3. สร้างโพรซีเดอร์เพื่อทำงานตามเหตุการณ์ ซึ่งมี 2 วิธีดังนี้

- ดับเบิลคลิกที่คอนโทรลใดบนฟอร์ม IDE จะสร้างโพรซีเดอร์เพื่อทำงานตาม Event ที่ต้องการ วิธีนี้จะได้ default event สำหรับคอนโทรลนั้น

หรือ

- คลิกที่คอนโทรลเพื่อให้คอนโทรลนั้นได้โฟกัส แล้วดูที่ Object Inspector ที่ Event Page จากนั้นดับเบิลคลิกที่ Event ที่ต้องการ

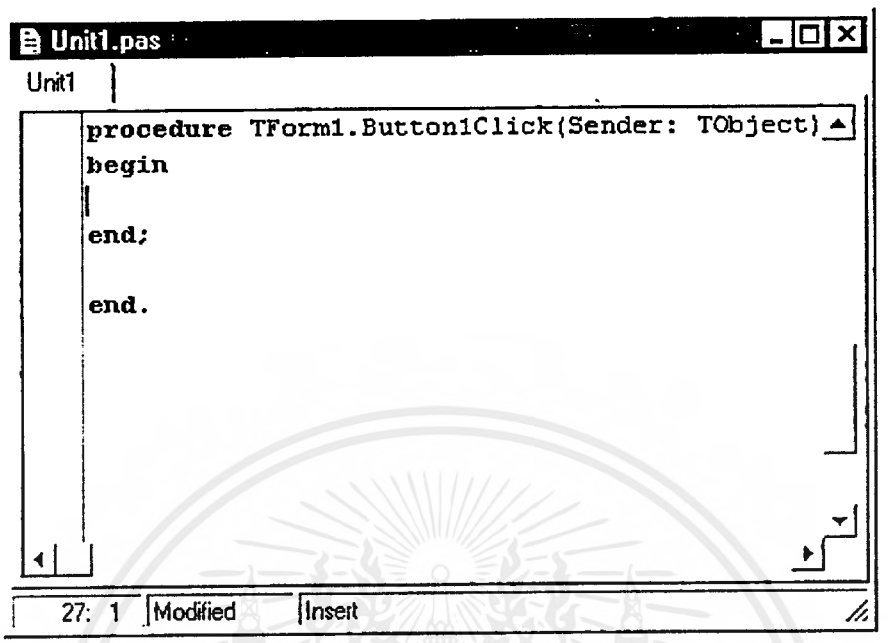
จากตัวอย่างเราต้องการสร้างโพรซีเดอร์สำหรับ Button1 เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม ดังนั้น ให้คลิกที่ Button1 ให้ได้โฟกัสก่อนแล้วเลื่อนเมาส์ไปที่ Object Inspector คลิกที่ Event Page ซึ่งจะปรากฏจอภาพดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงหน้าต่างออปเจ็กอินสเปกเตอร์ (Object Inspector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ดับเบิลคลิกบรรทัด OnClick จะทำให้ IDE การสร้างโค๊ดคำสั่งพร้อมทั้งเปิด Editor Window ขึ้นมาดังรูป



รูปที่ 2.13 แสดงหน้าต่างซอร์สโค๊ด (Source Code)

ในกรณีที่ดับเบิ้ลคลิกในจุดที่ไม่ถูกต้องแล้วทำให้เคลไฟล์สร้างโค๊ดคำสั่งที่เราไม่ต้องการแล้ว เราไม่จำเป็นต้องลบโพรซีเดอร์ออก เนื่องจากเมื่อเคลไฟล์เริ่มแปลโปรแกรมมันจะตรวจสอบ โพรซีเดอร์ที่ไม่มีการเขียนคำสั่ง หากพบโพรซีเดอร์ที่มีลักษณะนี้มันจะทำการลบออกให้เอง

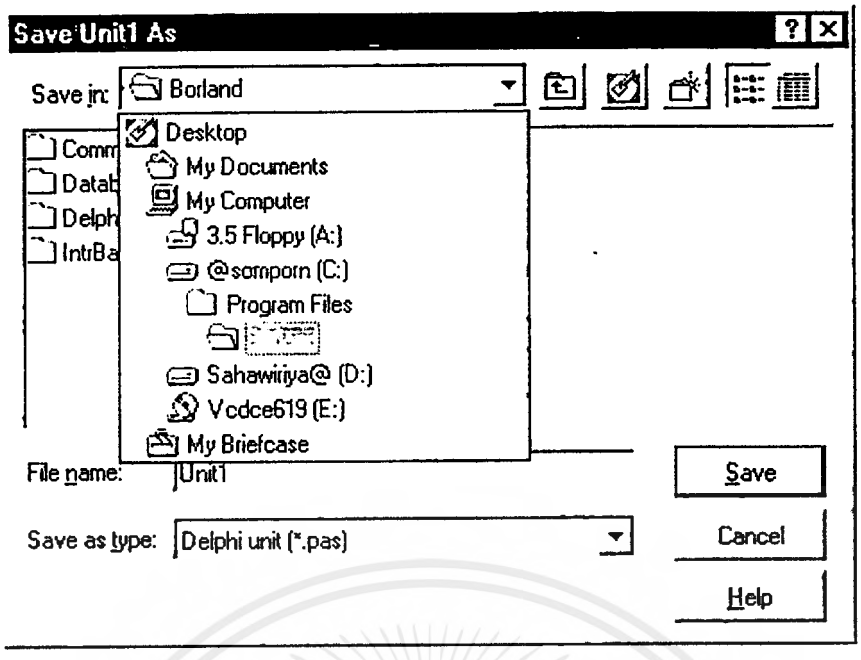
การลบโพรซีเดอร์โดยผู้เขียนโปรแกรมเองถ้าลบไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ เนื่องจากเคลไฟล์สร้างโค๊ดคำสั่งขึ้นมาสองแห่ง ถ้าต้องการลบเองจะต้องลบตัวโพรซีเดอร์ และการประกาศโพรซีเดอร์ในส่วนหัวของโปรแกรมด้วย

5 เขียนคำสั่งต่อไปนี้ระหว่างบรรทัดของ begin และ end

Edit1.Text := 'Hello World'; การสลับหน้าต่างของเอดิเตอร์กับฟอร์มให้ใช้ปุ่ม

6 ใช้เมนู File/Save Project แล้วสร้างไดเร็คทอรี่ย่อยชื่อ Control 1 ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงหน้าต่างการบันทึกโครงงาน (Save Project)

ทำการตั้งชื่อยูนิต "Main.Pas" และชื่อโปรเจ็ค "Control1.DPR" เพื่อเก็บฟอร์มและโปรเจ็ค ไว้ในไดเร็คทอรีที่สร้างขึ้นใหม่

การเก็บโปรแกรมที่เขียนโดยใช้เดลไฟล์นั้นควรจะเก็บแยกแต่ละโปรเจ็คไว้ที่คนละไดเร็คทอรี่กัน และฟอร์มที่ถูกกำหนดให้เปิดขึ้นเมื่อเริ่มรันโปรแกรมควรจะตั้งชื่อว่า Main จากตัวอย่างจะได้ซอร์สโค้ดของโปรเจ็คและยูนิตของฟอร์มดังนี้

ซอร์สโค้ดของโปรเจ็ค Control1.DPR

```
      Program control;
uses
  Forms,
  Unit1 in 'Unit1.pas' {Form1};
{$R *.RES}
begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.Run;
end.
```

ซอร์สโค้ดของยูนิต Main.Pas เป็นดังนี้

```
1. unit main;
2. interface
3. uses
4. Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls,
   Forms, Dialogs,
5.  StdCtrls;
6.  type
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
7.  TForm1 = class(TForm)
8.  Button1: TButton;
9.  Edit1: TEdit;
10.       procedure Button1Click(Sender: TObject);
11.       private
12.       { Private declarations }
13.       public
14.       { Public declarations }
15.       end;
16.       var
17.       Form1: TForm1;
18.       implementation
19.       {$R *.DFM}
20.       procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
21.       begin
22.       Edit1.Text := 'Hello World';
23.       end;
24.       end.
```

จากซ๊อส์โค้ดของโปรเจ็คข้างต้น เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน คำสั่งแรกที่ทำงานคือ

Application.CreateForm(TForm1, Form1); เป็นการสร้างฟอร์ม Form1 เพื่อเตรียมใช้งานต่อไป ส่วนคำสั่งต่อไปจะสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำงานคือคำสั่ง Application.Run; โดยที่จะทำให้ Form1 แสดงขึ้นมาบนจอภาพแล้วงานก็จะดำเนินต่อไปโดยขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้นบนฟอร์ม Form1 นี้

จากซอร์สโค้ดของยูนิต/ฟอร์ม "Main.pas" มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ

Title	ส่วนที่เป็นชื่อยูนิต
Interface	ส่วนที่เป็นการติดต่อกับยูนิต/ฟอร์มอื่น เพื่อกำหนดขอบเขตของข้อมูลและฟังก์ชั่นที่ยอมให้ใช้ได้ โดยใช้หลักการแบบ Object oriented programming
Implementation	เป็นส่วนที่ทำงานตามฟังก์ชั่นที่ได้กำหนดไว้ในส่วน Interface

นอกจากนี้เราอาจเพิ่มส่วนของ intialization เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นครั้งแรกให้กับฟอร์ม/ยูนิต โดยคำสั่งภายใน initialization จะถูกเรียกทำงานครั้งเดียวเพื่อเริ่มทำงานเท่านั้น

2.4.3 โครงสร้างของยูนิต

จากยูนิต MAIN.PAS ส่วนของอินเตอร์เฟส (Interface) จะเริ่มจากบรรทัดที่ 2-17 ส่วนของ Implement จะเริ่มจากบรรทัดที่ 18 เป็นต้นไป

รายละเอียดของส่วน Interface มีดังนี้

คำสั่ง uses...	ใช้สำหรับอ้างอิงถึงยูนิตที่ต้องการนำไปใช้ในขณะที่ทำการคอมไพล์และลิงค์โปรแกรม
คำสั่ง type...	ใช้สำหรับการประกาศรูปแบบของ Object ชื่อ TForm1 ซึ่งได้นำต้นแบบมาจาก Object ของ TForm โดยที่ TForm เป็น Object ของฟอร์มเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	• สำหรับคำสั่ง Edit1 : TEdit; เป็นการกำหนดว่าบนฟอร์มนี้มีคอนโทรลชื่อ Edit1 ซึ่งได้ต้นแบบมาจาก Object Tedit • คำสั่ง Button1: Tbutton; เป็นการกำหนดคอนโทรล Button1 ซึ่งได้ต้นแบบมาจาก Tbutton • คำสั่ง procedure Button1Click... เป็นการกำหนดเมทธอด (method) หรือเป็นโพรซีเดอร์ที่ต้องการสั่งให้ทำงาน เมื่อมีการคลิกที่ Button1 โดยที่ IDE จะทำการเชื่อมส่วนนี้ให้ โดยผ่านทางฟอร์ม (Main.DEF) ซึ่งได้กำหนดไว้โดยใช้ Object Inspector โดยทั่วไปชื่อเมทธอดจะถูกตั้งโดยใช้ชื่อคอนโทรลและตามด้วยเหตุการณ์ (event) เช่น Button1Click มาจาก Button1 ซึ่งเป็นคอนโทรล กับ Click ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดกับ Button1 อย่างไรก็ตามชื่อเมทธอดนี้ นักพัฒนาระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้
คำสั่ง Var	เป็นการกำหนดตัวแปรชื่อ Form1 ซึ่งได้ต้นแบบมาจาก TForm1 ซึ่งได้กำหนดไว้ข้างต้น

รายละเอียดของส่วน Implementation

คำสั่ง

```
procedure Tform1.Button1Click(Sender : TObject);
begin
  Edit1.Text := 'Hello World';
end;
```

เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดการทำงานของเมทธอดที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น คือ Button1Click ส่วน TForm1 ที่อยู่ด้านหน้าก็จะเป็นการบอกว่า Button1Click เป็นเมทธอดของ Object TForm1 สำหรับ (Sender : Tobject) จะเป็น Object ของคอนโทรลที่เป็นผู้ที่สั่งการทำงานนี้ซึ่งในที่นี้คือ Button1 โดยที่ Runtime Library (RTL) จะทำการส่ง Object นี้ผ่านทางพารามิเตอร์มาให้กับโพรซีเดอร์นี้ ส่วนคำสั่งงานที่อยู่ระหว่าง begin....end ก็จะเป็นคำสั่งที่จะถูกสั่งให้ทำงานต่อไป ซึ่งก็คือ Edit1.Text := 'Hello World'; ก็จะเป็นการกำหนดค่าพร็อบเพอร์ตี้ Text ของ Edit1 ให้มีค่าเท่ากับ 'Hello World' ซึ่งจะมีผลทำให้แสดงค่า Hello World ออกมา

ตัวอย่างการส่งค่าผ่านพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51 Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์เดิมมีแนวความคิดพื้นฐานมาจากไมโครโพรเซสเซอร์ เพียงแต่จะแตกต่างกันที่ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำเอาอุปกรณ์ที่ทำให้ระบบสมบูรณ์ เช่น หน่วยความจำอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตเข้าไปอยู่ในชิปตัวเดียวกัน

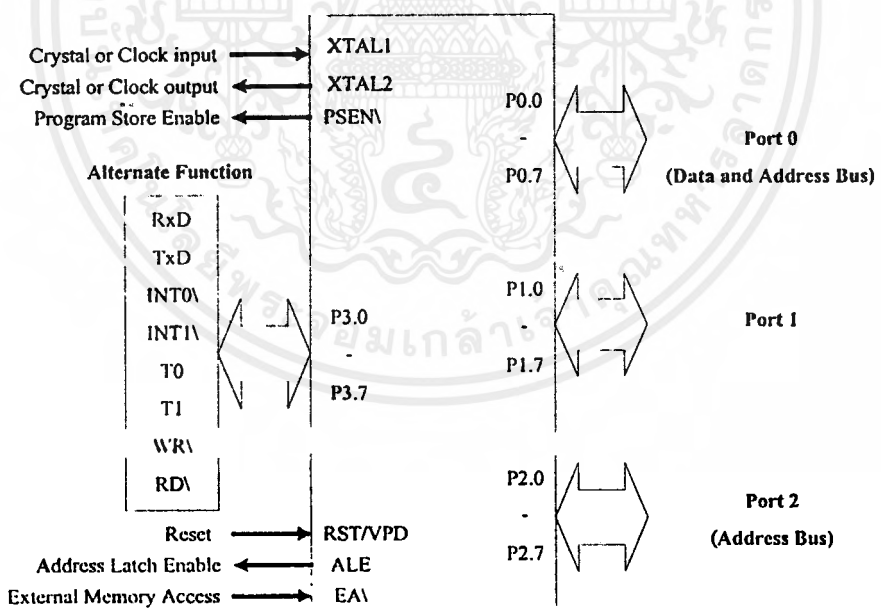
2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

บรรดาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการผลิตจากบริษัทต่าง ๆ จำนวนมากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัทอินเทล ในตระกูล MCS-51 ได้มีการนำไปใช้การอย่างแพร่หลายมาก ในระยะที่ผ่านมาได้มีหลายบริษัทได้รับลิขสิทธิ์ในการไปผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพ และหน่วยทำงานต่าง ๆ ให้มากขึ้นไปอีกทำให้ปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์จากบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ ที่มีพื้นฐานมาจาก MCS-51 ของบริษัทอินเทลเป็นจำนวนมาก

2.5.2 สถาปัตยกรรมของ 8051

8051 ไมโครคอนโทรลเลอร์จริง ๆ แล้วจะรวมเอาตระกูล 8031 ถึง 8751 ทั้งหมด ซึ่งเป็นพวกเอ็นมอส (NMOS) และจะมีส่วนประกอบของซีมอส (CMOS) ในหีบห่อ (Package) หลายชนิด

รุ่นที่ปรับปรุงใหม่ 8052 ซึ่งตระกูลนี้มีหลายชนิด และมีชนิดหนึ่งที่สามารถโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก (Basic) รุ่นนี้เกิดจากความต้องการของบริษัทผู้ผลิต ที่ไม่ต้องการให้เกิดช่องว่างทางการตลาดจึงต้องการมีหลาย ๆ แบบ โดยที่ในรุ่น 8051 จะมีขาอยู่ 40 ขา ดังรูปที่2.15



รูปที่ 2.15 แสดงการกำหนดขาของ 8051

หน้าที่การทำงานของแต่ละขามีดังนี้

- ขาที่ 1 - 8 ทำหน้าที่เป็นอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาที่ 9 ทำหน้าที่รับสัญญาณรีเซต (Reset) จากภายนอก เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่ทั้งหมด
- ขาที่ 10 - 17 ทำหน้าที่เป็นอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 3 และนอกจากนี้แต่ละขายังสามารถทำหน้าที่อื่น ๆ ได้ดังต่อไปนี้อีกคือ
- ขาที่ 10 ทำหน้าที่รับข้อมูลแบบอนุกรมจากอุปกรณ์ภายนอก
- ขาที่ 11 ทำหน้าที่ส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้กับอุปกรณ์ภายนอก
- ขาที่ 12 ทำหน้าที่รับสัญญาณอินเทอรัพท์ 0 (Intrerupt 0) จากภายนอกโดยสัญญาณอินเตอร์รัปต์นี้จะทำงานเมื่อเป็นลอจิกต่ำ
- ขาที่ 13 ทำหน้าที่รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอกโดยสัญญาณอินเทอรัพท์นี้จะทำงานเมื่อเป็น ลอจิกต่ำเหมือนกับขาที่ 12
- ขาที่ 14 ทำหน้าที่รับสัญญาณจากภายนอกให้กับไทม์เมอร์ 0 (Timer 0)
- ขาที่ 15 ทำหน้าที่รับสัญญาณจากภายนอกให้กับ ไทม์เมอร์ 1
- ขาที่ 16 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ ตัวอื่น ๆ เมื่อต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ตัวนั้น
- ขาที่ 17 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นๆ เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากตัวนั้น
- ขาที่ 18 - 19 เป็นขาสำหรับสัญญาณจากคริสตอล (Crystal) เพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เองก็จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ในตัวเองอยู่แล้ว
- ขาที่ 20 ใช้ต่อกราวด์ของระบบ
- ขาที่ 21 - 28 ทำหน้าที่เป็นอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 2 หรือทำหน้าที่ส่งคำสั่งเป็นค่าแอดเดรสไบต์สูง (High byte address bus) เพื่อต่อหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูลหรือเพื่อเก็บชุดคำสั่ง หรือต่อกับอุปกรณ์และไอซีอื่น ๆ ภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขาที่ 29 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพื่อสั่งให้หน่วยความจำภายนอกชิปซึ่งเก็บชุดคำสั่งไว้ทำงาน
- ขาที่ 30 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมการแลชช์ (Latch) ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (Low byte address bus) จากพอร์ต 0 ในการติดต่อกับส่วนที่ใช้ในการเก็บชุดคำสั่งภายนอก
- ขาที่ 31 เป็นขาที่ผู้ใช้สามารถเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ทำงานจากชุดคำสั่งภายในหรือทำงานจากชุดคำสั่งภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้โดยเมื่อต่อขานี้เข้ากับลอจิกสูง (Logic High) ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำงานจากโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และเมื่อต่อเข้ากับลอจิกต่ำ (Logic Low) ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำงานจากโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขาที่ 32 - 39 ทำหน้าที่เป็นอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 0 หรือทำหน้าที่เป็นค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ สลับกับการเป็นบัสข้อมูล (Data bus)
- ขาที่ 40 ต่อกับแหล่งจ่ายเพื่อจ่ายพลังงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.3 หน่วยความจำของ 8051

การแบ่งหน่วยความจำของ 8051 จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1 หน่วยความจำโปรแกรม

2 หน่วยความจำข้อมูล

1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้พัฒนาขึ้นมา โดยอาจประกอบอยู่ภายในตัวไอซีหรือเป็นไอซีหน่วยความจำประเภทอีพรอม ซึ่งในกรณีหลังนั้นจำเป็นจะต้องใช้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่แอดเดรสบัสและดาตาบัส เพื่อให้สามารถต่อเข้ากับหน่วยความจำ ไอซีมาตราฐานได้

การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเข้ากับ 8051

เนื่องจากระบบบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 เป็นลักษณะการใช้มัลติเพล็กซ์จากพอร์ตเดียวกัน กล่าวคือ ในระยะเวลาเริ่มต้น เส้นสัญญาณเหล่านี้ของพอร์ตจะใช้ในการส่งค่าแอดเดรสของตำแหน่งที่ต้องการติดต่อด้วย ในช่วงเวลาต่อมาจึงจะเปลี่ยนไปเป็นสภาวะ High Impedance เพื่อใช้งานในสถานะของบัสข้อมูล แต่เนื่องจากว่าอีพรอม (EPROM) ที่ใช้กันโดยทั่วไปนั้นไม่ใช้การมัลติเพล็กซ์ และมีขาสัญญาณบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลแยกจากกันโดยชัดเจน ดังนั้น การเชื่อมต่ออีพรอมเพื่อเป็นหน่วยความจำโปรแกรม จึงจำเป็นต้องมีวงจรประเภทแลตช์ประกอยขึ้นเพิ่มเติม เพื่อทำการค้างค่าของแอดเดรสที่ส่งออกมาจาก 8051 ในช่วงเวลาให้กับขาสัญญาณแอดเดรสของอีพรอมต่อไป

สัญญาณ	คำจำกัดความ	ขาสัญญาณ	หน้าที่
EA	External Access	31	เลือกประเภทหน่วยความจำภายในหรือภายนอก
ALE	Address Enable	30	สัญญาณเอาท์พุตสำหรับการแลตช์ข้อมูลแอดเดรสจากบัส
P2.0 – P2.3	Port 2	21 - 28	เป็นข้อมูลแอสเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำ
P0.0 P0.7	Port 0	39 - 32	มัลติเพล็กซ์สัญญาณบัสแอสเดรสและบัสข้อมูล
PSEN	Program Store Enable	29	สัญญาณระบุการอ่านให้กับหน่วยความจำ EPROM

ตารางที่ 2.1 สัญญาณของ 8051 ที่ใช้ระหว่างการติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

สัญญาณ EA (External Acess) ใช้ในการกำหนดเลือกว่า จะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ซึ่งหากเป็นระดับลอจิกต่ำจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำภายนอก และกรณีตรงข้ามก็จะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำภายในตัวไอซีเอง สิ่งที่ควรสังเกต คือเมื่อมีการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายใน และมีการใช้งานแอดเดรสที่อยู่ใน

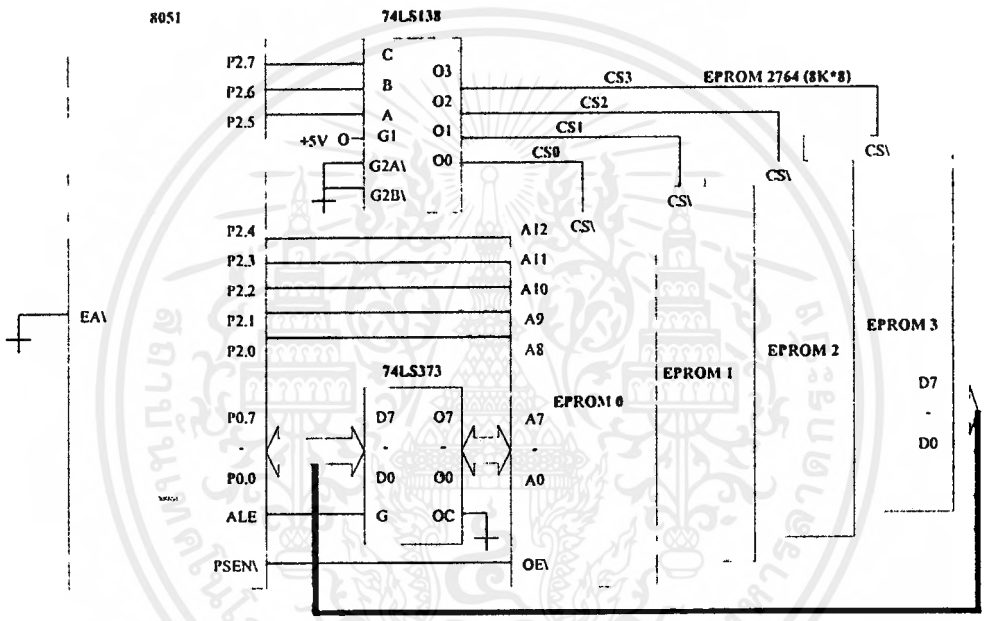
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32614

ช่วงที่สูงกว่าค่าสูงสุดของหน่วยความจำข้อมูลภายในกรณี เช่นนี้ 8051 จะทำการอ่านค่าแอดเดรสที่สูงกว่ามาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกโดยอัตโนมัติ

การใช้งาน 8051 แบบไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในนั้น จำเป็นจะต้องเชื่อมต่อเข้ากับหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นไอซีอีพรอมและจะต้องกำหนดให้เริ่มต้นที่แอดเดรส 0000 H เสมอ ทั้งนี้เพราะเมื่อมีการรีเซตหรือเริ่มต้นการจ่ายไฟให้กับระบบ 8051 จะได้เริ่มต้นการทำงานตามคำสั่งนี้ทันที

โดยปกติแล้ว 8051 สามารถต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ ดังนั้น ในกรณีที่ใช้ไอซีอีพรอมที่มีหน่วยความจำไม่ถึง 64 กิโลไบต์ก็สามารถนำมาต่อกันให้เพิ่มจนถึง 64 กิโลไบต์ได้ โดยการต่อสัญญาณเพื่อเลือกตัวไอซี การเลือกตัวไอซีสามารถทำได้โดยการใช้วงจรถอดรหัสแอดเดรส เพื่อกำหนดพื้นที่ ภายใน หน่วยความจำ แต่ละตัวดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงการเชื่อมต่อเพื่อขยายหน่วยความจำโปรแกรม ด้วยไอซีอีพรอมหลายตัว

2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลของ 8051 มีไว้ใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว โดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูลจัดเป็นหน่วยความจำแบบสแตติก ดังนั้น เมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่เก็บไว้ภายในสูญหาย สำหรับพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในของ 8051 สามารถมีได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทออกเป็น 2 ลักษณะตามตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำภายใน ซึ่งเป็นแรมที่อยู่ภายในตัวไอซีเอง และหน่วยความจำข้อมูลภายนอกซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร ลักษณะเดียวกับการนำเอาไอซีอีพรอมมาต่อเป็นหน่วยความจำโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำข้อมูลภายใน

8051 มีจำนวนทั้งหมด 256 ไบต์ โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ พื้นที่เฉพาะสำหรับตัวประมวลผลกลาง ซึ่งจะเรียกว่า รีสเตอร์ และพื้นที่ใช้งานทั่วไปสำหรับโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาหน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรก บริเวณนี้มีตำแหน่งแอดเดรสอยู่ในช่วง 00H - 7FH ซึ่งมีการจำแนกออกเป็น 3 ส่วนตามการใช้งาน คือ

บริเวณแอดเดรส 00H - 1FH แบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลจำนวน 8 ไบต์ รวมทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยพื้นที่ในแต่ละกลุ่มจะถูกใช้งานในฐานะของรีจิสเตอร์ใช้งานโดยทั่วไป ซึ่งมีชื่อเรียกว่า รีจิสเตอร์ R0 - R7

บริเวณแอดเดรส 20H - 2 FH จำนวน 16 ไบต์ พื้นที่บริเวณนี้เป็นส่วนสำหรับผู้ใช้ซึ่งมีความพิเศษแตกต่างไปจากหน่วยความจำอื่น ๆ เนื่องจากผู้ใช้สามารถอ้างถึงหน่วยความจำในบริเวณนี้ได้ในลักษณะไบต์ข้อมูลหรือในลักษณะบิตข้อมูลได้โดยตรง ดังนั้นหากมองในลักษณะบิตข้อมูลแล้วจะมีพื้นที่ตัวแปรบิตให้ใช้ได้มากถึง 128 บิต

บริเวณแอดเดรส 30H - 7FH เป็นบริเวณที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างถึงได้ในลักษณะของไบต์ข้อมูลตามปกติเท่านั้น

หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์ถัดไป เป็นพื้นที่ตั้งแต่บริเวณแอดเดรส 80 H - FFH เป็นบริเวณของหน่วยความจำที่มีการใช้งานเฉพาะจาก 8051 เท่านั้น โดยจะนำมาใช้เป็นตำแหน่งของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ จำนวน 20 ตำแหน่ง

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ เป็นรีจิสเตอร์สำหรับการควบคุมหน้าที่และการทำงานของพอร์ตทั้งหมด โดยมีตำแหน่งอยู่ในบริเวณแอดเดรส 80H - FFH การใช้งานในรีจิสเตอร์พิเศษสามารถระบุชื่อหรืออ้างถึงตำแหน่งของรีจิสเตอร์เหล่านั้นได้แก่

แอกคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ (Accumulator) หรือ ACC เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่จะส่งให้กับหน่วยทำงานภายใน CPU และเก็บผลลัพท์ที่ได้จากการทำงานนั้น การทำงานของ รีจิสเตอร์แอคคิวมูเลเตอร์นี้มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับแอคคิวมูเลเตอร์ทั่ว ๆ ไป

รีจิสเตอร์ B (Registor B) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับการทำคำสั่งคูณและหารตัวเลข ในกรณีที่ไม่ใช้การคำนวนทางด้านคณิตศาสตร์ ก็สามารถนำไปใช้งานเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ทั่ว ๆ ไปได้

โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program counter) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งจะต้องไปทำงานในลำดับถัดไป การใช้งานภายในโปรแกรมจะเรียกว่า รีจิสเตอร์ PC

สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack pointer) เป็นรีจิสเตอร์ ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่เก็บตำแหน่งของตัวชี้หรือพอยน์เตอร์ของบริเวณสแต็กสำหรับเก็บข้อมูลของแอคคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลจากโปรแกรมโดยปกติแล้วเมื่อทำการเริ่มต้นระบบใหม่ภายหลังจากการจ่ายไฟฟ้า หรือมีการรีเซตเกิดขึ้น ค่าภายในสแต็กพอยน์เตอร์จะมีค่า 07H ซึ่งเป็นตำแหน่งแอดเดรสรหัสภายในเนื้อที่บริเวณ 128 ไบต์แรกของหน่วยความจำข้อมูลภายใน การใช้งานภายในจะเรียกว่า รีจิสเตอร์ SP

ตัวชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data pointer) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งเรียกว่ารีจิสเตอร์ DPTR และสามารถใช้งานแยกเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์ DPH และรีจิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ DPL เพื่อเก็บค่าของแอดเดรสของหน่วยความจำที่ต้องใช้ภายในโปรแกรมหรืออาจจะเป็นแอดเดรสของอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งกำหนดให้ติดต่อกันโดยใช้ตำแหน่งของหน่วยความจำนั้นภายในโปรแกรม

โปรแกรมสเตตัสเวิร์ด (PSW) รีจิสเตอร์นี้ทำหน้าที่บอกถึงแฟล็กสภาวะการทำงานต่าง ๆ รวมทั้งบิตสำหรับการกำหนดเลือกแบงค์ของรีจิสเตอร์ที่ใช้งานด้วย

รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพอร์ต (Port register) รีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต โดยตรง ซึ่งแต่ละตัวจะเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถใช้งานได้ในลักษณะของการอินพุต หรือการเอาต์พุตข้อมูลได้ การดำเนินการใด ๆที่เกี่ยวกับพอร์ตทั้ง 4 นี้ข้อมูลที่ตำแหน่งของพอร์ตเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน นอกจากนี้ พอร์ต P0 และพอร์ต P2 ยังสามารถที่จะใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมหรือหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ โดยพอร์ต P2 จะเป็นค่าของแสดเดรสในช่วง 8 บิตล่างของหน่วยความจำ ช่วงเวลาต่อมาจึงนำพอร์ต P0 ไปใช้เป็นบัสในการรับหรือส่งข้อมูลกับหน่วยอุปกรณ์ภายนอก สำหรับพอร์ต P3 นอกเหนือจะนำไปใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้วยังนำไปใช้ในฐานะบัสควบคุมเกี่ยวกับการอินเตอร์รัปต์ได้อีกด้วย

รีจิสเตอร์ SBUF เป็นบัฟเฟอร์ขนาด 8 บิต สำหรับการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมทั้งการรับและการส่งข้อมูล ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วบัฟเฟอร์นี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ชุด และแยกจากกันอย่างชัดเจนสำหรับการส่งและการรับ โดยซีพียูจะทำการเลือกบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมให้โดยอัตโนมัติ

รีจิสเตอร์ PCON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการทำงานในสามลักษณะ ซึ่งได้แก่ การควบคุมการทำงานของโพรเซสเซอร์ (บิต IDL และ PD) การกำหนดอัตราการทวีคูณของอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม (บิต SMOD) และแฟล็กสภาวะสำหรับการใช้งานทั่วไป (บิต GRO) และบิต (GR1)

บิต PD (Power down) เป็นการกำหนดให้ลดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับส่วนของโพรเซสเซอร์ภายในลง โดยยังคงมีกำลังไฟฟ้าจ่ายให้กับส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในผ่านทางขาสัญญาณ RST วิธีการนี้มักนำมาใช้ในกรณีที่มีการตรวจสอบการไม่มีกำลังไฟฟ้า (Power failure) โดยวงจรตรวจสอบภายนอกจะต้องมีการอินเตอร์รัปต์เข้ามา เพื่อทำการเก็บข้อมูลที่กำลังประมวลผลอยู่ก่อน และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายเป็นปกติจึงค่อยนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลต่อไป

บิต IDL (Idle mode) เป็นการกำหนดโพรเซสเซอร์หยุดการทำงานชั่วขณะ (Sleep) และจะกลับมาอยู่ในสภาพปกติอีกครั้งเมื่อทำการรีเซตทางฮาร์ดแวร์ หรือมีการอินเตอร์รัปต์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น การทำงานในลักษณะนี้สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากว่าสภาวะการหยุดทำงานชั่วขณะนั้น เป็นเพียงเพื่อห้ามไม่ให้มีสัญญาณนาฬิกาจ่ายให้ส่วนของโพรเซสเซอร์เท่านั้น ส่วนของวงจรการอินเตอร์รัปต์พอร์ตอนุกรมและวงจรจับเวลา ยังคงมีสัญญาณนาฬิกาอยู่เป็นปกติ

รีจิสเตอร์ IP , IE, TMOD,SCON เป็นกลุ่มของรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่กำหนดการควบคุม และการทำงานของการอินเตอร์รัปต์ต่าง ๆ ของ 8051

หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

การใช้หน่วยความจำข้อมูลภายนอกเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง ในกรณีที่มีความต้องการหน่วยความจำสำหรับการเก็บข้อมูลชั่วคราว หรือตัวแปรของโปรแกรมมากเกินกว่าขนาด ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน ซึ่งมีขนาดเพียง 128 หรือ 256 ไบต์ เท่านั้นบางครั้งการใช้หน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอกยังเหมาะสมกับงานประยุกต์บางอย่างที่จำเป็น ต้องมีการเก็บสำรองข้อมูลบางอย่างไว้ไม่ให้สูญหายแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟฟ้าแกระบบก็สามารถทำได้โดยการใช้ไอซีหน่วยความจำแรม พร้อมแบตเตอรีสำรองประเภทลิเที่ยมหรือนิเกลแคดเมี่ยมเป็นตัวเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้แทน อย่างไรก็ตามไม่ว่าสาเหตุของการนำไอซีหน่วยความจำภายนอกมาใช้งานจะเป็นอย่างไรจะมีผลทำให้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051 ถูกนำไปใช้เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำเหล่านี้แทนดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้วงจรประกอบอื่น ๆ เพื่อชดเชยความสามารถเหล่านั้นของ 8051 แทน

การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกเข้ากับระบบของไมโครคอรโทรลเลอร์ 8051 จะมีวิธีการเหมือนกับการเชื่อมต่อหน่วยความจำอีพรอม โดยมีหลักการทำงานตามที่กล่าวมาคือ จะมีไอซีแลตช์ทำหน้าที่ค้างค่าแอดเดรส ให้กับอินพุตของหน่วยความจำแรมส่วนขา RD , WR ก็จะทำการต่อโดยตรงกับ 8051และถ้าต้องการต่อแรมหลายๆตัวก็ใช้การถอดรหัสแอดเดรสแบบเดียวกับการต่ออีพรอม

2.5.4 พอร์ตอินพุต / เอาต์พุตของ 8051

พอร์ตของ 8051 จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ พอร์ตแบบขนานและพอร์ตแบบอนุกรม

พอร์ตแบบขนานของ 8051

8051 มีโครงสร้างของพอร์ตที่สามารถใช้งานแบบขนานได้จำนวนทั้งหมด 4 พอร์ต เรียกชื่อตามลำดับว่า P0 , P1 , P2 และ P3 และเป็นพอร์ตขนาด 8 บิตทั้งหมด การใช้งานพอร์ตสามารถทำได้ในลักษณะของเส้นสัญญาณเดี่ยว ๆ หรือของกลุ่มสัญญาณได้ นอกจากนี้พอร์ต 0 , 2 และ 3 ยังสามารถนำไปใช้งานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตได้โดยพอร์ต 0 จะทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ ระหว่างบัสแอดเดรสไบต์ต่ำและบัสข้อมูลสำหรับการติดต่อวงจรประกอบร่วมกับข้อมูลบัสแอดเดรสไบต์สูงซึ่งจะส่งออกมาทางพอร์ต 2 สำหรับพอร์ต 3 นอกเหนือจากการนำไปใช้เป็นพอร์ตปกติสามารถนำไปใช้เป็นสัญญาณเขอการอินเตอร์รัปต์ต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงการสร้างสัญญาณควบคุมการอ่านและการเขียนเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการอ่านและการเขียนเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการอ่านและการเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอกด้วย

โครงสร้างการทำงานของพอร์ต 8051

จากจากลักษณะโครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตทั้งหมดของ 8051 จะเห็นว่ามีความคล้ายคลึงกับลักษณะโครงสร้างที่เรียกว่า QUASI-BIDIRECTIONAL PORT ยกเว้นพอร์ต 0 ซึ่งเพียงแต่ไม่มีตัวต้านทานที่ทำหน้าที่พูลอัพ (Pull-up) สัญญาณไว้ภายในเท่านั้น วงจรประกอบอื่นภายในยังมี ฟลิปฟลอปแบบ D ซึ่งมีผลทำให้สามารถแลตช์หรือค้างสภาวะของสัญญาณได้ นอกจากนี้ในส่วนเอาต์พุตของฟลิปฟลอปเฉพาะของพอร์ต 0 และ พอร์ต 2 จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกับสวิสช์เพิ่มเติมขึ้นเพื่อควบคุมให้เอาต์พุตนี้ต่อกับส่วนของทรานซิสเตอร์ในระหว่างที่ไม่ได้มีการทำงานในลักษณะของบัสแอดเดรสหรือบัสข้อมูล สำหรับบัฟเฟอร์จำนวน 2 ตัวของทุกบิตในพอร์ตนั้นมีการทำงานโดยแยกอิสระ โดยตัวที่อยู่ทางด้านบนจะยอมให้สัญญาณผ่านได้ก็ต่อเมื่อมีการอ่านข้อมูลที่ค้างไว้เท่านั้น ส่วนตัวที่อยู่ทางด้านล่างจะถูกใช้งานเฉพาะเมื่อมีการอ่านสถานะของขาสัญญาณเท่านั้น

การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต จะต้องเริ่มด้วยการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมาทางบิตของพอร์ตนั้นก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทานที่ทำหน้าที่พูลอัพ ภายในซึ่งมีผลทำให้บิตนั้น ๆ ของพอร์ต 1 , 2 และ 3 เป็นสภาวะลอจิกสูง ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก และทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็นลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้น แม้ว่ามีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกับบิตอื่น แต่เนื่องจากการที่ไม่มีตัวต้านทานที่ทำหน้าที่ พูลอัพภายในไว้ ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตเหล่านั้นหยุดการทำงาน ก็จะเป็นผลทำให้ขาสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะอิมพิแดนซ์สูงแทน

การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งให้กับฟลิปฟลอปซึ่งจะทำหน้าที่ค้างสภาวะเหล่านี้ไว้ และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตเหล่านั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะเป็นลอจิกต่ำด้วย

ส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็นหนึ่งออกมานั้น ในกรณีที่เป็นการทำงานของแต่ละบิต ของพอร์ต 1 , 2 หรือ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน มีผลทำให้ขาของสัญญาณเป็นลอจิกด้วยตัวต้านทานที่พูลอัพ อยู่ภายในนั้น แต่สำหรับการทำงานของแต่ละบิตภายในพอร์ต 0 นั้น จะมีผลที่แตกต่างกันออกไป โดยขาสัญญาณจะมีสภาวะเป็นอิมพิแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานอยู่ภายในเชื่อมอยู่นั่นเอง ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการเอาต์พุตข้อมูล จำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกพูลอัพ สัญญาณไว้กับลอจิกสูงแทน

ความสามารถอีกประการหนึ่งที่เกี่ยวกับพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของ 8051 เป็นวิธีการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตซึ่งมีได้สองวิธี คือ การอ่านค่าลอจิกที่ขาสัญญาณ และการอ่านค่าลอจิกของการแลตช์ที่พอร์ต วิธีการอ่านค่าสัญญาณทั้ง 2 แบบจะช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้ด้วยความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.5.5 เคาน์เตอร์และไทม์เมอร์ (COUNTER AND TIMER)

งานประยุกต์ที่ใช้ไมรโครคอนโทรลเลอร์เป็นจำนวนมากจำเป็นต้องใช้การนับเหตุการณ์จากภายนอกเช่น ความถี่พัลส์หรือการสร้างความแน่นอนของการหน่วงเวลาภายใน ระหว่างการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 อย่างนี้สามารถทำให้สำเร็จได้โดยใช้เทคนิคซอฟต์แวร์ แต่รอบของโปรแกรมสำหรับการนับ หรือเวลาเพื่อให้โพรเซสเซอร์ทำงานโดยฟังก์ชันอื่นไม่ถูกใช้งานการปลดปล่อยโดยใช้เคาน์เตอร์ (T0, T1) ขนาด 16 บิตนับ และเป็นตัวใช้งานทั่วๆไป เคาน์เตอร์แต่ละตัวอาจถูกโปรแกรมให้นับพัลส์ภายใน หรือโปรแกรมให้นับพัลส์ภายนอก

เคาน์เตอร์ถูกแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์ 8 บิต 2 ตัว เรียกว่า ไทม์เมอร์ไบต์ต่ำและไทม์เมอร์ไบต์สูงการทำงานของไทม์เมอร์ทุกตัวถูกคงบคุมโดยสถานะบิตใน TMOD , TCON และโปรแกรมคำสั่งบางตัว

TMOD จะใช้ตรวจสอบไทม์เมอร์ 2 ตัวเท่านั้น และสามารถพิจารณาเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 4 บิต 2 ตัวต่อกันอยู่ โดยที่แต่ละตัวขาควบคุมไทม์เมอร์ 1 ตัว TCON จะควบคุมบิตและแฟล็กของไทม์เมอร์ในนิบเบิลบน และควบคุมบิตและแฟล็กของอินเตอร์รัปต์จากภายนอกด้วยนิบเบิลล่าง

การอินเตอร์รัปต์ไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์ (Interupt timer and counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคาน์เตอร์จะอยู่รวมบนชิพเพื่อทำให้โปรเซสเซอร์ปลดปล่อยจากงานไทม์มิง (Timing) และเคาน์ติง (Counting) เมื่อโปรแกรมต้องการนับพัลส์ภายในหรือเหตุการณ์ภายนอก จะต้องเก็บค่าๆหนึ่งในเคาน์เตอร์ 1 ตัว จำนวนนี้จะแสดงการนับที่มมากที่สุดซึ่งน้อยกว่าค่าที่ต้องการอยู่ 1 เคาน์เตอร์ เพิ่มจากจำนวนเริ่มต้นไปยังค่าที่มากที่สุด แต่ต่อจากนั้นจะนับจนเป็น 0 ซึ่งเป็นพัลส์สุดท้ายและจะเซตไทม์เมอร์แฟล็กสภาวะของแฟล็กทดสอบได้ด้วยคำสั่งที่บอกให้โปรแกรมนับจนเสร็จหรือแฟล็กอาจใช้อินเตอร์รัปต์โปรแกรม

ไทม์มิง (TIMING)

ถ้าเคาน์เตอร์ถูกตั้งเป็นไทม์เมอร์ก็จะนับความถี่นาฬิกาภายใน 8051 ออสซิลเลเตอร์หารด้วย 12 เช่น ความถี่คริสตอล 6 เมกกะเฮิร์ต จะได้ไทม์เมอร์ 500 กิโลเฮิร์ต

สัญญาณนาฬิกาของออสซิลเลเตอร์จะเป็นพัลส์มาสู่ไทม์เมอร์ บิต C /T ใน TMOD ต้องเป็น 0 บิต TRX ใน TCON ต้องเป็น 1 (ไทม์เมอร์ทำงาน) และบิตเกทใน TMOD ต้องเป็น 0 และขา INTRX ต้องเป็น 1 ในทางตรงข้ามเคาน์เตอร์ทำหน้าที่เคาน์เตอร์ได้โดยเกทไปที่เคาน์เตอร์โดยบิตทำงาน (Runbit) และเกทบิต (Gate bit)หรือบิต INTX

การทำงานในโหมดไทม์เมอร์

การทำงานของโหทดไทม์เมอร์มีทั้งหมด 4 โหมด ซึ่งกำหนดโดยบิต MI , M0 ใน TMOD *ไทม์เมอร์โหมด 0* การตั้งโหมดไทม์เมอร์ X (0 ,1) เป็น 00 B ใน TMOD เป็นเหตุผลให้ใช้ TH X เป็นเคาน์เตอร์ 8 บิต และ TL X เป็นเคาน์เตอร์ 5 บิต พัลส์ที่เป็นอินพุตจะถูกหารด้วย 32 ใน TL ดังนั้น TH จะนับความถี่ที่ถูกหารด้วย 384 เช่น ความถี่ออสซิลเลเตอร์ 6 MHz ให้ความถี่สุดท้ายใน TH เป็น 15625 Hz แฟล็กไทม์เมอร์เมื่อถูกเซตเมื่อ TH X นับจาก FF H เป็น 00 H หรือ 0.0164 sec สำหรับคริสตอล 6 เมกกะเฮิร์ต ถ้า TH X เริ่มต้นที่ 00 H

ไทม์เมอร์โหมด 1 ไทม์เมอร์ในโหมด 1 คล้ายกับไทม์เมอร์ในโหมด 0 ยกเว้น TLX จะใช้เต็ม 8บิต เมื่อบิตโหมดเซตเป็น 01B ใน TMOD แฟล็กไทม์เมอร์เซตในเวลา 0.1311 วินาที เมื่อใช้คริสตอล 6 เมกกะเฮิร์ต

ไทม์เมอร์โหมด 2 การเซตบิตโหมดเป็น 10b ใน TMOD จะใช้เฉพาะไทม์เมอร์ TLX เป็นตัวนับ 8 บิต TLX จะเก็บค่าที่โหลดไปใน TLX ทุกครั้งที่ TLX เกิดโอเวอร์โฟล์จาก FFH เป็น 00H แฟล็กไทม์เมอร์จะเซตเมื่อ TI X เกิดโอเวอร์โฟล์

ไทม์เมอร์โหมด 3 ไทม์เมอร์โหมด 0 และ 1 อาจจะโปรแกรมเป็นโหมด 0 , 1 , 2 อิสระจากกันในลักษณะคล้ายๆกันแต่ไม่สำหรับโหมด 3 ไทม์เมอร์จะไม่ทำงานเป็นอิสระจากกัน ไทม์เมอร์ 1 จะเป็นตัวทำให้หยุดนับบิตควบคุม TR1 และไทม์เมอร์แฟล็ก 1 : TF1 จะถูกใช้โดยไทม์เมอร์ 0

ไทม์เมอร์ 0 จะแยกตัวนับขนาด 8 บิตออกจากกัน TL0 ถูกควบคุมโดยการจัดเรียงเกท และเซตไทม์เมอร์แฟล็ก : TF0 เมื่อเกิดโอเวอร์โฟล์จาก FFH ถึง 00H TH0 สัญญาณนาฬิกาของไทม์เมอร์ (หารจากออสซิสเลเตอร์ด้วย 12) ภายใต้การควบคุมของ TRI เท่านั้นและเซตแฟล็ก TF1 เมื่อเกิดการโอเวอร์โฟล์

ไทม์เมอร์ 1 อาจจะใช้ในโหมด 0, 1 , 2 ขณะที่ไทม์เมอร์ 0 มีข้อยกเว้นที่สำคัญคือการอินเตอร์รัปต์ไม่ได้เกิดจากไทม์เมอร์ 1 ขณะที่ไทม์เมอร์ 10 ใช้โอเวอร์โฟล์แฟล็ก TF1 การสวิทช์ไทม์เมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมด 3 จะหยุดการนับและเก็บค่าในไทม์เมอร์ 1 ไทม์เมอร์สามารถใช้ Buad rate สำหรับพอร์ตอนุกรม หรือโหมด 0, 1 ,2 ซึ่งไม่เกิดขึ้นกับการอินเตอร์รัปต์

เคาท์ติ้ง (Counting)

ไทม์มิงและเคาน์ติง มีข้อแตกต่างกันสิ่งเดียวคือ แหล่งพัลส์นาฬิกาของเคาน์เตอร์เมื่อใช้เป็นไทม์เทอร์ พัลส์นาฬิกามาจากวงจรออสซิสเลเตอร์ผ่านวงจรหาร 12 เมื่อใช้เป็นเคาน์เตอร์ ขา T0 จะเป็นพัลส์ให้กับเคาน์เตอร์ 0 และขา T1 แก่เคาน์เตอร์ 1 บิต C/T ใน TMOD ต้องเซตเป็น 1 เพื่อให้พัลส์จากขา TX แก่วงจรควบคุม

2.5.6 อินพุต/เอาต์พุตข้อมูลอนุกรม

คอมพิวเตอร์ต้องสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในระบบมัลติโพรเซสเซอร์สมัยใหม่การติดต่อที่มีประสิทธิภาพทางหนึ่งคือการส่ง และการรับบิตข้อมูลและอนุกรม 8051 มีวงจรติดต่อข้อมูลแบบอนุกรมโดยรีจิสเตอร์ SBUF เก็บข้อมูล SCON ควบคุมการสื่อสาร PCON ควบคุมอัตราข้อมูล และขา RXD และ TXD ต่อกับเครือข่ายข้อมูลอนุกรม

SBUF มีอยู่ 2 รีจิสเตอร์ อันหนึ่งใช้เขียนและเก็บข้อมูลที่จะส่งออกของ 8051 ผ่าน TXD อีกตัวใช้อ่าน และเก็บข้อมูลที่ได้รับจากภายนอกผ่าน RXD รีจิสเตอร์ ทั้ง 2 นี้มีแอดเดรส 99 H

มีโหมดที่โปรแกรมได้ทั้งหมด 4 โหมด สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งเลือกโดยบิต SMX ใน SCON ส่วนอัตราบอด กำหนดโดยโหมดที่ใช้

การอินเตอร์รัพท์ข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการส่งหรือรับข้อมูลอนุกรมในการส่งข้อมูลไบต์หนึ่งๆ ค่อนข้างจะใช้เวลานานหลายมิลลิวินาที ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเกี่ยวกับการสื่อสารแบบนี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ 8051 จึงได้กำหนดให้บิตหรือแฟล็กสถานะที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จัดรวมอยู่ภายในรีจิสเตอร์ SCON เท่านั้น เช่น แฟล็ก T1 ซึ่งจะมีค่าเป็นหนึ่งเมื่อข้อมูลได้ทำการส่งออกไปภายนอกเสร็จสิ้นแล้ว และแฟล็ก RI ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 เพื่อแจ้งให้ทราบว่าได้รับข้อมูลผ่านมาเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม เมื่อแฟล็กตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น 1 จะมีผลทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้น ดังนั้นภายในโปรแกรมจะต้องทำการตรวจสอบสภาวะของแฟล็กเหล่านี้เองว่ามีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้นด้วยสาเหตุใด จากนั้นจึงค่อยทำการกำหนดค่า 0 ให้กับแฟล็กนั้น ลักษณะดังกล่าวนี้จะมีความแตกต่างไปจากการอินเตอร์รัปต์จากสัญญาณอื่นๆ เช่น วงจรนับ/จับเวลา เป็นต้น ซึ่งจะมีการกำหนดค่า 0 ให้กับแฟล็กสถานะที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ ภายหลักจากที่ได้เข้าไปทำงานยังส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์

กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ 8051

การส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมของ 8051 จะเริ่มต้นขึ้น ภายหลังเมื่อมีการเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนี้จะถูกจัดการด้วยวิธีการทางด้านฮาร์ดแวร์ในการเลื่อนบิตและส่งสัญญาณออกไปภายนอกโดยอัตโนมัติ เมื่อข้อมูลเหล่านี้ได้ส่งออกครบถ้วนแล้ว จึงทำการกำหนดค่าของแฟล็ก TI ให้เป็น 1 เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้รีจิสเตอร์ SUBF ว่าง และพร้อมที่จะส่งข้อมูลไบต์ต่อไปแล้ว ในกรณีที่ผู้ใช้เขียนข้อมูลใหม่ลงในรีจิสเตอร์ SBUF โดยไม่รอให้แฟล็ก TI มีค่าเป็น 1 ก่อนจะมีผลทำให้ข้อมูลที่ส่งออกไปผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมจะต้องเริ่มต้นโดยการกำหนดค่าบิต REN (Receiver Enable) ให้มีค่าเป็น 1 ก่อน หลังจากนั้นเมื่อมีบิตของข้อมูลถูกส่งเข้ามาจากภายนอกระบบฮาร์ดแวร์ของ 8051 จึงจะทำการเลื่อนบิตเหล่านี้เข้ามาโดยอัตโนมัติ และเมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกย้ายมาเก็บไว้ยังรีจิสเตอร์ SBUF และทำการกำหนดให้แฟล็ก RI ให้มีค่าเป็น 1 ซึ่งมีผลทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์โปรแกรมขึ้น

โหมดการส่งข้อมูลอนุกรม

ผู้ออกแบบ 8051 ได้รวบรวมโหมดในการส่งข้อมูลอนุกรมไว้ 4 โหมด ทำให้การสื่อสารข้อมูลสามารถทำได้หลายทางและมีอัตราบอดหลายขนาด โหมดจะถูกเลือกโดยโปรแกรมเมอร์โดยการเซตบิตโหมด SM0 และ SM1 ใน SCON อัตราบอดจะคงที่ในโหมด 0 และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อใช้ไทม์เมอร์ 1 และบิตที่เปลี่ยนอัตราบอดอนุกรม (SMOD) ซึ่งอยู่ใน PCON สำหรับโหมด 1, 2 , 3

ข้อมูลอนุกรมในโหมด 0 โหมดการเลื่อนรีจิสเตอร์

การเซตบิต SM0 และ SM1 ใน SCON เป็น 00B ทำให้ SBUF ทำการรับหรือการส่งข้อมูล 8 บิต โดยใช้ขา RXD ทั้ง 2 หน้าที่ขา TXD จะต่อกับแหล่งกำเนิดพัลส์ภายใน ซึ่งจะทำให้พัลส์ที่เลื่อนแก่วงจรภายนอก ความถี่ที่เลื่อนหรืออัตราบอดจะคงที่ (เท่ากับความถี่ออสซิสเลเตอร์ / 12) อัตราขนาดนี้จะใช้เป็นไทม์เมอร์เมื่อโครงสร้างเป็นไทม์เมอร์ สัญญาณนาฬิกาที่เลื่อน TXD เป็น สี่เหลี่ยม ซึ่งเป็น 0 ในสภาวะ S3 , S4 , S5 ของแมชชีนไซเคิล และเป็น 1 สำหรับสภาวะ S6 , S1 , S2 ของการส่งข้อมูลรีจิสเตอร์ที่เลื่อนข้อมูลโหมด 0 เมื่อข้อมูลส่งออกมาทาง RXD ข้อมูลที่เปลี่ยนขอบขาลงของ S6P2 หรือ 1 พัลส์นาฬิกา หลังจากขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาที่เลื่อน TRX ออก ผู้ออกแบบระบบต้องออกแบบวงจรภายนอก ซึ่งรับข้อมูลที่ส่งออกมาเพื่อให้ข้อมูลที่รับเชื่อถือได้

ข้อมูลที่รับเข้ามาทางขา RXD ควรจะพร้อมกับสัญญาณนาฬิกาที่เลื่อนที่เกิดที่ TXD ข้อมูลถูกสุ่มที่ขอบขาลงของ S5P2 และเลื่อนไปยัง SBUF ที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาที่เลื่อน

โหมด 0 ไม่ได้ตั้งใจให้ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ แต่จะเป็นวิธีที่จะได้ข้อมูลอนุกรมที่ความเร็วสูง โดยใช้ลอจิกดิสครีท (Discrete logic) เพื่อให้ได้อัตราข้อมูลสูง อัตราบอดที่ใช้ในโหมด 0 จะสูงกว่ามาตราฐานมาก เช่น คริสตอล 6MHz ได้อัตราเลื่อน 500 KHz

ข้อมูลอนุกรม 1 - UART มาตราฐาน

เมื่อ SM0 และ SM1 เซตเป็น 01b SBUF จะเป็นตัวรับและตัวส่ง 10 บิต โดยจะรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกัน ขา RXD จะรับข้อมูลทั้งหมด และขา TXD จะส่งข้อมูลทั้งหมด อัตราบอดกำหนดได้ด้วย f_{buad} (2^{smod} * ความถี่ออสซิลเลเตอร์)/ 64 ข้อมูลที่ส่งเป็นบิตเริ่มต้น 1 บิต ข้อมูล 8 บิต สตอปบิต แฟล็กอินเตอร์รัปต์ TI จะเซตทันทีที่ 10 บิตถูกส่งแล้ว ระยะของแต่ละบิตคือ ส่วนกลับของความถี่ของอัตราบอด แต่ละบิตจะเป็น 1 หรือ 0 ตลอดช่วง

ข้อมูลที่รับจะมีลำดับเหมือนเดิมการรับจะถูกทริกที่ขอบขาลงของบิตเริ่มต้น และต่อไปเรื่อยๆ ถ้าบิตสิ้นสุดเป็น 0 ครึ่งหนึ่งของบิตเริ่มต้น นี่เป็นการวัดที่มีการรบกวนน้อยถ้าวงจรรับถูกทริกโดยสัญญาณรบกวนบนสายส่ง การตรวจสอบสภาวะ 0 หลังจากครึ่งบิตจะเป็นการจำกัดการรับข้อมูลที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตข้อมูลที่เลื่อนเข้าตัวรับที่โปรแกรมอัตราบอดไว้และ เวิร์ดข้อมูลจะถูกส่งไปยัง SBUF ถ้าเงื่อนไขตามนี้เป็นจริง RI =0 , SM=0 หรือบิตสิ้นสุด=0 ; RI = 1 เป็นการบอกว่าโปรแกรมได้อ่านไบต์ข้อมูลมาก่อนและพร้อมรับข้อมูลต่อไป โดยปกติบิตสิ้นสุด จะทำให้ส่งข้อมูลไปยัง SUBF ได้สมบูรณ์ที่สภาวะ SM2 โดยที่ SM2=0 ทำให้สามารถรับไบต์และสตอปบิต ซึ่งเป็นข้อจำกัดในโหมดนี้ แต่มีประโยชน์มากในโหมด 2 และ 3 ถ้า SM2 = 1 ทำให้รับเฉพาะ สตอปบิตที่ถูกต้องเท่านั้น และป้องกันการรบกวน

ใน 10 บิตนี้ ที่ตำแหน่งสุดท้ายของการรับ เป็นการชี้ว่าข้อมูลที่รับมาก่อนยังไม่ถูกโปรแกรมอ่าน หรือถ้าเงื่อนไขอื่นไม่จริง ข้อมูลใหม่จะไม่ถูกโหลดและจะสูญหายไป

อัตราบอดโหมด 1 ไทม์เมอร์ 1 ถูกใช้สร้างบอด ในโหมด 1 โดยใช้โอเวอร์โฟล์แฟล็กของไทม์เมอร์ เพื่อกำหนดความถี่อัตราบอด ถ้าไทม์เมอร์ 1 ใช้ในโหมดเป็นไทม์เมอร์ 8 บิต ออโตรีโหลด (Autoreload) จะสร้างอัตราบอดได้

$$f_{baud} = (2^{SMOD} * \text{ความถี่ออสซิลเลเตอร์}) / (32*12*(256- TH1))$$

SMOD เป็นบิตที่ควบคุมใน PCON และอาจเป็น 0 หรือ 1 ถ้าไทม์เมอร์ 1 ไม่ได้ทำงานในโหมด 2 อัตราบอดจะเป็น

$$f_{baud} = (2^{SMOD} * \text{Timer 1 overflow flag}) /32$$

และไทม์เมอร์ 1 สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาภายในหรือเป็นเคาน์เตอร์ซึ่งรับพัลส์นาฬิกาจากภายนอก ความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่เลือกจะช่วยสร้างอัตราบอด ทั้งแบบมาตราฐานและไม่มาตราฐานถ้าต้องการอัตราบอดมาตราฐาน คริสตอล 11.0592 เมกกะเฮิร์ด ควรใช้ ซึ่งจะใช้อัตรามาตราฐาน 9600 bps และ TH1 จะมีค่าดังนี้

TH1=256-((2 *11.0592*10)/(32*12*9600)) = 0FDh = 253.0000d

ข้อมูลอนุกรมโหมด 2 โหมด มัลติโปรเซสเซอร์

โหมด 2 คล้ายกับโหมด 1 เว้นแต่ว่ามีการส่ง 11 บิต คือ Start bit 1 บิต ,ข้อมูล 9 บิตสตอปบิต 1 บิตดังรูป บิตข้อมูลที่ 9 ได้จาก TB8 ใน SCON ระหว่างการส่งและการเก็บในบิต RB8 ของ SCON เมื่อรับข้อมูลทั้งบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุดจะทิ้งไป

ในกรณีโหมด 0 อัตราบอดจะมากกว่ามาตราฐานมาก อัตราข้อมูลที่สูงนี้เป็นที่ต้องการใน การประยุกต์หลายๆ มัลติโพรเซสเซอร์ข้อมูลสามารถรวบรวมได้อย่างรวดเร็วจากเครือข่ายของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สื่อสาร ถ้าใช้อัตราบอดสูง

เงื่อนไขการเซต RI ในโหมด 1 RI ต้องเป็น 0 ก่อนที่จะรับบิตสุดท้าย และ SM2 ต้องเป็น 0 หรือข้อมูลบิตที่ 9 ต้องเป็น 1 การเซต RI ขึ้นกับสภาวะของ SM2 ในการรับ 8051 และสภาวะ 9 ซึ่งทำให้มัลติโปรเซสเซอร์ เป็นไปได้โดยให้ตัวรับถูกอินเตอร์รัปต์โดยข้อมูลบางตัว ในขณะที่ตัวรับอื่นๆ ไม่สนใจข้อมูลนี้ เฉพาะ 8051 เท่านั้นที่ SM2 เซตเป็น 0 จะถูกอินเตอร์รัปต์ โดยข้อมูลที่รับซึ่งข้อมูลบิตที่ 9 เซตเป็น 1 จะไม่ถูกอินเตอร์รัปต์ โดยข้อมูล พร้อมกับข้อมูลบิตท 9 เป็น 0 ตัวรับทั้งหมดจะถูกอินเตอร์รัปต์โดยข้อมูล และข้อมูลบิตที่ 9 เซตเป็น 1 ซึ่งสภาวะของ SM2 จะไม่ขัดขวางการรับข้อมูล

2.5.7 อินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีเพียง 2 ทางเท่านั้น ที่จะหาเงื่อนไขที่เป็นจริงของวงจรภายในและภายนอก วิธีแรก คือการใช้คำสั่งซอฟต์แวร์ กระโดดบนสภาวะแฟล็กและพอร์ตพิน วิธี 2 คือ สัญญาณทางฮาร์ดแวร์ที่เรียกว่า อินเตอร์รัปต์ ซึ่งทำให้โปรแกรมไปเรียกซับรูทีน (Sub routime) เทคนิคของซอร์ตแวร์ใช้เวลาของโพรดซสเซอร์ ซึ่งสามารถไปใช้งานอื่นๆ อินเตอร์รัปต์จะใช้เวลาของโพรเซสเซอร์เมื่อถูกทำเมื่อต้องการใช้โปรแกรม การประยุกต์ใช้งานเกือยทั้งหมดของไมรโครคอนโทรลเลอร์เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ ที่เร็วพอที่จะควบคุมภาวะแวดล้อมที่สร้างเหตุการณ์

อินเตอร์รัปต์อาจสร้างโดยการทำงานของชิฟภายในหรือโดยแหล่งภายนอก อินเตอร์รัปต์บางตัวทำให้ 8051 ทำฮาร์ดแวร์ให้เรียกซับรูทีน มีตำแหน่งที่กำหนดมาก่อน (โดยผู้ออกแบบ 8051)ในหน่วยความจำโปรแกรม

มีอินเตอร์รัปต์ 5 ชนิด ใน 8051 3 ชนิดในนี้จะถูกสร้างโดยอัตโนมัติ โดยการทำงานภายในของไทม์เมอร์แฟล็ก 0 ไทม์เมอร์แฟล็ก 1 และอินเตอร์รัปต์พอร์ตอนุกรม (RI หรือ TI) อินเตอร์รัปต์อีก 2 ตัวถูกทริกโดยสัญญาณภายนอกโดยวงจรที่ตอกับขา INT0 และ INT1 (ขาของพอร์ต P3.2 และ P3.3) หน้าที่ของอินเตอร์รัปต์ จะอยู่ภายใต้การควบคุมของโปรแกรมเมอร์สามารถเปลี่ยนบิตควบคุมในรีจิสเตอร์อินเตอร์รัปต์ (IE), IP และ TCON โปรแกรมสามารถสกัดกั้นอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดหรือบางตัวจากโปรแกรมโดยการเซตหรือเคลียร์บิตในรีจิสเตอร์เหล่านี้

หลังจากอินเตอร์รัปต์ถูกจัดการโดยซับรูทีนซึ่งทำโดยโปรแกรมเมอร์ ในหน่วยความจำโปรแกรม โปรแกรมอินเตอร์รัปต์ต้องทำงานที่คำสั่งที่เกิดอินเตอร์รัปต์ โปรแกรมถูกทำโดยเก็บค่า PC ไปบนสแตกในแรมก่อนการเปลี่ยน PC เป็นแอดเดรสของอินเตอร์รัปต์ในรอม ค่า PC จะได้จากสแตก หลังจากคำสั่ง RETI ได้ทำแล้วที่ส่วนท้ายของซับรูทีน

อินเตอร์รัปต์แฟล็กไทม์เมอร์

เมื่อไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ เกิดโอเวอร์โฟล์ ผลคือไทม์เมอร์แฟล็ก (TF0 , TF1) จะเซตเป็น 1 แฟล็กถูกเคลียร์เป็น 0 เมื่ออินเตอร์รัปต์ทำให้โปรแกรมเรียกซับรูทีนของไทม์เมอร์ในหน่วยความจำ

อินเตอร์รัปต์พอร์ตอนุกรม

เมื่อรับข้อมูลแล้ว บิตอินเตอร์รัปต์ (RI) ต้องเซตเป็น 1 ใน SCON เมื่อข้อมูลส่งเรียบร้อยแล้วบิตอินเตอร์รัปต์ (TI) ต้องเซตใน SCON และจะนำ OR กันเพื่อหาตัวอินเตอร์รัปต์แก่โปรเซสเซอร์ ซึ่งเป็นการอินเตอร์รัปต์พอร์ตอนุกรมบิตเหล่านี้จะไม่ถูกเคลียร์เมื่อการเรียกโปรแกรมอินเตอร์รัปต์ถูกทำลายโดยโปรเซสเซอร์โปรแกรมที่จัดการสื่อสารข้อมูลอนุกรมต้องรีเซต RI หรือ TI เพื่อจะทำข้อมูลถัดไป

การอินเตอร์รัปต์ภายนอก

ขา INT0 และ INT1 จะใช้โดยวงจรภายนอก การอินพุตบนขาเหล่านี้ต้องเซตอินเตอร์รัปต์แฟล็ก IE0 และ IE1 ใน SCON เป็น 1 โดยวิธี 2 วิธี แฟล็ก IEX อาจเซตเมื่อขา INTX เป็น 0 หรือแฟล็กอาจเซตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 เป็น 0 บนขา INTX บิต IT0 , IT1 จะโปรแกรมขาสำหรับการอินเตอร์รัปต์ที่ 0 เมื่อเซตเป็น 0 และโปรแกรมขา INTX สำหรับอินเตอร์รัปต์ที่การเปลี่ยนลอจิกเมื่อเซตเป็น 1

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรีเซต (Reset)

การรีเซต สามารถมองเป็นการอินเตอร์รัปต์สูงสุด เพราะโปรแกรมไม่สามารถสกัดกั้นได้การอินเตอร์รัปต์ชนิดนี้บ่อยครั้งเราเรียกว่า Nonmaskable เนื่องจากไม่มีบิตตัวใดที่สามารถหยุดมันได้ ซึ่งไม่เหมือนกับการอินเตอร์รัปต์แบบอื่น PC จะไม่เก็บค่าโปรแกรมครั้งหลังสุด รีเซตเป็นคำสั่งที่สมบูรณ์ในการกระโดดไปที่ 0000H และเริ่มทำงานที่จุดนี้

เมื่อลอจิก 1 ใช้ที่ขา RST 8051 จะอยู่ในสภาวะรีเซต หลังจากขา RST เป็น 0 รีจิสเตอร์ภายในจะมีค่าดังต่อไปนี้

REGISTER	VALUE HEX
PC	0000
DPTR	0000
A	00
B	00
SP	07
SPW	00
P0-3	FF
IP	XXX00000 B
IE	0XX00000 B
TCON	00
TMOD	00
TH0	00
TL0	00
TH1	00
TL1	00
SCON	00
SUBF	XX
PCON	0XXXXXXX B

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าภายในรีจิสเตอร์หลังจากการรีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการอินเตอร์รัปต์

ความสามารถ / ไม่สามารถอินเตอร์รัปต์ บิตในรีจิสเตอร์ EI ต้องเซตเป็น 1 ถ้าแหล่งอินเตอร์รัปต์ถูกใช้ และเซตเป็น 00 เมื่อไม่ใช้บิต EA ซึ่งเป็นบิตที่สำคัญซึ่งสามารถ / ไม่สามารถอินเตอร์รัปต์ทุกแหล่งโปรแกรมต้องสามารถยัยยั้งอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดหรือบางตัว เพื่อให้งานที่สำคัญได้ทำเสร็จรีจิสเตอร์ EI จะเก็บค่าบิตที่โปรแกรมได้ เพื่อทำให้อินเตอร์รัปต์ได้ตามที่ต้องการ และเมื่อเลือกอินเตอร์รัปต์แล้วแหล่งอินเตอร์รัปต์แต่ละแหล่งอาจถูกเลือกหรือไม่ก็ได้

ความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

บิตใน IP ถูกกำหนดถ้าอินเตอร์รัปต์ต้องการลำดับความสำคัญ บิตจะเซตเป็น 1 เมื่อเป็นการอินเตอร์รัปต์ที่มีความสำคัญสูง และเป็น 0 เมื่ออินเตอร์รัปต์มีความสำคัญต่ำ อินเตอร์รัปต์ที่มีความสำคัญสูงไม่อาจถูกอินเตอร์รัปต์โดยตัวที่มีความสำคัญต่ำกว่า จนกว่าที่ตัวสำคัญสูงกว่าจะทำเสร็จ

ถ้าอินเตอร์รัปต์ 2 ตัวที่มีความสำคัญเท่ากันจะมีการทำตามลำดับดังนี้

แหล่งกำเนิดสัญญาณ	สัญญาณ	ตำแหน่งแอดเดรส
IE0	อินเตอร์รัปต์ภายนอก 0	0003
TF0	วงจรนับ/จับเวลา 0	000B
IE1	อินเตอร์รัปต์ภายนอก 1	0013
TF1	วงจรนับ/จับเวลา 1	001B
RI หรือ TI	วงจรรับ/ส่งข้อมูลอนุกรม	0023

ตารางที่ 2.3 แสดงลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์อนุกรมสามารถให้ลำดับที่สำคัญกว่าทำก่อนโดยเซตบิต PS ใน IP เป็น 1 และบิตอื่นๆเป็น 0

จุดหมายการอินเตอร์รัปต์

แต่ละอินเตอร์รัปต์ทำให้โปรแกรมทำฮาร์ดแวร์ ให้เรียกแอดเดรสที่ตรวจสอบแล้วในโปรแกรมโมรี่นี่เป็นสิ่งที่โปรแกรมเมอร์ต้องวางรูทีน ในแอดเดรสที่เกิดการอินเตอร์รัปต์

อินเตอร์รัปต์จะเก็บค่าใน PC เมื่อทำการอินเตอร์รัปต์ จะเก็บค่าในสแต็ก และเรียกค่าที่ตำแหน่งที่ต้องการ

อินเตอร์รัปต์ด้วยซอฟต์แวร์

เมื่อแฟล็กอินเตอร์รัปต์เกิดเซตเป็น 1 โดยวิธีการใดๆ อินเตอร์รัปต์จะเกิดขึ้นไม่มีการขัดขวาง วิธีนี้โปรแกรมสามารถอินเตอร์รัปต์แหล่งใดๆ ด้วยตัวเอง โดยเซตแฟล็กอินเตอร์รัปต์ที่ต้องการเป็น 1 โดยใช้โปรแกรมคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

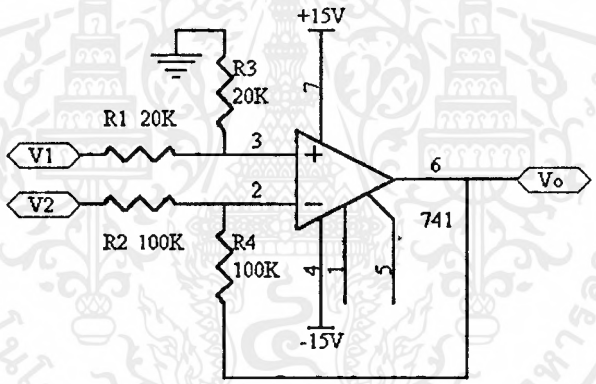
ในการคำนวณและการสร้างโครงงานนี้จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardwere) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software)

3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardwere)

ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบ จะนำมาใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อ (Interfacing) สัญญาณที่ตรวจจับเข้ามากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำสัญญาณไปวิเคราะห์และแสดงผลต่างๆ ต่อไป
ซึ่งจะประกอบด้วย

3.1.1 ส่วนของวงจรลบสัญญาณ

เนื่องด้วยสัญญาณที่เรานำมาใช้งานนั้นเป็นผลต่างของสัญญาณสองสัญญาณ เราจึงต้องทำการหาผลต่างของสัญญาณก่อนโดยใช้วงจรลบสัญญาณดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรลบสัญญาณ

จากรูปเราสามารถหาสัญญาณที่ขาออกได้ดังนี้

$$Vo = \frac{R3}{R1+R3} \cdot \frac{R2+R4}{R2} \cdot V1 - \frac{R4}{R2} \cdot V2$$

ถ้าให้

$$R1 = R3, R2 = R4$$

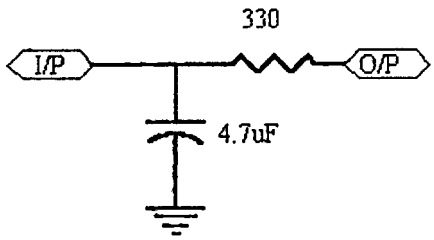
จะได้

$$Vo = V1 - V2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

โครงงานนี้เราใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบ RC ซึ่งมีความถี่คัทออฟที่ 100 เฮิรตซ์ ดังรูป



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบ RC

3.1.3 ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

ไอซี ADC 0809 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตในรูปของสัญญาณแอนะล็อกแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณ ดิจิตอล เพื่อส่งให้ซีพียู (CPU) ประมวลผล ซึ่งคุณสมบัติของ ไอซี เบอร์นี้จะเป็นแบบโมโนลิทิคซีมอส (Monolithic CMOS) ขนาด 8 บิต สามารถรับสัญญาณ อินพุต ได้ 8 แชนเนล ใช้หลักการของการประมาณค่าโดยลำดับ (Successive Approximation) ง่ายในการนำมาเชื่อมต่อเข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลต่างๆ ส่วนรายละเอียด (Specification) ในเรื่องความผิดพลาดบิต (bit error) จะอยู่ประมาณ $\pm$1/2 LSB และ $\pm$1 LSB

สำหรับสัญญาณนาฬิกา จะใช้วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา จากภายนอกป้อนให้กับ ไอซี ADC 0809 โดยความถี่ที่ใช้คือ 614 กิโลเฮิร์ต ซึ่งไอซี ADC0809 สามารถใช้งานได้ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 10-1,200 กิโลเฮิร์ต ในส่วนของการเลือกแอดเดรสของแต่ละ แชนเนล สามารถทำได้โดยควบคุมขาแอดเดรสดีโค้ดเดอร์ (Address Decoder) คือ ADD A, ADD B, ADD C ดังตาราง 3.1

Selected Analog Channel	ADD C	ADD B	ADD A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

ตาราง 3.1 แสดงแอดเดรสของแต่ละแชนเนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน +Vref ใช้ +5 V ต่อที่ขา 12 และ –Vref ที่ขา 16 ต่อลงกราวน์ ซึ่ง ADC 0809 จะทำงานเมื่อขา START และ ALE มีสถานะเป็น "1" จากนั้น ADC 0809 จะแปลงสัญญาณจาก แอนะล็อก เป็น ดิจิตอล ในช่วงการแปลงสัญญาณ แอนะล็อก เป็น ดิจิตอล นั้น EOC ที่ขา 7 จะเปลี่ยนจากสถานะ "1"เป็น "0" และเมื่อแปลงเสร็จสถานะของ EOC ที่ขา 7 ก็จะเปลี่ยนเป็นสถานะ "1" อีกครั้ง ทำให้ซีพียูสามารถทราบว่าการแปลงเสร็จสิ้นลงแล้ว เราก็สามารถรับข้อมูลที่แปลงมาแล้วไปวิเคราะห์ต่อไป หรือเราอาจจะใช้วิธีหน่วงเวลาเอาไว้ประมาณ 100 ไมโครวินาที ในระหว่างกระบวนการแปลงสัญญาณก็ได้ ซึ่งทางกลุ่มเลือกใช้วิธีนี้ เนื่องจากวงจรทางฮาร์ดแวร์ของชุดควบคุมซึ่งใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 มีขาสัญญาณมอยู่อย่างจำกัด เมื่อแปลงสัญญาณเสร็จแล้วชุดควบคุมก็จะส่งสัญญาณที่มีสถานะ "1" ไปยังขา OE ของ ADC 0809 เพื่อเป็นการ อินาเบิล ให้ ADC 0809 ส่งข้อมูลออกมา ซีพียูก็จะทำการอ่านค่าเข้ามาเพื่อประมวลผลต่อไป

3.1.4 ส่วนการเชื่อมต่อ (Interfacing) และควบคุม (Control)

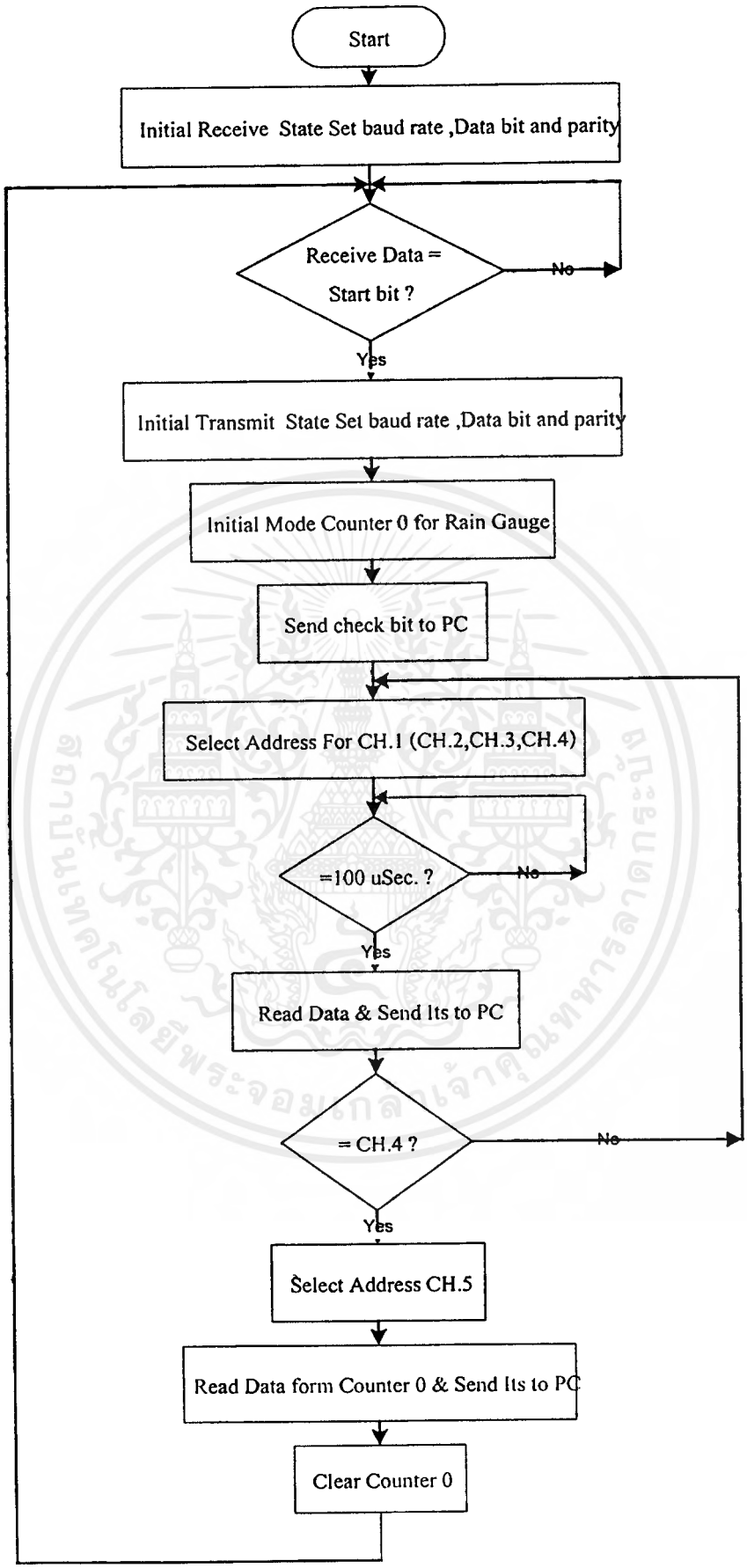
ส่วนที่เป็นหัวใจหลักก็คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8031 ซึ่งมีความคล่องตัวในการใช้งาน มีพอร์ต (port) ให้ใช้ได้ในตัว 4 พอร์ต มีตัวจับเวลา (Timer) พร้อมกับมีรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษให้ใช้งานอีกหลายตัว ทำให้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยหน้าที่หลักมีดังนี้ คือ

1. ควบคุมการแปลงสัญญาณของไอซี ADC 0809 รวมทั้งควบคุมจังหวะการสวิทช์เพื่อเลือกสัญญาณอินพุตแต่ละแชนเนล
2. ควบคุมการเชื่อมโยงติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างชุดตรวจจับสัญญาณกับเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปอย่างถูกต้องและเชื่อถือได้

ในส่วนของการติดต่อส่งผ่านข้อมูลจะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม โดยจะใช้ไอซี MAX-232 เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณดิจิตอลดาตา (Digital data) ไปเป็นระดับสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ตามมาตรฐาน RS-232

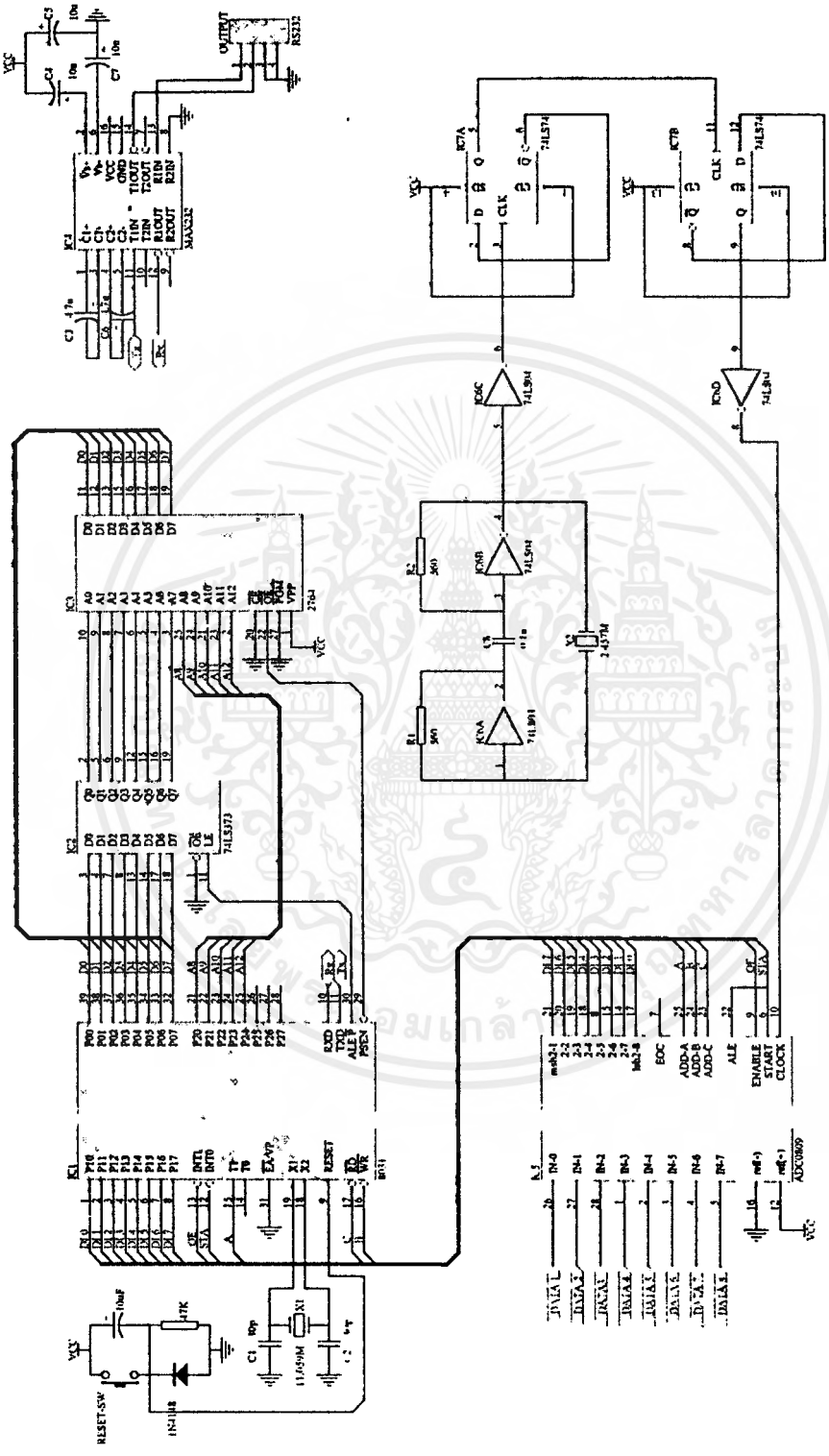
ซึ่งมีผังการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงผังการทำงานของชุดคอนโทรลและอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรรวมของชุดอินเตอร์เฟสและคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานของวงจร

จากรูปวงจรดังรูปที่ 3.4 ซึ่งประกอบด้วยไอซีต่างๆ เพียงไม่กี่ตัว ซึ่งไอซีทั้งหมดเป็นไอซีที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด และราคาก็ไม่แพง การทำงานของวงจรเริ่มต้นจากไอซี ADC 0809 จะถูกเลือกตำแหน่ง (Select address) เพื่อเลือกสัญญาณ อินพุต ของแต่ละช่องมาทำการแปลงสัญญาณ ซึ่งสามารถควบคุมได้ที่ขา ADD A, ADD B และ ADD C โดยสัญญาณที่ต้องการตรวจจับทั้ง 8 ช่องจะต่อเข้ามาที่ขา IN-0, IN-1, ..., IN-7 ของไอซี ADC 0809 หลังจากนั้นไอซี 8031 ซึ่งเป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะส่งสถานะ "1" มาให้กับขา START และ ALE เพื่อเริ่มกระบวนการแปลงสัญญาณ โดยในระหว่างนั้นไอซี 8031 จะหน่วงเลาไว้ประมาณ 100 ไมโครวินาที หลังจากนั้นไอซี 8031 ก็จะส่งสถานะ "1" มายังขา OE ของไอซี ADC 0809 เพื่อ อินาเบิล (enable) ข้อมูลที่ทำการแปลงเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยเอาต์พุตออกมาทางขา 21, 20, 19, 18, 8, 15, 14 และขา 17 ของไอซี ADC 0809 จากนั้นข้อมูลดิจิตอลที่ถูกแปลงออกมาแล้วก็จะถูกป้อนให้กับไอซี 8031 ทางพอร์ต 0 (ขา 0 ถึง ขา 7) เพื่อนำไปส่งผ่านต่ออีกทีให้กับคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม ซึ่งเราจะใช้ ไอซี MAX 232 เป็นตัวเปลี่ยนระดับสัญญาณข้อมูลดิจิตอล ไปเป็นระดับสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ตามมาตรฐาน RS-232 โดยสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับไอซี ADC 0809 เพื่อใช้ในกระบวนแปลงสัญญาณ จะใช้ความถี่ประมาณ 614 kHz ซึ่งได้มาจากการนำเอาคริสตอลความถี่ 2.4576 MHz มาหาร 4 ด้วยวงจรฟลิปฟลอป (Flip-Flop) ป้อนให้กับไอซี ADC 0809 ทางขา 10 ในส่วนของแรงดันอ้างอิงที่ใช้ในกระบวนการแปลงสัญญาณจะใช้แรงดัน +5 V ป้อนเข้าที่ขา +Vref และที่ขา –Vref จะต่อลงกราวด์ โดยทำให้สัญญาณอินพุต ที่ป้อนเข้ามาจะอยู่ในช่วง 0-5 โวลต์ ซึ่งความละเอียดในการแปลงสัญญาณที่รับเข้ามาจะมี 256 ระดับ นั่นคือ

ถ้าสัญญาณ แอนะล็อก อินพุต มีค่าเท่ากับ 0 V. จะได้ข้อมูลที่ได้จากการแปลงเป็น 00H

ถ้าสัญญาณ แอนะล็อก อินพุต มีค่าเท่ากับ 2.5V. จะได้ข้อมูลที่ได้จากการแปลงเป็น 7FH

ถ้าสัญญาณ แอนะล็อก อินพุต มีค่าเท่ากับ 5.0V. จะได้ข้อมูลที่ได้จากการแปลงเป็น FFH

ดั้งนั้นจะได้ความละเอียดของสัญญาณเท่ากับ

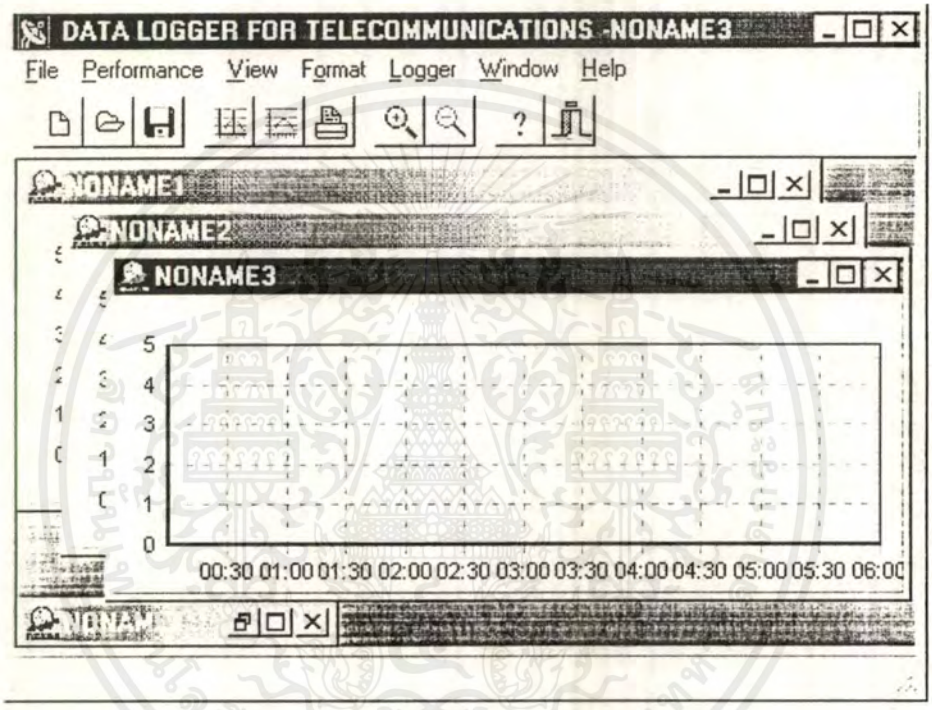
$$\frac{5-0}{256} = 0.0195V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการออกแบบซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นใหม่ในโครงงานนี้มีการทำงานแบบ MDI (Multiple Document Interface) กล่าวคือ เป็นโปรแกรมที่มีหน้าต่างการทำงานหลายหน้าต่าง โดยจะมีหน้าต่างใดหน้าต่างหนึ่งเป็นหลัก และจะมีหน้าต่างย่อย 1 หน้าต่าง หรือหลายหน้าต่าง ซึ่งจะทำงาน ภายในกรอบหรือเฟรมของหน้าต่างหลักเท่านั้นไม่หลุดออกมาข้างนอกกรอบของหน้าต่างหลัก โดยการทำงานจะมีการเชื่อมโยงโอนถ่ายข้อมูลซึ่งกันและกัน ดังนั้นผู้ใช้สามารถที่จะทำงานได้มากกว่า 1 หน้าต่างย่อยในเวลาเดียวกัน ดังเช่น เราสามารถเปิดใช้ไว้หลายกราฟแสดงผล ในเวลาเดียวกันได้

โครงสร้างของโปรแกรมแบบ MDI ดังรูป



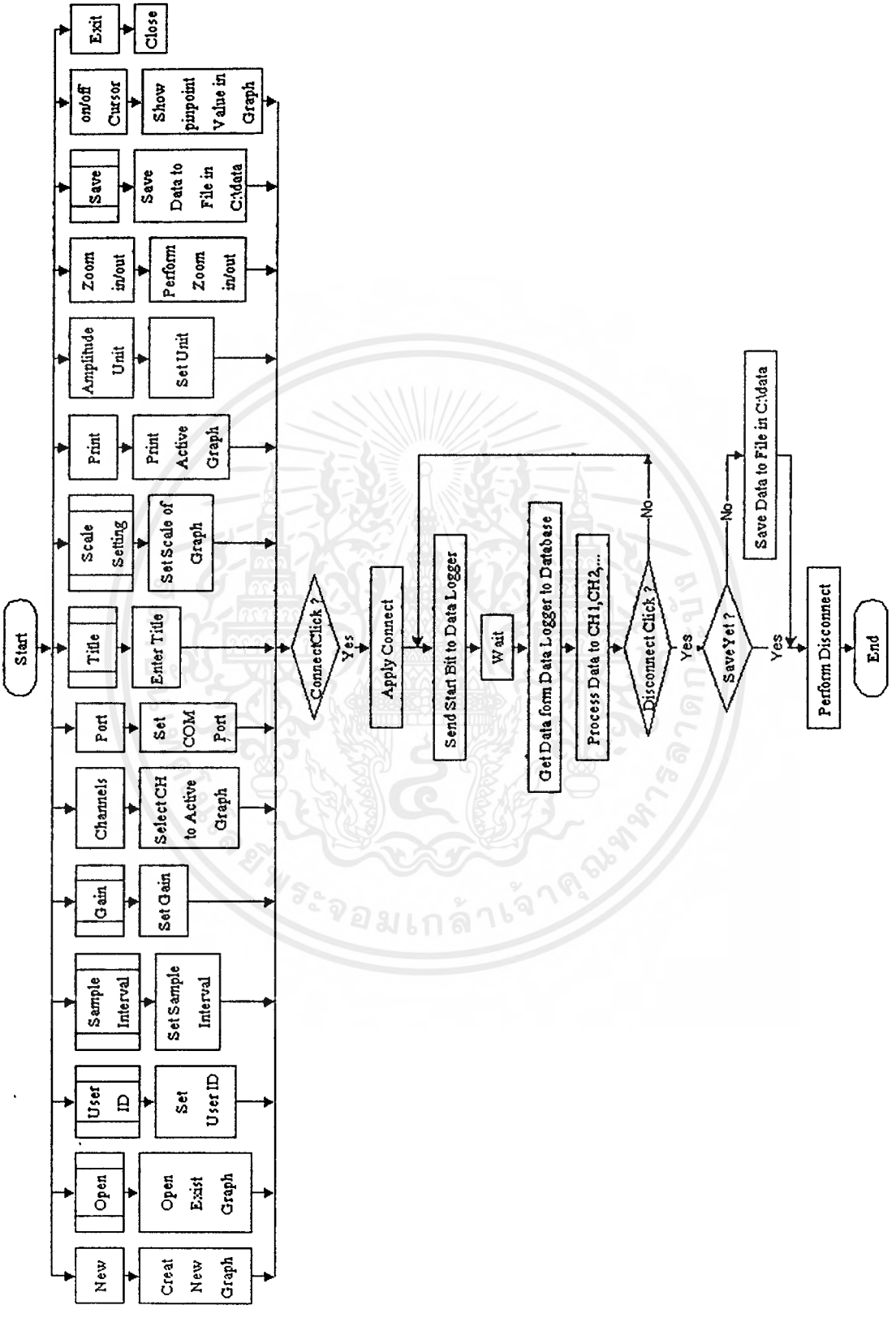
รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมแบบ MDI

หน้าต่างหลักและหน้าต่างย่อย มีการสร้างและออกแบบ ที่มีโครงสร้างต่างๆ ของโปรแกรมคล้ายคลึงกันโดยการออกแบบแต่ละหน้าต่างก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ แต่การที่จะกำหนดว่าจะให้หน้าต่างใดเป็นหน้าต่างหลัก หรือหน้าต่างย่อย ทำได้โดยการกำหนด Property ของแต่ละหน้าต่าง โดยถ้าต้องการให้หน้าต่างไหนเป็นหน้าต่างหลักก็ทำได้โดยการ Set FormStyle Property ของหน้าต่างนั้นให้เป็น FsMDIForm ส่วนหน้าต่างย่อยก็ให้ Set FormStyle Property เป็น FsMDIChild

ซึ่งในโครงงานนี้ ได้ออกแบบให้ หน้าต่างหลัก คือ Program Main02 เป็นหน้าต่างหลัก และให้โปรแกรม Childwin เป็นหน้าต่างย่อย ซึ่งนอกเหนือจากการทำงานแบบ MDI แล้วเรายังออกแบบให้มีโปรแกรมย่อยอื่นๆให้ทำงานร่วมกันไปกับการทำงานแบบ MDI ด้วยไม่ว่าจะเป็น Programmer User ID ซึ่งประกอบกันเป็นส่วนของ ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการแสดงผลและจัดการเกี่ยวกับข้อมูลรวมไปถึงการเชื่อมต่อเข้ากับดาตาลอกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างโปรแกรมหลักที่ใช้ในโครงงานนี้ ถูกพัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรมเคลไฟ โดยประกอบด้วยผังงานดังนี้



รูปที่ 3.6 แสดงผังงานของเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

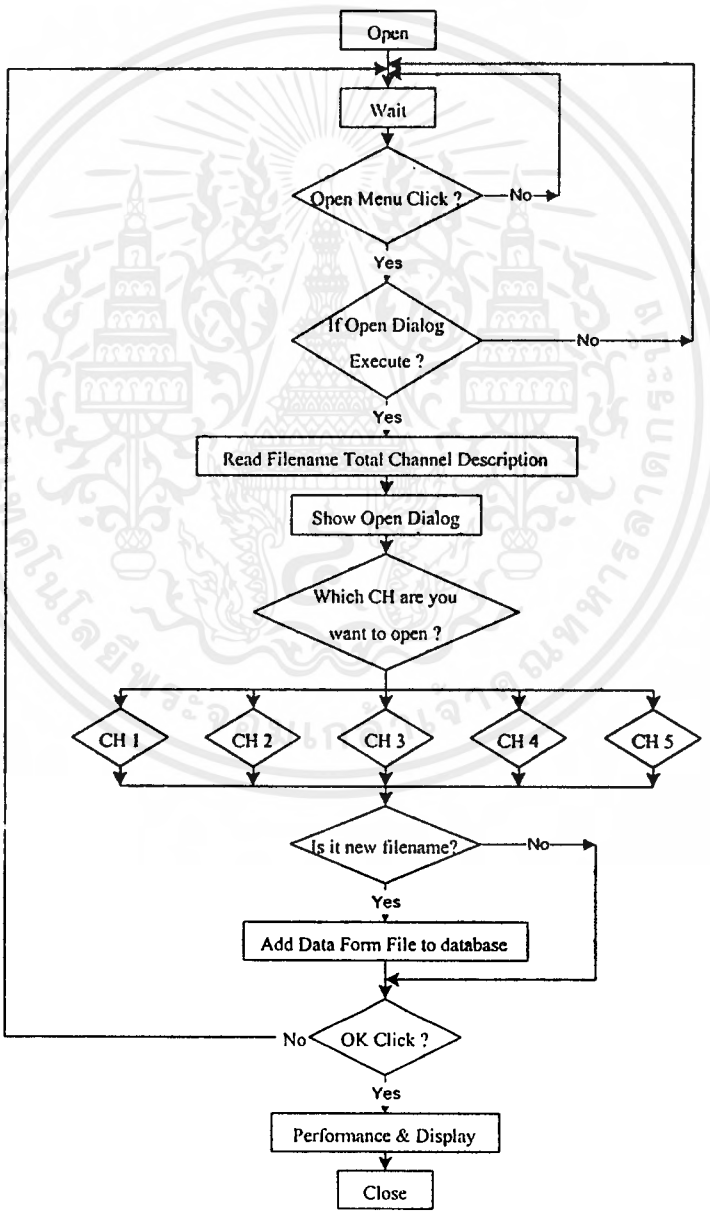
ส่วนของหน้าจอหลักจะประกอบไปด้วยเมนูย่อยต่างๆ หลายเมนู ซึ่งในการออกแบบได้ทำการออกแบบให้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน โดยมีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.1 เมนู-นิว (Menu-New)

เป็นเมนูที่ทำการสร้างหน้าต่างกราฟแสดงผลขึ้นมาใหม่ โดยมีชื่อเป็นค่าโดยปริยาย (Default) ว่า NonameX โดยที่ X = 0, 1, 2, ... ซึ่งจะได้หน้าต่างกราฟพร้อมที่จะนำไปใช้งาน สำหรับการบันทึกสัญญาณได้

3.2.2 เมนู-เปิด (Memu-Open)

เป็นเมนูที่ใช้ในการเปิดไฟล์ของสัญญาณที่ทำการบันทึกไว้แล้ว ซึ่งในการบันทึกข้อมูลไฟล์ที่ถูกบันทึกจะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ข้อความ (text file) โดยมีผังงานดังรูปที่ 3.7



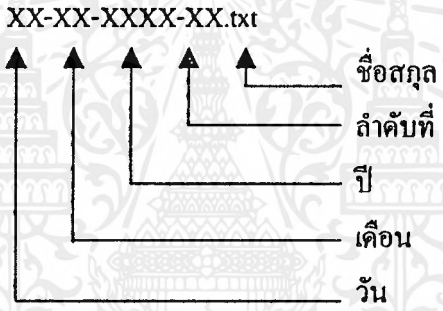
รูปที่ 3.7 แสดงผังงานของเมนูเปิด (Open)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบนั้นจะทำการออกแบบให้ทำการเก็บรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ถูกบันทึกไว้ในไฟล์นั้น เช่น จำนวนช่องสัญญาณทั้งหมดที่มีอยู่ในไฟล์นั้น คำอธิบายประกอบของแต่ละช่องสัญญาณ รวมไปถึงหน่วยของข้อมูลที่ทำการบันทึกไว่ว่าเป็น Volt, dBv หรือ dBmv มาประ กอบในการแสดงผล โดยการแสดงผลในแต่ละครั้งสามารถทำได้ทีละ 1 ช่องสัญญาณเท่านั้น ซึ่งในบางครั้งจำนวนช่องสัญญาณที่ทำการบันทึกเอาไว้มีหลายช่องสัญญาณ ดังนั้นจึงต้องทำการเลือกเอาว่าจะให้ช่องสัญญาณช่องใดที่จะนำมาแสดงผล ส่วนช่องสัญญาณช่องอื่นที่ไม่ได้ทำการเลือก ก็สามารถที่จะเรียกนำมาแสดงผลได้ในภายหลัง เมื่อทำการเลือกช่องสัญญาณที่จะนำมาแสดงผลได้แล้ว โปรแกรมก็ทำการนำข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับช่องสัญญาณนั้นๆ มาแสดงลงบนกราฟต่อไป

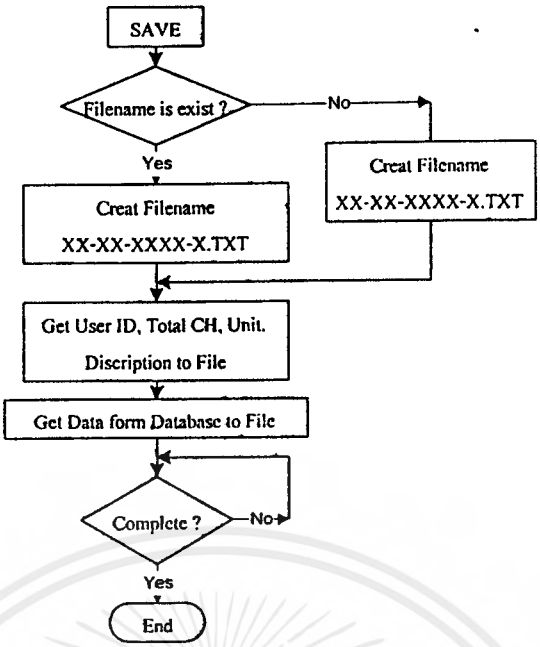
3.2.3 เมนู-บันทึก (Menu-Save)

เมนูบันทึกนี้จะทำการบันทึกข้อมูลที่รับเข้าของแต่ละช่องสัญญาณ จากฐานข้อมูล (Database) มาบันทึกในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล (text file) โดยจะเก็บรายละเอียดต่างๆ ของแต่ละช่องสัญญาณไว้รวมไปถึงหน่วยที่ใช้ ซึ่งไฟล์ที่ทำการบันทึกนี้ได้ทำการออกแบบให้มีชื่อไฟล์ตามวัน เดือน ปี ในขณะนั้นโดยมีรูปแบบดังนี้



ตัวอย่างเช่น วันที่ทำการบันทึกเป็นวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 1999 ชื่อไฟล์ก็จะเป็น 19-2-1999-1.txt โดยถ้าในแต่ละวันมีการบันทึกมากกว่า 1 ครั้ง ชื่อไฟล์จะเปลี่ยนไปเป็น 19-2-1999-2.txt ดังนี้เป็นต้น สาเหตุที่ต้องเปลี่ยนชื่อไฟล์ใหม่ไม่ให้ซ้ำกับไฟล์เก่า เพราะว่าถ้าหากเราเซตจำนวนช่องสัญญาณและรายละเอียดต่างๆ ไม่เหมือนเดิมจะเป็นผลทำให้ข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ แสดงได้ตามผังงานต่อไปนี้

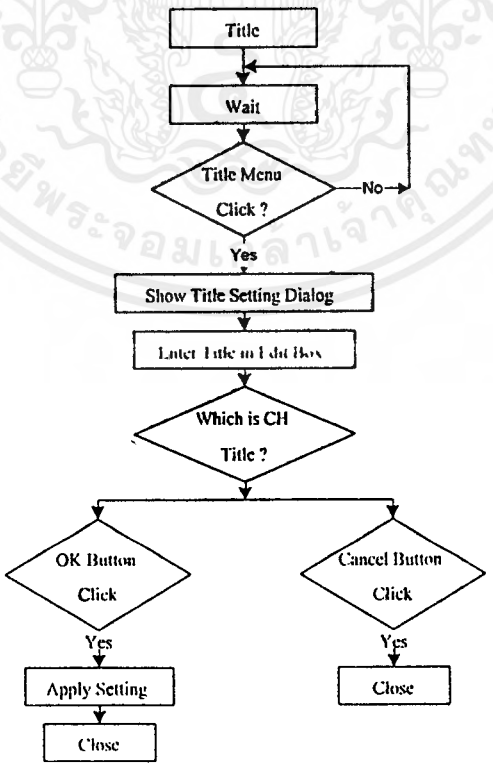
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงผังงานของเมนูบันทึก (Save)

3.2.4 เมนู-ชื่อเรื่อง (Menu-Title)

เป็นส่วนที่ใช้ในการอธิบายว่าช่องสัญญาณนั้นๆ ทำการวัดสัญญาณอะไร เช่น ในช่องสัญญาณที่ 1 เราทำการวัดสัญญาณดาวเทียมย่าน Ku-Band (H-Polarization) เป็นต้น โดยที่มีผังการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.9 แสดงผังงานของเมนูชื่อเรื่อง (Title)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

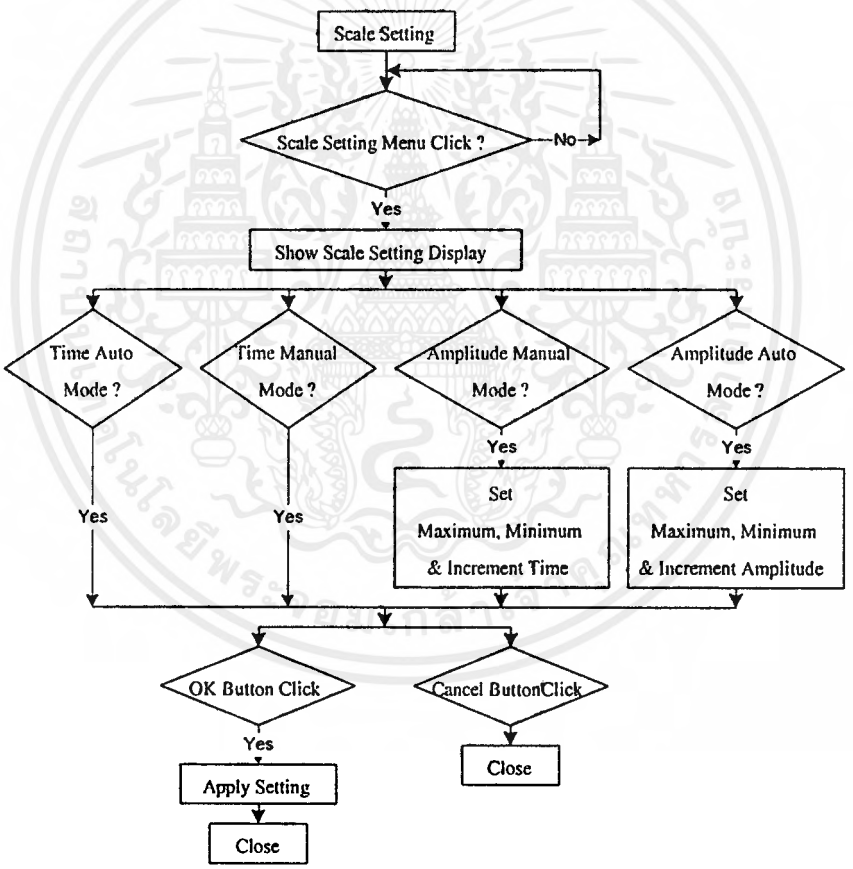
3.2.5 เมนู-โพซิชันเคอร์เซอร์ (Menu-Position Cursor)

ใช้ในกรณีที่เราต้องการทราบค่าพิกัดในแนวแกน X และแนวแกน Y โดยในแนวแกน X จะเป็นแกนของเวลา และแนวแกน Y จะเป็นแกนขนาดของสัญญาณ หากต้องการทราบค่าที่จุดใด ก็ทำการคลิกที่เมนูนี้แล้วนำเมาส์มาชี้และคลิกตรงจุดที่ต้องการทราบค่าพินพอร์ยไดอะล็อกบ็อก (Pinpoint Dialog Box) จะปรากฏขึ้น และแสดงค่าพิกัดที่จุดนั้น หากต้องการที่จะทำให้เคอร์เซอร์หายไปก็ให้ทำการคลิกที่เมนูรีมูฟเคอร์เซอร์ (Remove Cursor) หรืออ็อปเคอร์เซอร์ (Off Cursor) ในการอ่านค่าพิกัดนั้นจะอาศัยฟังก์ชันที่ชาร์ตคอมโพแนนซ์ (Function Tchart Component) ของโปรแกรมเดลไฟ

3.2.6 เมนู-ซูม (Menu-Zoom)

เมนูซูมอิน (Zoom-in) ได้ออกแบบไว้ในกรณีที่ต้องการดูรายละเอียดของสัญญาณให้ชัดมากขึ้น หากต้องการกลับสู่การแสดงผลในขนาดปกติ สามารถทำได้โดยใช้เมนูซูมเอาต์ (Zoom-out)

3.2.7 เมนู-สเกลเซตติ้ง (Menu-Scale Setting)



รูปที่ 3.10 แสดงผังงานของเมนูสเกลเซตติ้ง (Scale Setting)

เป็นเมนูที่ออกแบบให้ใช้ในการกำหนดค่าแกนของกราฟแสดงผลของแต่ละช่องสัญญาณ ในการเซตค่าสเกลนั้น จะกระทำกับกราฟแสดงผลที่กำลังแอกตีฟอยู่เท่านั้น ดังนั้นหากต้องการที่จะทำการเซตสเกลของกราฟแสดงผลในช่องสัญญาณใดๆ ก็ทำการเลือกให้กราฟนั้นๆ อยู่ในสภาวะแอกตีฟก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการออกแบบนั้นได้ทำการออกแบบให้แกน Y เป็นการเซตค่าขนาดของสัญญาณ ส่วนในแกน X จะเป็นการเซตค่าของช่วงเวลาในการบันทึกสัญญาณ เมนูนี้มีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ

1. โหมดอัตโนมัติ (Auto Mode) ในโหมดนี้ค่าของแกน X และแกน Y ที่ถูกกำหนดให้อยู่ในโหมดอัตโนมัติ จะมีค่าขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เข้ามาจากช่องสัญญาณนั้นๆ
2. โหมดแมนนวล (Manual Mode) เมื่อทำงานในโหมดนี้ จะต้องทำการเซตค่าต่างๆ เอง เช่น ถ้าเราทำการเซตให้เวลา (แกน X) อยู่ในโหมดนี้ จะทำการเซตค่าเวลาสูงสุด (Maximum Time), เวลาต่ำสุด (Minimum Time), เวลาที่เมขึ้น (Time Increment) เอง โดยค่าที่ทำการเซตนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความต้องการในการใช้งาน ส่วนการเซตขนาด (แกน Y) ก็ทำได้ในลักษณะเดียวกัน

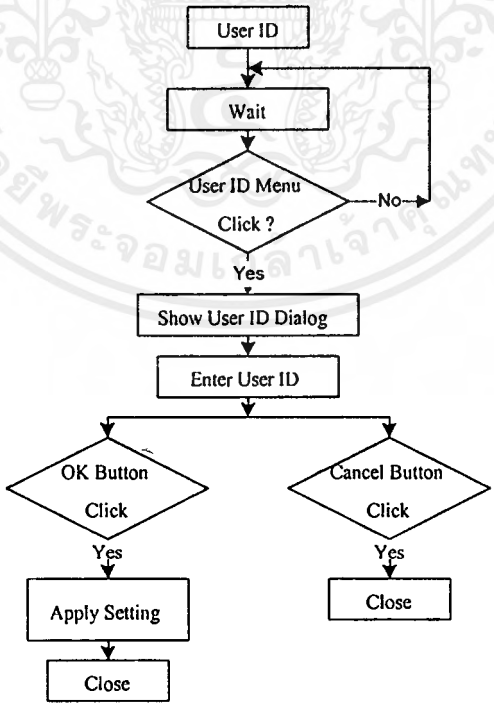
ในโหมดนี้มีผังการทำงานดังรูปที่ 3.10

3.2.8 เมนู-หน่วยแอมปลิจูด (Menu-Amplitude Unit)

เมนูนี้ได้ออกแบบให้สามารถเลือกใช้หน่วยที่จะทำการแสดงผลสัญญาณและทำการเก็บค่า โดยจะมีตัวเลือกให้เลือกได้ 3 ตัวเลือก คือ Volts, dBv และ dBmv ส่วนในช่องสัญญาณที่ 5 นั้นจะกำหนดตายตัวให้มีหน่วยเป็น mm/hour เท่านั้น

3.2.9 เมนู-รหัสประจำตัวผู้ใช้ (Menu-User ID)

เมนูนี้เป็นเมนูที่ใช้ในการเก็บข้อมูลไว้ว่าใครเป็นคนทำบันทึกข้อมูลในขณะนั้นไว้ ซึ่งจะเก็บไว้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดหรือสิ่งผิดปกติ โดยรหัสประจำตัวผู้ใช้นี้จะถูกบันทึกไว้ในไฟล์เช่นกัน การทำงานของเมนูนี้แสดงได้ดังผังการทำงานดังนี้

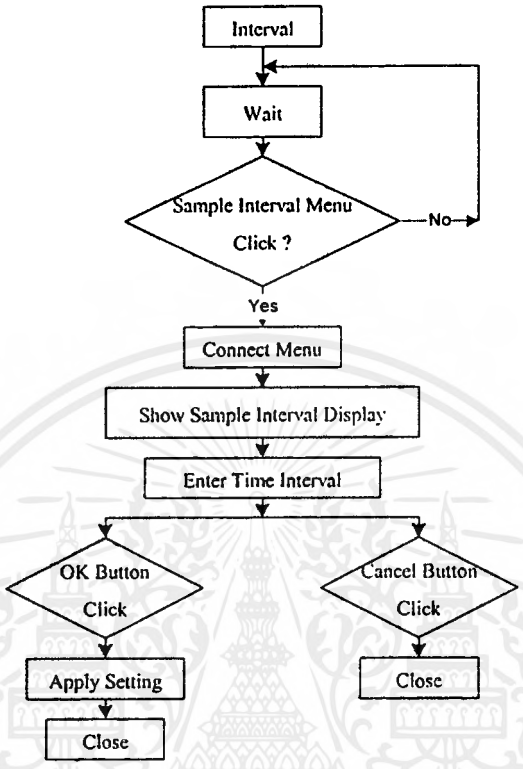


รูปที่ 3.11 แสดงผังงานของเมนูรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 เมนู-แซมเปิลอินเทอร์วอล (Menu-Sample Interval)

เป็นเมนูที่ใช้ในการกำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลจากช่องสัญญาณในแต่ละครั้งว่ามีระยะเวลาห่างกันเท่าใด โดยสามารถเลือกเซตค่าได้ตั้งแต่ 1 วินาที ไปจนถึงค่าสูงสุดคือ 1 ชั่วโมง โดยมีผังการทำงานดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงผังงานของเมนูแซมเปิลอินเทอร์วอล (Sample Interval)

3.2.11 เมนู-การเซตเกน (Menu-Gain Setting)

เป็นเมนูที่ออกแบบให้ใช้ในการเซตเกนการขยายของสัญญาณอินพุตของแต่ละช่องสัญญาณว่ามีการขยายสัญญาณมาก่อนที่จะมาป้อนเข้าที่อินพุตของชุดดาตาลอกเกอร์หรือไม่ ซึ่งในบางครั้งสัญญาณมีขนาดที่ต่ำมากก็จำเป็นที่จะต้องทำการขยายขนาดของสัญญาณก่อนที่จะทำการป้อนเข้า โดยที่ขนาดต่ำสุดของสัญญาณที่เครื่องดาตาลอกเกอร์สามารถทำการวัดได้ คือ 0.0195 โวลต์ หากสัญญาณที่เข้ามามีค่าต่ำกว่านี้ ก็มีความจำเป็นต้องทำการขยายสัญญาณก่อน โดยหน่วยของเกนนั้นเป็นจำนวนเท่า (Vo/Vin) โดยมีผังการทำงานดังรูปที่ 3.13

3.2.12 เมนู-แชนเนล (Menu-Channel)

เมนูนี้ถูกออกแบบให้ใช้ในการกำหนดว่ากราฟแสดงผลที่กำลังแอกตีฟอยู่ในหน้าต่างการทำงานหลัก จะเลือกให้แสดงผลในช่องสัญญาณช่องใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

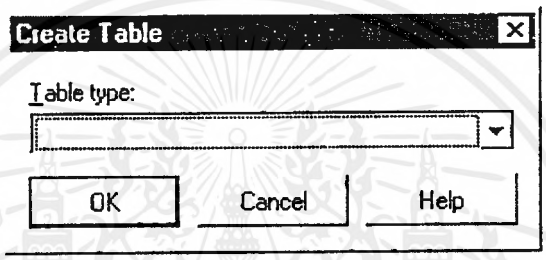
ในโครงงานนี้ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นมาจะทำงานร่วมกับฐานข้อมูล (Data Base) ซึ่งในโปรแกรม เดลไฟก็มีฐานข้อมูล (Data base) ให้เลือกหลายชนิดไม่ว่าจะเป็น Paradox , dBase , Oracle , Interbase หรือจะเป็น SyBase และอื่นๆ อีกหลายชนิด

โปรแกรม เดลไฟ มี 2 ทางให้เลือกในการสร้างตาราง (Table) คือ

1. ใช้ดาตาเบสเดกทอป (Database Desktop ;DBD) ซึ่งเป็นการสร้าง Table อย่างง่ายที่สุด
2. ใช้ Query ออปเจ็ก และ ภาษา SQL ซึ่งสามารถใช้งานได้หลากหลายกว่า

ตัวอย่างต่อไปนี้จะเป็นการสร้างตาราง (Table) ฐานข้อมูล (Data base) โดยใช้ดาตาเบสเดกทอป ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

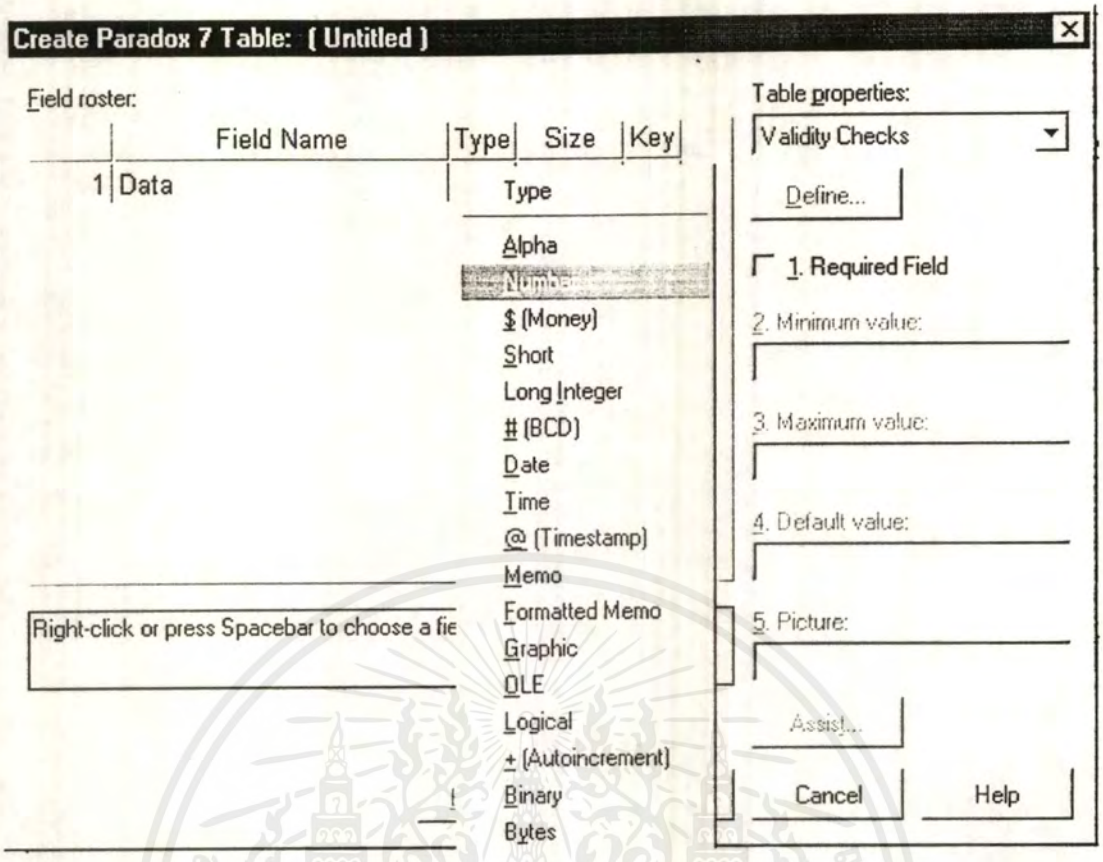
1. ดำเนิน (Run)โปรแกรม DBD
2. ที่เมนูไฟล์ (File) เลือกนิว (New) และเทเบิล จากนั้นไดอะล็อกบ็อกจะปรากฏขึ้นดังรูป



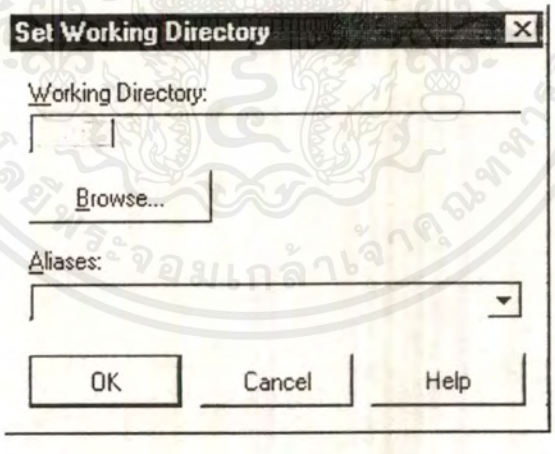
รูปที่ 3.14 แสดงชนิดของตารางดีบีดี (DBD Type Table)

3. เลือกชนิดและเวอร์ชันของเทเบิลได้ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น เราต้องการสร้างเทเบิลเป็นแบบ Paradox 7.0 ดังไดอะล็อกบ็อกข้างต้น
4. คลิกปุ่มตกลง โปรแกรม DBD จะดำเนินต่อไปทำให้เกิดไดอะล็อกบ็อกใหม่ปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 3.15 ซึ่งเป็นไดอะล็อกบ็อกที่ใช้ในการกำหนดคุณลักษณะของเทเบิลที่ต้องการสร้าง โดยส่วนที่สำคัญประกอบด้วยชื่อและชนิดของแต่ละฟิลด์ (Field) ในเทเบิลว่าจะให้เป็นตัวแปรชนิดไหน เช่น Alpha, Number, Time, Graphic, byte และอื่น ๆ อีกหลายตัวแปร โดยในการตั้งชื่อฟิลด์ ควรจะให้มีความยาวน้อยกว่า 25 ตัวอักษร โดยจะมีช่องว่างระหว่างตัวอักษรที่จะให้เทเบิลสามารถใช้ได้ฐานข้อมูลหลายๆชนิดควรตั้งชื่อให้ติดกันไม่มีช่องว่าง ส่วนชนิดของข้อมูลในแต่ละฟิลด์จะเลือกเป็นตัวแปรใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้
5. เมื่อทำการเซตคุณลักษณะต่างๆ ของเทเบิลตามต้องการแล้วก็ทำการบันทึกและตั้งชื่อ เทเบิลที่ได้สร้างขึ้นมา ดาตาเบสเดกทอปจะต้องมีการกำหนดเวิร์กกิงไดเรกทอรี (Working Directory) ด้วย เพื่อที่จะกำหนดว่าเทเบิลที่เราสร้างนั้นจะไปอยู่ที่ไดเรกทอรีใด ในโครงงานนี้ ได้กำหนดเวิร์กกิงไดเรกทอรีอยู่ที่ C:/MET จะปรากฏเวิร์กกิงไดเรกทอรีขึ้นมาดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงรูปการเซตฟิลด์ (Set Field)

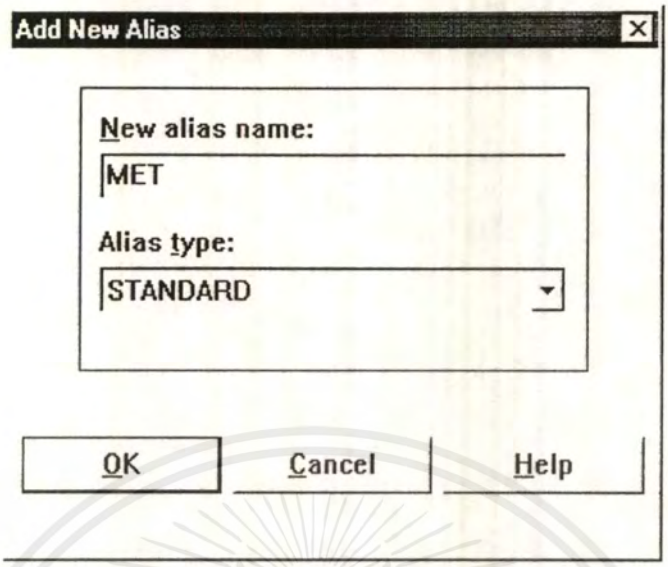


รูปที่ 3.16 แสดงการกำหนดเวิร์กกิงไดเรกทอรี (Working Directory)

เมื่อทำการสร้างเทเบิลในการที่จะให้ซอฟต์แวร์รู้จักและติดต่อกับฐานข้อมูลได้ก็ต้องมีการกำหนดเอเลียซ (Alias) ซึ่งจะมีการกำหนดที่อยู่และชนิดของฐานข้อมูล โดยตัวกลางที่ถูกใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลและตัวที่เขียนขึ้นมาก็คือ ดาตาเบสเอนจิน (Database Engin) ซึ่งในเครื่องมือของเดลไฟ ที่ช่วยในการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล การสร้างเอเลียซ สามารถทำได้ดังนี้ 2 วิธี

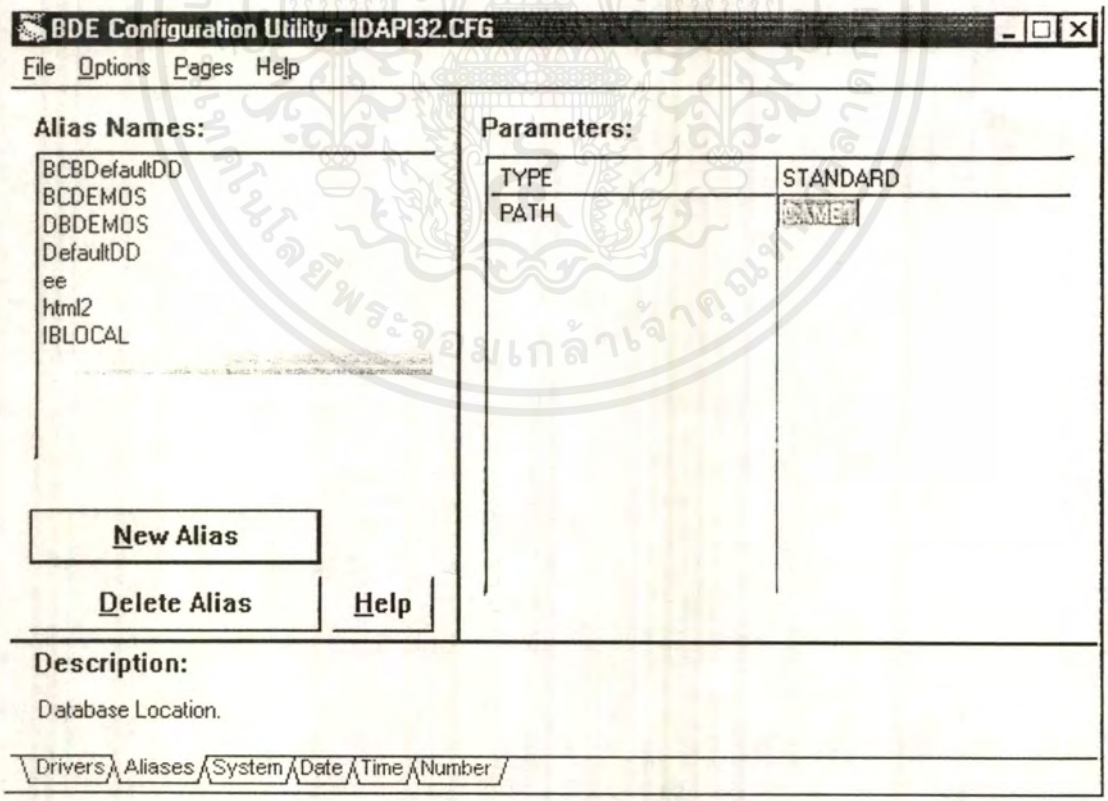
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้โปรแกรม DBECFG.EXE แล้วเลือกหน้าต่างเอเลียซ หลังจากนั้นก็เลือกนิว เอเลียซ, ไดอะล็อกบ็อกจะปรากฏขึ้นดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงการกำหนดชนิดของเอเลียซ (Alias)

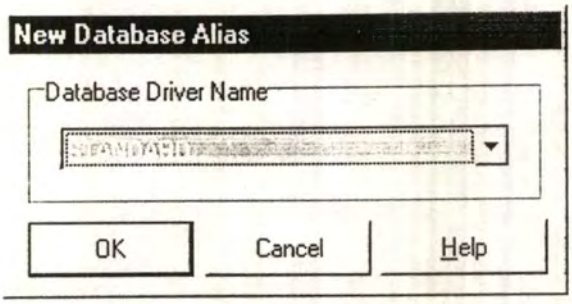
ต่อไปก็ให้ใส่ชื่อ และ ชนิดของเอเลียซตามต้องการทำการบันทึกก็เป็นการสิ้นสุดการสร้างเอเลียซ



รูปที่ 3.18 แสดงการกำหนดวิถี (Path) ให้เอเลียซ(Alias)

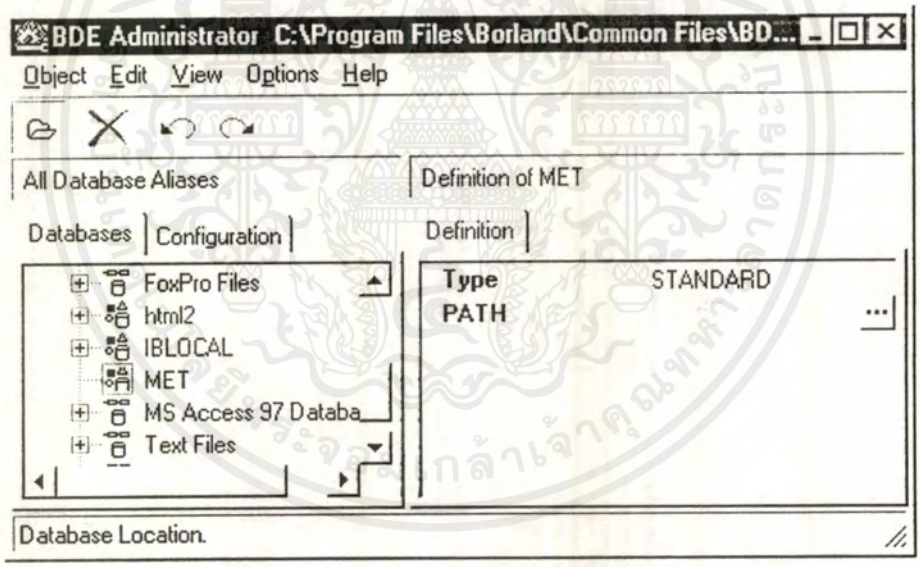
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สามารถใช้ โปรแกรม DBE Administrator ที่เมนูออปเจ็ก เลือกนิว หลังจากนั้นปรากฏไดอะล็อกบ็อก ดังรูป



รูปที่ 3.19 แสดงชนิดของเอเลียซ (Alias)

ในไดอะล็อกบ็อก เลือกชนิดของฐานข้อมูล ในที่นี้ได้เลือกสแตนดาร์ด (Standard) หลักจากนั้น ก็คลิก OK แล้วทำการตั้งชื่อของเอเลียซใหม่ เมื่อตั้งชื่อเสร็จแล้วก็ให้เลือก ไดเรกทอรีต้องการจะชี้เมื่อเสร็จแล้วให้บันทึกเอเลียซ



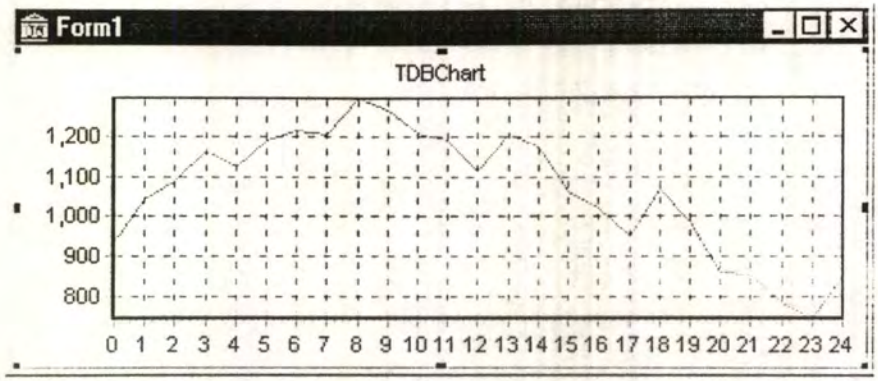
รูปที่ 3.20 แสดงการวิถี (Path) ให้เอเลียซ (Alias)

3.2.17 การออกแบบกราฟแสดงผล

การออกแบบกราฟแสดงผล เนื่องจากโปรแกรมเดลไฟมีเครื่องมือ (Tool) 2 อย่าง ที่จะช่วยในการจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูล คือ ทีชาร์ต (Tchart) กับทีดีบีชาร์ต (TDBchart) ซึ่งความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนระหว่างทีชาร์ตกับทีดีบีชาร์ต ก็คือ ทีชาร์ตทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยฐานข้อมูล ส่วน ทีดีบีชาร์ต จะต้องทำงานร่วมกับฐานข้อมูล ในโครงงานนี้ได้ออกแบบกราฟแสดงผลข้อมูลที่พัฒนามาจาก ทีดี

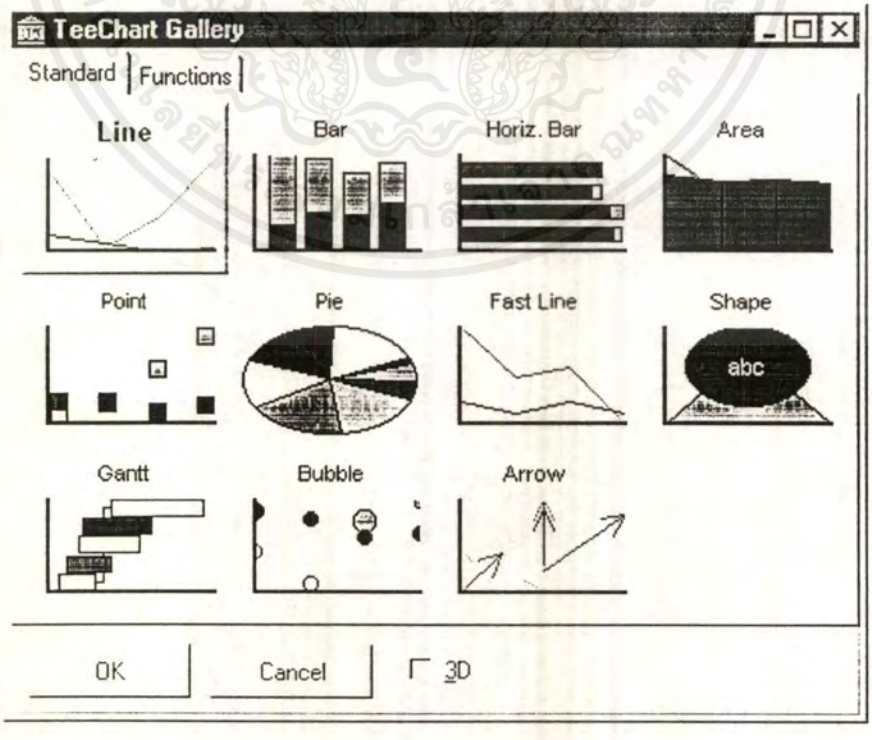
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บีชาร์ต เนื่องจาก ฟังก์ชันต่างๆมากกว่าทีชาร์ตทำให้มีความคล่องตัวในการพัฒนาโปรแกรม และยังสามารถติดต่อกับ เทเบิลทำให้ฐานข้อมูลได้ดีอีกด้วย



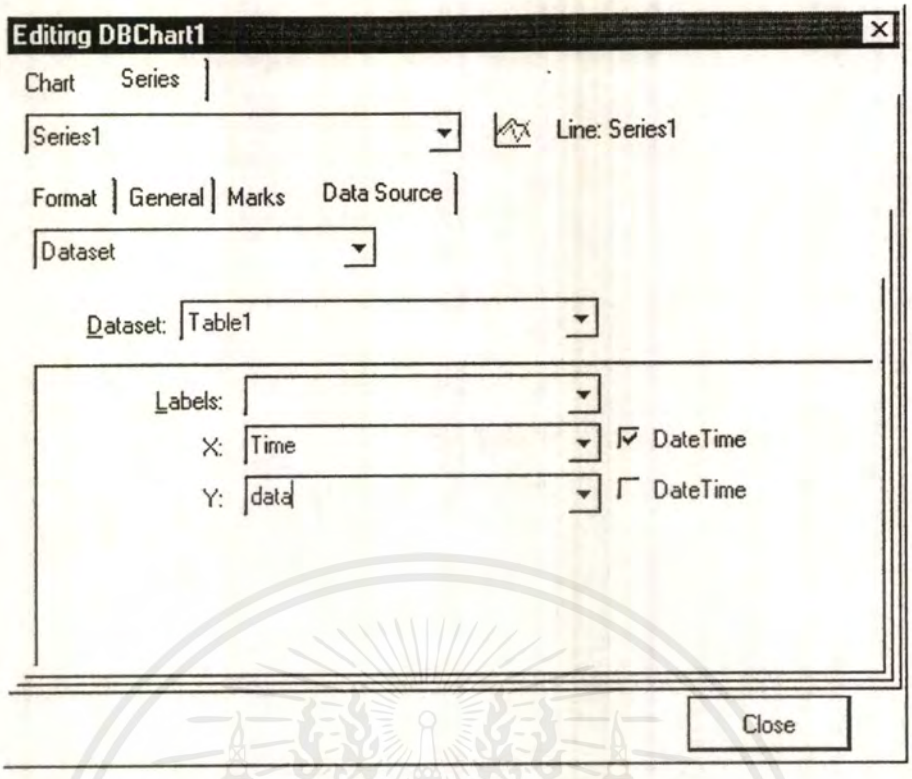
รูปที่ 3.21 แสดงแผนภูมิทีดีบี (Tdbchart)

ทีดีบีชาร์ตสามารถเลือกชนิดของกราฟที่จะนำไปแสดงผลได้ หลายชนิด แต่ในโครงงานนี้เลือกใช้กราฟเส้น และเลือกข้อมูลที่จะแสดงผลมาจากไดอะล็อกบ็อก ซึ่งจะเชื่อมโยงกับฐนข้อมูลได้ โดยจะทำงานร่วมกับ Object Component Ttable และ Tdatasource ตัวอย่างเช่นถ้าต้องการเอาข้อมูลจาก ฐานข้อมูลชื่อ Test.DB มาแสดงผลที่กราฟสามารถทำได้โดยกำหนดคุณสมบัติต่างๆของกราฟให้เหมาะสมกับชนิดของข้อมูลในฐานข้อมูล แล้วทำการเลือก Dataset เป็น Ttable โดยใช้ Ttable เป็นตัวชี้ตำแหน่ง ฐานข้อมูล Test.DB ซึ่งจะอาศัย Tdatasource เป็นตัวส่งผ่านข้อมูลมายังทีดีบีชาร์ตอีกทีหนึ่ง



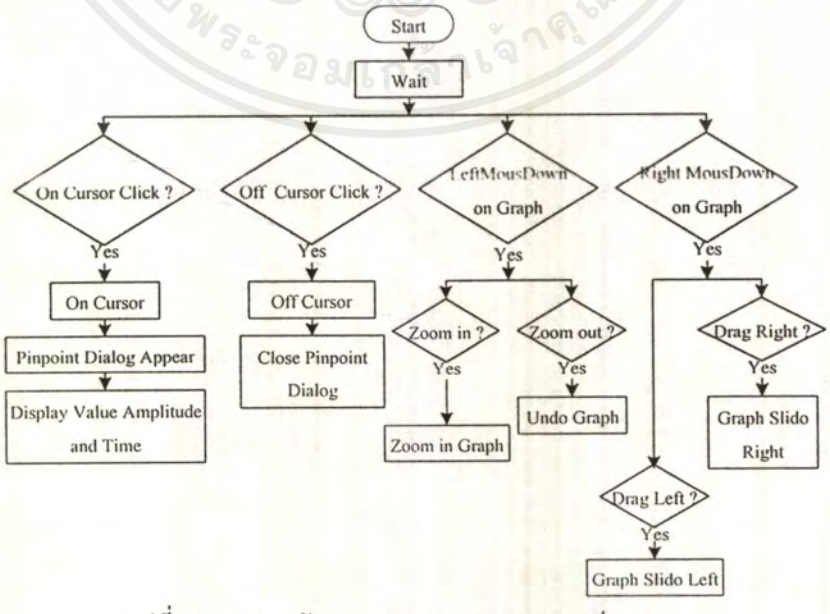
รูปที่ 3.22 แสดงไลน์สไตล์ (Line Style)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างแผนภูมิทีดีบี (TDBchart) กับทีเทเบิล (Ttable)

ในการออกแบบและเพิ่มความสามารถต่างๆ ให้กับกราฟแสดงผลหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นการแสดงค่าพิกัด X, Y ของกราฟ ซึ่งแกน X ได้ออกแบบให้เป็นแกนของเวลา ส่วนแกน Y จะเป็นแกนของขนาดสัญญาณหรือข้อมูล โดยทำงานร่วมกับยูนิตพินพอยนท์(Unit Pinpoint) ช่วยในการแสดงค่าพิกัด การซูมเพื่อดูข้อมูลให้ชัดเจนและใกล้ชิดยิ่งขึ้นการเลื่อนกราฟแสดงผลไปทางซ้ายหรือขวา ทำได้โดยการกด เมาส์ค้างไว้แล้วลากไปทางซ้ายหรือขวาตามต้องการ และอื่นๆ อีกหลายอย่าง ผังงานส่วนการแสดงผลสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.24 แสดงผังงานของการออกแบบกราฟแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.18 การเขียนไฟล์คำช่วยอธิบาย (Help File)

สำหรับคำอธิบายของโครงงานนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้โปรแกรม เพราะในบางครั้งผู้ใช้ไม่ทราบหน้าที่การทำงานของเมนูนั้นๆ จึงจำเป็นต้องมีคำอธิบายไว้เพื่อบอกให้ทราบถึงวิธีการใช้งานของฟังก์ชันต่างๆ วิธีการใช้คำอธิบาย (Help) ทำได้โดยการเลือกคลิกที่ทูบาร์ (Toolbar ?) หรือที่เมนูเลือกสารบัญ (Contents) ก็สามารถดูคำอธิบายต่างๆ ได้

ในการออกแบบไฟล์คำช่วยอธิบาย จำเป็นต้องใช้ตัวแปลโปรแกรม (Compiler) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Help Workshop ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ให้มาพร้อมกับการติดตั้งโปรแกรมเดลไฟอยู่แล้ว โดยอยู่ในไดเรกทอรี C:\Program file\Borland\Delphi3\Help\tools

ขั้นตอนในการสร้างไฟล์คำช่วยอธิบาย สามารถทำได้ดังนี้

1. ทำการออกแบบรายละเอียดและคำอธิบายของแต่ละหัวข้อเมนู รวมไปถึงการนำภาพมาประกอบ โดยทำการเขียนให้อยู่ในรูปแบบของริชเท็กไฟล์ (rich text file) มีนามสกุลเป็น .rtf ซึ่งสามารถเขียนได้ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ดหรืออีดีทเตอร์ (Editor) ใดก็ได้ที่สามารถบันทึกให้อยู่ในรูปแบบของริชเท็กไฟล์ (rich text file) ได้

แสดงการเขียนไฟล์ข้อมูล (text file)

```
#$K Contents
Getting Started.
      {bmct tech16.bmp}   Setting up the connection to your computer
      {bmct tech16.bmp}   Introducing the software
Viewing your data
      {bmct tech16.bmp}   Creating Graphs
      {bmct tech16.bmp}   Pinpointing Value and time
      {bmct tech16.bmp}   Zooming
Customizing your Graphs
      {bmct tech16.bmp}   Adding Title
      {bmct tech16.bmp}   Amplitude Units
      {bmct tech16.bmp}   Channels Setting
      {bmct tech16.bmp}   Gain Setting
      {bmct tech16.bmp}   Time Interval Setting
      {bmct tech16.bmp}   User ID Setting
Presenting your data
      {bmct tech16.bmp}   Printing
 Welcome to the Logger for Telecommunications and  software!

#$K Changing X-axis Scale
     To manually change the X-axis range on your graph:
     {bmct tech1.bmp}    Choose Format, Scale Setting
     The Format Scale Setting  dialog box then appears. To set the
maximum and minimum and increment values on your graph:
     {bmct tech1.bmp}  Under the Mode item, select Manual.
     {bmct tech1.bmp}  Under Manual Range, enter the maximum and
minimum and increment values you want displayed on your graph's X-
axes.
     To turn off the manual X-axis scaling, choose the Automatic
setting under the Mode item.

Return to Table of Contents

#$K Changing Y-axis Scale
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

To manually change the Y-axis range on your graph:
{bmct techl.bmp} Choose Format, Scale Setting
The Format Scale Setting dialog box then appears. To set the maximum and minimum and increment values on your graph:
{bmct techl.bmp} Under the Mode item, select Manual.
{bmct techl.bmp} Under Manual Range, enter the maximum and minimum and increment values you want displayed on your graph's Y-axes.
To turn off the manual Y-axis scaling, choose the Automatic setting under the Mode item.

Return to Table of Contents

#$K **Creating Graphs**

You can create a new graph by:
{bmct techl.bmp} Selecting File, Create New Graph File, OR
{bmct techl.bmp} Clicking on the New Graph toolbar button.
An empty graph then appears on the screen, ready for you to perform this active graph. The new graph file is given a default name (i.e. Nonamel) .

Return to Table of Contents

#$K **Zooming**

Zooming allows you to look closer at an area of your currently-active graph. To zoom:
{bmct techl.bmp} Select Format, Zoom-in, OR
{bmct techl.bmp} Press <F9>, OR
{bmct techl.bmp} Choose the Zoom-in toolbar button (magnifying glass with "+").
On your graph. Use the mouse click the position which you wish to zoom in . The zoomed-in will then be displayed.
To return to the graph's original un-zoomed condition:
{bmct techl.bmp} Select Format, Zoom-Out, OR
{bmct techl.bmp} Press <F10>, OR
{bmct techl.bmp} Choose the Zoom-out toolbar button (magnifying glass "-"). This will return the graph to the original un-zoomed condition.

Return to Table of Contents

#$K **Setting Time Interval**

To change the Sample Interval on your currently-connected Logger:
{bmct techl.bmp} Select Logger, Sample Interval, or
{bmct techl.bmp} Press <F11>
The Sample Interval dialog box then appears so you can select the sample interval you want using the Hours, Minutes and Seconds drop-down boxes. Intervals ranging from a minimum of one seconds to 1 hours can be chosen.

Return to Table of Contents

#$K **Adding Title to you graph**

To add a descriptive title to the top of your currently active graph:
{bmct techl.bmp} Select Format, Title.
The Title dialog box appears so you can type in the title you want and check which channel is selected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Return to Table of Contents

#$K Serial Port

The communications port to which devices such as a modem, mouse or serial printer can be attached to your computer. The serial communication ports on your computer are commonly referred to as COM1, COM2, COM3 and COM4. Serial ports exchange data sequentially, one unit at time.

Return to Table of Contents

#$K Channels Setting

To enable or disable the channels on your currently-connected Logger, select Logger, Channels.
The Channels submenu appears which includes a listing of the channels available on your Logger, allowing you to enable as you desire. To do this, toggle the desired Channel Enabled.

Return to Table of Contents

#$K Printing

To print your currently-active graph:
{bmct tech1.bmp} Select File, Print, OR
{bmct tech1.bmp} Press CTRL+ P, OR
{bmct tech1.bmp} Click on the Print Graph toolbar button.
The Print dialog box then appears so you can configure how the graph file is printed.
For users with non-color displays or printers, the software provides automatic graph line markers for better visual differentiation between lines.

Return to Table of Contents

#$K Setting the User Id

The User ID is a short description you can save to your Logger to help identify who are use its. To enter or change the User ID on your currently-connected Logger:
{bmct tech1.bmp} Select Logger, User ID
The User ID dialog box appears so you can enter a User ID up to 30 characters long using whatever text you want.

Return to Table of Contents

#$K Pinpointing Value and Time

To pin-point exact values and times on your currently-active graph:
{bmct tech1.bmp} Select Format, Position Cursor, OR
{bmct tech1.bmp} Press <F7>, OR
{bmct tech1.bmp} Click on the Pin-Pointer ON toolbar button.
A cursor line will appear which can be positioned using your mouse. The dialog box pinpoint will appear and indicate the exact time where the cursor is positioned and the exact values of the graph at that time.
To remove the Pin-Pointer bar:
{bmct tech1.bmp} Select Format, Remove Cursor, OR
{bmct tech1.bmp} Press <F8>, OR
{bmct tech1.bmp} Click on the Pin-Pointer OFF toolbar button.

Return to Table of Contents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#$K Gain Setting

To change the input Gain of Data Logger:
{bmct tech1.bmp} Select Logger, Gain, or press <F12>
The Gain Setting dialog box then appears so you can enter the input gain in the edit box which you desire.

Return to Table of Contents

#$K mplitude Units Setting
To select the Amplitude units on your currently-connected Logger,
{bmct tech1.bmp} Select Format, Amplitude units.
The Amplitude Units Setting submenu appears which includes a listing of the units that is available on your Logger, allowing you to enable as you desire. To do this, check the units which you want.

Return to Table of Contents

#$ Setting up your Computer's Serial port
Before the Logger can be used with the software for the first time, the correct serial communication (COM) port on your computer must be selected. You can do this by selecting Logger, Port then choosing the COM port (1 to 4) to which you will be connecting your Logger. Once selected, this setting need not be changed unless you reinstall the software or change the communication port you are using.

Return to Table of Contents

#$ Introducing the software
This is a sample of the main software screen.
{bmct Software.bmp}

แสดงการเขียนอ้างอิง

ChangeYaxis
$ Changing Y-axis Scale
K Scaling;Scaling:Changing X-axis Scale;Scaling:Changing Y-axis Scale
CreatingGraphs
$ Creating Graphs
K Creating Graphs
Zooming
$ Zooming
K Zoom;Zoom:zoom in;Zoom:zoom out
TimeInterval
$ Time Interval Setting
K Time Interval Setting
AddingTitle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$ Adding Title
K  Adding Title
# SerialPort
$ Serial Port
K  Serial Port
# Channels Setting
$ Channels Setting
K  Channels
# Printing
$ Printing
K  Printing
#SettingUserId
$Setting the User Id
K User Id
#Pinpointing
$Pinpointing Value
KPinpointing Value and Time
# GainSetting
$ Gain Setting
K  Gain
# AmplitudeUnit
$ Amplitude Unit Setting
K  Amplitude Units
# SettingPort
$ Setting Computer's port
# Introducing
$ Introducing
```

การเขียนอ้างอิงมีไว้เพื่อใช้ใน การเชื่อมโยงระหว่างเมนูแต่ละหัวข้อในริชเท็กไฟล์ให้สามารถกระโดดข้ามไปมากันได้โดยจะเห็นว่าที่แต่ละหัวข้อในริชเท็กไฟล์จะมีเครื่องหมาย #, $ และ K ซึ่งความหมายของแต่ละสัญลักษณ์สามารถอธิบายได้ดังนี้

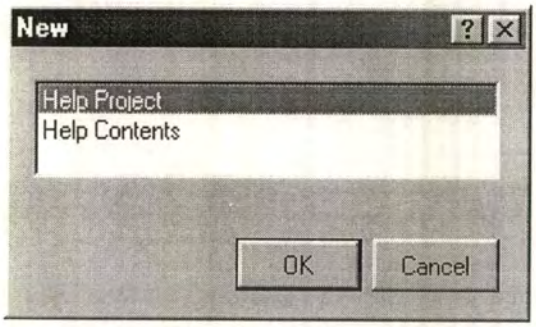
เป็นการกำหนดชื่อท๊อปปิกไอดี (Topic ID) ให้แต่ละหัวข้อโดยจะมีการเชื่อมโยงกับไฟล์สารบัญด้วย และเป็นชื่อที่ใช้อ้างในการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อแต่ละเมนู

$ เป็นการกำหนดคำอธิบายของแต่ละท๊อปปิกไอดี โดยจะพบในฟอร์มไดอะล็อก (FormsDialog) เมื่อเราทำการค้นหา จะปรากฏอยู่ในบุ๊กมาร์กไดอะล็อก (Bookmark Dialog) และ History Window, The find Tab ในหน้าต่างคำอธิบาย

K เป็นตัวกำหนดว่า จะให้หัวข้อใดบ้างปรากฏอยู่ในหน้าต่าง Index Help

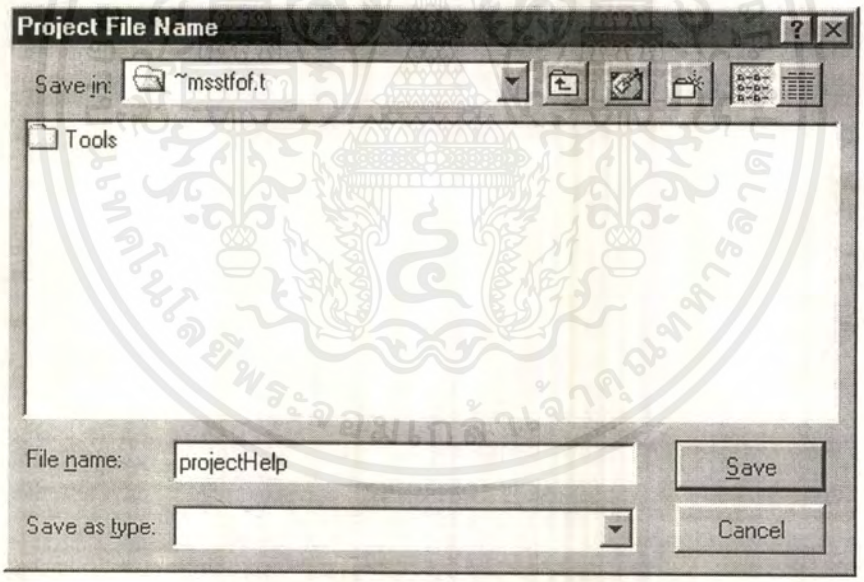
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเขียนคำอธิบายต่างๆ ในริชเท็กไฟล์ เสร็จแล้วก็นำมาแปลโปรแกรมเป็น Help file Project ด้วยโปรแกรม Microsoft Help Workshop ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้
   - ที่เมนู File Click New จะปรากฏหน้าต่างดังรูป



รูปที่ 3.25 แสดงการเปิดคำช่วยอธิบายโปรเจค (Help Project)

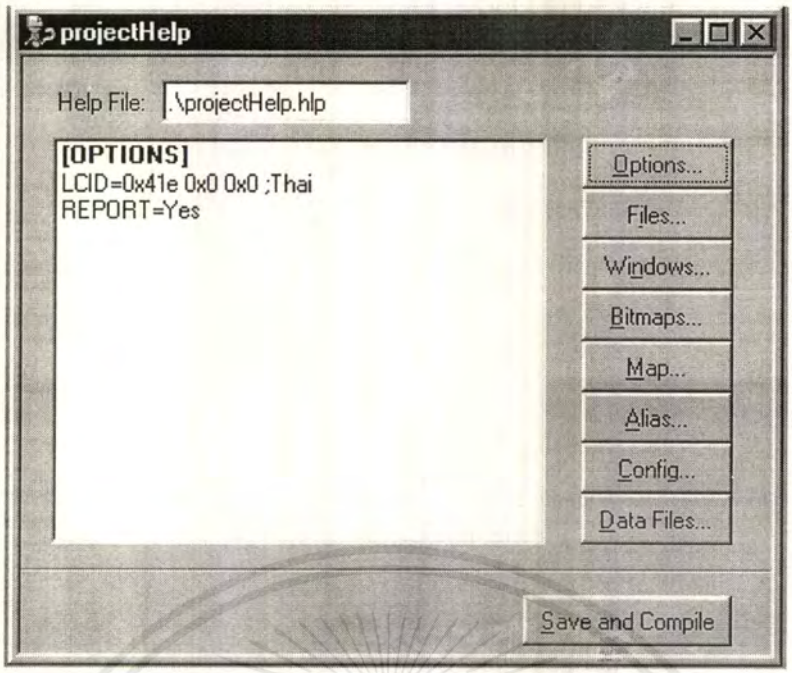
เลือกคำช่วยอธิบายโปรเจคแล้วคลิกตกลง จะปรากฏหน้าจอใหม่ขึ้นมา ให้ตั้งชื่อไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค (Help file Project) ซึ่งจะมีนามสกุลเป็น .hpj ดังรูป



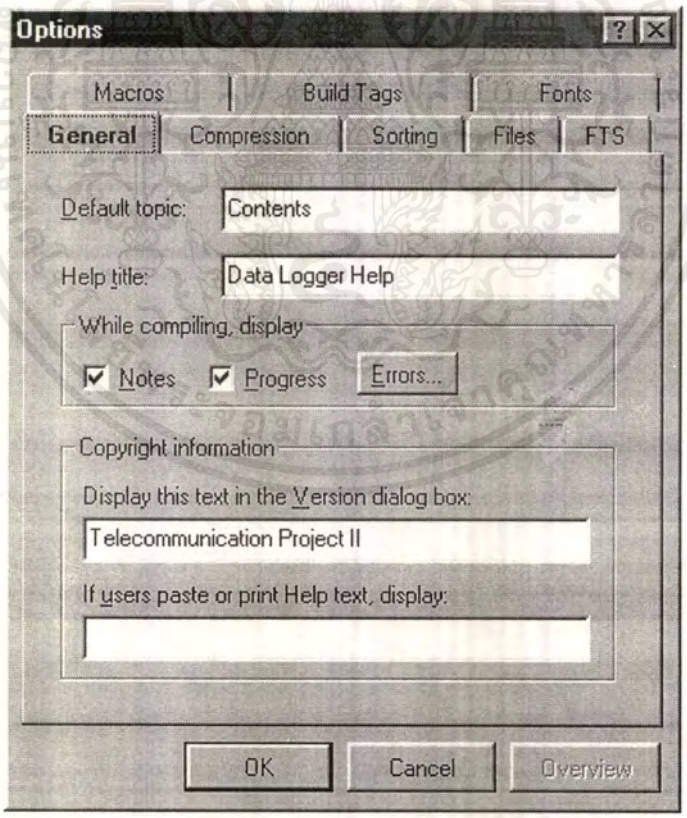
รูปที่ 3.26 แสดงหน้าต่างการตั้งชื่อไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค (Help file Project)

หลังจากบันทึกไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจคแล้วโปรแกรมก็ดำเนินต่อไปปรากฏหน้าต่างในการออกแบบไฟล์คำอธิบายช่วย (Help file) ขึ้นมาดังรูปที่ 3.27
   - ที่หน้าต่างออกแบบ เลือกปุ่มออปชัน (Option) จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 แสดงหน้าต่างการออกแบบไฟล์คำช่วยอธิบาย (Help file)

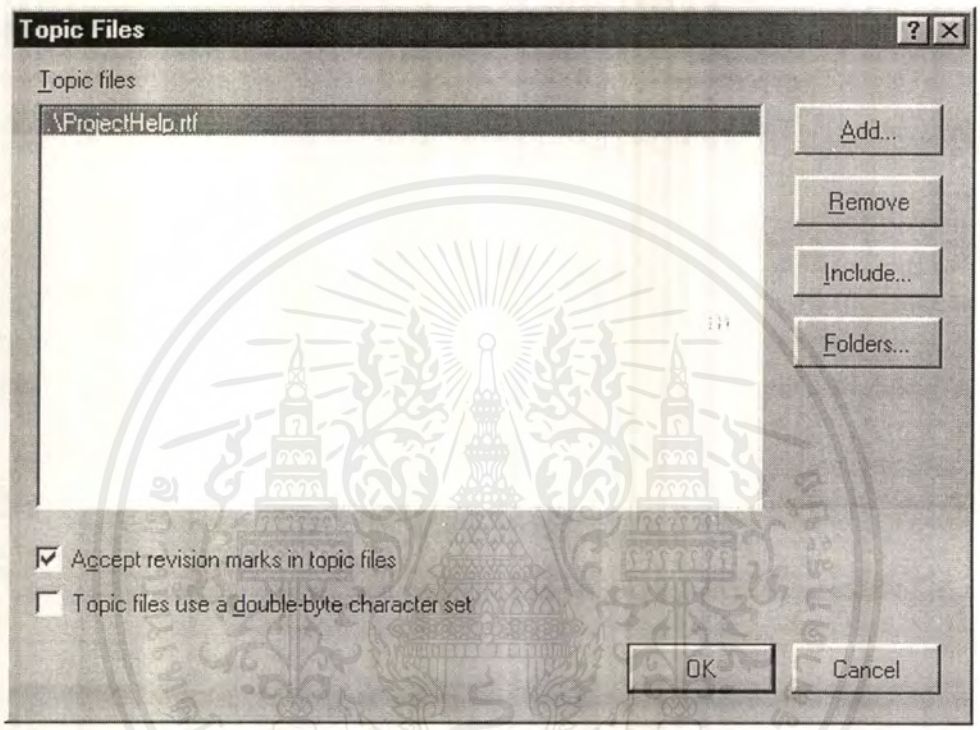


รูปที่ 3.28 แสดงหน้าต่างออปชั่น (Option)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการกำหนดคุณลักษณะต่างๆ ของไฟล์คำอธิบายช่วย เช่น การกำหนดว่าจะให้หัวข้อใดเป็นหัวข้อ Default การกำหนดว่าจะให้มีการบีบอัดข้อมูลเพื่อให้ไฟล์มีขนาดเล็กลงหรือไม่ โดยกำหนดได้ที่ Tab Compression การกำหนดว่าจะให้สารบัญไฟล์ทำงานร่วมกับไฟล์คำอธิบายช่วย ด้วยหรือไม่ ซึ่งกำหนดได้ที่เท็ปไฟล์ เป็นต้น

- ที่หน้าต่างออกแบบ เลือกปุ่มไฟล์ จะปรากฏหน้าจอดังรูป 3.29



รูปที่ 3.29 แสดงหน้าต่างไฟล์ชื่อเรื่อง (Topic File)

เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการกำหนดเลือกริชเท็กไฟล์ที่จะใช้ในการคอมไพเลอร์เป็นไฟล์คำอธิบายช่วย

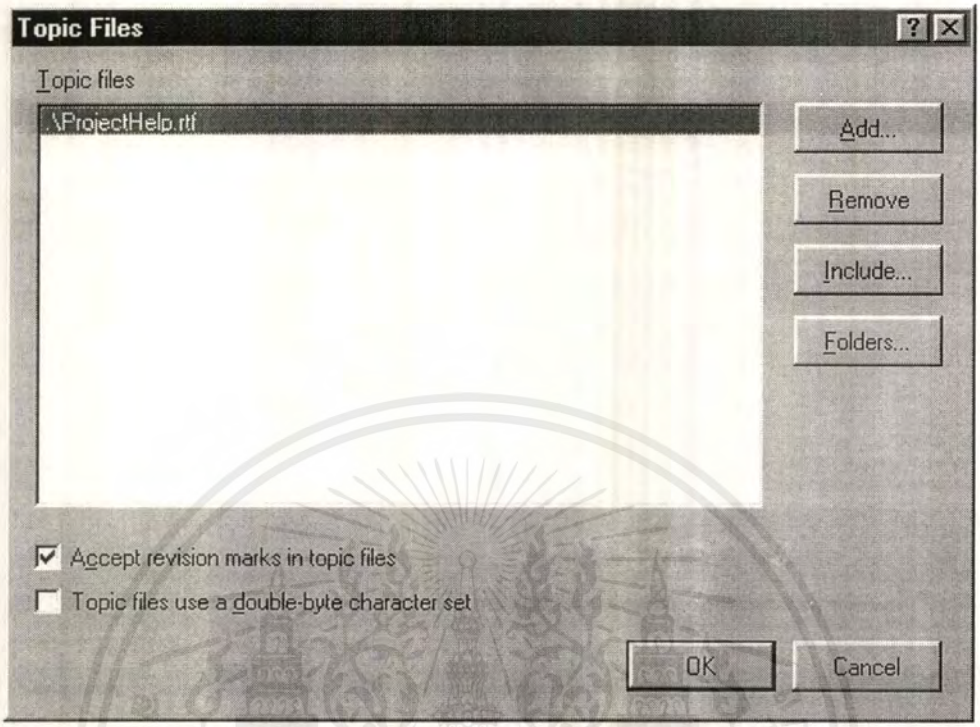
- ที่หน้าต่างออกแบบ เลือกปุ่มวินโดวส์ จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาดังรูปที่ 3.30

เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการกำหนดขนาด สี ของหน้าต่าง รวมไปถึงการกำหนดคำอธิบายและปุ่มการทำงานต่างๆ เช่น Back, Help Topic, Print เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบในการทำงานของไฟล์คำอธิบายช่วย ซึ่งสามารถออกแบบได้หลายหน้าต่าง โดยการบันทึกตั้งชื่อให้ต่างกัน เช่น proc1, proc2 เป็นต้น และสามารถที่จะเรียกใช้หน้าต่างที่ออกแบบไว้ โดยใช้สารบัญไฟล์เป็นตัวกำหนดได้

- ปุ่ม Bitmap เป็นการกำหนดไฟล์รูปภาพที่ใช้ในการริชเท็กไฟล์ ใช้ในกรณีที่ไฟล์รูปภาพที่ไม่ได้อยู่ในไดเรกทอรีเดียวกับริชเท็กไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

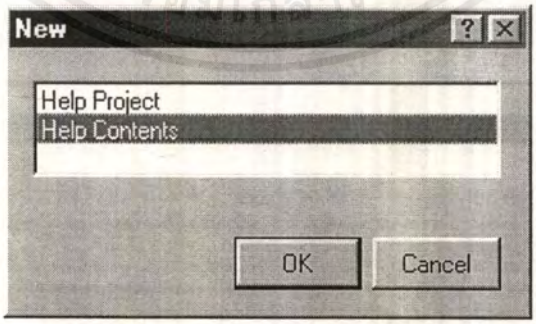
เมื่อทำการออกแบบและกำหนดลักษณะต่างๆ ของ Help file Project เรียบร้อยแล้ว คลิกปุ่มบันทึกและคอมไพเลอร์ก็จะได้ไฟล์คำอธิบายช่วยตามที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.30 แสดงหน้าต่างคุณสมบัติ (Window Properties)

3. ในกรณีที่เราต้องสร้างสารบัญไฟล์คำช่วยอธิบาย (Help Content file) ด้วยสามารถทำได้ดังนี้

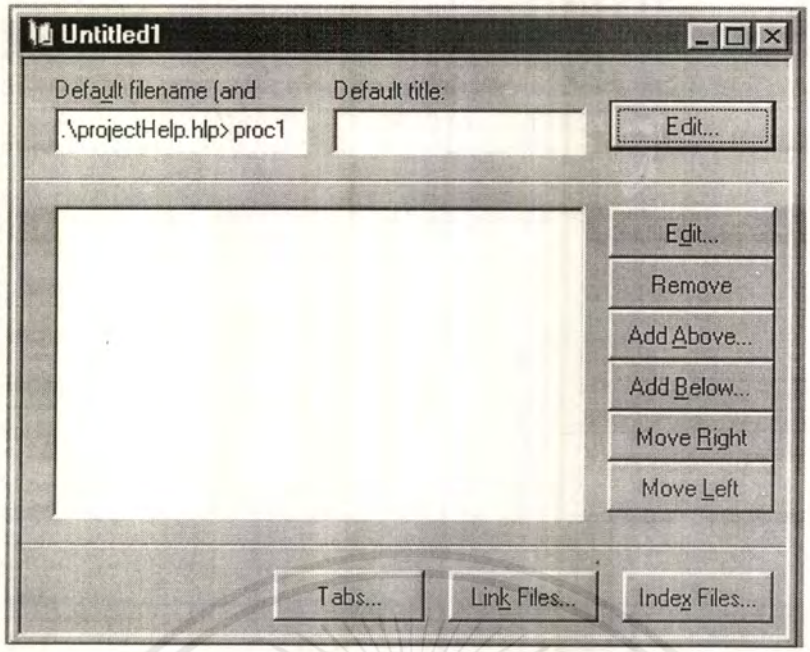
   - เปิดโปรแกรม Microsoft Help Workshop ที่เมนูไฟล์ คลิกนิว จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แสดงวิธีการสร้างสารบัญคำช่วยอธิบาย (Help Content)

เลือกสารบัญคำช่วยอธิบาย แล้วคลิกตกลง โปรแกรมจะดำเนินต่อไปและปรากฏหน้าต่างขึ้นดังรูปที่ 3.32

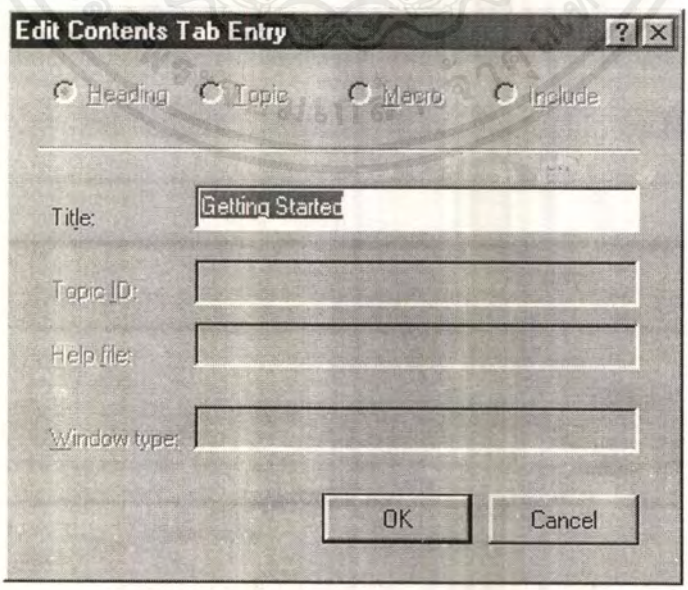
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 แสดงหน้าต่างอันไทเทิล 1 (Untitled1)

จากรูปที่ 3.32 เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการกำหนดลักษณะต่างๆ ของสารบัญไฟล์คำช่วยอธิบาย โดยที่ช่อง Default Filename กำหนดให้เป็นไฟล์คำช่วยอธิบายที่เราได้เขียนไว้ในที่นี้ กำหนดเป็น Projecthelp.hlp และ Default Window เป็น proc1 ซึ่งได้ทำการออกแบบไว้แล้วในไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค ตามหัวข้อ 2.4

- ที่หน้าต่างออกแบบ คลิกที่ปุ่มอีดิท (Edit) เพื่อทำการออกแบบสารบัญคำช่วยอธิบาย โดยจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ดังรูปที่ 3.33

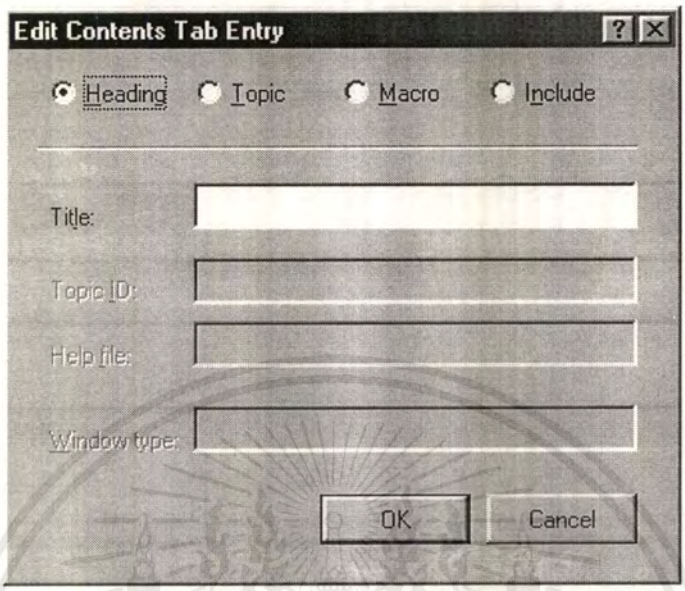


รูปที่ 3.33 แสดงหน้าต่างอีดิตคอนเทนแท็บเอ็นทรี (Edit Content Tab Entry)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

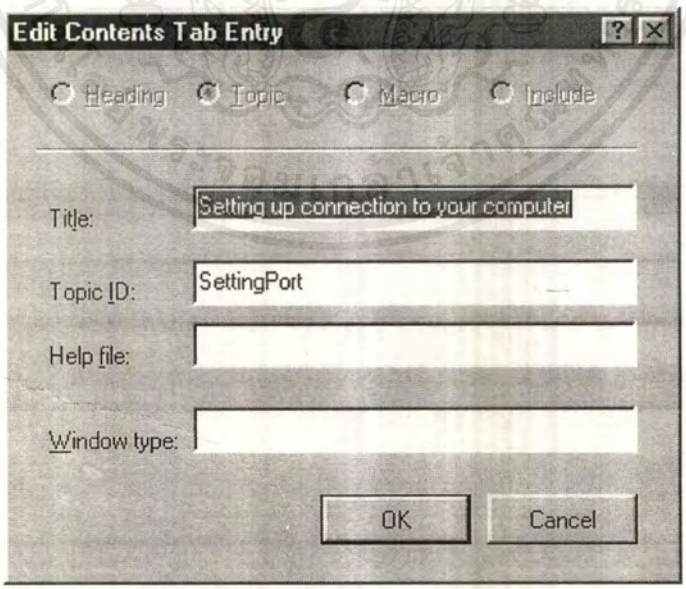
ในหน้าต่างนี้สามารถแยกการออกแบบออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ถ้าต้องการสร้างหัวข้อหลัก (Heading) ให้เลือกที่หัวข้อหลักแล้วใส่ชื่อหัวข้อหลักที่ต้องการให้ปรากฏ ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 แสดงวิธีการสร้างหัวข้อ (Heading)

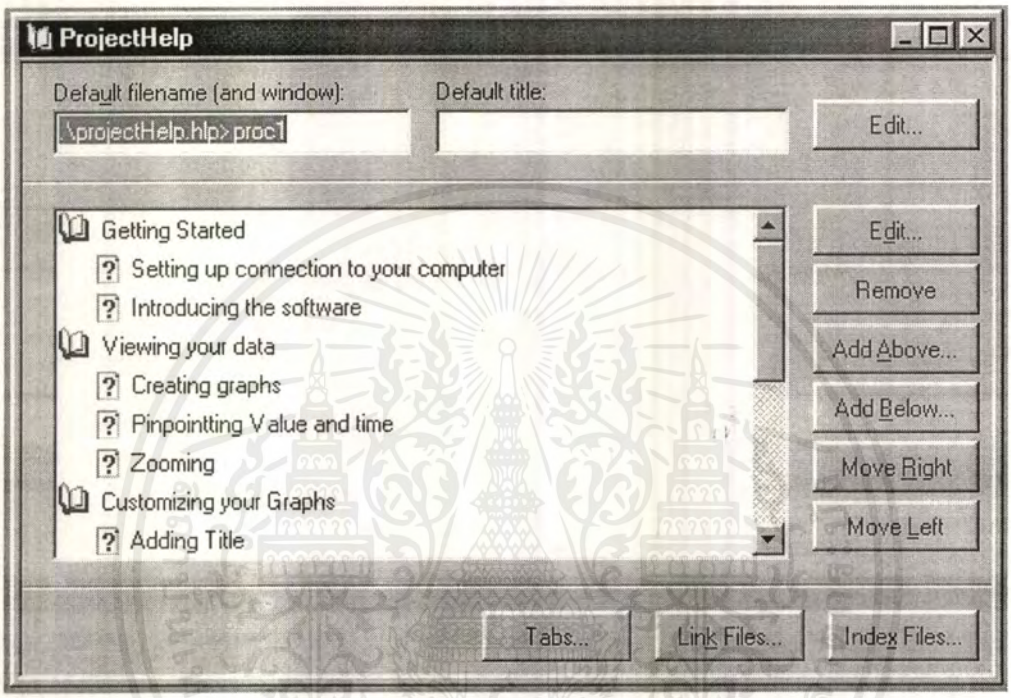
- ถ้าต้องการกำหนดหัวข้อในไฟล์คำช่วยอธิบาย ให้เลือกที่ท็อปปิก แล้วกรอกข้อความต่างๆ ลงในช่องว่าง ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 แสดงวิธีการเลือกชื่อเรื่อง (Topic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการกำหนดชื่อท็อปปิกไอดี ต้องตั้งให้ตรงกับที่ได้ออกแบบไว้ในริชเท็กไฟล์ ส่วนวินโดวส์ไทพ ก็เป็นการกำหนดแบบของหน้าต่างที่จะให้แสดง ซึ่งก็ได้ออกแบบไว้แล้วในหัวข้อ 2.4 ส่วนปุ่ม Add Above และ Add Below ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งหัวข้อให้ขึ้นหรือลง ในการที่จะเพิ่มหรือลบหัวข้อ และปุ่ม Move Right หรือ Move Left ก็ใช้ในการเลื่อนหัวข้อที่จะออกแบบไปทางซ้ายหรือขวา

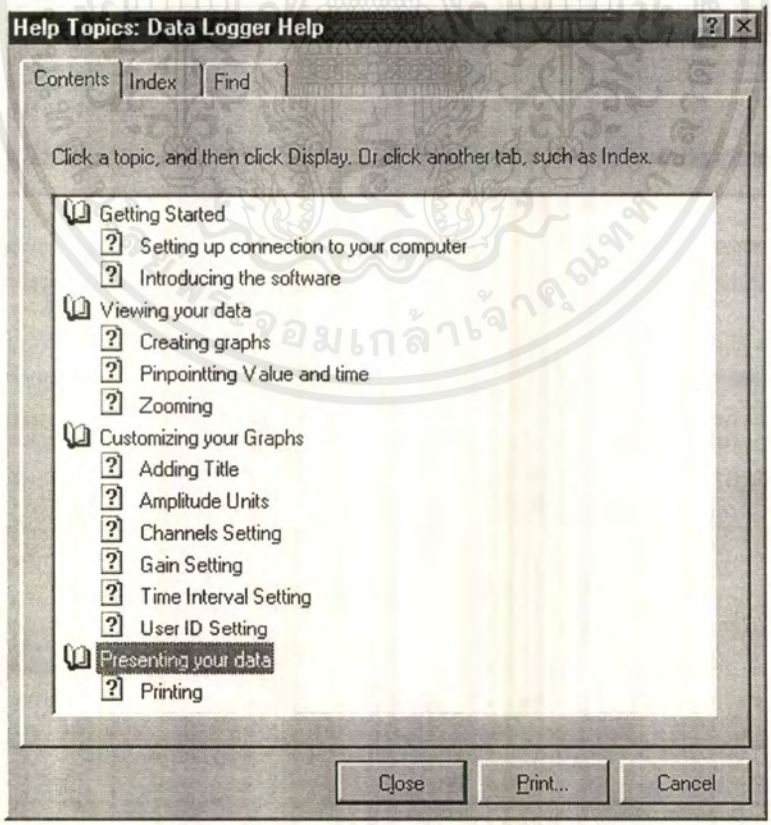


รูปที่ 3.36 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบายโปรเจค (Project Help)

- หลังจากที่ได้กำหนดและออกแบบสารบัญคำช่วยอธิบายเสร็จแล้วก็ทำการบันทึก การนำสารบัญไฟล์มาคอมไพเลอร์กับไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค ทำได้โดยการเปิดไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค แล้วคลิกที่ออปชัน เลือกไฟล์ ก็ใส่สารบัญไฟล์ที่ได้ออกแบบไว้แล้วลงในช่อง_____ เสร็จแล้วก็ทำการบันทึก และคอมไพเลอร์จะทำให้ไฟล์คำช่วยอธิบายโปรเจค เป็นไฟล์คำช่วยอธิบายที่สมบูรณ์

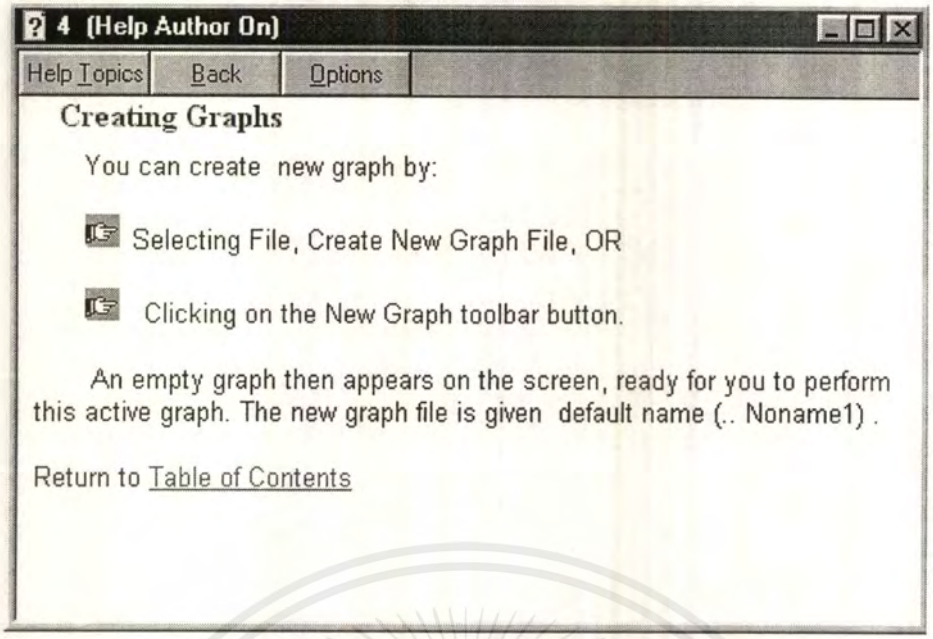
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.37 แสดงหน้าต่างสารบัญคำช่วยอธิบาย (Help Content)

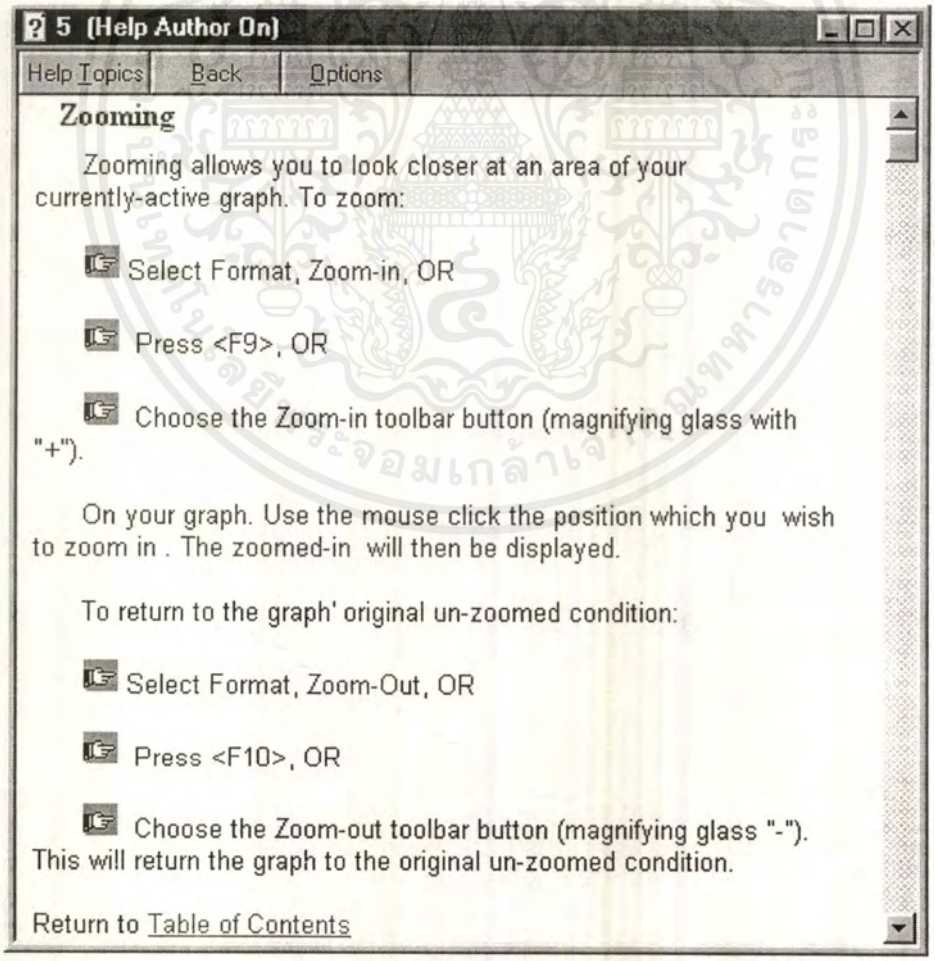


รูปที่ 3.38 แสดงหน้าต่างชื่อเรื่องคำช่วยอธิบาย (Help Topic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

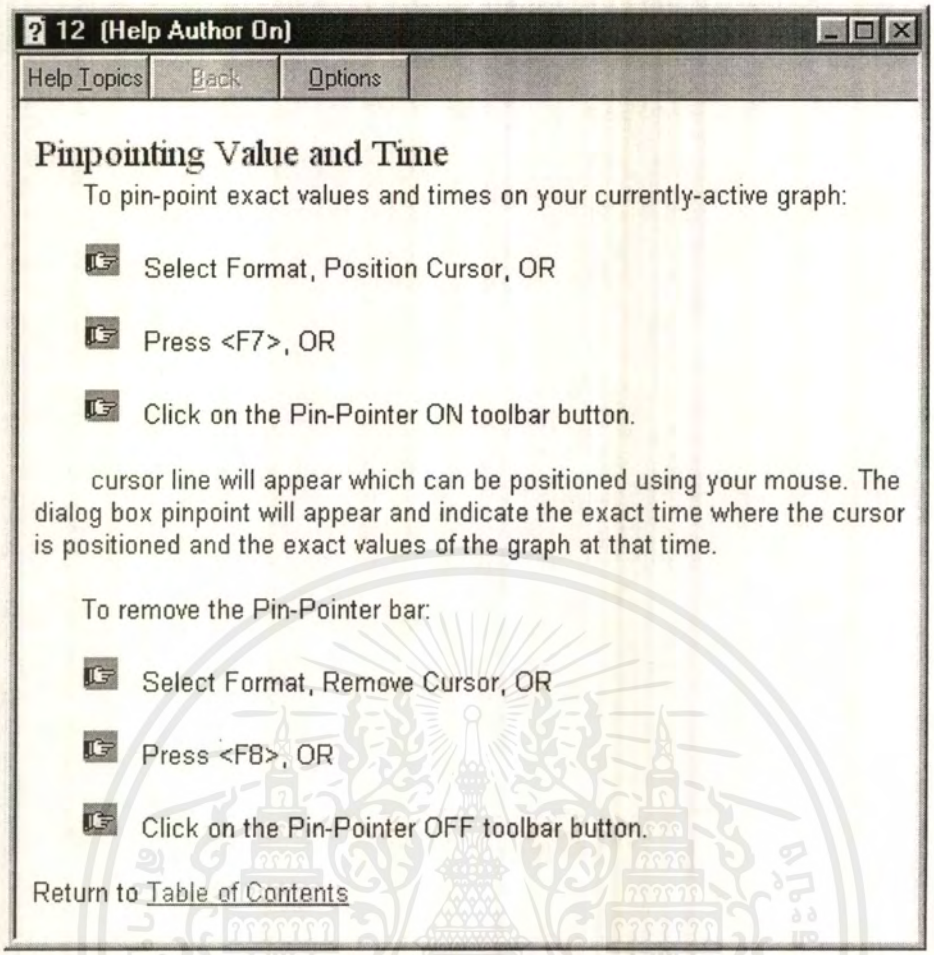


รูปที่ 3.39 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของการสร้างกราฟ (Creating Graphs)



รูปที่ 3.40 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของการซูม (Zooming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 แสดงหน้าต่างคำช่วยอธิบาย (Help) ของพินพอยนท์(Pinpoint)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของโครงงานนี้ ได้แบ่งการททดสอบออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

4.1 การทดลองกับสัญญาณที่จำลองขึ้นมา โดยจะแยกออกเป็น

4.1.1 การทดลองป้อนสัญญาณแรงดันไฟตรงเข้ากับช่องสัญญาณอินพุตที่ 1-4

4.1.2 การทดลองของช่องสัญญาณอินพุตที่ 5 ซึ่งเป็นช่องสัญญาณที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะ โดยทำการป้อนสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณพัลส์

4.2 การทดลองใช้งานกับสัญญาณจริง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.2.1 การทดลองบันทึกระดับสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน Ku-Band ซึ่งสามารถใช้ได้กับช่องสัญญาณที่ 1-4 ช่องสัญญาณใดก็ได้

4.2.2 การทดลองบันทึกระดับสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band

4.2.3 การทดลองบันทึกปริมาณน้ำฝนกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน โดยใช้ช่องสัญญาณที่5

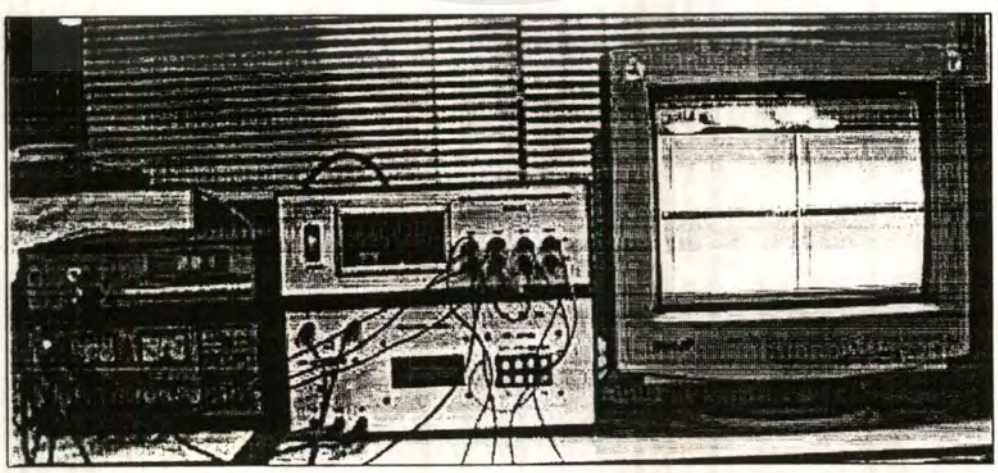
4.3 การทดลองเปิดไฟล์ ที่ทำการบันทึกไว้

4.1 การทดลองกับสัญญาณที่จำลองขึ้นมา

4.1.1 การทดลองป้อนสัญญาณแรงดันไฟตรงเข้ากับช่องสัญญาณอินพุตที่ 1-4

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องบันทึกสัญญาณ (ดาตาลอกเกอร์)
- แหล่งจ่ายไฟตรง 2 แชนเนล
- ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)
- สายต่อวงจร



รูปที่ 4.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ 4.1.1

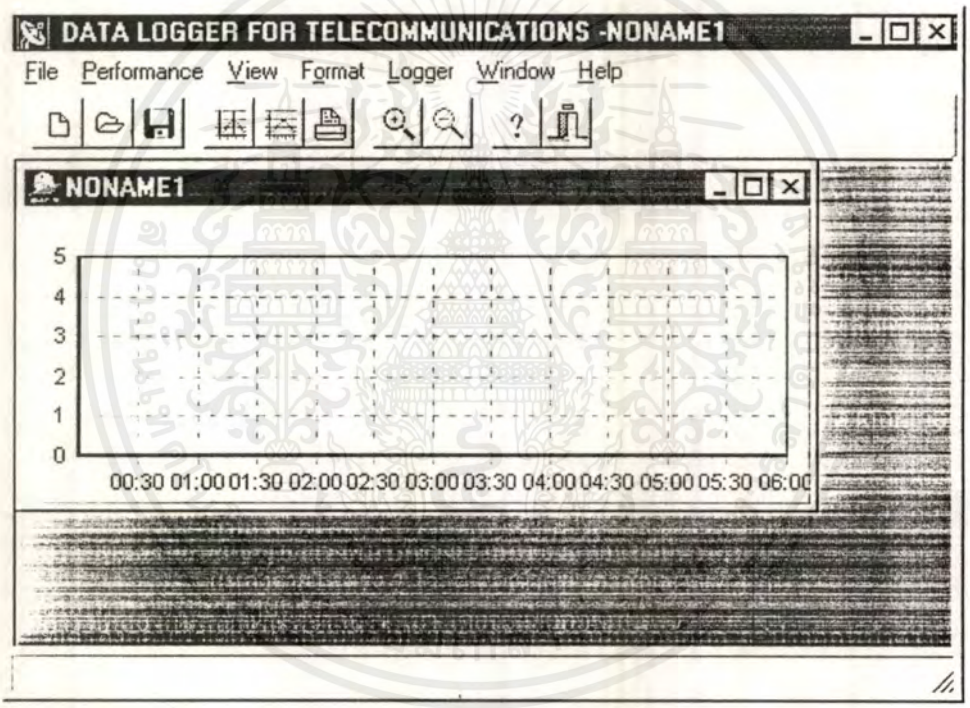
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. เปิดสวิตช์เครื่องบันทึกสัญญาณ พร้อมทั้งต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมเข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟตรงให้ แชนเนล A มีแรงดันเป็น 1 โวลต์ และแชนเนล B มีแรงดันเท่ากับ 2 โวลต์ แล้วต่อกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟเข้ากับกราวด์ของเครื่องดาตาลอกเกอร์
3. นำสายไฟมาต่อเชื่อมระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงกับช่องสัญญาณอินพุตของดาตาลอกเกอร์ โดยทำการต่อเข้าดังนี้

   แหล่งจ่ายไฟตรง 1 โวลต์ ต่อเข้ากับช่องสัญญาณที่ 2 กับ 4

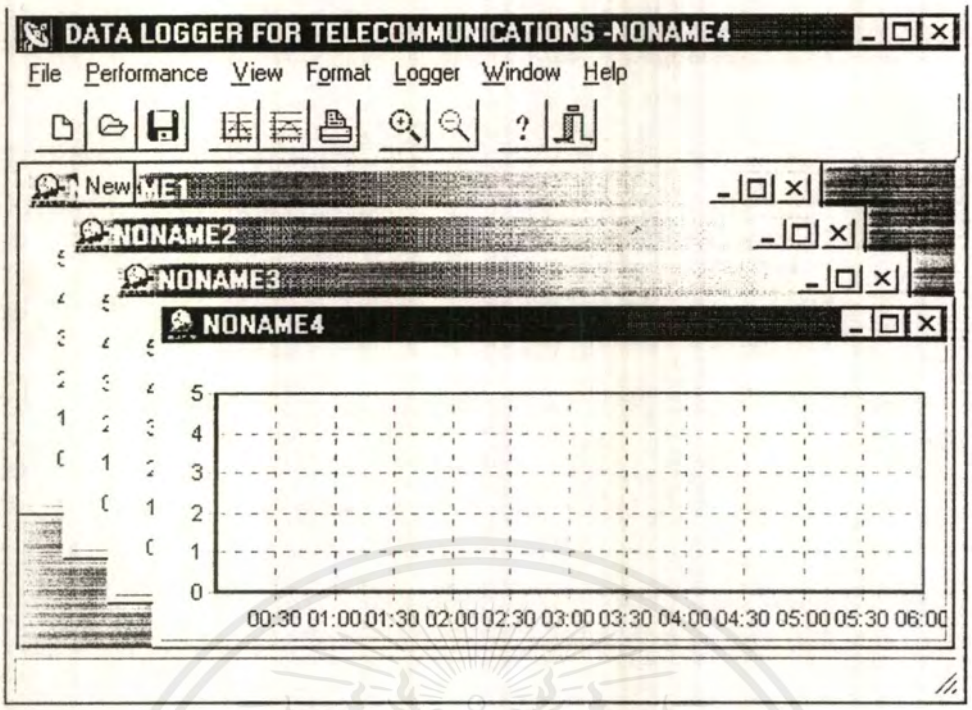
   แหล่งจ่ายไฟตรง 2 โวลต์ ต่อเข้ากับช่องสัญญาณที่ 1 กับ 3
4. ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ดังรูปที่ 4.2



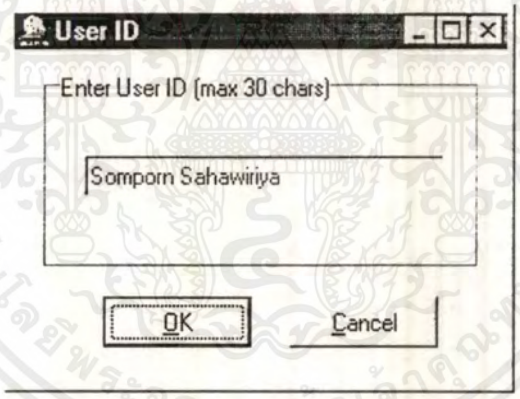
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างของกราฟเมื่อเริ่มทำการเปิดโปรแกรม

5. สร้างหน้าต่างกราฟขึ้นใหม่อีก 3 กราฟ โดยคลิกที่เมนูไฟล์ คริเอทนิวกราฟ (File Create New Graph) หรือใช้เมนู ทรูบาร์ (Toolbar) แล้วคลิกที่ปุ่มนิวจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.3
6. ที่เมนูลอกเกอร์ (Logger) เลือกยูสเซอร์ไอดี (User ID) จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกดังรูปที่ 4.4 เราสามารถใส่ชื่อลงไปในช่องว่าง เพื่อบันทึกเอาไว้ว่าใครเป็นผู้ใช้เครื่องในขณะนั้น
7. ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแซมเปิลอินเทอร์วอลหรือกด F11จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูป 4.5 เป็นหน้าต่างที่ใช้กำหนดช่วงเวลาในการรับข้อมูลเข้ามาในแต่ละครั้ง ในการทดลองนี้ กำหนดให้เท่ากับ 20 วินาที

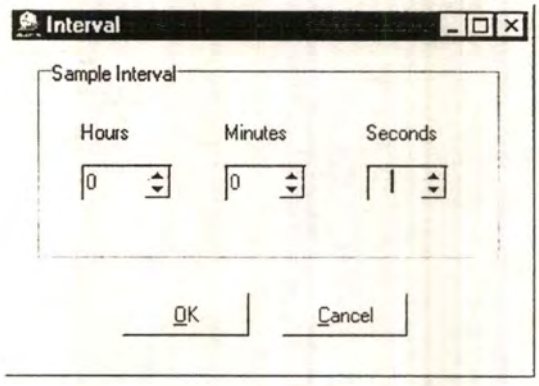
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างกราฟที่สร้างขึ้นใหม่



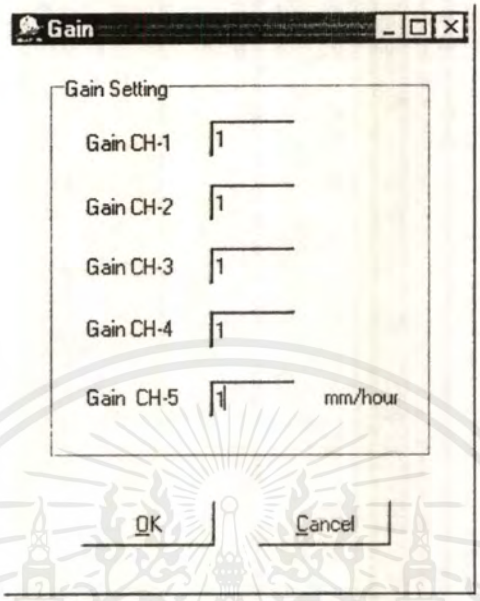
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID)



รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างการเซตค่าไทม์อินเทอร์วอล (Time Interval)

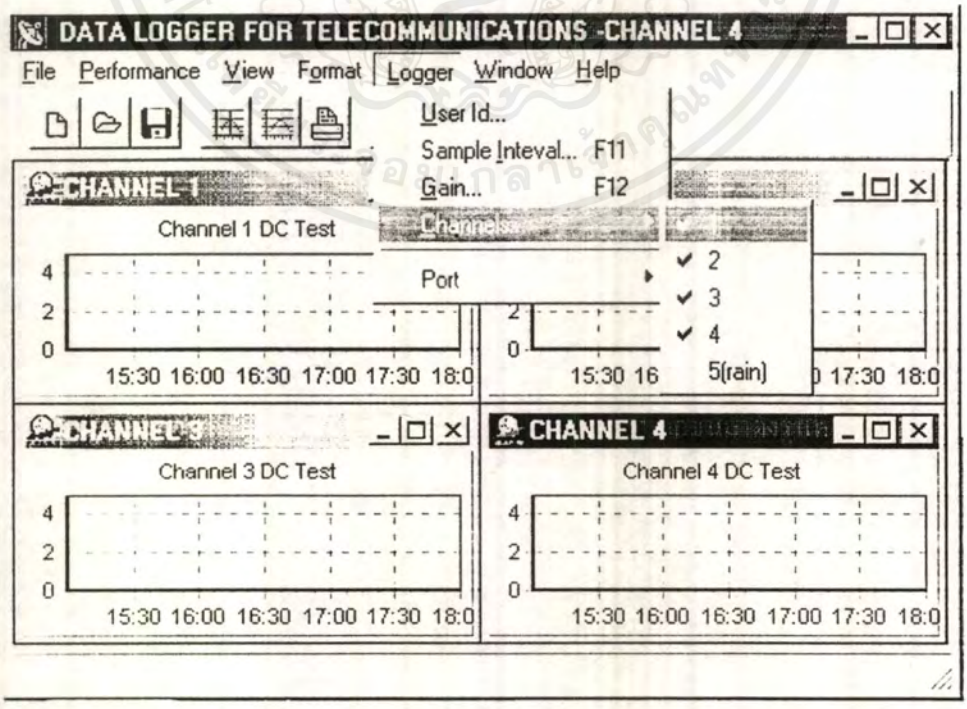
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ที่เมนูลอกเกอร์เลือกเกนหรือกด F12 จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูปที่ 4.6 เป็นหน้าต่างที่ใช้กำหนดเกนของสัญญาณอินพุตแต่ละช่องสัญญาณว่ามีการขยายสัญญาณมาก่อนหรือไม่ ในการทดลองนี้ สัญญาณอินพุตไม่ได้มีการขยายจึงกำหนดให้เกนมีค่าเท่ากับ 1



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างการเซตเกน

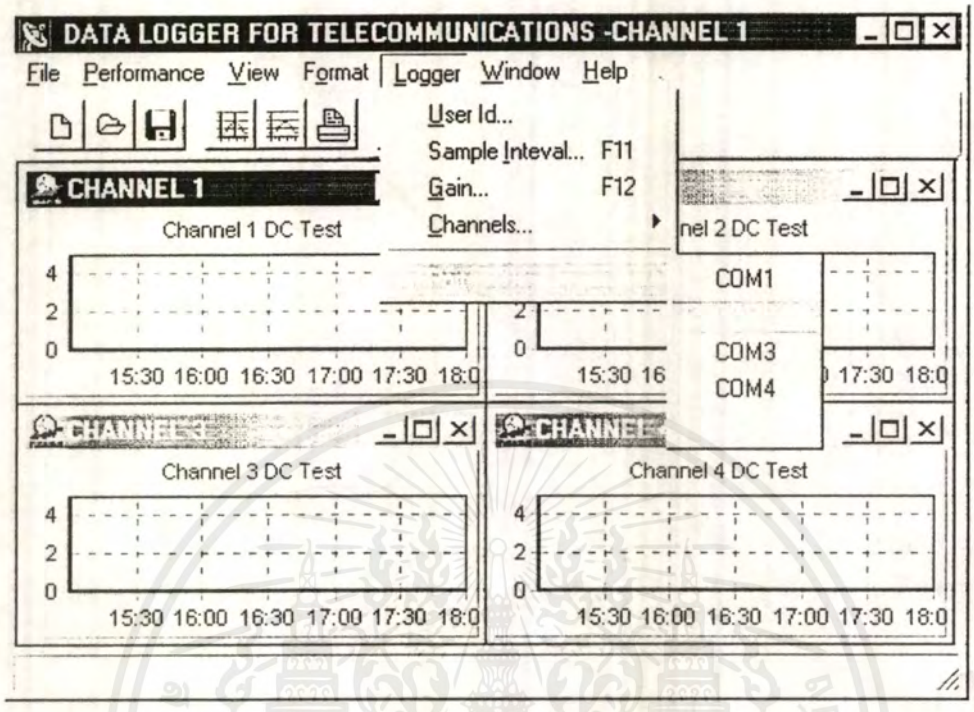
9. ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแชนเนล โดยที่เมนูนี้จะเป็นการกำหนดว่าจะให้กราฟใด แสดงผลสัญญาณช่องใด ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างการกำหนดแชนเนล

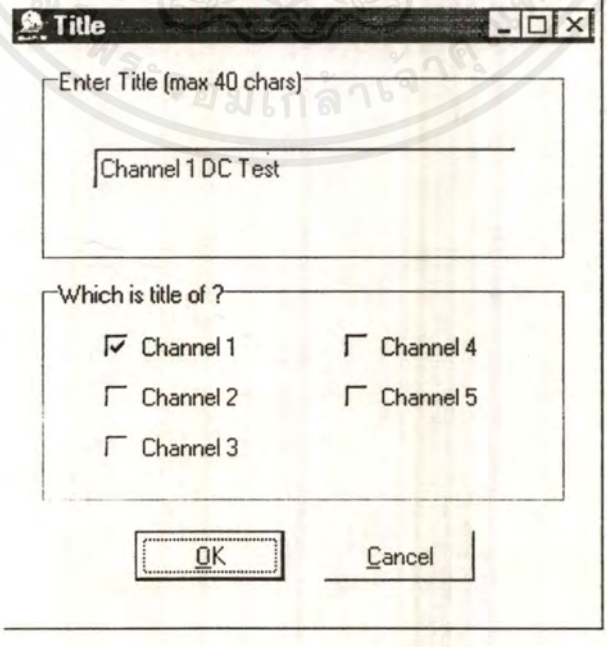
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ที่เมนูลอกเกอร์เลือกพอร์ต เป็นการกำหนดช่องทางการสื่อสาร ซึ่งสามารถกำหนดได้ 4 ช่องทาง ในการทดลองนี้ใช้ COM 2 ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างการเลือกพอร์ตสื่อสารอนุกรม

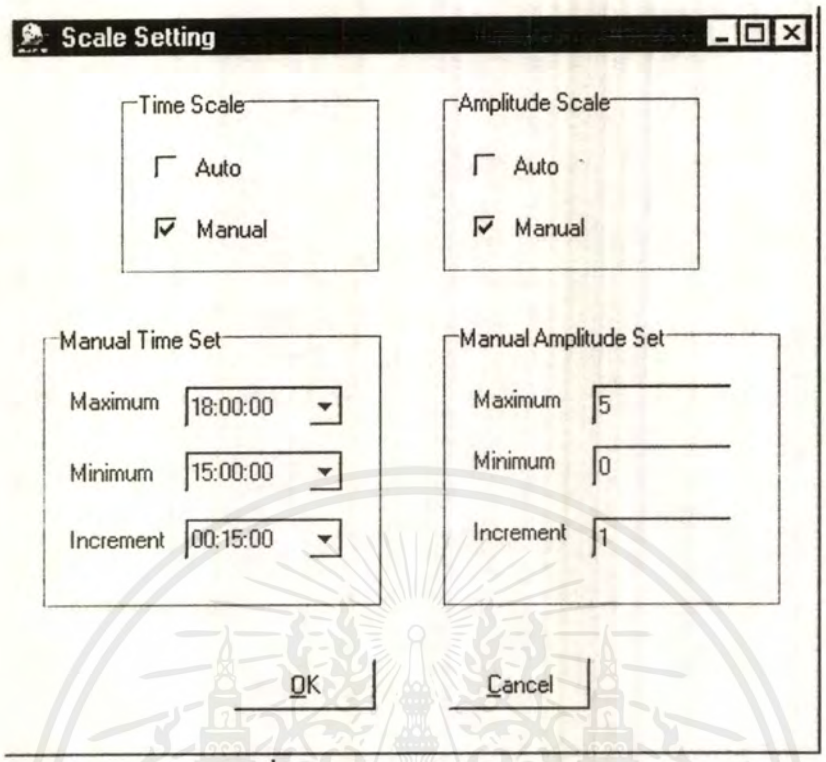
11. ที่เมนูฟอร์แมต (Format)เลือกไทเทิลจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูปที่ 4.9 เป็นหน้าต่างที่ใช้กำหนดคำอธิบายสัญญาณที่ถูกบันทึกในแต่ละช่อง



รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างการตั้งชื่อของแต่ละแชนเนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

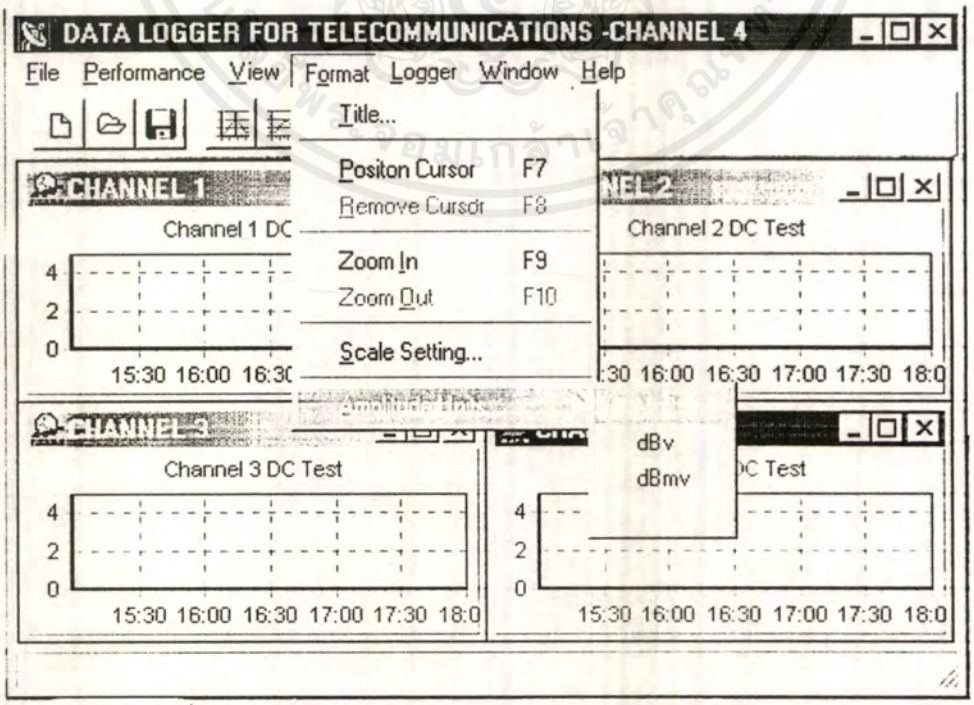
12. ที่เมนูฟอร์แมตเลือกสเกลเซตติงจะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างการเซตสเกล

เป็นเมนูที่ใช้ในการกำหนดสเกล ในการแสดงผลทั้งแกน X และแกน Y ซึ่งแกน X ถูกแทนด้วยแกนเวลา และแกน Y ใช้เป็นแกนแสดงขนาดของสัญญาณการกำหนดสเกล ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับขนาดของสัญญาณในแต่ละช่อง และเวลาในขณะนั้น

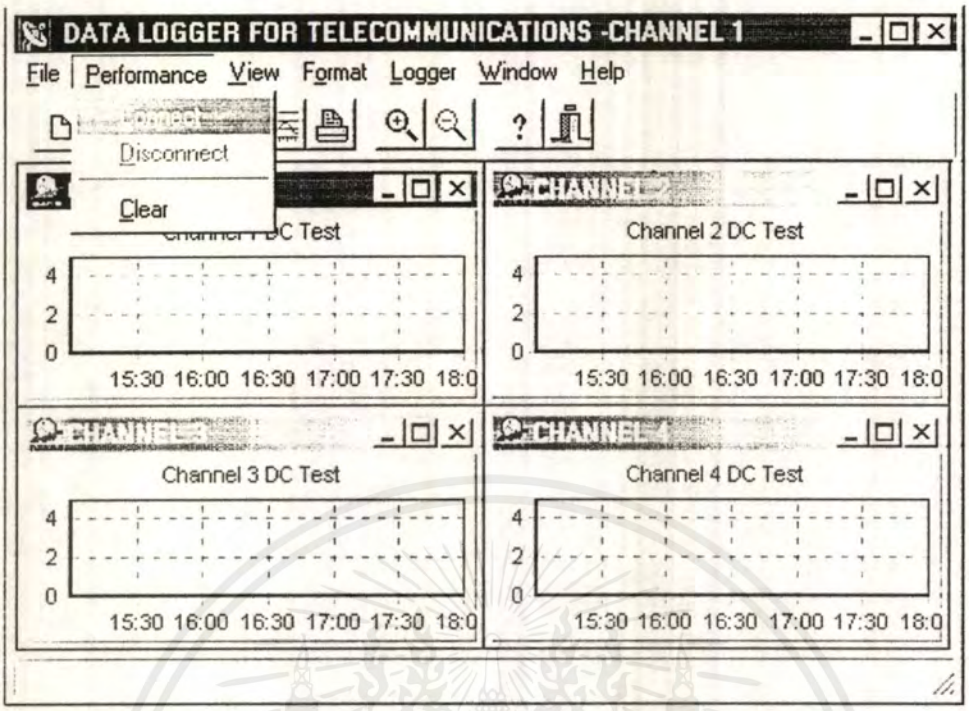
13. ที่เมนูฟอร์แมตเลือกแอมปลิจูดยูนิต โดยคลิกเลือกหน่วยที่จะแสดงผลได้ตามต้องการ ดังรูป



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างการเซตหน่วยแอมปลิจูด (Amplitude Units)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. หลังจากกำหนดค่าต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว คลิกคอนเนคที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ดังรูปที่ 4.12

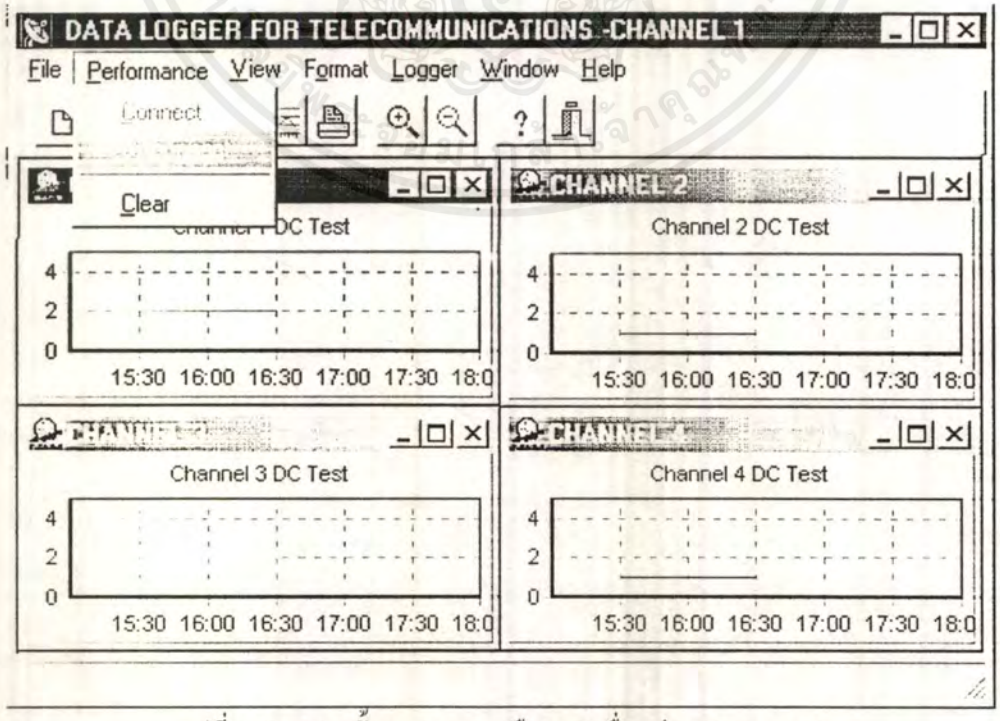


รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect)

โดยเมื่อทำการ คลิกคอนเนคแล้วก็จะเป็นการเริ่มบันทึกสัญญาณแต่ละช่องสัญญาณ

15. บันทึกผลการทดลองที่ได้

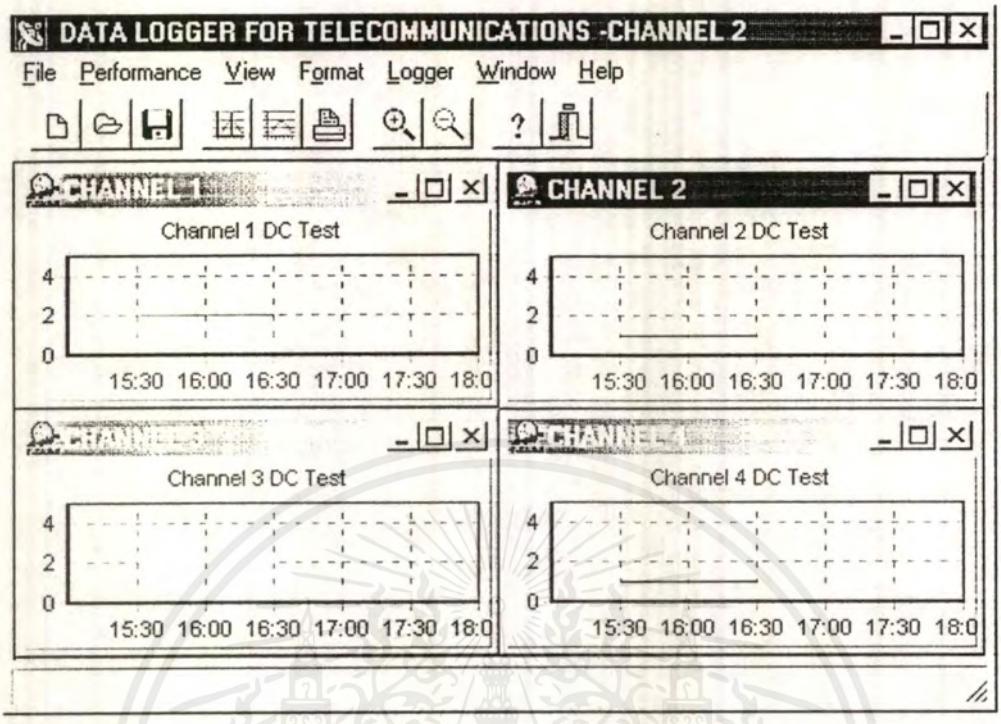
16. เมื่อต้องการยกเลิกการบันทึกสัญญาณ ก็ทำได้โดยที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ คลิกดิสคอนเนคก็จะเป็นการสิ้นสุดการบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 4.13 (แสดงการดิสคอนเนค)



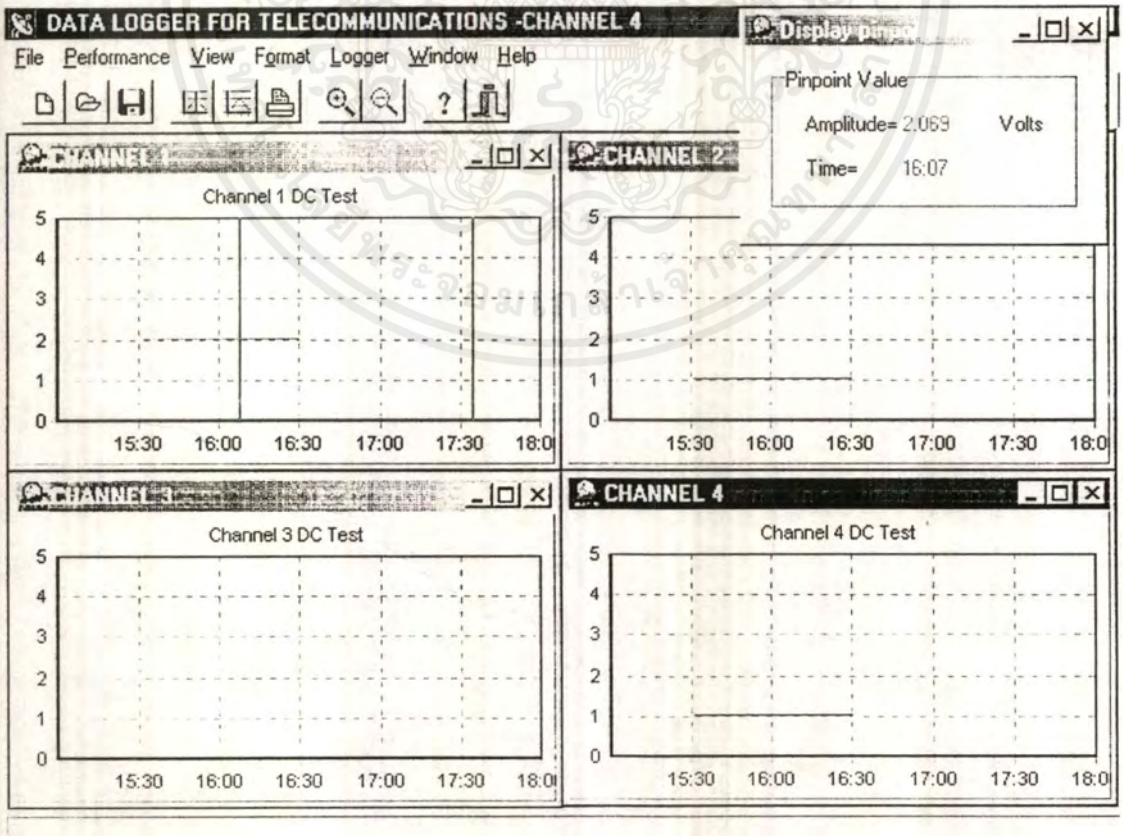
รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการยกเลือกการเชื่อมต่อ (Disconnect)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

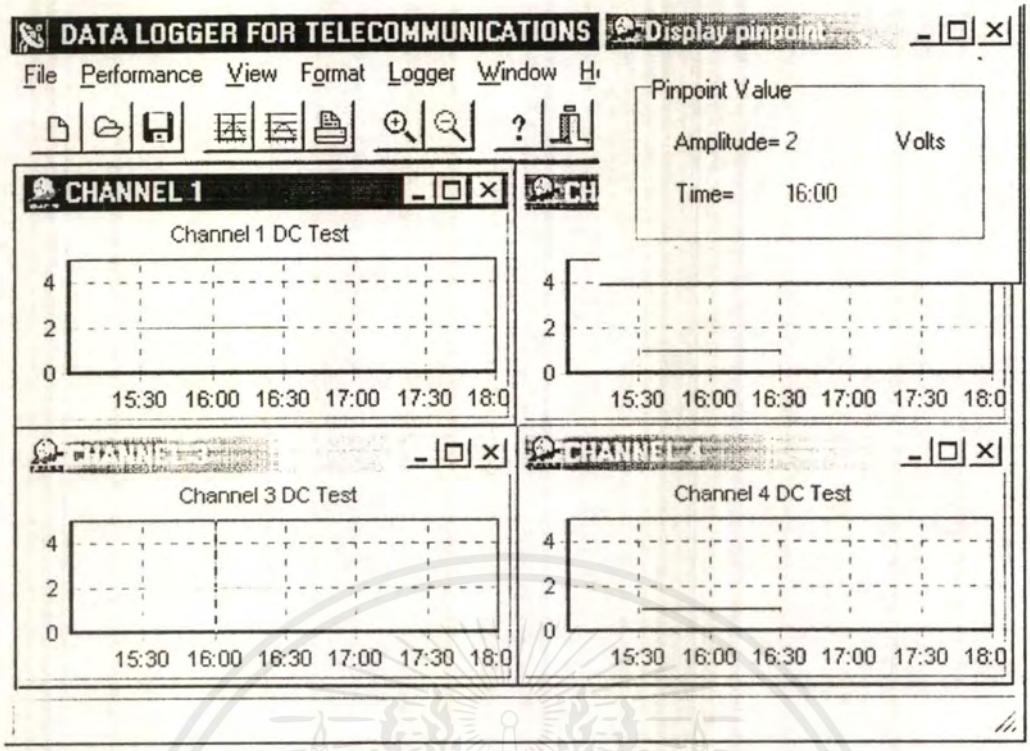


รูปที่ 4.14 แสดงกราฟผลการทดลองที่ทำการบันทึก

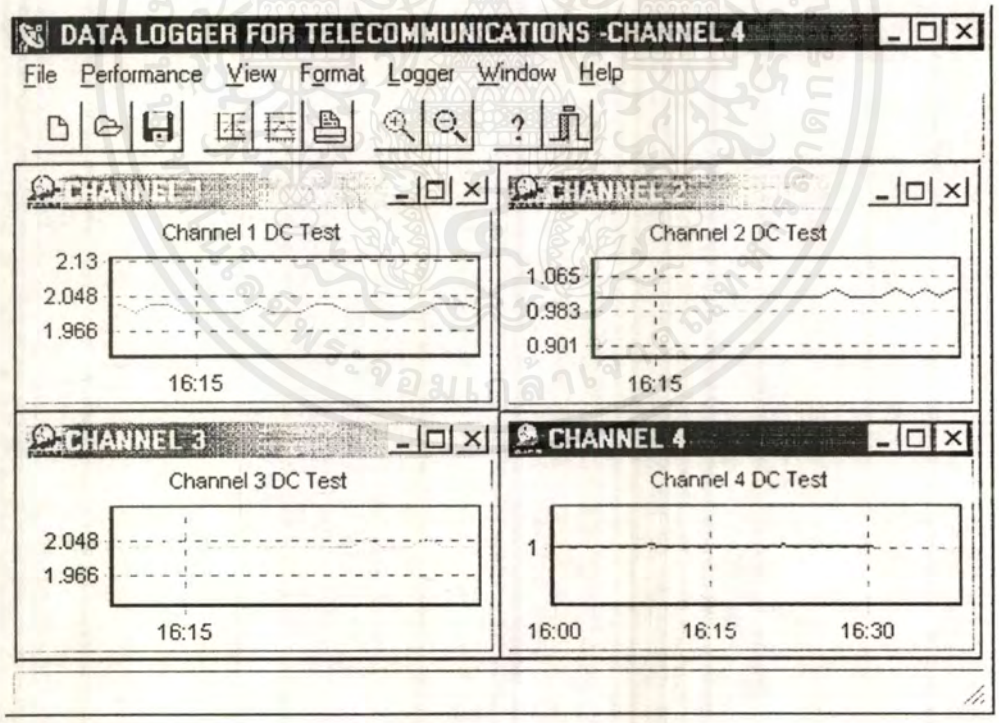


รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างการบอกค่าเป็นตัวเลขของ แชนเนล 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างการบอกค่าเป็นตัวเลขของ แชนเนล 3



รูปที่ 4.17 แสดงผลจากการซูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูล (Text File) จากกราฟในรูปที่ 4.14

Filename: C:\data\11-3-1999-2.txt

User Id : Somporn Sahawiriya

Total Loggers: 4

Description of ch-1: Channel 1 DC Test

Description of ch-2: Channel 2 DC Test

Description of ch-3: Channel 3 DC Test

Description of ch-4: Channel 4 DC Test

Description of ch-5: -

Unit: Volts

	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
15:31:34	2.01	1.02	2.03	1.02
15:32:14	2.01	1.02	2.03	1.02
15:32:54	2.03	1.02	2.03	1.02
15:33:35	2.01	1.02	2.03	1.02
15:34:15	2.01	1.02	2.03	1.02
15:34:55	2.03	1.04	2.03	1.02
15:35:36	2.01	1.02	2.03	1.02
15:36:16	2.03	1.02	2.03	1.02
15:36:56	2.01	1.02	2.03	1.02
15:37:37	2.03	1.02	2.03	1.02
15:38:17	2.01	1.02	2.05	1.02
15:38:58	2.01	1.04	2.05	1.02
15:39:38	2.01	1.02	2.03	1.02
15:40:18	2.01	1.02	2.03	1.02
15:40:59	2.01	1.02	2.03	1.04
15:41:39	2.03	1.02	2.03	1.02
15:42:20	2.01	1.02	2.03	1.02
15:43:00	2.01	1.02	2.03	1.02
15:43:41	2.01	1.02	2.03	1.02
15:44:21	2.01	1.02	2.03	1.02
15:45:02	2.01	1.02	2.03	1.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15:45:43	2.03	1.02	2.03	1.02
15:46:23	2.01	1.02	2.03	1.02
15:47:04	2.01	1.02	2.03	1.02
15:47:45	2.01	1.02	2.03	1.02
15:48:25	2.01	1.02	2.03	1.02
15:49:06	2.01	1.02	2.03	1.04
15:49:47	2.01	1.02	2.03	1.02
15:50:27	2.01	1.02	2.03	1.02
15:51:08	2.01	1.02	2.03	1.02
15:51:49	2.01	1.02	2.03	1.02
15:52:29	2.01	1.02	2.03	1.02
15:53:10	2.01	1.02	2.03	1.02
15:53:51	2.01	1.02	2.03	1.02
15:54:32	2.01	1.02	2.03	1.02
15:55:13	2.01	1.02	2.03	1.02
15:55:54	2.01	1.02	2.03	1.02
15:56:34	2.01	1.02	2.03	1.02
15:57:15	2.01	1.02	2.03	1.02
15:57:56	2.01	1.02	2.03	1.02
15:58:37	2.01	1.02	2.03	1.02
15:59:18	2.01	1.02	2.03	1.02
15:59:59	2.01	1.02	2.03	1.02
16:00:40	2.01	1.02	2.03	1.02
16:01:41	2.01	1.02	2.03	1.02
16:02:22	2.01	1.02	2.03	1.02
16:03:03	2.01	1.02	2.03	1.02
16:03:44	2.01	1.02	2.03	1.02
16:04:25	2.01	1.02	2.03	1.02
16:05:05	2.01	1.02	2.03	1.02
16:05:46	2.01	1.02	2.03	1.02
16:06:28	2.01	1.02	2.03	1.02
16:07:09	2.03	1.04	2.03	1.02
16:07:50	2.01	1.02	2.03	1.02
16:08:31	2.03	1.02	2.03	1.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

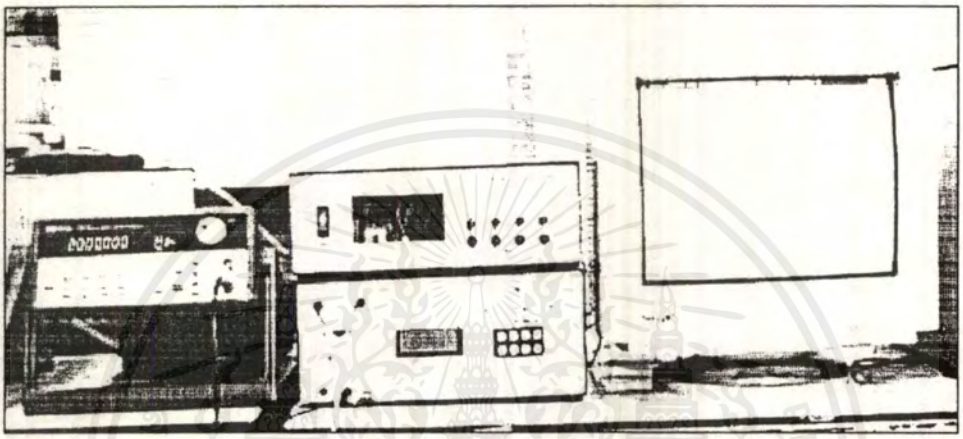
16:09:12	2.01	1.02	2.03	1.04
16:09:53	2.03	1.04	2.07	1.02
16:10:34	2.01	1.02	2.05	1.02
16:11:15	2.01	1.02	2.03	1.02
16:11:56	2.01	1.02	2.03	1.02
16:12:37	2.01	1.02	2.03	1.02
16:13:18	2.03	1.02	2.03	1.02
16:14:00	2.03	1.02	2.03	1.02
16:14:41	2.01	1.02	2.05	1.02
16:15:22	2.01	1.02	2.03	1.02
16:16:03	2.01	1.02	2.03	1.02
16:16:44	2.01	1.02	2.03	1.02
16:17:25	2.01	1.02	2.03	1.02
16:18:07	2.03	1.02	2.03	1.02
16:18:48	2.01	1.02	2.03	1.02
16:19:29	2.01	1.02	2.03	1.02
16:20:11	2.01	1.02	2.03	1.02
16:20:52	2.03	1.02	2.03	1.02
16:21:33	2.01	1.02	2.03	1.02
16:22:15	2.01	1.02	2.03	1.02
16:22:56	2.01	1.02	2.03	1.02
16:23:37	2.01	1.02	2.03	1.02
16:24:19	2.01	1.02	2.03	1.02
16:25:00	2.03	1.02	2.03	1.02
16.25.41	2.01	1.02	2.03	1.02
16:26:23	2.01	1.02	2.03	1.02
16:27:04	2.01	1.02	2.03	1.02
16:27:46	2.03	1.02	2.03	1.02
16:28:27	2.03	1.02	2.03	1.02
16:29:09	2.03	1.04	2.03	1.02
16:29:50	2.01	1.02	2.03	1.02
16:30:32	2.01	1.02	2.03	1.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองป้อนสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมเข้าทางช่องสัญญาณอินพุตที่ 5

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องบันทึกสัญญาณ (ดาตาลอกเกอร์)
- ฟังก์ชัน เจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)
- ออสซิลเลเตอร์ (Oscilloscope)
- สายต่อวงจร
- สายโพรบ (Probe BNC)



รูปที่ 4.18 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ 4.1.2

วิธีการทดลอง

1 เปิดสวิตช์เครื่องบันทึกสัญญาณ พร้อมทั้งต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมเข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

2 ปรับฟังก์ชัน เจนเนอเรเตอร์ให้จ่ายสัญญาณ พัลส์สี่เหลี่ยมขนาด 5 Vp โดยปรับดีซีออฟเซ็ต (DC Offset) ให้สัญญาณมีเฉพาะช่วงบวกเท่านั้น ในการทดลองตั้งความถี่ไว้ที่ 2 Hz และต่อกราวด์เครื่องของฟังก์ชัน เจนเนอเรเตอร์เข้ากับกราวด์ของเครื่องดาตาลอกเกอร์

3 ทำการต่อสัญญาณพัลส์จากฟังก์ชัน เจนเนอเรเตอร์เข้ากับอินพุตช่องสัญญาณที่ 5 ของดาตาลอกเกอร์

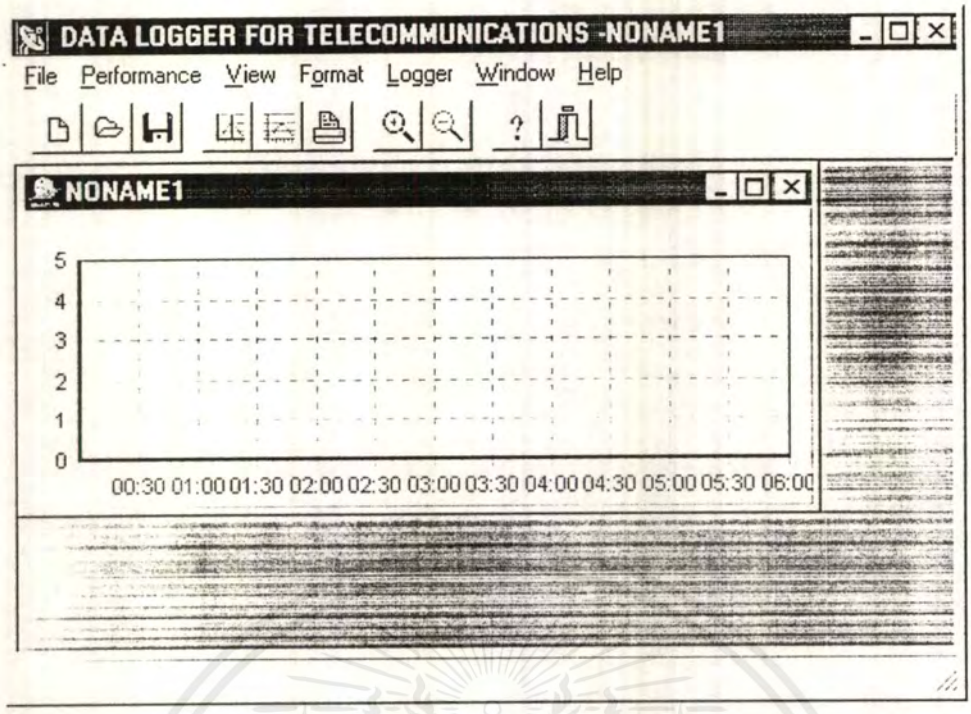
4 ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ดังรูปที่ 4.19

5 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกยูสเซอร์ไอดีจะปรากฏ ไดอะล็อกบ็อกดังรูปที่ 4.20

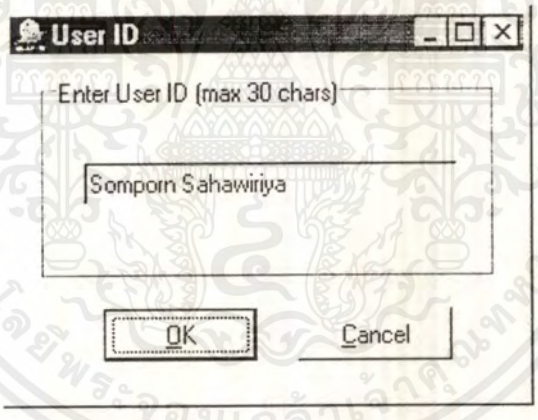
6 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแซมเปิลอินเทอร์วอลหรือกดF11จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูป4.21 ในการทดลองนี้ กำหนดให้แซมเปิลอินเทอร์วอลเท่ากับ 10 วินาที

7 ที่เมนูลอกเกอร์เลือก Gain หรือกด F12 จะปรากฏ ไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูปที่ 4.22

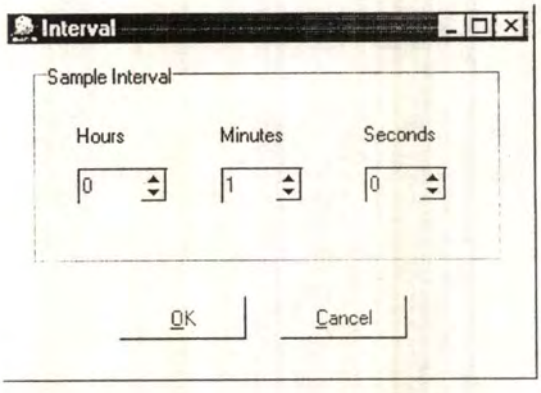
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างเมื่อทำการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล

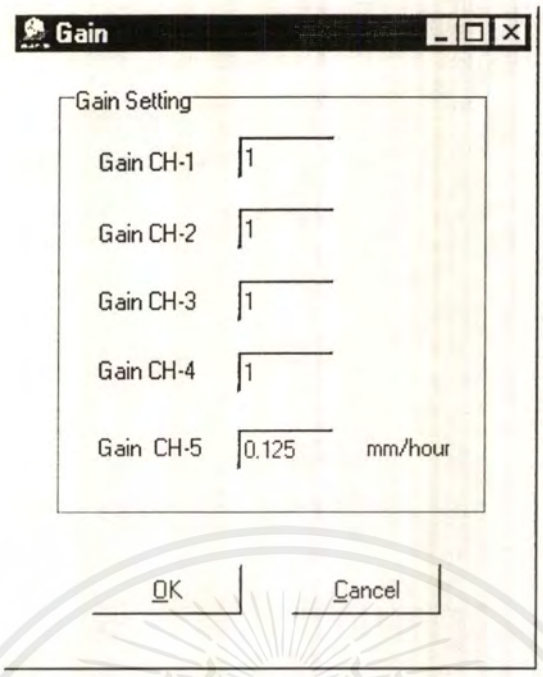


รูปที่ 4.20 แสดงการเซตรหัสประจำตัวผู้ใช้ (User ID)



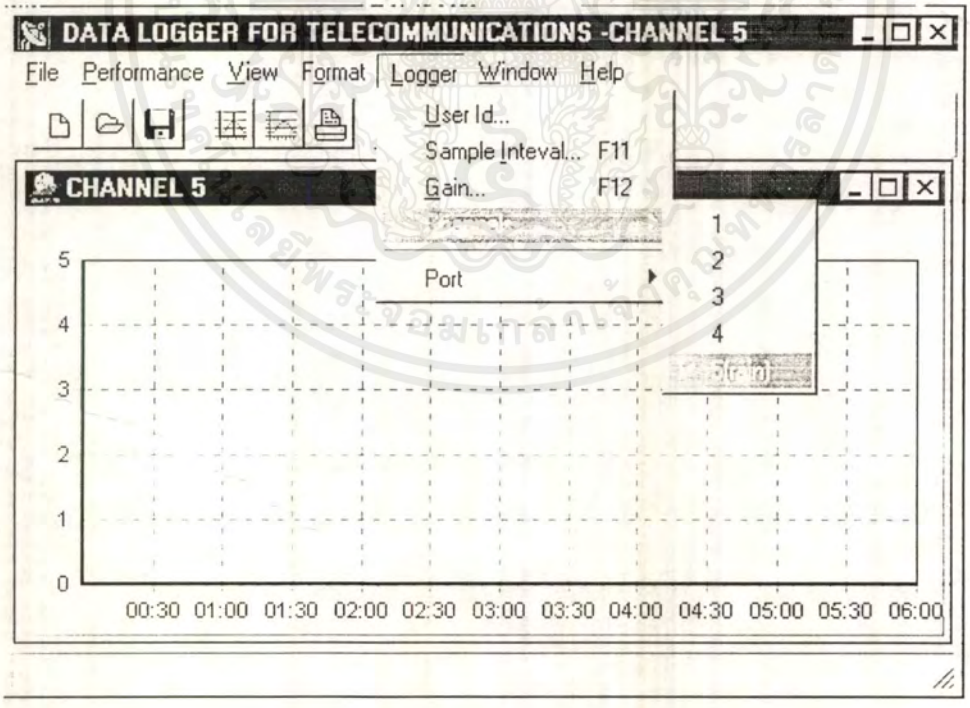
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างการเซตค่าไทม์อินเทอร์วอล (Time Interval)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างการเซตเกน

8 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแชนเนล กำหนดเป็นแชนเนล ดังรูปที่ 4.23

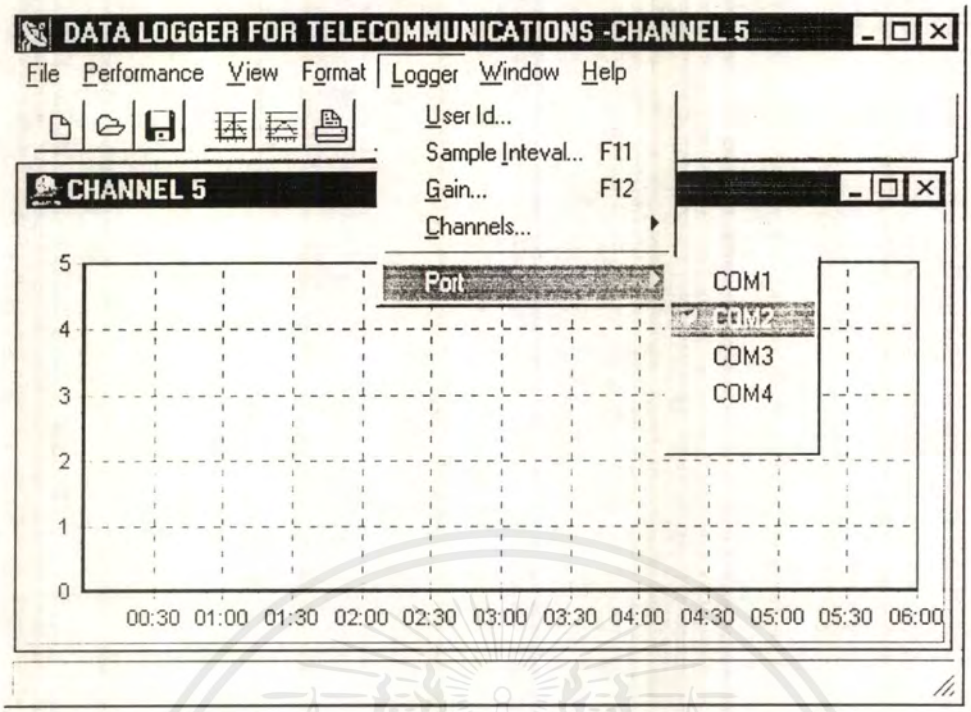


รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างการเลือกแชนเนลที่จะแสดงผล

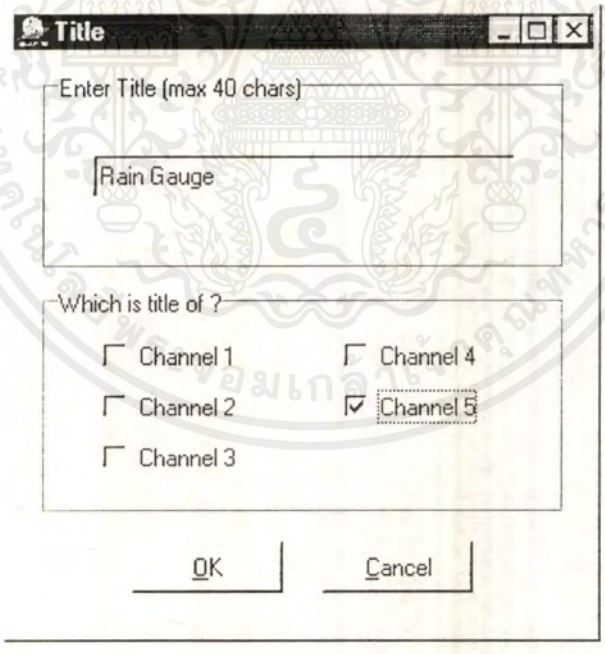
9 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกพอร์ต กำหนดเป็น COM 2 ดังรูปที่ 4.24

10 ที่เมนูฟอร์แมตเลือกไทเทิลจะปรากฏ ไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างการเลือกช่องทางการติดต่อ



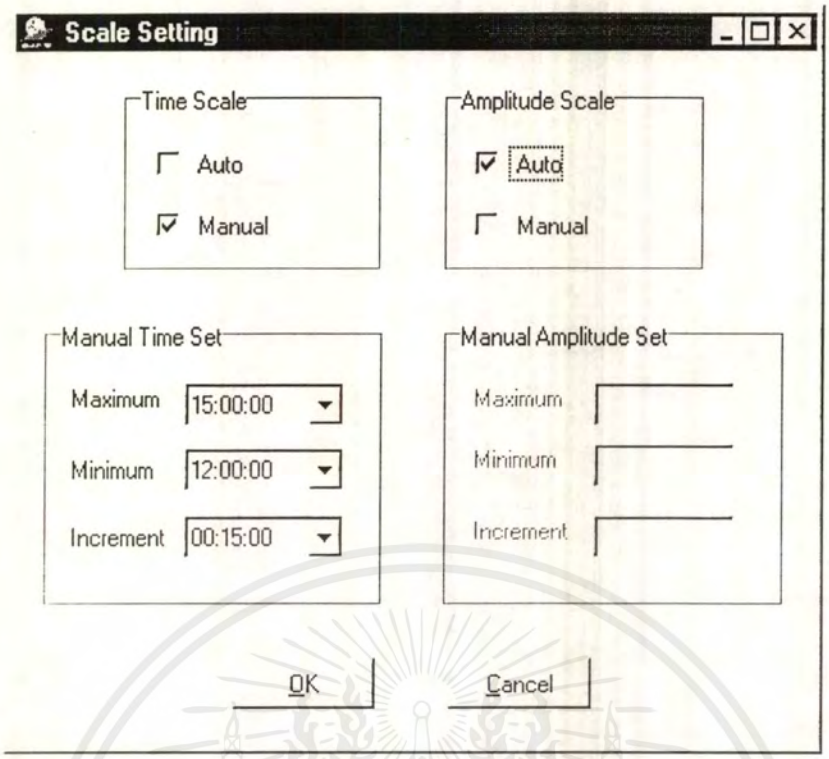
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างการตั้งหัวข้อเรื่อง

11 ที่เมนูฟอร์แมตเลือกสเกลเซตติง แล้วกำหนดตั้งค่าสเกลต่างๆ ดังรูปที่ 4.26

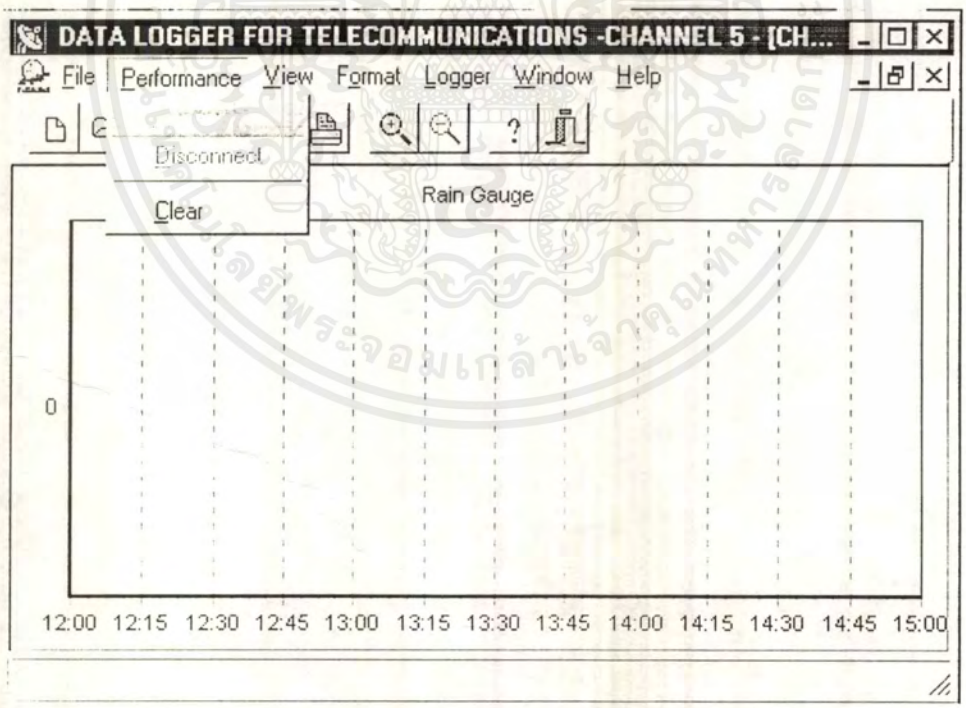
12 ในการวัดปริมาณน้ำฝนนี้ ไม่ต้องเซตแอมปลิจูดยูนิต เนื่องจากโปรแกรมได้ออกแบบกำหนดยูนิตให้อัตโนมัติเป็น mm/hour ไว้แล้ว

13 หลังจากกำหนดค่าต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว คลิกคอนแนคที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ ดังรูปที่ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงการตั้งค่าสเกล

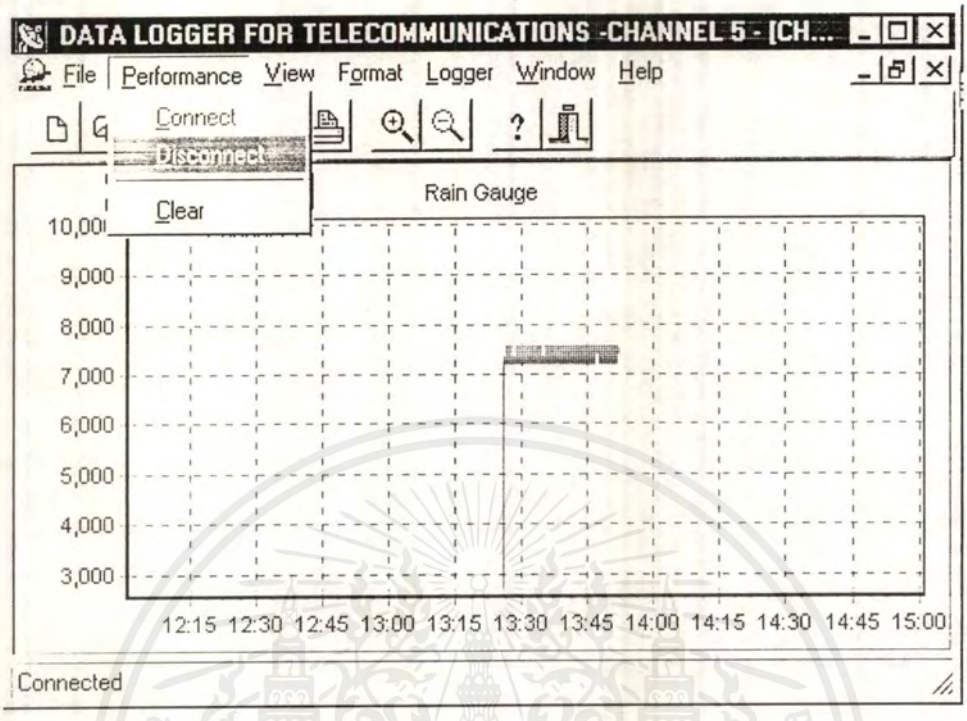


รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect)

14 บันทึกผลการทดลองที่ได้

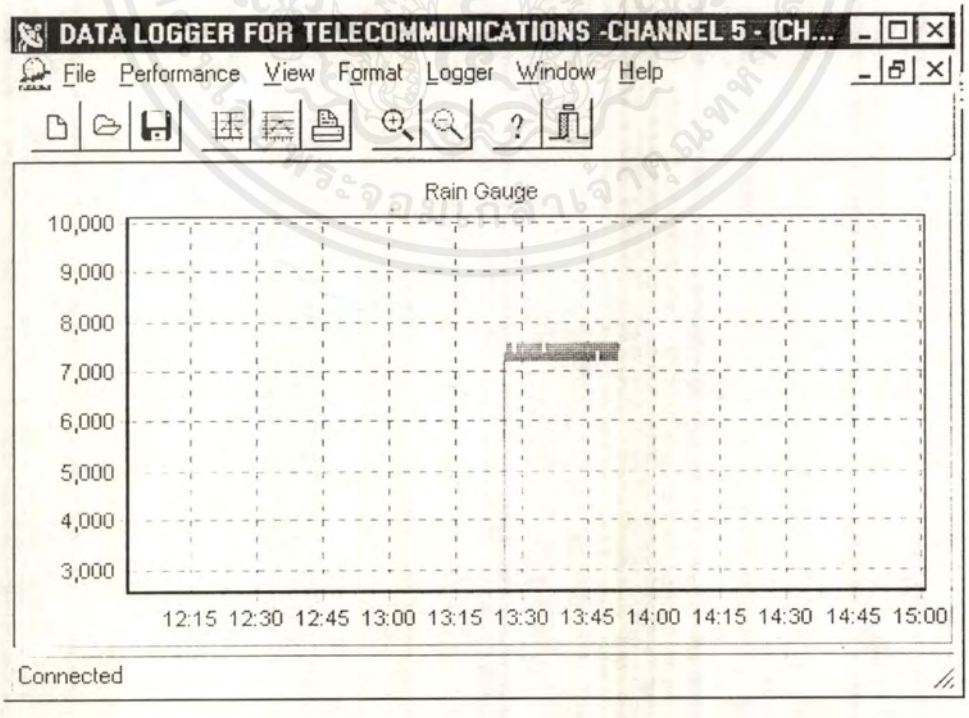
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 เมื่อต้องการยกเลิกการบันทึกสัญญาณ ก็ทำได้โดยที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ คลิกดิสคอนเนคก็จะเป็นการสิ้นสุดการบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างการยกเลือกการเชื่อมต่อ (Disconnect)

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.29 แสดงผลการบันทึกสัญญาณของการทดลอง 4.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำฝนที่แสดงในรูปที่ 4.29 หาได้จากสูตรหาอัตราการตกของปริมาณน้ำฝน

$$\text{อัตราการตกของฝน} = \frac{n \cdot g \cdot h}{t} \quad \text{[mm/hour]}$$

เมื่อ

n = จำนวนพัลส์ทั้งหมดในช่วงเวลาแซมเปิลไทม์ [ลูก]

g = ปริมาตรของกรวยวัดน้ำฝน [mm]

t = ค่า แซมเปิลอินเทอร์วอล ที่กำหนดไว้ [Second]

h = ค่าเวลาใน 1 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3600 วินาที [Second]

ซึ่งในการทดลองใช้สัญญาณพัลส์ความถี่ 2 เฮิร์ต นั่นก็หมายถึง มีจำนวนพัลส์ 2 ลูกใน 1 วินาที ค่าแซมเปิลอินเทอร์วอล (t) ที่กำหนดไว้เป็น 10 วินาที ทำให้ได้จำนวนพัลส์ทั้งหมดในช่วงเวลาแซมเปิลไทม์ (n) เป็น 20 ลูก และในการทดลองเซตปริมาตรของกรวยวัดน้ำฝน (g) เป็น 1 จากสูตรข้างต้นจะได้อัตราการตกของฝนเท่ากับ 7200 mm/hour

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลจากกราฟในรูปที่ 4.29

Filename:	C:\data\11-3-1999-1.txt
User Id :	Somporn Sahawiriya
Total Loggers:	1
Description of ch-1:	-
Description of ch-2:	-
Description of ch-3:	-
Description of ch-4:	-
Description of ch-5:	Rain Gauge
Unit:	mm/hour

Channel 5

13:26:02	7200.00
13:26:23	7200.00
13:26:43	7200.00
13:27:03	7200.00
13:27:24	7560.00
13:27:44	7200.00
13:28:04	7200.00
13:28:24	7200.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13:28:45	7200.00
13:29:05	7560.00
13:29:25	7200.00
13:29:46	7200.00
13:30:06	7560.00
13:30:27	7200.00
13:30:47	7560.00
13:31:07	7200.00
13:31:28	7200.00
13:31:48	7560.00
13:32:09	7560.00
13:32:29	7200.00
13:32:49	7200.00
13:33:10	7200.00
13:33:30	7560.00
13:33:51	7200.00
13:34:11	7560.00
13:34:32	7200.00
13:34:52	7200.00
13:35:13	7560.00
13:35:33	7560.00
13:35:54	7560.00
13:36:14	7560.00
13:36:35	7560.00
13:36:55	7560.00
13:37:16	7560.00
13:37:36	7200.00
13:37:57	7560.00
13:38:17	7200.00
13:38:38	7200.00
13:38:58	7200.00
13:39:19	7200.00
13:39:39	7200.00
13:40:00	7560.00

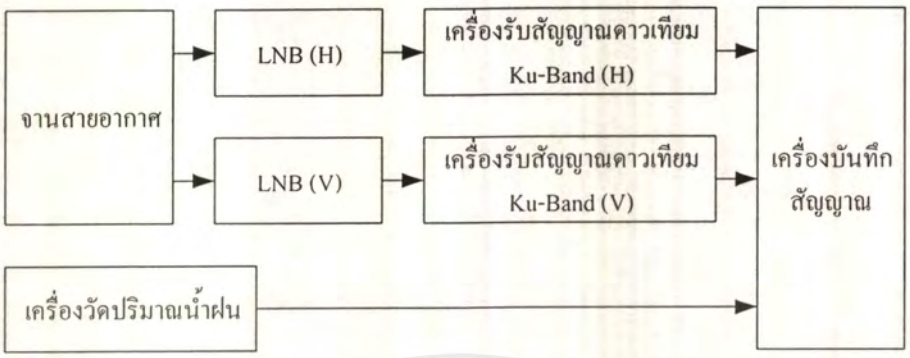
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13:40:20	7560.00
13:40:41	7560.00
13:41:01	7560.00
13:41:22	7200.00
13:41:42	7200.00
13:42:03	7200.00
13:42:24	7200.00
13:42:44	7200.00
13:43:05	7560.00
13:43:25	7560.00
13:43:46	7560.00
13:44:06	7200.00
13:44:27	7200.00
13:44:58	7560.00
13:45:19	7200.00
13:45:39	7200.00
13:46:00	7560.00
13:46:20	7560.00
13:46:41	7560.00
13:47:01	7560.00
13:47:22	7560.00
13:47:43	7560.00
13:48:04	7560.00
13:48:24	7560.00
13:48:45	7560.00
13:49:06	7200.00
13:49:26	7560.00
13:49:47	7560.00
13:50:08	7560.00
13:50:29	7560.00
13:50:50	7200.00
13:51:11	7560.00
13:51:31	7560.00
13:51:52	7200.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองกับสัญญาณที่ใช้งานจริง

4.2.1 การทดลองกับสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่านKu-Band



รูปที่ 4.30 แสดงแผนภาพบล็อก (Block Diagram) ของการทดลอง

โดยใช้ 2 ช่องสัญญาณอินพุต ซึ่งในการทดลองของส่วนนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ

1 การทดลองวัดสัญญาณโดยกำหนดแอมปลิจูดยูนิต เป็น Volts

2 การทดลองวัดสัญญาณโดยกำหนด แอมปลิจูดยูนิต เป็น dBv

3 การทดลองวัดสัญญาณโดยกำหนด แอมปลิจูดยูนิต เป็น dBmv

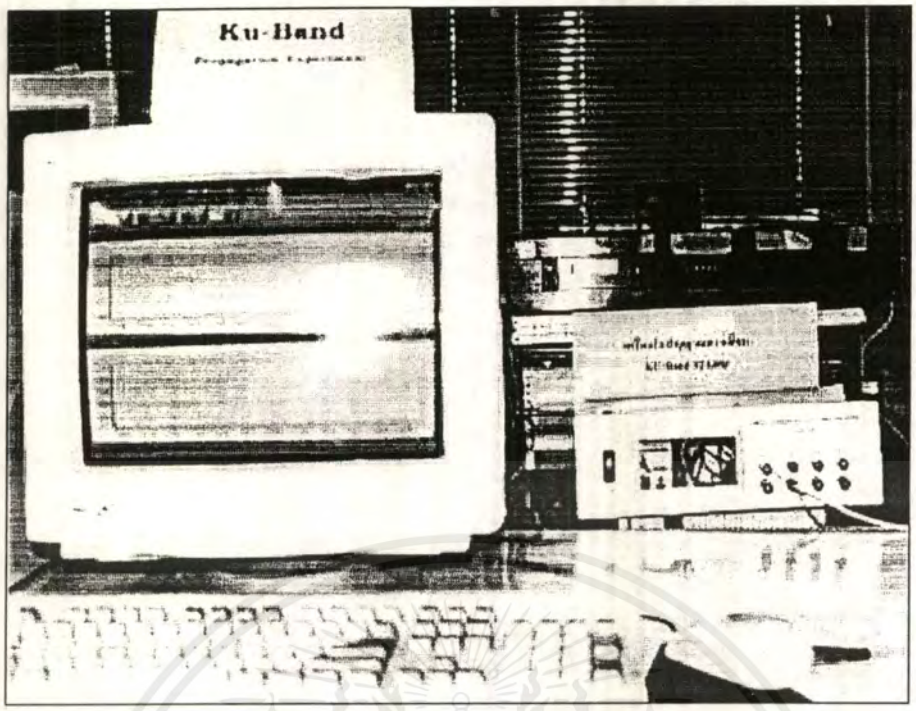
1 การทดลองวัดสัญญาณโดยกำหนดแอมปลิจูดยูนิต เป็น Volts

โดยสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน Ku-Band จะใช้ 2 ช่องสัญญาณ คือ V - โพลาไรเซชัน และ H – โพลาไรเซชัน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องบันทึกสัญญาณ (ดาต้าลอกเกอร์)
- เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน Ku-Band
- ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
- สายต่อวงจร
- สายโพรบ (Probe BNC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

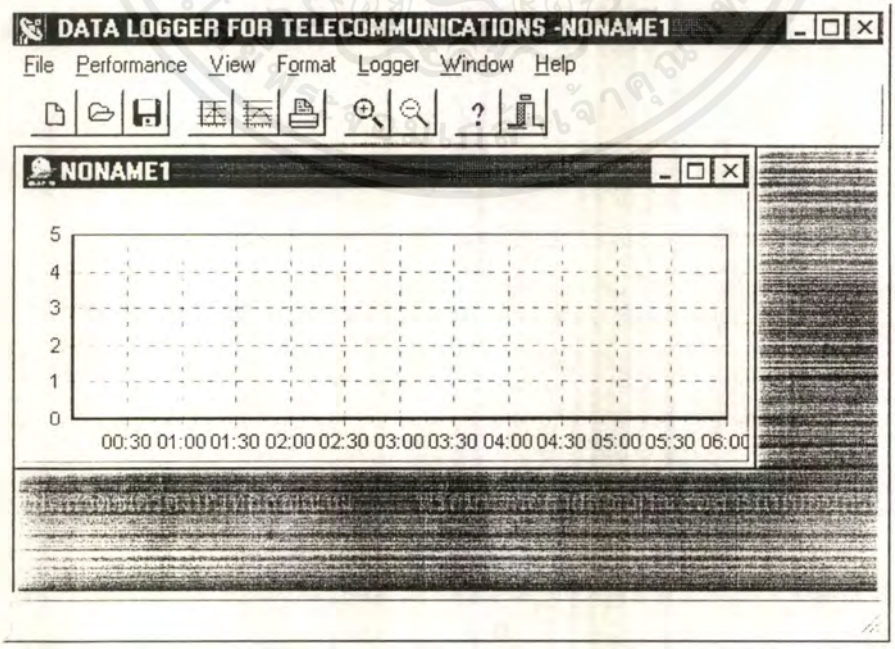


รูปที่ 4.31 แสดงการต่ออุปกรณ์ในการทดลองที่ 4.2.1

<u>วิธีการทดลอง</u>

1 เปิดสวิตช์เครื่องบันทึกสัญญาณ พร้อมทั้งต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมเข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

2 นำสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม V - โพลไรเซชัน ต่อเข้ากับช่องสัญญาณที่ 1 และ H – โพลไรเซชัน ต่อเข้ากับช่องสัญญาณที่ 2 ของเครื่องดาตาลอกเกอร์



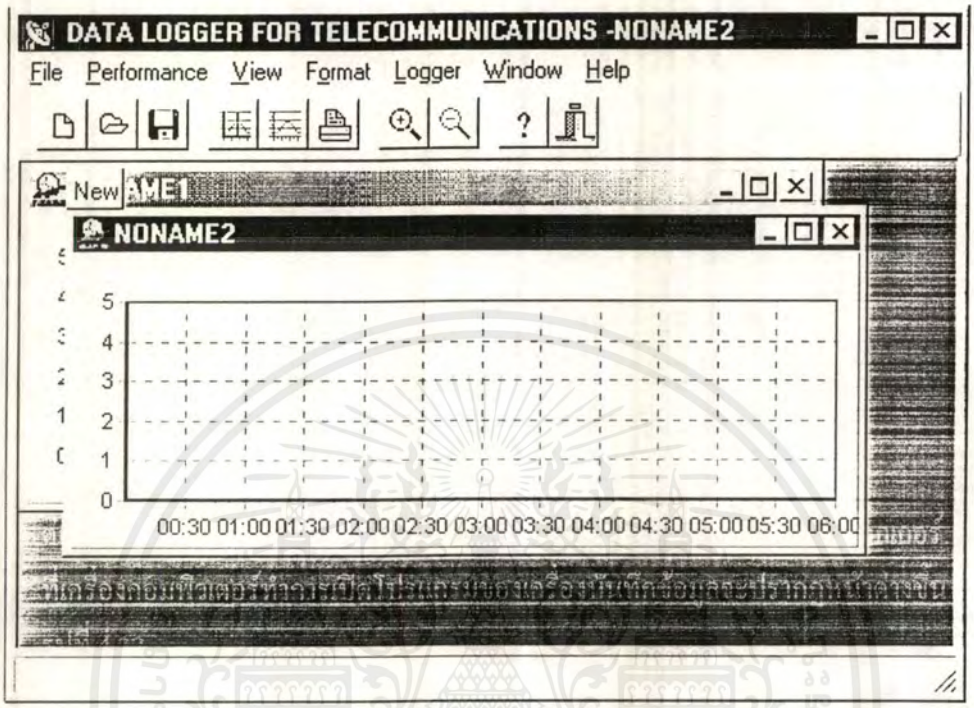
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

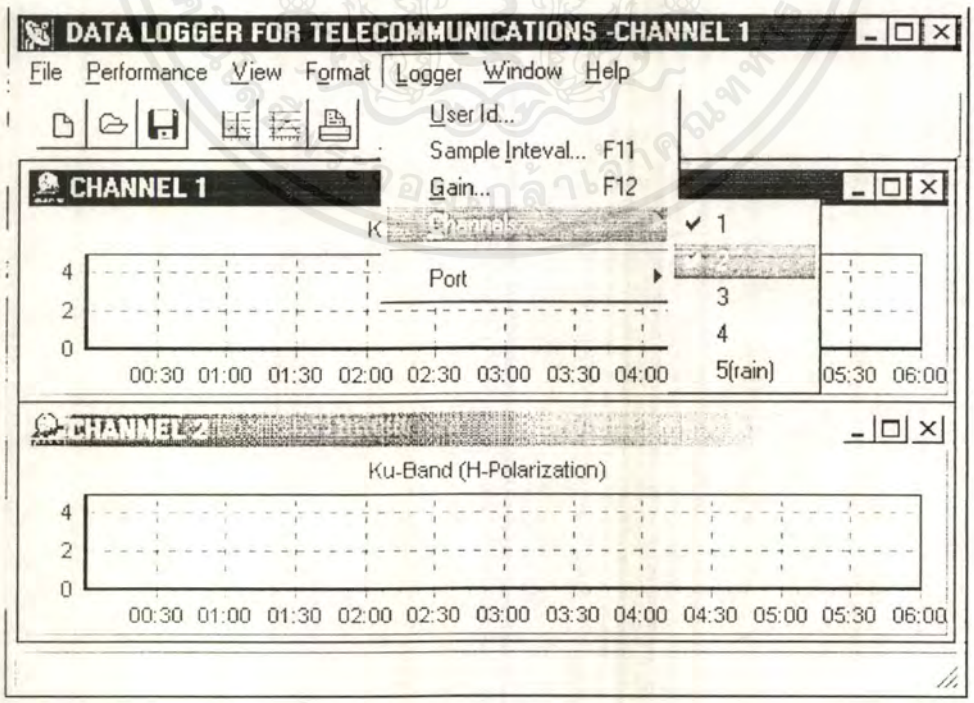
3 ต่อกราวด์เครื่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเข้ากับกราวด์ของเครื่องดาตาลอกเกอร์

4 ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการเปิดโปรแกรมของเครื่องบันทึกข้อมูลจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ดังรูปที่ 4.32

5 สร้างหน้าต่างกราฟใหม่ขึ้นมาอีก 1 หน้าต่าง ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างการสร้างกราฟขึ้นมาใหม่



รูปที่ 4.34 แสดงการเลือกแชนเนลที่จะแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

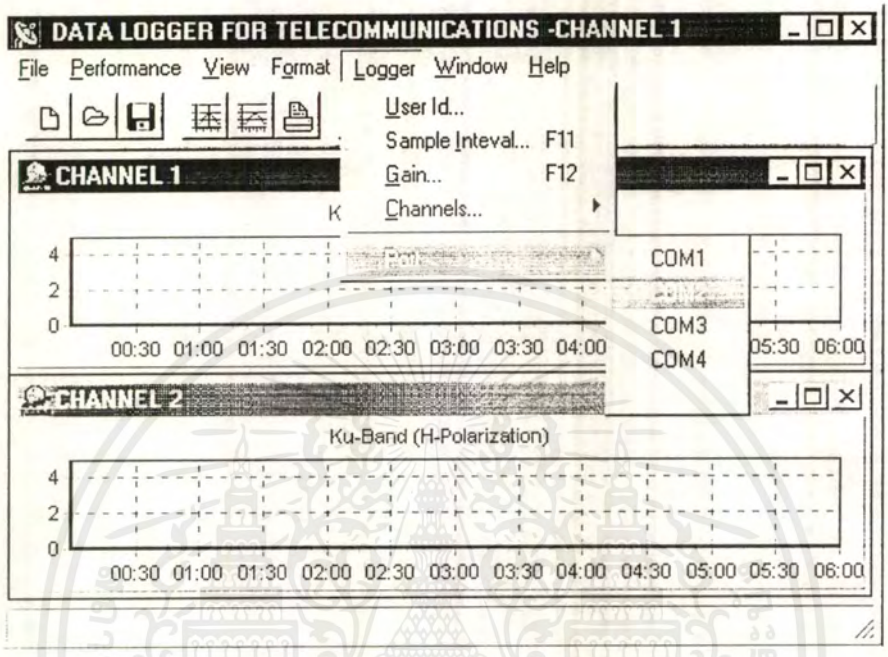
6 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกยูสเซอร์ไอดี จะปรากฏ ไดอะล็อกบ็อกดังรูปที่ 4.4

7 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแซมเปิลอินเทอร์วอล หรือกดF11จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังรูป4.5

8 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกเกน หรือกด F12 จะปรากฏ ไดอะล็อกบ็อกขึ้นมา ดังรูปที่ 4.6

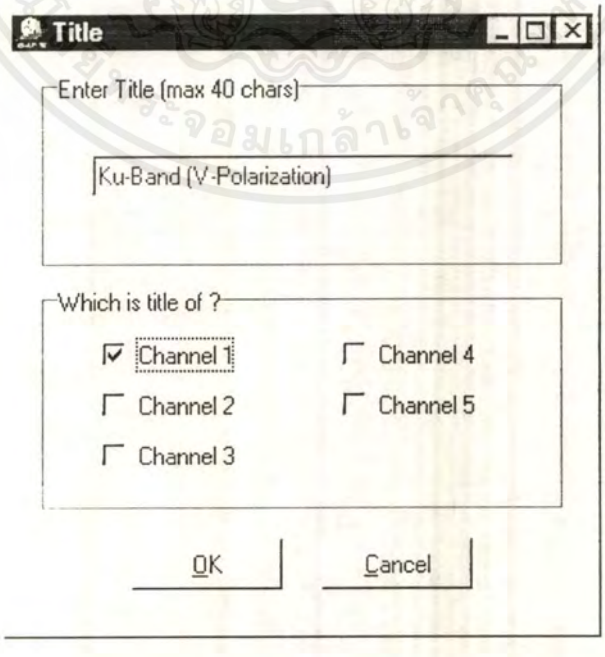
9 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกแชนเนล กำหนดเป็นแชนเนล ดังรูปที่ 4.34

10 ที่เมนูลอกเกอร์เลือกพอร์ต กำหนดเป็น COM 2 ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 แสดงการเลือกช่องทางการสื่อสาร

11 ที่เมนูฟอร์แมตเลือกไทเทิล จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมา ดังรูปที่ 4.36

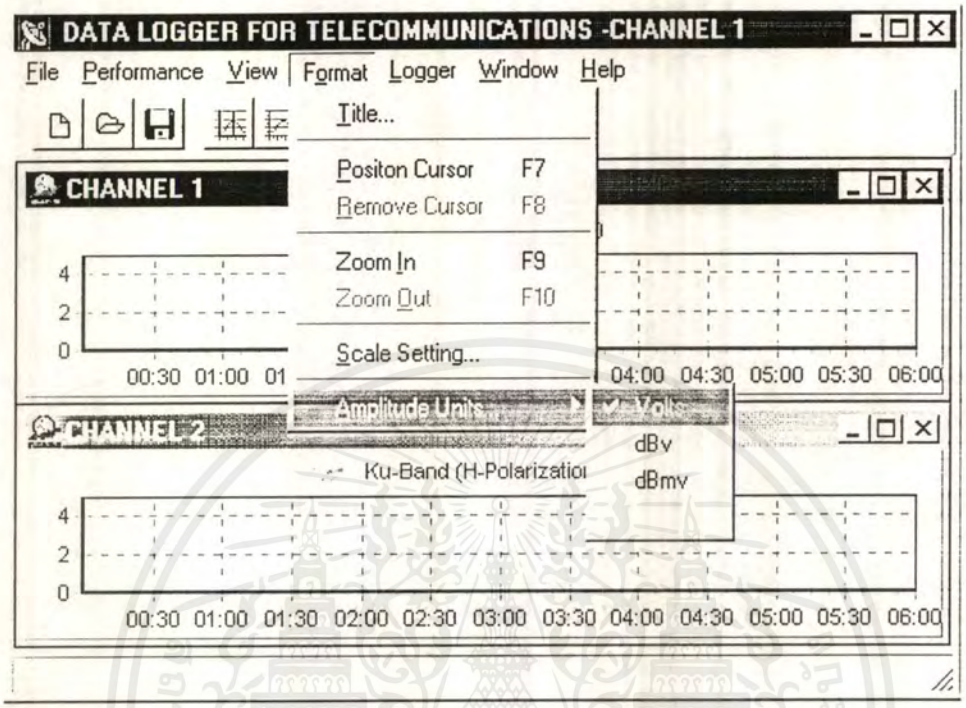


รูปที่ 4.36 แสดงการตั้งชื่อเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

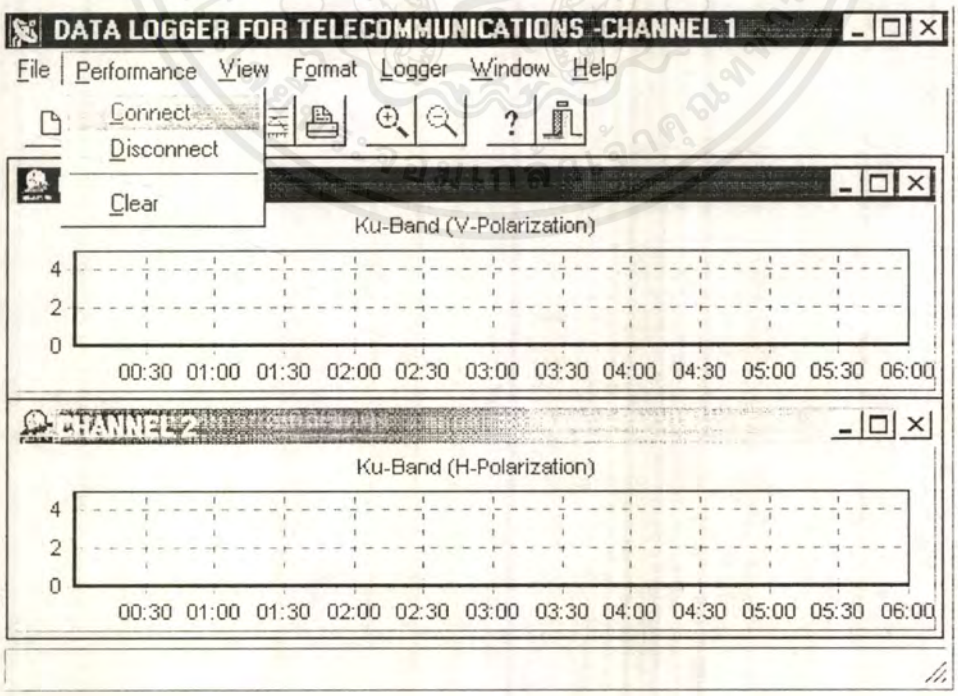
12 ที่เมนูฟอร์แมตเลือกสเกลเซตติง จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมา การกำหนดสเกลขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับระดับของสัญญาณอินพุตที่รับเข้ามา ดังรูปที่ 4.10

13 ที่เมนูฟอร์แมตเลือก แอมปลิจูดยูนิต กำหนดเป็น Volts ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 แสดงการเลือกหน่วยแสดงผล

14 หลังจากกำหนดค่าต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วคลิกคอนเนค ที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ ดังรูปที่ 4.38



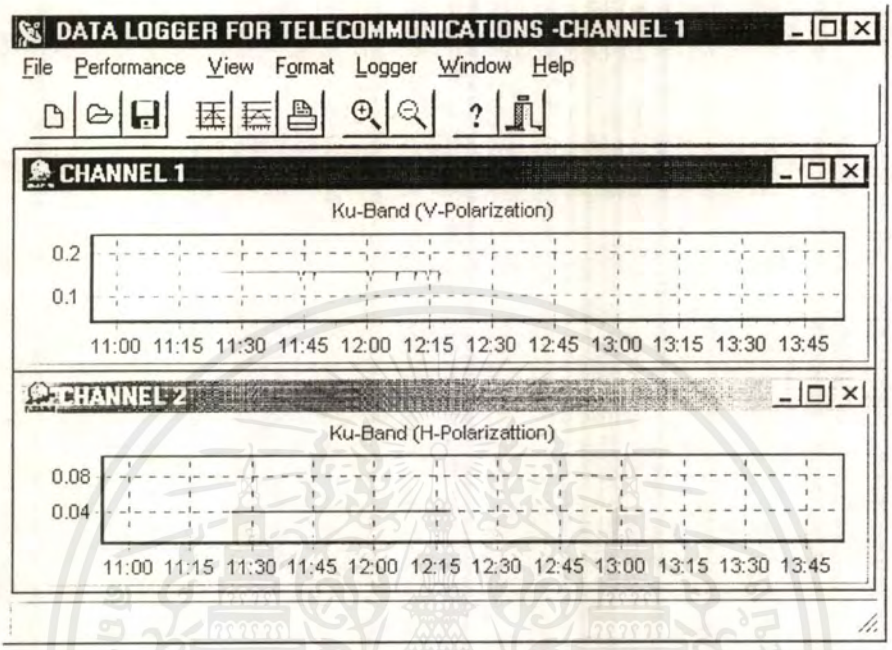
รูปที่ 4.38 แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อ (Connect)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

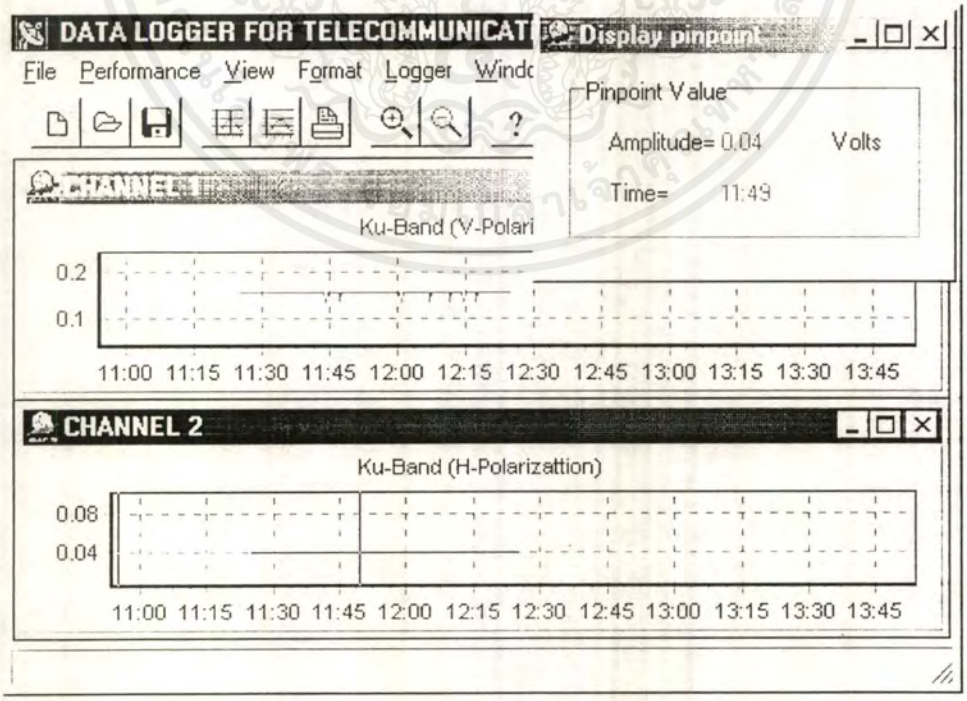
15 บันทึกผลการทดลองที่ได้

16 เมื่อต้องการยกเลิกการบันทึกสัญญาณ ก็ทำได้โดยที่เมนูเพอฟอร์แมนซ์ คลิกดิสคอนเนค ก็จะเป็นการสิ้นสุดการบันทึกข้อมูล

ผลการทดลอง

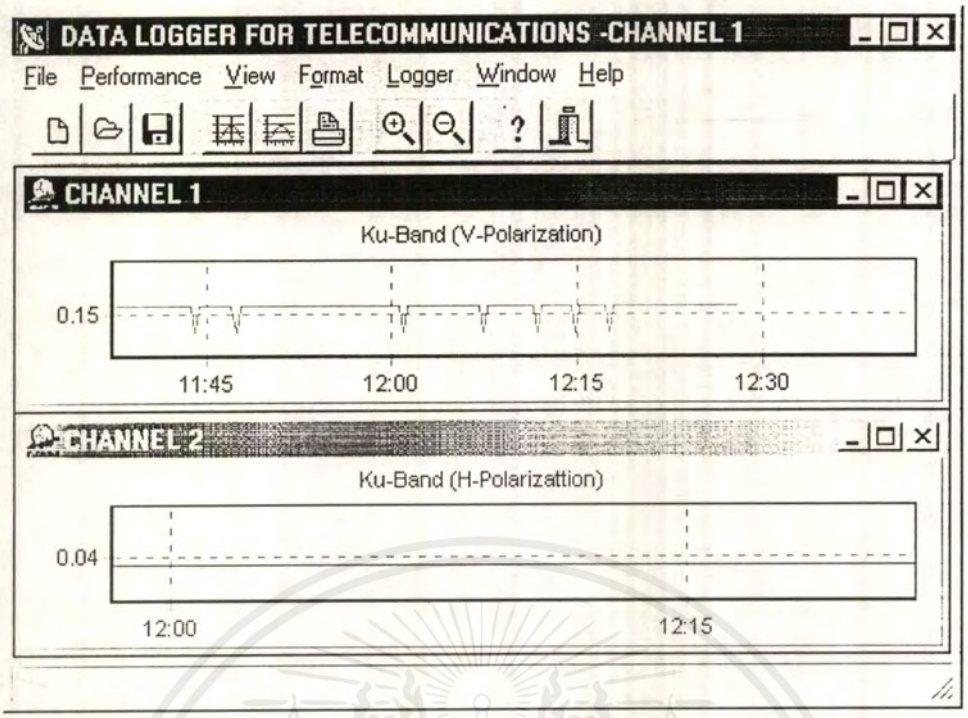


รูปที่ 4.39 แสดงผลการบันทึกที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.40 แสดงผลการทดลองแสดงผลเป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 แสดงการซูม

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลจากกราฟในรูปที่ 4.39

Filename:	C:\data\12-3-1999-3.txt
User Id :	Somporn Sahawiriya
Total Loggers:	2
Description of ch-1:	Ku-Band (V-Polarization)
Description of ch-2:	Ku-Band (H-Polarizattion)
Description of ch-3:	-
Description of ch-4:	-
Description of ch-5:	-
Unit:	Volts

	Channel 1	Channel 2
11:25:33	0.16	0.04
11:26:13	0.16	0.04
11:27:34	0.16	0.04
11:28:14	0.16	0.04
11:29:35	0.16	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

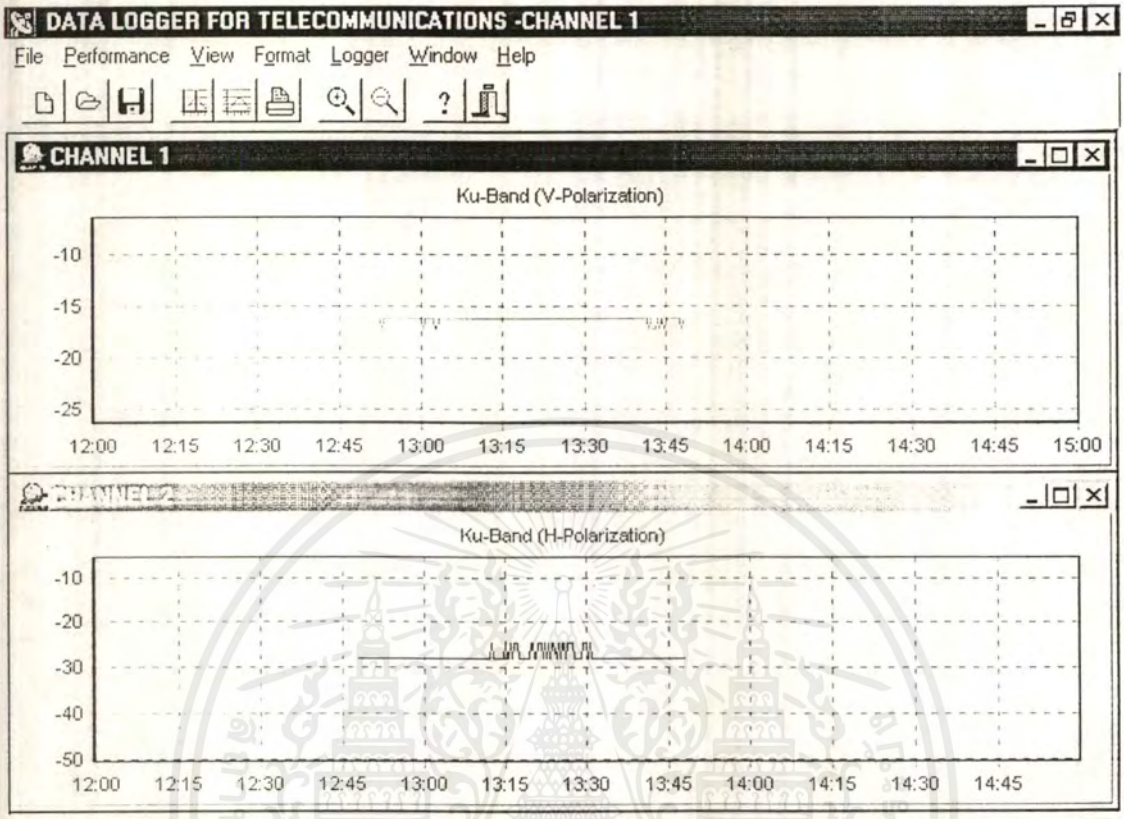
11:30:15	0.16	0.04
11:31:36	0.16	0.04
11:32:16	0.16	0.04
11:33:37	0.16	0.04
11:34:17	0.16	0.04
11:35:38	0.16	0.04
11:36:18	0.16	0.04
11:37:39	0.16	0.04
11:38:19	0.16	0.04
11:39:40	0.16	0.04
11:40:20	0.16	0.04
11:41:41	0.16	0.04
11:42:21	0.16	0.04
11:43:42	0.16	0.04
11:44:22	0.16	0.04
11:45:43	0.16	0.04
11:46:23	0.16	0.04
11:47:44	0.16	0.04
11:48:25	0.16	0.04
11:49:46	0.16	0.04
11:50:26	0.16	0.04
11:51:47	0.16	0.04
11:52:27	0.16	0.04
11:53:48	0.16	0.04
11:54:29	0.16	0.04
11:55:50	0.16	0.04
11:56:30	0.16	0.04
11:57:51	0.16	0.04
11:58:32	0.16	0.04
11:59:53	0.16	0.04
12:00:33	0.16	0.04
12:01:54	0.16	0.04
12:02:35	0.16	0.04
12:03:56	0.16	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

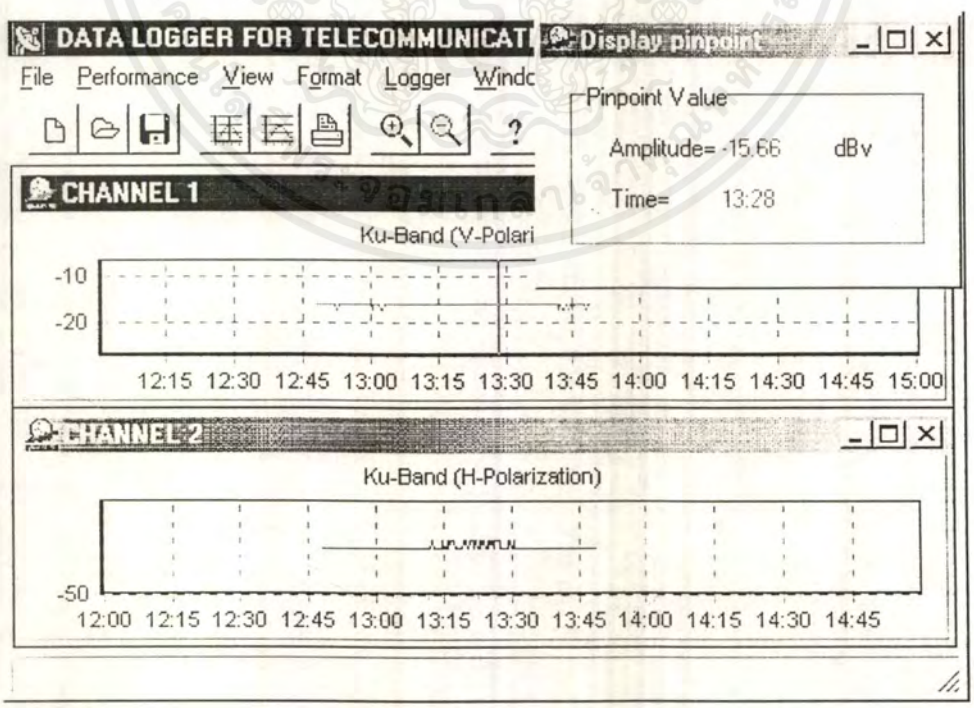
12:04:37	0.16	0.04
12:05:58	0.16	0.04
12:06:39	0.16	0.04
12:08:00	0.16	0.04
12:08:40	0.16	0.04
12:10:01	0.16	0.04
12:10:42	0.16	0.04
12:12:03	0.16	0.04
12:12:44	0.16	0.04
12:14:05	0.16	0.04
12:14:46	0.14	0.04
12:16:08	0.16	0.04
12:16:48	0.16	0.04
12:18:11	0.16	0.04
12:18:52	0.16	0.04
12:20:13	0.16	0.04
12:20:54	0.16	0.04
12:22:16	0.16	0.04
12:22:57	0.16	0.04
12:24:19	0.16	0.04
12:25:00	0.16	0.04
12:26:21	0.16	0.04
12:27:02	0.16	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

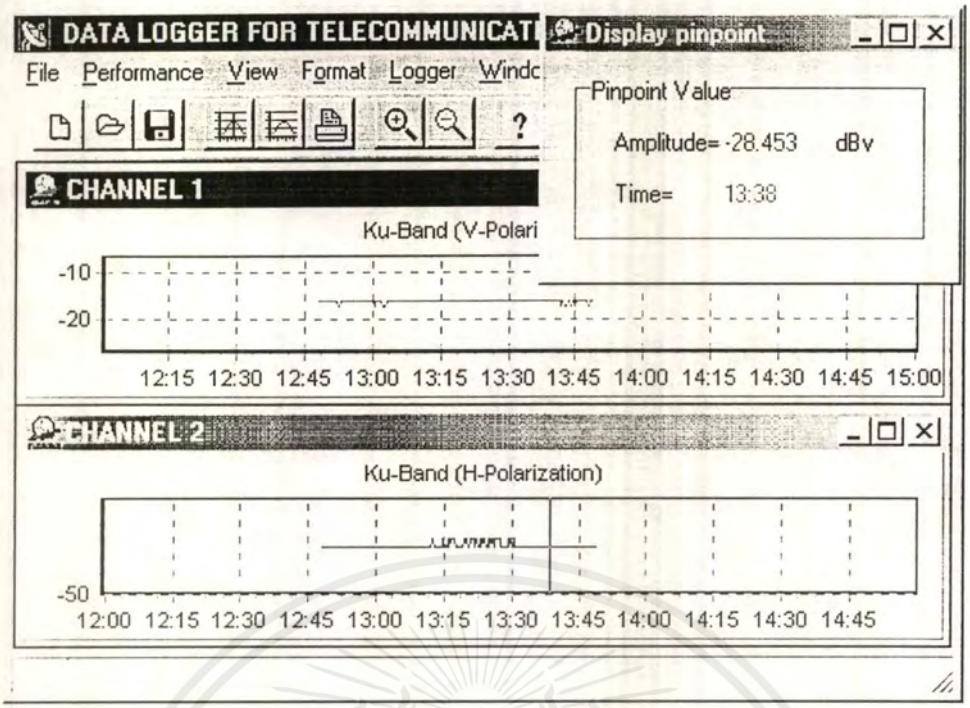


รูปที่ 4.43 แสดงกราฟที่ได้จากการบันทึกผล

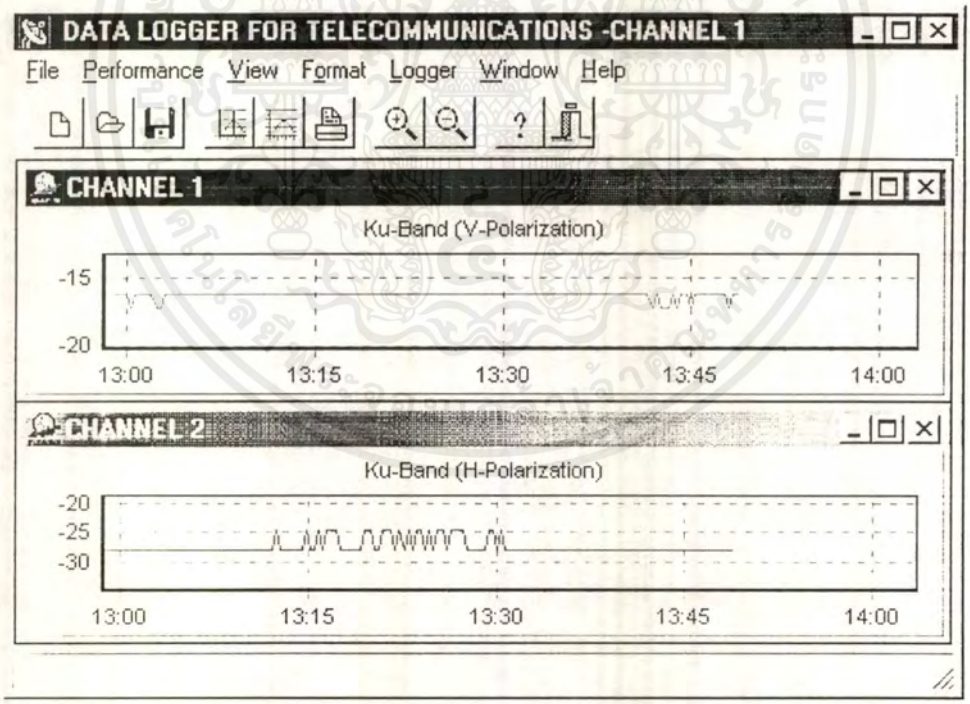


รูปที่ 4.44 แสดงการบอกขนาดเป็นตัวเลขของช่องสัญญาณที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 แสดงการบอกขนาดเป็นตัวเลขของช่องสัญญาณที่ 2



รูปที่ 4.46 แสดงกราฟการซูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลจากกราฟในรูปที่ 4.43

Filename:	C:\data\12-3-1999-4.txt
User Id :	Somporn Sahawiriya
Total Loggers:	2
Description of ch-1:	Ku-Band (V-Polarization)
Description of ch-2:	Ku-Band (H-Polarization)
Description of ch-3:	-
Description of ch-4:	-
Description of ch-5:	-
Unit:	dBv

	Channel 1	Channel 2
12:48:13	-16.12	-28.16
12:48:53	-16.12	-28.16
12:50:14	-16.12	-28.16
12:50:54	-16.12	-28.16
12:52:15	-16.12	-28.16
12:52:55	-16.12	-28.16
12:54:16	-16.12	-28.16
12:54:56	-16.12	-28.16
12:56:16	-16.12	-28.16
12:56:57	-16.12	-28.16
12:58:17	-16.12	-28.16
12:58:58	-16.12	-28.16
13:00:18	-17.28	-28.16
13:00:59	-16.12	-28.16
13:02:19	-17.28	-28.16
13:03:00	-16.12	-28.16
13:04:21	-16.12	-28.16
13:05:01	-16.12	-28.16
13:06:22	-16.12	-28.16
13:07:02	-16.12	-28.16
13:08:23	-16.12	-28.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13:09:03	-16.12	-28.16
13:10:24	-16.12	-28.16
13:11:05	-16.12	-28.16
13:12:26	-16.12	-24.64
13:13:06	-16.12	-28.16
13:14:28	-16.12	-28.16
13:15:08	-16.12	-28.16
13:16:29	-16.12	-24.64
13:17:10	-16.12	-24.64
13:18:31	-16.12	-28.16
13:19:11	-16.12	-28.16
13:20:32	-16.12	-28.16
13:21:13	-16.12	-24.64
13:22:35	-16.12	-28.16
13:23:15	-16.12	-28.16
13:24:37	-16.12	-24.64
13:25:17	-16.12	-24.64
13:26:38	-16.12	-24.64
13:27:19	-16.12	-24.64
13:28:40	-16.12	-28.16
13:29:21	-16.12	-24.64
13:30:42	-16.12	-28.16
13:31:23	-16.12	-28.16
13:32:44	-16.12	-28.16
13:33:25	-16.12	-28.16
13:34:46	-16.12	-28.16
13:35:27	-16.12	-28.16
13:36:49	-16.12	-28.16
13:37:29	-16.12	-28.16
13:38:51	-16.12	-28.16
13:39:32	-16.12	-28.16
13:40:53	-16.12	-28.16
13:41:34	-16.12	-28.16
13:42:56	-17.28	-28.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13:43:36	-16.12	-28.16
13:44:58	-17.28	-28.16
13:45:39	-16.12	-28.16
13:47:00	-16.12	-28.16
13:47:41	-16.12	-28.16
13:49:03	-16.12	-28.16

3 การทดลองวัดสัญญาณโดยกำหนดแอมปลิจูดยูนิตเป็น dBmv

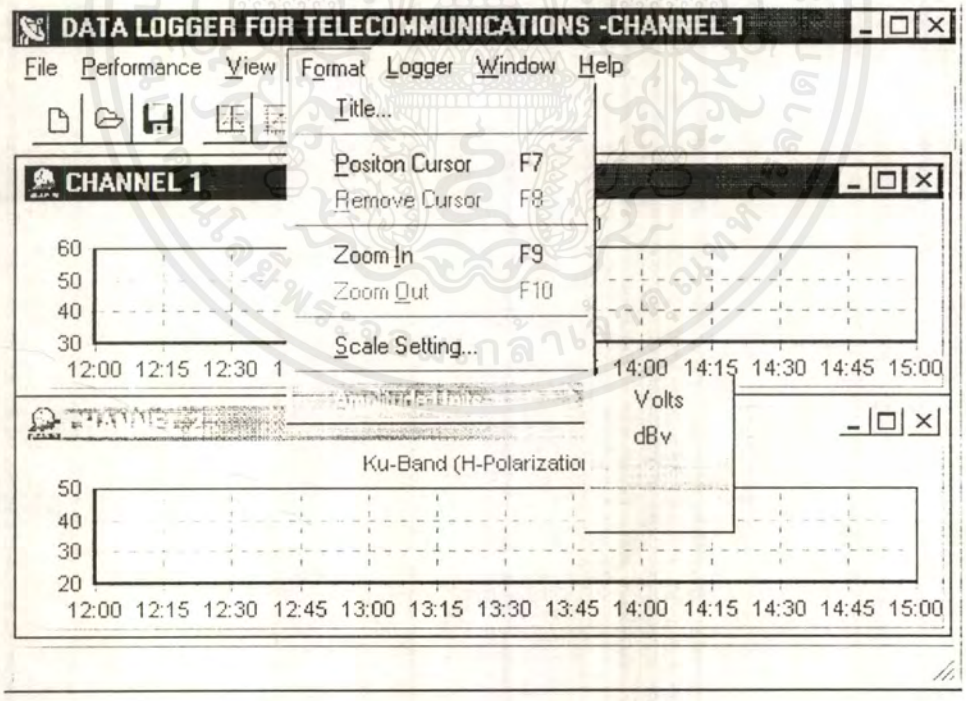
โดยสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน Ku-Band จะใช้ 2 ช่องสัญญาณ คือ V - โพลไรเซชัน และ H – โพลไรเซชัน โดยกำหนดให้แอมปลิจูดยูนิตเป็น dBmv

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจะใช้ชุดเดียวกับการทดลองที่ 1

<u>วิธีการทดลอง</u>

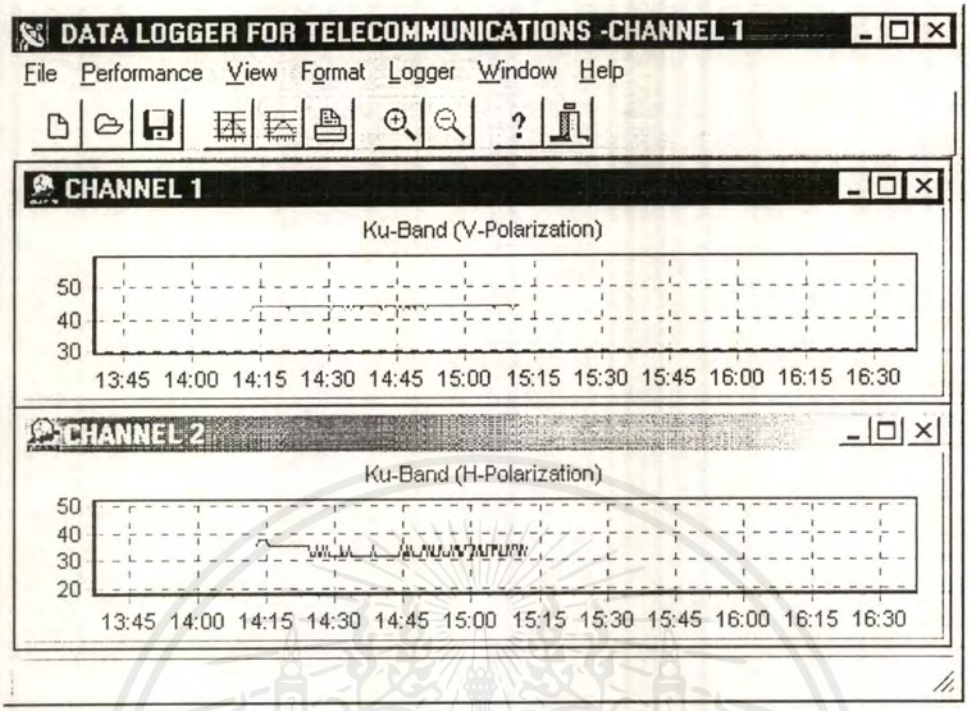
ทำเหมือนกับหัวข้อการทดลองที่ 1 เพียงแต่กำหนดแอมปลิจูดยูนิตใหม่เป็น dBmv ดังรูปที่ 3.47



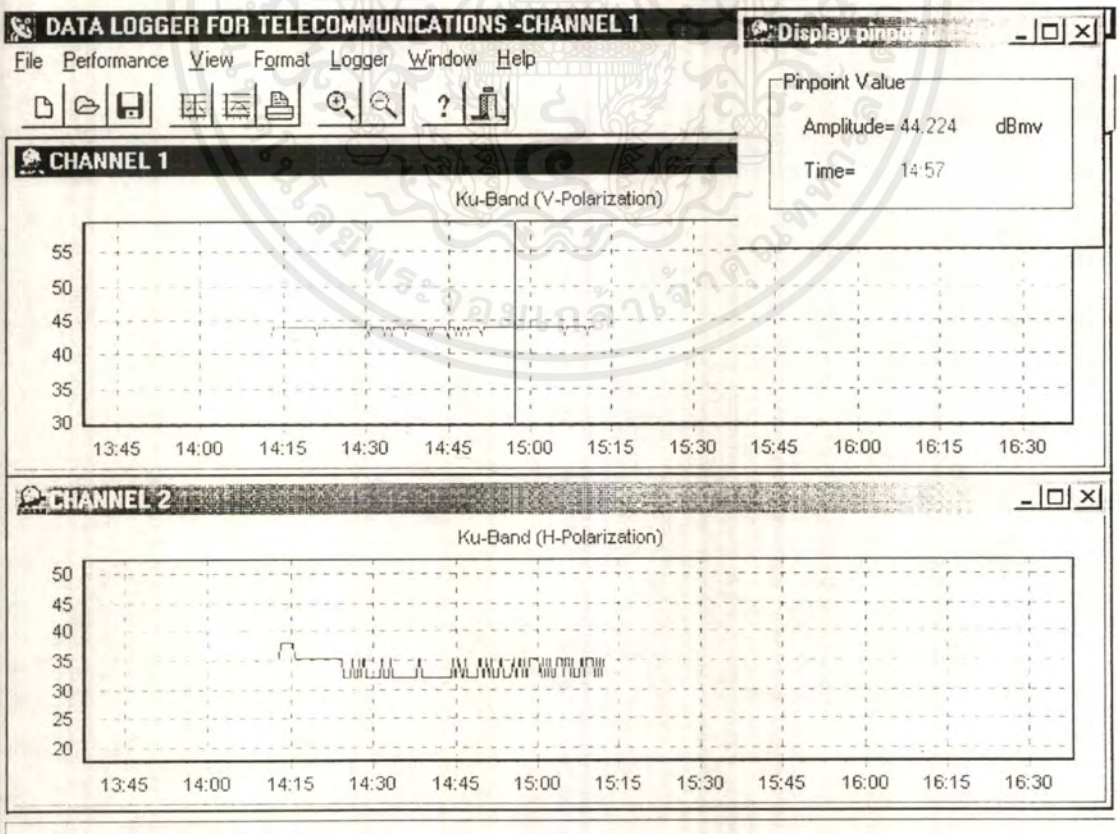
รูปที่ 4.47 แสดงการเลือกแอมปลิจูดยูนิตเป็น dBmv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

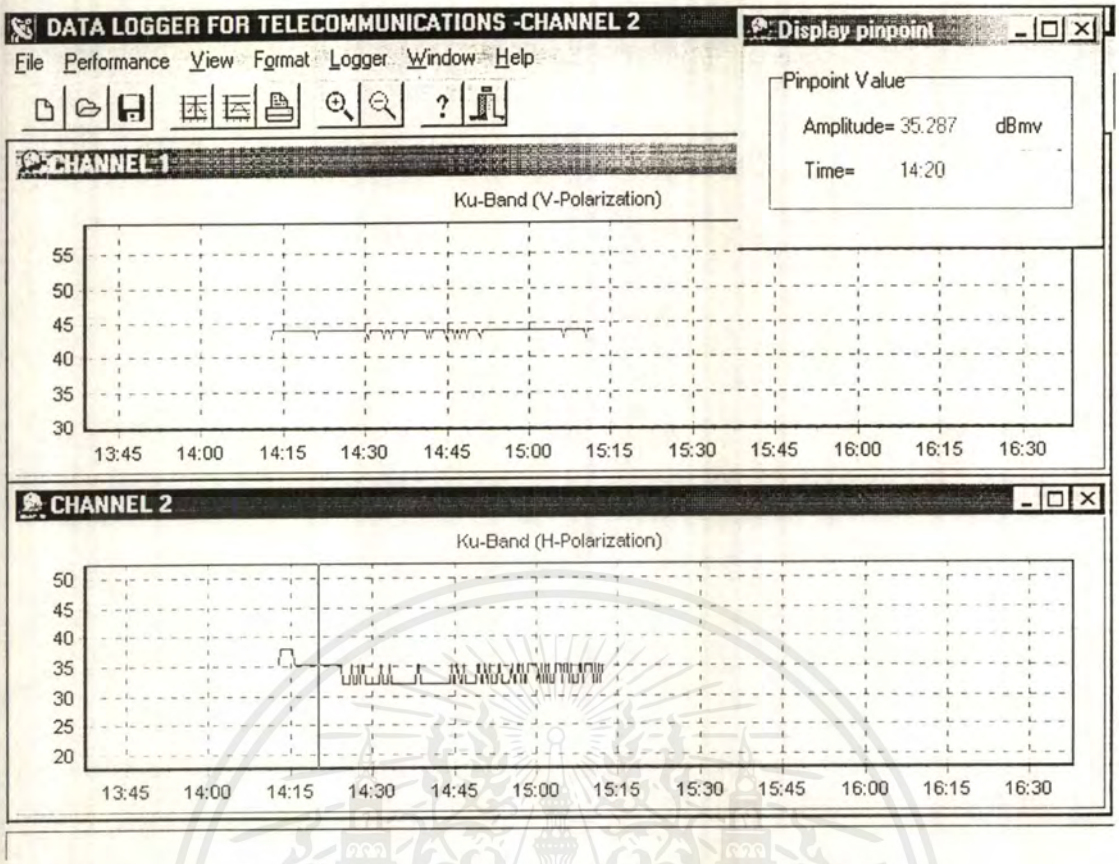


รูปที่ 4.48 แสดงกราฟแสดงผลหน่วยเป็น dBmv

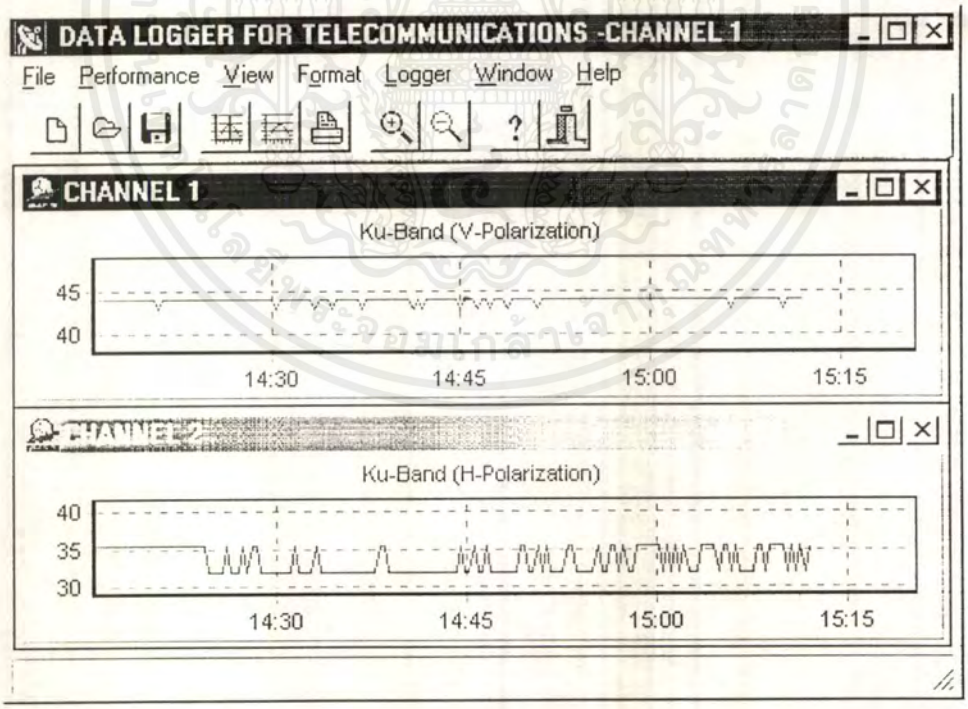


รูปที่ 4.49 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.50 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลขของแชนเนล 2



รูปที่ 4.51 แสดงกราฟการซูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลจากกราฟในรูปที่ 4.47

Filename:	C:\data\12-3-1999-5.txt
User Id :	Somporn Sahawiriya
Total Loggers:	2
Description of ch-1:	Ku-Band (V-Polarization)
Description of ch-2:	Ku-Band (H-Polarization)
Description of ch-3:	-
Description of ch-4:	-
Description of ch-5:	-
Unit:	dBmv

	Channel 1	Channel 2
14:13:17	43.88	37.86
14:13:57	43.88	37.86
14:15:37	43.88	35.36
14:16:18	43.88	35.36
14:17:39	43.88	35.36
14:18:19	43.88	35.36
14:19:40	43.88	35.36
14:20:21	43.88	35.36
14:21:41	43.88	35.36
14:22:21	43.88	35.36
14:23:42	43.88	35.36
14:24:23	43.88	35.36
14:25:43	43.88	31.84
14:26:24	43.88	31.84
14:27:44	43.88	31.84
14:28:25	43.88	35.36
14:29:45	43.88	31.84
14:30:26	42.72	31.84
14:31:47	43.88	31.84
14:32:27	43.88	31.84
14:33:48	43.88	31.84
14:34:28	43.88	31.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

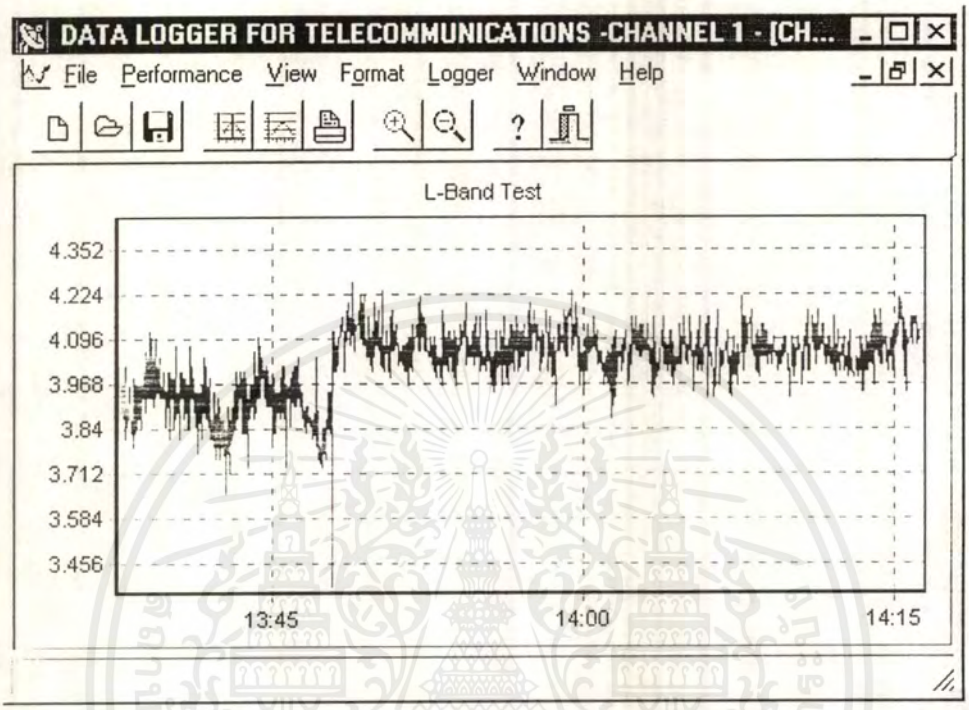
14:35:49	43.88	31.84
14:36:30	43.88	31.84
14:37:50	43.88	31.84
14:38:31	43.88	35.36
14:39:52	43.88	31.84
14:40:33	43.88	31.84
14:41:54	42.72	31.84
14:42:34	43.88	31.84
14:43:55	43.88	31.84
14:44:36	43.88	35.36
14:45:57	43.88	31.84
14:46:37	43.88	35.36
14:47:58	43.88	31.84
14:48:39	42.72	31.84
14:50:00	43.88	31.84
14:50:40	43.88	35.36
14:52:02	43.88	31.84
14:52:42	43.88	31.84
14:54:03	43.88	31.84
14:54:44	43.88	31.84
14:56:05	43.88	31.84
14:56:46	43.88	35.36
14:58:07	43.88	31.84
14:58:48	43.88	35.36
15:00:09	43.88	35.36
15:00:49	43.88	35.36
15:02:10	43.88	35.36
15:02:51	43.88	31.84
15:04:12	43.88	35.36
15:04:53	43.88	31.84
15:06:15	42.72	35.36
15:06:55	43.88	31.84
15:08:17	43.88	35.36
15:08:58	43.88	35.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

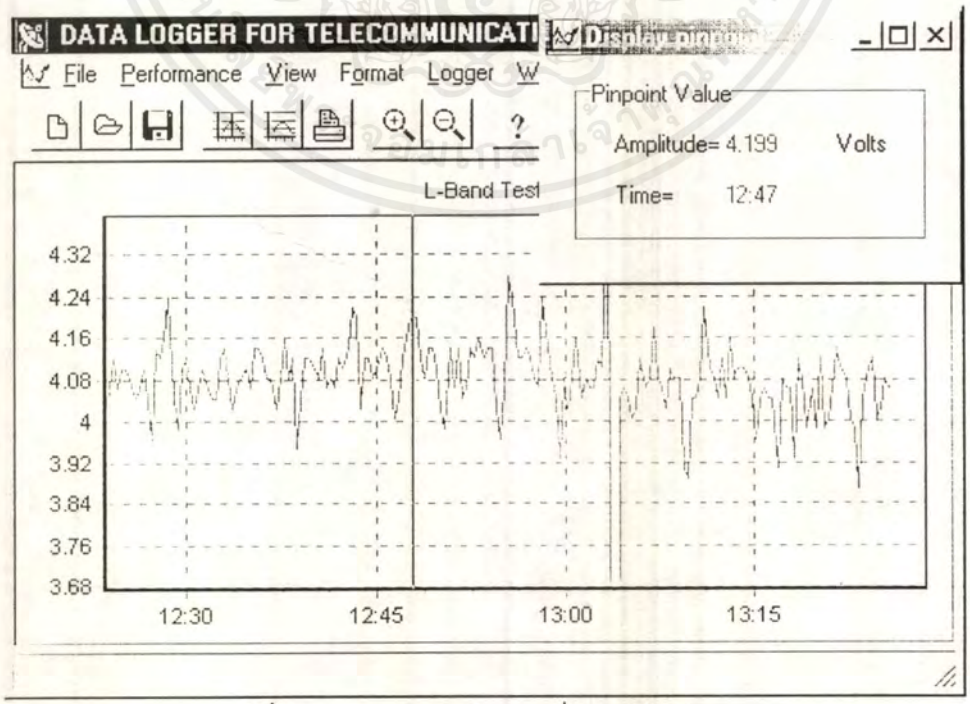
4.2.2 การทดลองบันทึกระดับสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band

อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลองจะเหมือนกับการทดลองที่ 2.2.1 ในหัวข้อที่ 1 แต่สัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าไปนั้นเปลี่ยนเป็นสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band

<u>ผลการทดลอง</u>

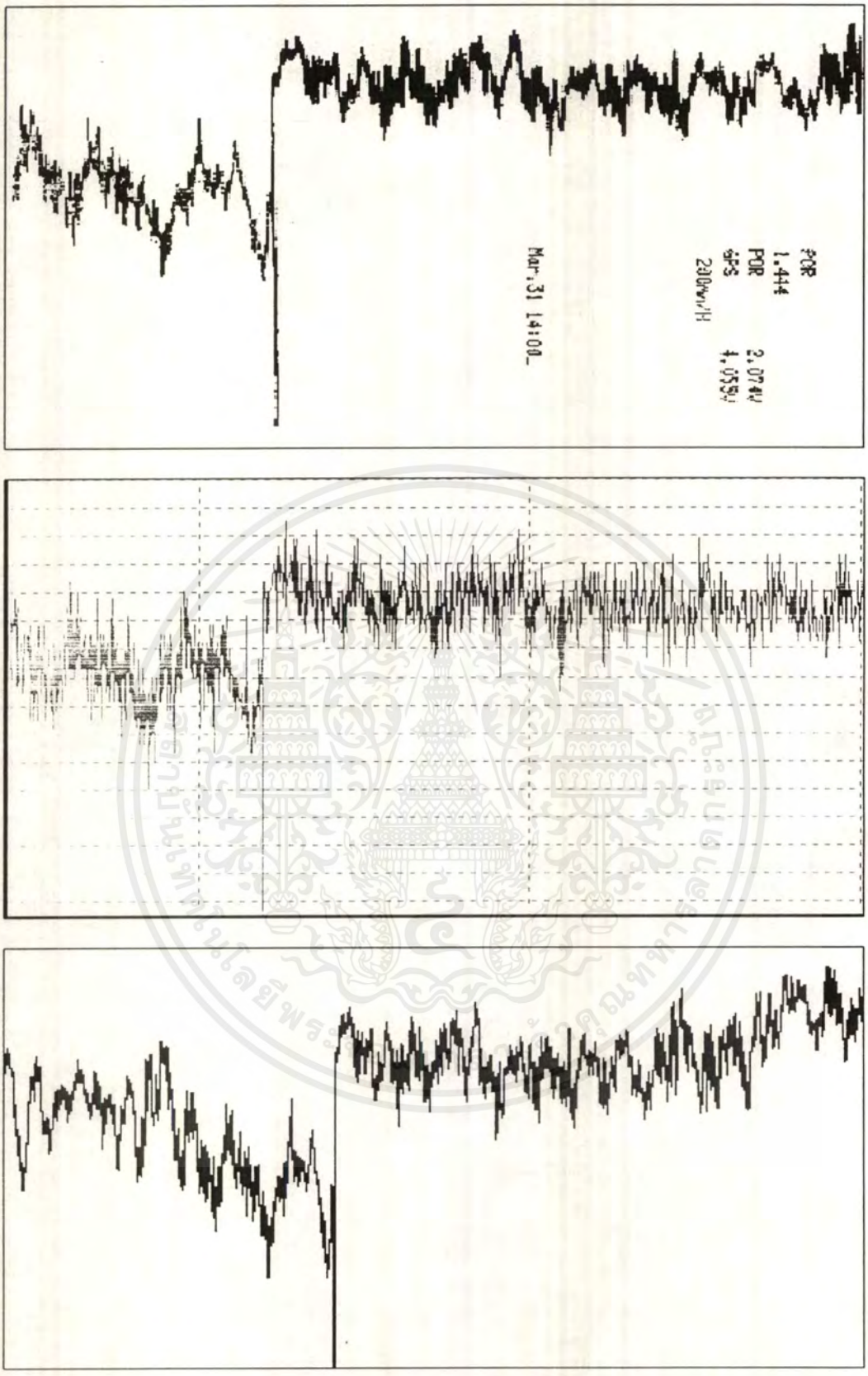


รูปที่ 4.52 แสดงผลการบันทึกของดาต้าล็อกเกอร์จากการวัดสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band



รูปที่ 4.53 แสดงระดับสัญญาณที่วัดได้เป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.54 แสดงผลการบันทึกวัดสัญญาณดาวเทียมย่าน L-Band
ภาพบนจากเครื่องของเครื่อง YOKOGAWA LR4110E ภาพกลางจากกราฟแสดงผลเครื่องดาตาล็อกเกอร์
ภาพล่างจากกราฟแสดงผลจากซอฟต์แวร์ของ YOKOGAWA

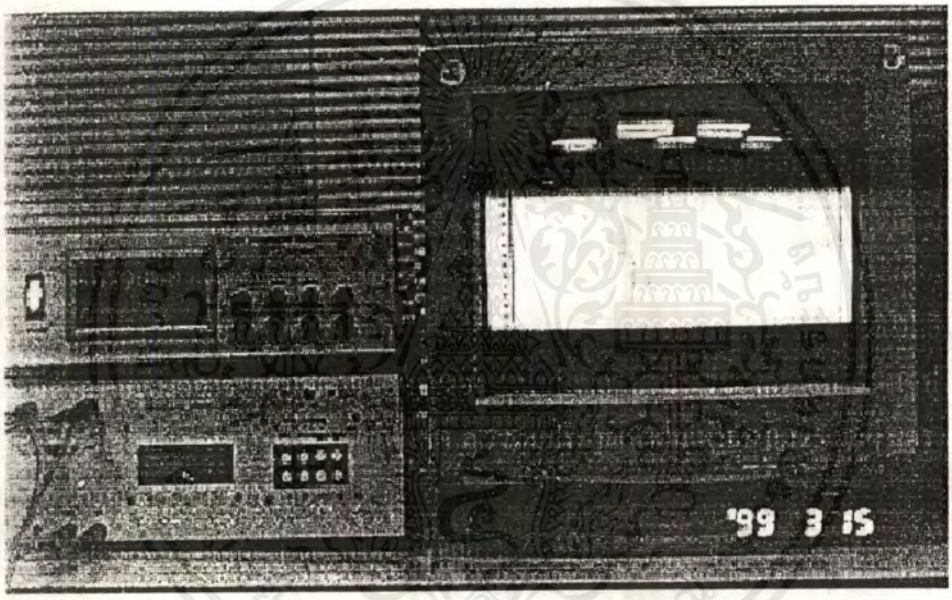
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองบันทึกปริมาณน้ำฝนกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน โดยใช้ช่องสัญญาณที่5

สัญญาณที่ได้จากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนนั้นเป็นสัญญาณพัลส์ โดยสัญญาณพัลส์ที่ได้จะเกิดจากการที่กรวยของเครื่องวัดรองรับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจนเต็มกรวยแล้วคานกระเดื่องที่กรวยก็จะตกลงเพื่อทำการถ่ายน้ำในกรวยออก ช่วงที่คานกระเดื่องตกลงนั้นก็จะทำการสวิตช์ให้เกิดพัลส์ 1 ลูก แล้วคานกระเดื่องจะกลับที่เดิมเพื่อที่จะรองรับน้ำฝนต่อ ปริมาตรของกรวยที่ใช้นั้นมีปริมาณเท่ากับ 0.125 มิลลิเมตร จะทำให้สัญญาณพัลส์ 1 ลูก จะมีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0.125 มิลลิเมตร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องบันทึกสัญญาณ (ดาตาลอกเกอร์)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน
- สายต่อวงจร

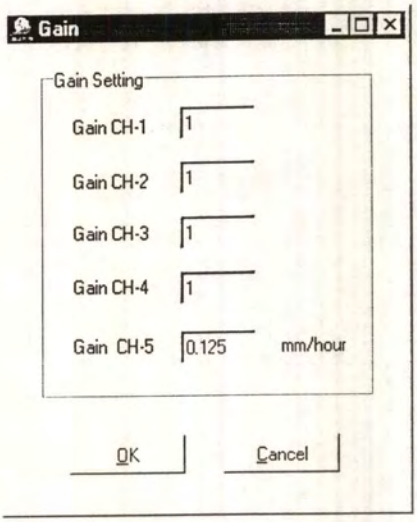


รูปที่ 4.55 แสดงการต่ออุปกรณ์การทดลองที่ 4.2.3

วิธีการทดลอง

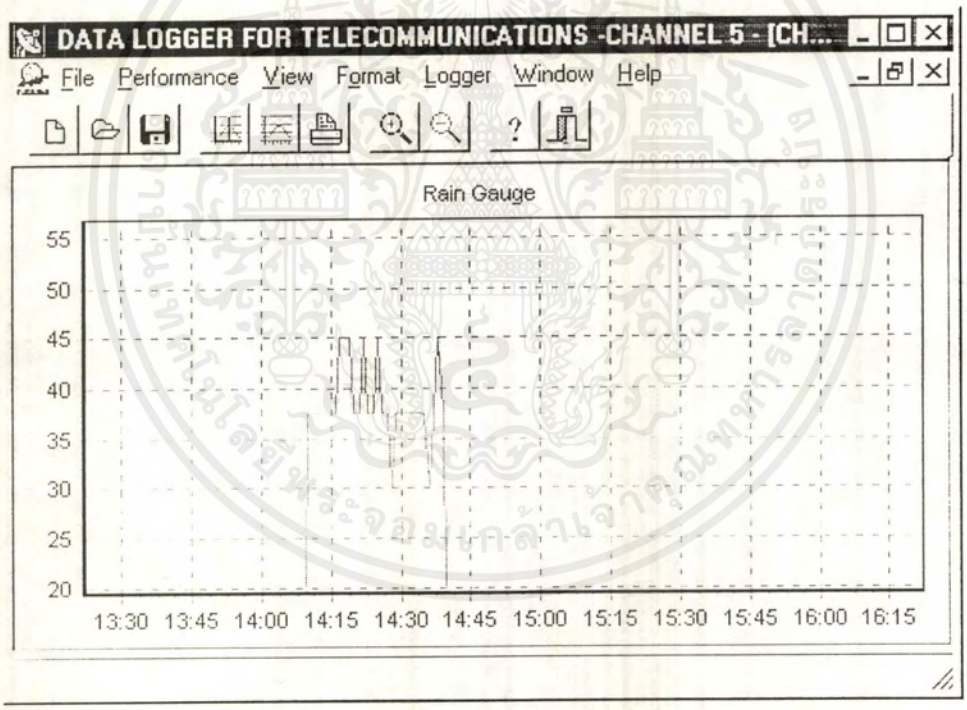
ทำเหมือนกับการทดลองในหัวข้อการทดลองที่ 4.1.2 เพียงแต่ทำการเปลี่ยนสัญญาณอินพุตจากการบันทึกสัญญาณจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ มาเป็นการบันทึกสัญญาณจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้งานจริง ซึ่งในการทดลองนั้นจะทำการเทน้ำใส่ในกรวยรับน้ำฝนของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ปริมาตรของกรวย ที่ใช้นั้นมีปริมาณเท่ากับ 0.125 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงทำการกำหนดเกน ของเครื่องรับปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0.125 เนื่องจากสัญญาณพัลส์ 1 ลูก จะมีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0.125 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



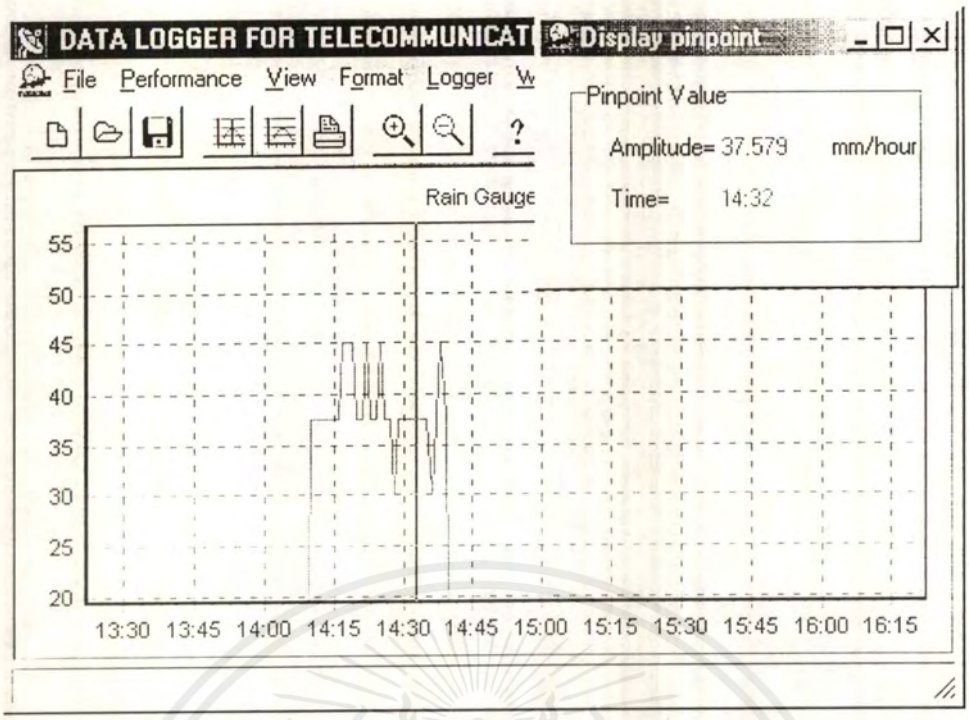
รูปที่ 4.56 แสดงการเซตค่าเกน

ผลการทดลอง

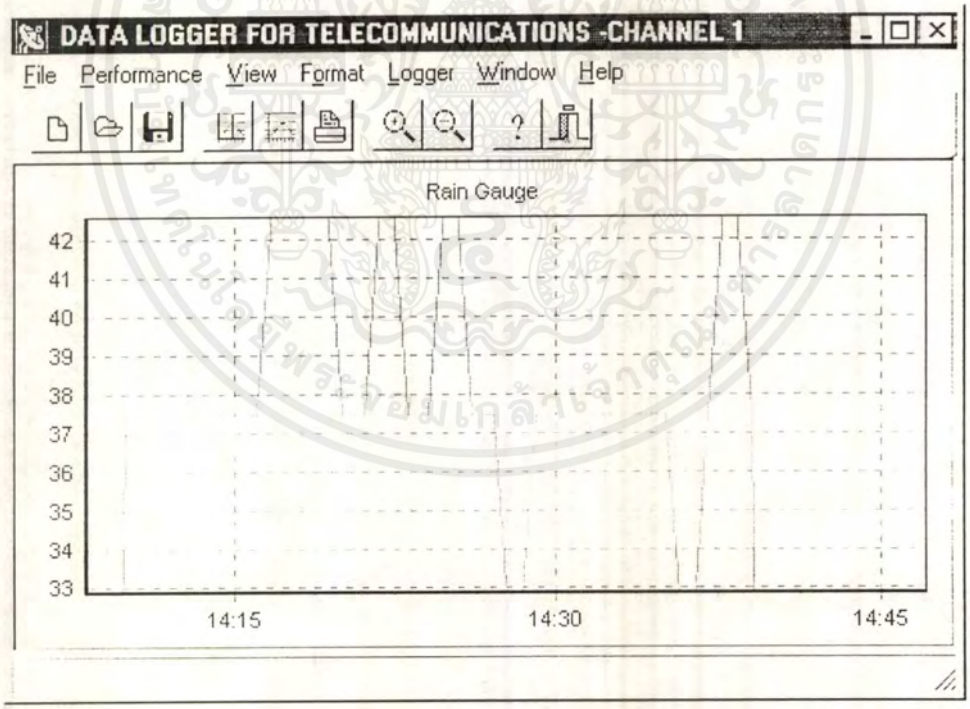


รูปที่ 4.57 แสดงกราฟผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.58 แสดงกราฟบอกค่าเป็นตัวเลข



รูปที่ 4.59 แสดงกราฟการซูม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลจากกราฟในรูปที่ 4.57

Filename:	C:\data\15-3-1999-2.txt
User Id :	Somporn Sahawiriya
Total Loggers:	1
Description of ch-1:	-
Description of ch-2:	-
Description of ch-3:	-
Description of ch-4:	-
Description of ch-5:	Rain Gauge
Unit:	mm/hour

Channel 5

14:09:00	0.00
14:10:00	37.50
14:11:00	37.50
14:12:00	37.50
14:13:01	37.50
14:14:01	37.50
14:15:01	37.50
14:16:01	37.50
14:17:01	45.00
14:18:01	45.00
14:19:01	45.00
14:20:01	37.50
14:21:02	37.50
14:22:02	45.00
14:23:02	37.50
14:24:02	37.50
14:25:02	45.00
14:26:03	37.50
14:27:03	37.50
14:28:03	30.00
14:29:03	37.50

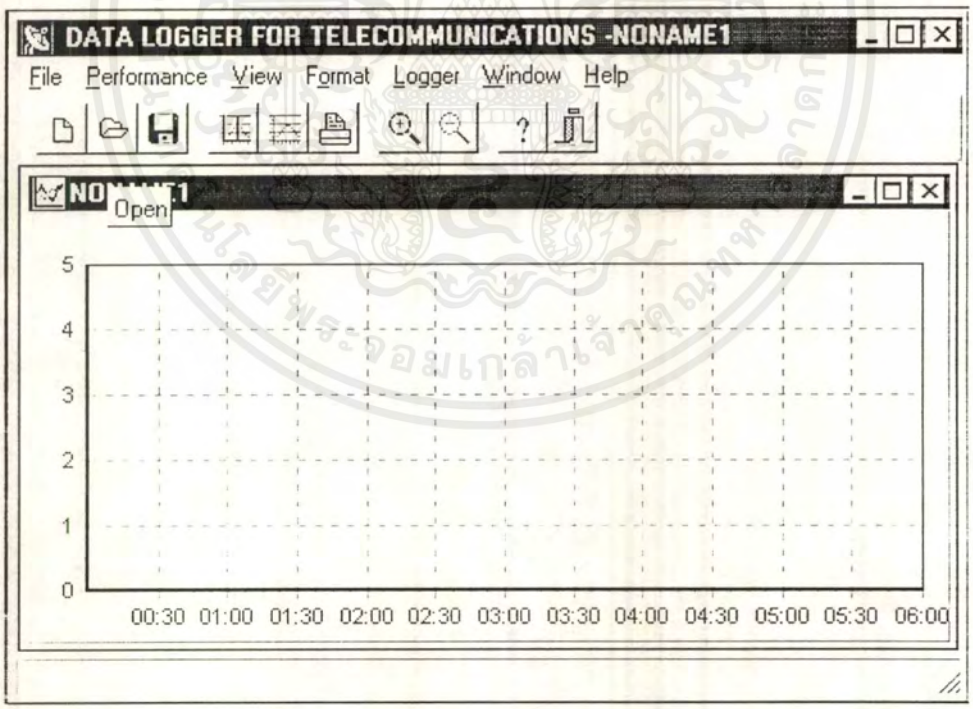
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:30:03	37.50
14:31:03	37.50
14:32:03	37.50
14:33:04	37.50
14:34:04	37.50
14:35:04	37.50
14:36:04	30.00
14:37:04	37.50
14:38:04	45.00
14:39:05	37.50
14:40:05	0.00

4.3 การทดลองเปิดไฟล์ที่ทำการบันทึกไว้

สามารถทำได้ ดังนี้

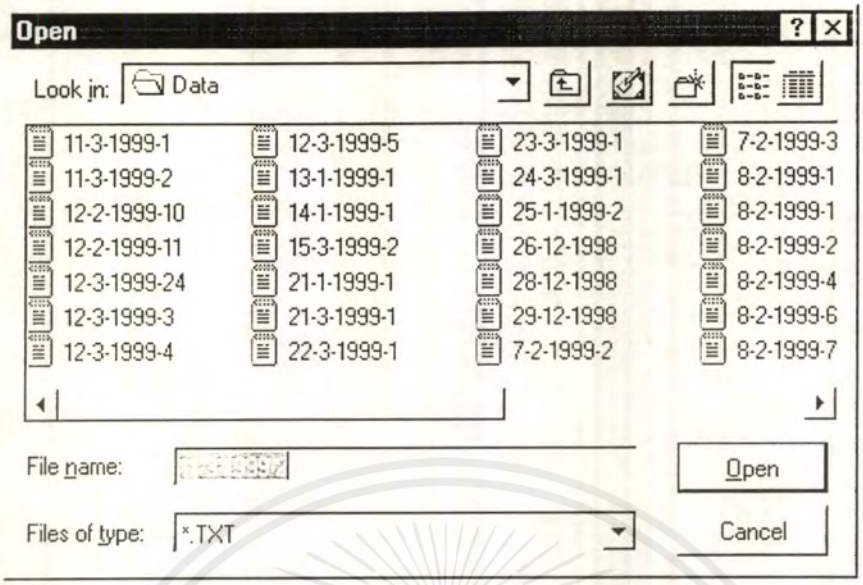
1 ที่เมนูไฟล์ เลือกเปิดเอ็กซิตติงกราฟไฟล์ (Open Existing Graph File) หรือคลิกเมนูทรูบาร์ (Toolbar Menu) ดังรูป 4.60



รูปที่ 4.60 แสดงหน้าต่างการเปิดไฟล์ (Open File)

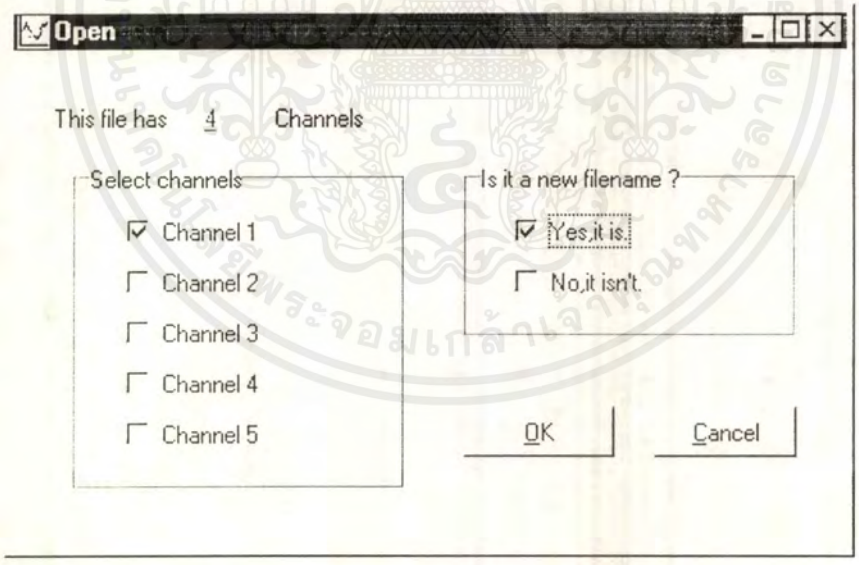
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะปรากฏไดอะล็อกโอเพน (Dialog Open) ขึ้นมา ดังรูป 4.61



รูปที่ 4.61 แสดงรายชื่อไฟล์ที่จะทำการเปิด

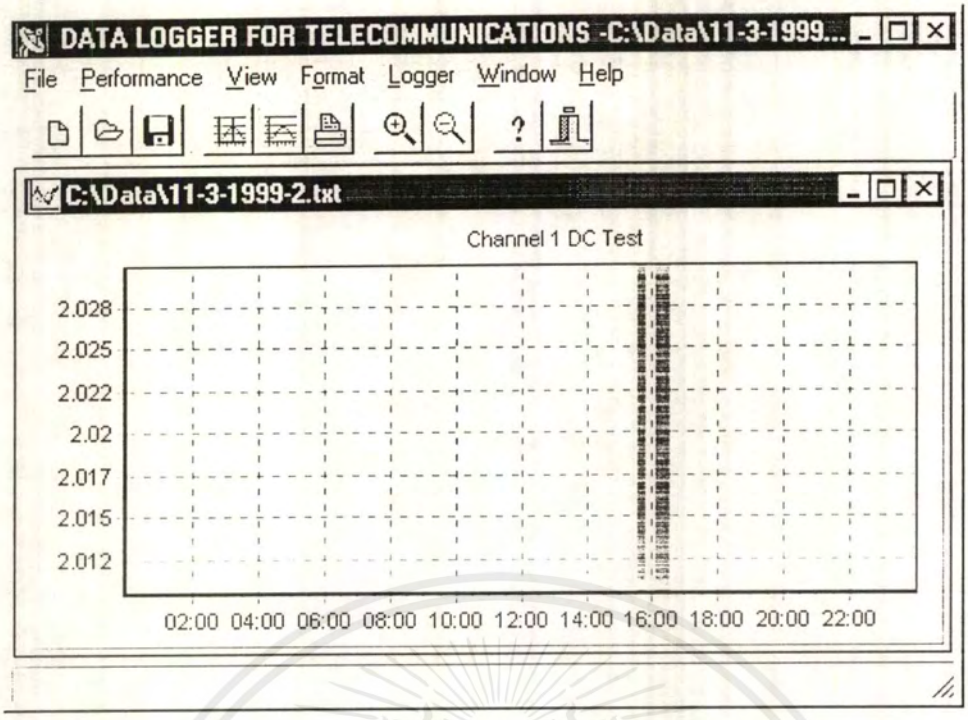
2 เลือกไฟล์ที่ต้องการเปิด แล้วคลิก OK จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมา ดังรูป 4.62



รูปที่ 4.62 แสดงการเลือกแชนเนลที่จะทำการเปิด

เป็นหน้าต่างที่แสดงให้เราทราบว่าไฟล์นั้น มีข้อมูลทั้งหมดกี่ช่องสัญญาณ และให้เราเลือกว่าจะเปิดช่องสัญญาณใด ต่อไปก็ทำการคลิก OK ก็จะได้กราฟแสดงสัญญาณตามช่องสัญญาณที่เลือกไว้ ดังรูป 4.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.63 แสดงกราฟที่ได้จากการเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

สรุปผลการทดลอง

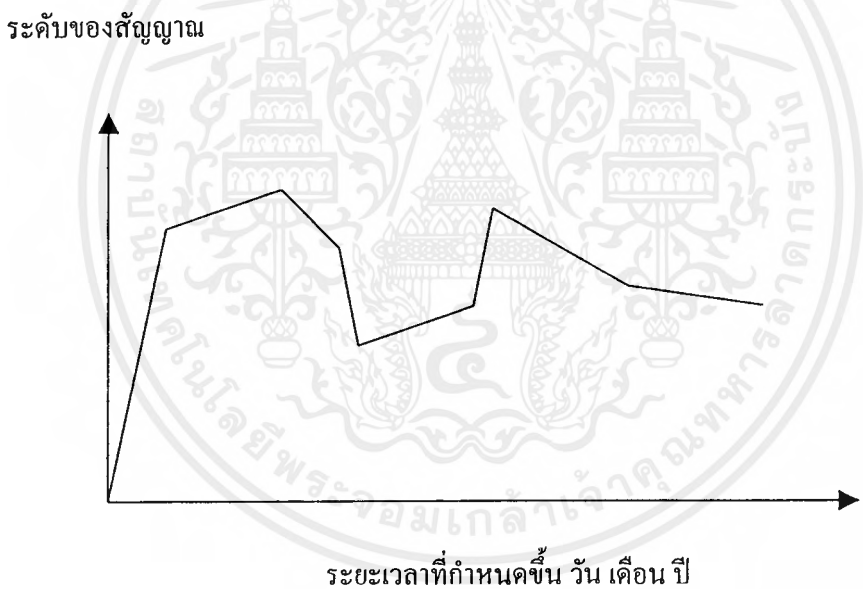
1. การทดลองกับช่องสัญญาณที่ 1-4 จากผลการทดลองพบว่าในส่วนของการแสดงผลนั้น กราฟที่ได้จากการบันทึกมีลักษณะใกล้เคียงกับสัญญาณที่บันทึกจากเครื่องที่ใช้อยู่เดิม และระดับสัญญาณที่ได้มีความถูกต้อง มีลักษณะตรงตามสัญญาณอินพุตที่เข้ามา มีการแกว่งเล็กน้อย เนื่องมาจากค่าความผิดพลาดของไอซี A/D Converter หรืออาจเป็นเพราะระดับแรงดันอ้างอิงมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่
2. การทดลองกับสัญญาณช่องที่ 5 ซึ่งเป็นช่องสัญญาณที่ใช้กับการวัดปริมาณน้ำฝนเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องตามจำนวนสัญญาณที่ป้อนเข้ามา แต่ในจะพบว่าสัญญาณมีการแกว่งเล็กน้อยก็เนื่องมาจากค่าความผิดพลาด ซึ่งเกิดจากผู้ทำการทดลองเอง กล่าวคือ เวลากรอกน้ำใส่กรวยของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนไม่สามารถทำให้คงที่ได้ ส่วนผลการทดลองในกรณีที่ใช้สัญญาณพัลส์ป้อนเข้ากับช่องสัญญาณที่ 5 แล้วผลที่ได้มีการแกว่ง อาจเนื่องมาจากการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องบันทึกสัญญาณ ไม่ตรงกับการเริ่มต้นของสัญญาณพัลส์ หรือเกิดจากค่าความผิดพลาดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จึงทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น
3. ในส่วนของโปรแกรมสามารถบันทึกสัญญาณได้โดยอัตโนมัติเมื่อเริ่มต้นวันใหม่ โดยในการบันทึกได้เก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล (Text File) ซึ่งการตั้งชื่อไฟล์ได้กำหนดให้มีชื่อเป็นวันที่ที่ทำการทดลองขณะนั้น การบันทึกในรูปแบบของไฟล์ข้อมูลจะมีข้อดีกว่าการบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ กล่าวคือ ไฟล์ข้อมูลสามารถดูระดับสัญญาณและรายละเอียดต่างๆ ได้สะดวกและชัดเจนกว่า หากต้องการดูสัญญาณที่บันทึกไว้แล้ว ก็สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้มาพล็อตเป็นกราฟแสดงผลได้เช่นกัน ในกรณีที่ต้องการดูรูปสัญญาณให้ชัดเจนและใกล้ชิดยิ่งขึ้นก็สามารถซูมดูได้ โดยใช้เมนูซูมอินและยังมีเมนูออนเดอร์เซอร์ เพื่อนำค่าระดับสัญญาณบนกราฟมาแสดงให้ทราบ หรือจะพิมพ์รูปสัญญาณก็สามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ทันที พร้อมทั้งได้ออกแบบให้มีคำอธิบาย (Help) ซึ่งจะบอกถึงรายละเอียดหน้าที่การทำงานของแต่ละเมนูไว้ด้วย เพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและขีดความสามารถของเครื่อง

1. รับสัญญาณแรงดันอินพุตได้ตั้งแต่ 0-5 โวลต์
2. ความละเอียดของระดับสัญญาณประมาณ 20 มิลลิโวลต์
3. ส่งข้อมูลที่อัตรา Baud เท่ากับ 9600 Kbps
4. 4 ช่องสัญญาณอินพุตสำหรับอินพุตทั่วไป
5. 1 ช่องสัญญาณอินพุตสำหรับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

สิ่งที่น่าปรับปรุง ก็คือ ความละเอียดของสัญญาณที่วัดได้ ซึ่งในโครงงานนี้มีความละเอียดของสัญญาณประมาณ 20 มิลลิโวลต์ ซึ่งไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากสัญญาณที่วัดได้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงต่ำ ซึ่งทำให้เราไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ จึงต้องทำการปรับปรุงฮาร์ดแวร์ (Hardware) ให้ใช้ไอซี A/D ที่มีขนาดบิตสูงขึ้นเป็น 10 บิต หรือ 12 บิต เพื่อเพิ่มความละเอียดในการวัดให้สูงขึ้น และควรเพิ่มการวิเคราะห์ในลักษณะทำเป็นสถิติ โดยทำการบันทึกข้อมูลเป็น เดือน หรือ ปี ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงในภาพรวมได้ดีขึ้น แล้วนำมา Plot กราฟแสดงผลดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลที่/ทำการบันทึกแล้วมาพล็อตในแนวแกนเวลา

นอกจากนั้นควรออกแบบโปรแกรมให้มีการบีบอัดข้อมูลที่ทำการบันทึก เพื่อช่วยประหยัดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมทั้งหมดดูได้จากดิสก์ ซอฟต์แวร์คาตาล็อกเกอร์ ปีการศึกษา 2541 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

โดยที่

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมคอนโทรลและอินเตอร์เฟส อยู่ในไฟล์ชื่อ คอนโทรล&อินเตอร์เฟส

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมหลัก อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalMAIN02

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-เกนเซตติง อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalUGain

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-ไทม์อินเทอร์วอล อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalUInterval

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-โอเพน อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalUOpen

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-พินพอร์ยน อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalUPinpoint

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-สเกลเซตติง อยู่ในไฟล์ชื่อ finalUScale

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-ยูสเวอร์ไอดี อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalUserID

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมเมนู-ไทเทิล อยู่ในไฟล์ชื่อ finalUTitle

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมวิว อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalView

ซอร์สโค้ดของโปรแกรมชิดวินส์ อยู่ในไฟล์ชื่อ FinalChildwin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ณรงค์ เหมกรณ์ , ผศ.นิภา ลีลารุจิ (อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์) และรุ่นพี่ปริญญาโททุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิด ตลอดจนการเอื้ออำนวยความสะดวกต่างๆ ในการใช้เครื่องมือเพื่อทำการทดลองโครงงานนี้ จึงถือโอกาสขอขอบคุณไว้ ณ. ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] โคทม อารียา . วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 3 : วงจรไม่เชิงเส้นและวงจรกำลัง . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2530 , 289 หน้า .

[2] ธนัท ชัยยุทธ และ กณพ แก้วพิชัย . ดิจิตอลพื้นฐาน . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2534 , 492หน้า .

[3] สมยศ จุณณะปิยะ . การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ , พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ , 2541 .

[4] Charles Calvert . Delphi Programming . Indianapolis : SAMS Publishing , 1995 .

[5] Xavier Pacheco and Steve Teixeira . Delphi 2 Developer's Guide , SECOND EDITION . Indianapolis : SAMS Publishing , 1996 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้