การบันทึกสัญญาณดาวเทียมโดยใช้อุปกรณ์ GPIB

STORAGE SATELLITE SIGNAL BY GPIB

โดย

นาย ชูศักดิ์ จางอิสระกุล

นาย สุริยา จันลาศรี

นาย เอกชัย อรุณสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกสัญญาณดาวเทียมโดยใช้อุปกรณ์ GPIB

STORAGE SATELLITE SIGNAL BY GPIB

โดย

นาย ชูศักดิ์ จางอิสระกุล 34102105

นาย สุริยา จันลาศรี 34108461

นาย เอกชัย อรุณสกุล 34109521

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ณรงค์ เหมกรณ์

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การบันทึกสัญญาณดาวเทียมโดยใช้ GPIB

ผู้จัดทำ

1.นาย ชูศักดิ์ จางอิสระกุล

2.นาย สุริยา จันลาศรี

3.นาย เอกชัย อรุณสกุล

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ณรงค์ เหมกรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติ "ไทยคม" 3

2.1 ดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติไทยคม 3

2.2 ลักษณะของสัญญาณ Ku-band 8

บทที่ 3 การเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน 10

3.1 การเปลี่ยนแปลงทางแอมปลิจูดอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมในย่านความถี่ Ku-band 10

3.2 ปรากฏการณ์การเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน (Scintillation Phenomena) 11

บทที่ 4 การ์ดอินเตอร์เฟส GPIB 13

4.1 โครงสร้างโดยทั่วไป 13

4.2 สัญญาณและเส้นสัญญาณของ GPIB (GPIB Signals and Lines) 14

บทที่ 5 การทำงานของ GPIB (GPIB Operation) ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ เชิงความถี่ (Spectrum Analyzer) 18

5.1 อินเตอร์เฟสฟังก์ชั่นของเครื่องวัดสัญญาณเชิงความถี่ (Interface function) 18

5.2 ก่อนใช้ GPIB 19

5.3 การตอบสนองต่อการเคลียร์และการทริกเกอร์อุปกรณ์ (Response to Device Clear and Device Trigger) 20

5.4 ข้อความอุปกรณ์ (Device Message) 20

บทที่ 6 ตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (Universal Language Interface) 27

6.1 การติดตั้ง (Installation) 27

6.2 การใช้งานโปรแกรมขับของตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (ULI driver) 28

6.3 ส่วนสิ้นสุดข้อความ (Terminators) 29

6.4 ฟังก์ชั้นการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน (ULI Function) 34

บทที่ 7 ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง 40

7.1 อุปกรณ์การทดลอง 40

7.2 วิธีการทดลอง 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 โปรแกรมการทดลอง 42
7.4 ผลการทดลอง 44
7.5 สรุปผลการทดลอง 46
7.6 แนวทางการพัฒนาต่อไป 47
กิตติกรรมประกาศ 48
หนังสืออ้างอิง 49
ภาคผนวก 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 5.1 แสดงแอดเดรสสวิทช์ 19

รูปที่ 6.1 รูปแบบการทำงานของคำสั่ง OUTPUT ที่ไม่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะส่ง 30

รูปที่ 6.2 รูปแบบการทำงานของคำสั่ง ENTER ที่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะรับ 32

รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของคำสั่ง ENTER ที่ไม่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะรับ 33

รูปที่ 7.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการต่ออุปกรณ์การทดลอง 41

รูปที่ 7.2 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง 41

รูปที่ 7.3 แสดงโฟลว์ชาร์ทอัลกอลิทึมของตัวโปรแกรม 43

รูปที่ 7.4 แสดงลักษณะสัญญาณที่รับได้ตั้งแต่เวลา 0:00 ถึง 10:00 น.
ของวันที่ 14 มีนาคม 2538 44

รูปที่ 7.5 แสดงลักษณะปริมาณการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน
ในช่วงเวลาต่างของวันที่ 14 มีนาคม 2538 45

รูปที่ 7.6 แสดงจำนวนการเกิด V_{PP} ในช่วงเวลาต่างๆของวันที่ 14 มีนาคม 2538 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 5.1 แสดงอินเตอร์เฟสฟังก์ชั่น 18

ตารางที่ 5.2 แสดงข้อความอุปกรณ์(device message)ของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่(spectrum analyzer) 22

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อความของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการอ่านข้อมูลมาจากอุปกรณ์ 25

ตารางที่ 6.1 แสดงรหัสและค่าจำกัดทางเวลา 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกสัญญาณดาวเทียมโดยใช้อุปกรณ์ GPIB

คณะผู้จัดทำ
นาย ชูศักดิ์ จางอิสระกุล 34102105
นาย สุริยา จันลาศรี 34108461
นาย เอกชัย อรุณสกุล 34109521

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ. ณรงค์ เหมกรณ์
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอวิธีบันทึกหรือการประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยที่ข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน (scintillation) ของสัญญาณดาวเทียมย่านความถี่สูง (Ku-band) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำลังนิยมอย่างแพร่หลายในการสื่อสารผ่านดาวเทียม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของแอมปลิจูดของสัญญาณจะสังเกตได้จากสัญญาณที่รับได้ โดยนำสัญญาณดาวเทียมขาลง (down-link) ย่านความถี่สูงที่รับได้โดยจานรับสัญญาณดาวเทียมผ่านอุปกรณ์ขยายสัญญาณรบกวนต่ำหรือกล่องสัญญาณรบกวนต่ำ (Low Noise Block) และต่อเข้าสู่เครื่องจ่ายไฟเลี้ยงที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสให้แก่ตัวกล่องสัญญาณรบกวนต่ำ แล้วนำสัญญาณที่ได้ผ่านเข้าเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ (Spectrum Analyzer) เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกผลซึ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการบันทึก โดยต่อเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส GPIB แล้วนำผลการทดลองที่บันทึกในคอมพิวเตอร์มาทำการประมวลผล ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมุ่งเน้นถึงวิธีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาควบคุมการ์ดอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STORAGE SATELLITE SIGNAL BY GPIB

CHUSAK JANG-ISSARAKUN 34102105
SURIYA CHANLASRI 34108461
EKACHAI ARUNSAKUN 34109521

ADVISOR
Assoc.Prof. NARONG HEMMAKORN

YEAR 1994

ABSTRACT

This report presents the recording and processing methord. The data , which is recorded , concern with scintillation of amplitude of Ku-band satellite communication link. Because of popular of this region in satellite communication link , the scintillation should be obviously important and noticed . First the down-link signal of Ku-band is received by antenna through LNB (low noise amplifier and down converter) then is transparented through power supply to supply current to LNB , then this signal is conveyed to spectrum analyzer . By connected spectrum analyzer to computer through GPIB interfacing card the signal data should be recorded . This project concerns with how to control GPIB interfacing card to convey data from spectrum analyzer to computer and process this data within computer .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ดาวเทียมไทยคมเป็นดาวเทียมดวงแรกของประเทศไทยและเป็นดาวเทียมดวงแรกที่ใช้ย่านความถี่ Ku-band ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้นความถี่นี้จึงเป็นย่านความถี่ที่เป็นที่สนใจอย่างมากของผู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นที่ศึกษากันอย่างกว้างขวาง สำหรับประเทศไทยแล้วยังมีการศึกษาความถี่ย่านนี้น้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่นที่ไม่มีความถี่ดาวเทียมในย่านนี้ใช้ และเนื่องจากว่าแต่ละประเทศซึ่งตั้งอยู่ในแต่ละเขตภูมิอากาศจะมีผลกระทบต่อการใช้ย่านความถี่ต่างกัน ดังนั้นเราจึงควรศึกษาการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมซึ่งใช้ความถี่ย่าน Ku-band ภายในประเทศไทยโดยเฉพาะโดยใช้ดาวเทียมไทยคมของประเทศไทยเอง ซึ่งข้อมูลที่ได้น่าจะใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการใช้ข้อมูลจากการศึกษาของประเทศอื่น

เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และความต้องการความรวดเร็ว ดังนั้น การบันทึกผลการทดลองจึงใช้คอมพิวเตอร์มาทำการบันทึกผลและประมวลผลเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว โดยจะต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ (เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่) ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส GPIB และทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการ์ดอินเตอร์เฟสนี้เพื่อนำข้อมูลออกมาจากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่เข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อการเก็บข้อมูลและประมวลผลต่อไป

สาเหตุที่เลือกใช้การ์ดอินเตอร์เฟส GPIB นั้นก็เพราะว่าเป็นการ์ดที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นการ์ดมาตรฐานในการอินเตอร์เฟสซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป และง่ายต่อการใช้งาน ก่อนที่จะใช้งานเราก็มาทำความรู้จักการ์ดนี้ซักเล็กน้อย

ที่มาของอุปกรณ์ GPIB นั้นจริงๆแล้วเกิดจากการรับรองของสถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา (Institute of Electric and Electronics Engineering : IEEE) ซึ่งยอมรับเข้าเป็นมาตรฐานของสถาบัน และจัดเข้าเป็นลำดับที่ IEEE 488 แต่เนื่องจากในคุณลักษณะสมบัติของ IEEE 488 นี้ มีความหมายถึงบัสอินเตอร์เฟสที่ใช้งานได้ทั่วไปจึงมีผู้นิยมใช้คำว่า GPIB หรือเป็นที่รู้จักว่า General Purpose Interface Bus เป็นบัสสัญญาณมาตรฐานที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้หลายเครื่อง โดยมีข้อพิเศษสำหรับผู้ใช้ก็คือ ในกรณีที่ต้องการขยายอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้ามาในระบบผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมส่วนวงจรหรืออุปกรณ์อื่นๆอีกเลย เพียงแต่ผู้ใช้เพิ่มสายเคเบิลเชื่อมต่อเข้ามาขนานกับสายเคเบิลหรือขั้วต่อเดิมเท่านั้น โดยใช้การแก้ไขเฉพาะส่วนของซอฟต์แวร์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบที่ไม่ใหญ่โตนัก GPIB นั้นก็สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นๆได้สูงสุด 15 เครื่องโดยใช้สายสัญญาณเพียงหนึ่งเส้นต่อขนานกันไปเรื่อยๆ ดังนั้นบัสสัญญาณของ GPIB จึงเป็นบัสแบบขนานโดยมีสัญญาณควบคุมร่วมด้วยเพื่อควบคุมทิศทางและเลือกตัวที่ต้องการติดต่อ หากจะเปรียบเทียบกับมาตรฐานการรับ-ส่งสัญญาณของ RS-232C หรือ Centronics Interface แล้ว GPIB มีข้อยุ่งยากกว่าในแง่การใช้งานเพราะต้องมีการใช้คำสั่งควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวก่อนที่จะรับ-ส่งข้อมูลกันได้ และในการติดต่อจะใช้บัสมาตรฐานในการเชื่อมต่อ สาเหตุที่จำเป็นต้องมีระบบบัสมาตรฐานขึ้นมาใช้งานกัน ก็เนื่องมาจากเครื่องมือวัดที่ทันสมัยและมีความสามารถสูงอาศัยการทำงานในเชิงดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย และในการใช้งานเมื่อจำเป็นต้องมีการต่อร่วมกันมากกว่า 1 เครื่อง แต่เดิมนั้นแต่ละผู้ผลิตจะมีระบบเชื่อมต่อของตนเอง ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้ใช้งานที่มีเครื่องมือจากหลายบริษัท และเป็นผลเสียต่อผู้ผลิตเครื่องมือวัดเองด้วย ในการพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆออกมา บริษัทต่างๆที่เป็นผู้ผลิตเครื่องมือวัดในอเมริกา จึงได้ตกลงร่วมกันจัดหาระบบอินเตอร์เฟสมาตรฐานสำหรับที่จะใช้ร่วมกันขึ้นมา และในประเทศเยอรมันก็มีการพิจารณาระบบบัสมาตรฐานเช่นกัน โดยความร่วมมือช่วยเหลือของ IEC (International Electrotechnical Commission) จนในปี 1972 อเมริกาโดย IEEE จึงได้วางแผนพิจารณามาตรฐานร่วมกัน

บริษัทฮิวเล็ตแพกการ์ด ผู้ผลิตเครื่องมือวัดรายใหญ่รายหนึ่งในอเมริกาได้ทำการพัฒนาระบบบัสมาตรฐานของตัวเองอยู่ก่อนแล้วชื่อว่า HPIB (Hewlett Packard Interface Bus) จึงได้เสนอระบบบัสของตัวเองให้ IEEE พิจารณาและได้รับการยอมรับในที่สุดในปี 1975 เรียกว่ามาตรฐาน IEEE Std 488-1975 และมีการปรับปรุงต่อมาเป็น IEEE Std 488-1978 ระบบบัสนี้ก็คือ IEEE 488 ที่กล่าวถึงนั่นเอง สำหรับของ IEC ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานขึ้นมาอีกอันหนึ่งเรียกว่า IEC 625.1 ตั้งใจที่จะให้เป็นมาตรฐานสากล โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคทุกประการเหมือนกันกับ IEE Std 488-1978 เพียงแต่การวางตำแหน่งของสัญญาณต่างๆในขั้วต่อต่างกันเล็กน้อยเท่านั้นเอง คำว่า GPIB จึงหมายรวมถึงทั้ง 2 มาตรฐานดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติ " ไทยคม "

2.1 ดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติ ไทยคม

" ไทยคม " ดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติดวงแรกของรัฐบาลไทย โดยบริษัทชินวัตร คอมพิวเตอร์ แอนด์ คอมมิวนิเคชั่น จำกัด เป็นผู้ได้รับสัมปทานในการดำเนินกิจการจาก กระทรวงคมนาคมเป็นเวลา 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ.2564 ไทยคมเป็นชื่อพระราชทาน จากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งมาจากคำว่า ไทยคม(นาคม) ส่วนชื่อพระราชทานภาษาอังกฤษ คือ THAICOM(munication) ดาวเทียมไทยคม เป็นดาวเทียมรูปทรงกระบอก ผลิตโดยบริษัท ฮิวส์ แอร์คราฟ (Hughes Aircraft) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งดาวเทียมรูปทรงกระบอกนี้มีชื่อรุ่นเรียกว่า ดาวเทียมรุ่น HS-376 เป็นดาวเทียมรุ่นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเพราะมีขนาดกระทัดรัด มีน้ำหนักค่อนข้างเบาเมื่อเทียบกับดาวเทียมรุ่นอื่นๆที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

อายุการใช้งานของดาวเทียมรุ่น HS-376 จะเท่ากับประมาณ 15 ปี ทั้งนี้เพราะในดาวเทียมรุ่น HS-376 สามารถบรรจุเชื้อเพลิงได้สำหรับการใช้งาน 15 ปี ซึ่งอายุการใช้งาน 15 ปีดังกล่าวมิใช่การหมดอายุของอุปกรณ์สื่อสารและอุปกรณ์ต่างในดาวเทียมเอง

ดังนั้นในช่วงระยะเวลาสัมปทานของโครงการไทยคม รวม 30 ปี จะต้องมีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรบนอวกาศอย่างน้อย 2 รุ่นด้วยกัน และตามข้อกำหนดในสัมปทานในการส่งดาวเทียมแต่ละรุ่นจะต้องส่งเป็นจำนวน 2 ดวง เพื่อเป็นดาวเทียมสำรองซึ่งกันและกันและเป็นการขยายให้มีจำนวนทรานสพอนเดอร์เพื่อใช้งานมากขึ้น เมื่อรวมทั้งหมดแล้วโครงการไทยคมจะมีการยิงดาวเทียมขึ้นสู่ตำแหน่งวงโคจรทั้งสิ้นอย่างน้อย 4 ดวง ดาวเทียมของไทยดวงแรกนี้จัดเป็นดาวเทียมในระดับใหม่ที่เรียกว่า SDS Class (Spelda Dedicated Satellite Class)

โครงการดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติ "ไทยคม" เป็นโครงการของรัฐบาลไทยโดยกระทรวงคมนาคม ผู้รับสัมปทาน คือ บริษัทชินวัตรคอมพิวเตอร์ แอนด์ คอมมิวนิเคชั่น ซึ่งต่อมาได้จัดตั้งบริษัทชินวัตรแซทเทลไลท์ จำกัด ขึ้นดำเนินโครงการโดยตรง ในการดำเนินโครงการได้มีการลงนามว่าจ้างบริษัทของชาวต่างประเทศให้เข้าร่วมโครงการดังนี้

Hughes Aircraft (สหรัฐอเมริกา) เป็นบริษัทคู่สัญญาดำเนินการจัดสร้างตัวดาวเทียม "ไทยคม" และให้คำปรึกษาแนะนำทางเทคนิคเกี่ยวกับการใช้งานของตัวดาวเทียม, สถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arianspace (ฝรั่งเศส) เป็นบริษัทคู่สัญญาดำเนินการจัดส่งดาวเทียม"ไทยคม"เข้าสู่ตำแหน่งวงโคจรบนอวกาศโดยใช้จรวด Ariane 4 ในการจัดส่ง

Telespace เป็นบริษัทคู่สัญญาดำเนินการเป็นที่ปรึกษาทางเทคนิคของโครงการ "ไทยคม"

2.1.1 ส่วนประกอบของดาวเทียมรุ่น HS-376

ดาวเทียมไทยคมรุ่น HS-376 เป็นดาวเทียมที่หมุนรอบตัวเองเพื่อสร้างเสถียรภาพในอวกาศโดยมีส่วนสูงเมื่อซ้อนพับเก็บระหว่างการขนส่งขึ้นสู่อวกาศ 2.56 เมตร กว้าง 2.16 เมตร และมีขนาดอยู่บนวงโคจรเมื่อใช้งานคือ ส่วนสูงเท่ากับ 6.76 เมตร กว้าง 2.16 เมตรขนาดจานสายอากาศเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร น้ำหนักของดาวเทียมขณะยิงขึ้นสู่วงโคจรเท่ากับ 1,078 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่อเริ่มแรกใช้งานบนวงโคจรเท่ากับ 627 กิโลกรัม และมีน้ำหนักเมื่อสิ้นอายุการใช้งานเท่ากับ 439 กิโลกรัม

ระบบพลังงานของดาวเทียมไทยคมจะมี 2 แบบ คือ ใช้ซิลิกอนโซลาร์เซลบนผิวรอบนอกทรงกระบอกของดาวเทียมและระบบพลังงานโดยใช้เชื้อเพลิงแบตเตอรี่ชนิดนิเกิลไฮโดรเจนเมื่อเกิดสุริยุปราคา

ดาวเทียมไทยคมจะหมุนรอบตัวเอง 55 รอบใน 1 นาที ดังนั้น ในการควบคุมดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งจะใช้จรวดขับดัน 4 ตัวโดยใช้เชื้อเพลิงแบบไฮดราซีน(Hydrazine) เป็นตัวควบคุม

2.1.2 การส่งดาวเทียม ไทยคม เข้าสู่วงโคจรในอวกาศ

ในระยะแรกของสัมปทาน โครงการไทยคมจะยิงดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศรวม 2 ดวง ด้วยกันคือ ณ ตำแหน่งวงโคจรที่ 78.5 องศาตะวันออก บนตำแหน่งความสูงจากระดับพื้นดินเหนือเส้นศูนย์สูตร 35,786 กิโลเมตร

การส่งดาวเทียมไทยคมจะใช้จรวด Airian 4 ยิงขึ้นสู่วงโคจร ณ ฐานยิงจรวด ที่เมืองคูรู (Kourou) เฟรนช์กิอานา(French Guiana) ทวีปอเมริกาใต้ใกล้กับประเทศบราซิล

จากฐานยิงจรวดเมืองคูรู จะเป็นตำแหน่งที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร 7 องศา ซึ่งจะทำให้สามารถส่งจรวดเข้าสู่วงโคจรได้เร็วและประหยัดเชื้อเพลิง

ในขั้นแรกจรวดทำการปล่อยดาวเทียมเพื่อเข้าสู่วงโคจรถ่ายโอน (transfer obit) ที่ความสูงเหนือพื้นโลกประมาณ 200 กิโลเมตร จากนั้นสถานีภาคพื้นดินจะเริ่มทำการติดต่อกับดาวเทียม และเริ่มบังคับทิศทางของดาวเทียม ดาวเทียมจะเริ่มโคจรเป็นรูปวงรีอยู่ในวงโคจรขั้นต่ำ คือ วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคจรถ่ายโอน หากเรากำหนดตำแหน่งหนึ่งๆเป็นจุดสังเกตบนพื้นโลกจะเห็นว่าในแต่ละรอบที่ดาวเทียมโคจรผ่านไปดาวเทียมจะถูกเหวี่ยงออกไปในรัศมีที่ใกล้ขึ้นเรื่อยๆเมื่อถึงรัศมีวงโคจรที่ถูกเหวี่ยงออกไปเท่ากับ 35,786 กิโลเมตร สถานีควบคุมภาคพื้นดินก็จะบังคับการจุดจรวด Apogee ในดาวเทียมเพื่อส่งดาวเทียมจากวงโคจรถ่ายโอนเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Obit) ซึ่งเมื่อดาวเทียมเข้าสู่ตำแหน่งวงโคจรที่ 78.5 องศาตะวันออกในวงโคจรค้างฟ้าแล้วดาวเทียมก็จะโคจรไปรอบๆโลกเป็นรูปวงกลม

2.1.3 วงจรค้างฟ้า

ดาวเทียมไทยคมจะโคจรเป็นรูปวงกลมระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตรพร้อมทั้งเคลื่อนที่รอบแกนโลกในแนวตั้ง และเวลาเดียวกันกับการหมุนของโลกดังนั้นดาวเทียมยังคงโคจรอยู่ในตำแหน่งคงที่เหนือเส้นศูนย์สูตรของโลกซึ่งจะถูกควบคุมโดยสถานีควบคุมดาวเทียม

ระหว่างการส่งดาวเทียมไทยคมเข้าสู่ตำแหน่งวงโคจรนั้นจะต้องใช้สถานีภาคพื้นดินติดตามและควบคุมดาวเทียมใน 2 ซีกโลกด้วยกันคือ

ดาวเทียมไทยคมโคจรผ่านซีกโลกตะวันตกเราจะใช้สถานีภาคพื้นดินที่สหรัฐและในยุโรปติดตามดาวเทียมไทยคม เมื่อโคจรผ่านซีกโลกตะวันออกก็จะใช้สถานีภาคพื้นดินที่ประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลียติดตามจนเมื่อดาวเทียมไทยคมเข้าสู่วงโคจรเรียบร้อยแล้วก็จะเริ่มใช้สถานีควบคุมภาคพื้นดิน ณ ถนนรัตาธิเบศร์ บังคับการใช้งานดาวเทียมไทยคมต่อไป

2.1.4 พื้นที่บริการของดาวเทียมไทยคม (Footprint) และความแรงของสัญญาณในพื้นที่บริการ

ดาวเทียมไทยคมสามารถส่งคลื่นความถี่ครอบคลุมประเทศต่างๆ เพื่อให้บริการการสื่อสารรวมทั้งมีความแรงของสัญญาณในพื้นที่บริการดังนี้

ย่านความถี่ C-band มีพื้นที่บริการครอบคลุมประเทศไทยทั้งหมด และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ร่างกุ้ง, เวียงจันทร์, พนมเปญ, ฮานอย, โฮจิมินท์, สิงคโปร์ เป็นต้น) นอกจากนี้ยังมีพื้นที่บริการครอบคลุมในเมืองและประเทศในแถบเอเชียตะวันออก (ปักกิ่ง,ฮ่องกง, โซล, ไทเป เป็นต้น) ด้วยโดยมีความแรงของสัญญาณด้านขาลง(Down-link) ณ ประเทศไทยไม่น้อยกว่า 27 dBW

ย่านความถี่ Ku-band มีพื้นที่บริการครอบคลุมเฉพาะประเทศไทย และภูมิภาคใกล้เคียงเฉพาะเขตภูมิภาคอินโดจีน โดยมีความแรงของสัญญาณด้านขาลง (Down-link) ณ ประเทศไทยมากกว่า 51 dBW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ทรานสพอนเดอร์และย่านความถี่ของดาวเทียมไทยคม

องค์ประกอบหลักของดาวเทียมไทยคมประกอบด้วยชุดอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่เรียกว่าทรานส์พอนเดอร์(Transponder) จำนวน 15 ทรานส์พอนเดอร์ แบ่งเป็น

- ความถี่ย่าน C-band จำนวน 12 ทรานส์พอนเดอร์
- ความถี่ย่าน Ku-band จำนวน 3 ทรานส์พอนเดอร์

ทรานส์พอนเดอร์จะเป็นชุดอุปกรณ์ที่รับส่งสัญญาณจากบนผิวโลกในความถี่หนึ่งและนำมาขยายสัญญาณแล้วส่งกลับมายังโลกในอีกความถี่หนึ่งโดยแบ่งออกเป็นดังนี้

ย่านความถี่ C-band จะมีความถี่ในการส่งคลื่นสัญญาณขาขึ้น เท่ากับ 6 GHz และคลื่นสัญญาณขาลงเท่ากับ 4 GHz

ย่านความถี่ Ku-band จะมีความถี่ในการส่งคลื่นสัญญาณขาขึ้น เท่ากับ 14 GHz และคลื่นสัญญาณขาลงเท่ากับ 12 GHz

2.1.6 ประโยชน์ของดาวเทียมไทยคม

(1) ประโยชน์ต่อประเทศไทย

- เป็นชื่อเสียงเกียรติภูมิ และมีประโยชน์ในด้านความมั่นคงของชาติ
- เป็นก้าวสำคัญที่นำประเทศไทยไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีทางอวกาศ
- กระตุ้นให้เกิดการคิดค้น การประยุกต์ใช้งานใหม่ๆ ตลอดจนก่อให้เกิดการอุตสาหกรรมต่อเนื่องทั้งในเรื่องของดาวเทียมและการสื่อสารนั้นๆ
- ทำให้ประเทศไทยพึ่งพาตนเองได้มากขึ้น เพราะการสื่อสารของชาติจะไม่อยู่ในมือต่างชาติอีกต่อไป

-สามารถสงวนเงินตราต่างประเทศไทยในการเช่าใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมของต่างประเทศและยังสามารถนำรายได้เข้าประเทศได้จากการให้ต่างประเทศเช่าช่องสัญญาณบางส่วน

(2) ประโยชน์ต่อวงการสื่อสาร

- มีช่องสัญญาณหรือทรานส์พอนเดอร์สำหรับประเทศไทยมากขึ้น

-ไทยคมเป็นดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทยเอง ซึ่งออกแบบมาใช้งานที่เหมาะสำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะ ดังนั้นความแรงของสัญญาณจึงดีกว่าดาวเทียมดวงอื่น ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารได้สะดวกและคุณภาพดีกว่า

- พื้นที่บริการครอบคลุมเชื่อมโยงประเทศไทยเข้ากับประเทศสำคัญหลายแห่งทำให้การสื่อสารระหว่างประเทศสะดวกยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาของเศรษฐกิจต่อเนื่องตามมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นการให้บริการช่องสัญญาณดาวเทียมในท้องถิ่นด้วยคนไทยเองทำให้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

- สามารถกำหนดทิศทางในการพัฒนาการสื่อสารผ่านดาวเทียมได้มากขึ้น

- เป็นครั้งแรกที่จะมีการใช้ความถี่ย่าน Ku-band ในประเทศไทยโดยเฉพาะในเรื่องการแพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์โดยตรงสู่บ้านเรือนหรือระบบ Direct Broadcasting ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาและอุตสาหกรรมต่อเนื่องในด้านนี้มากขึ้น

- ก่อให้เกิดการพัฒนา และการประยุกต์ใช้งานด้านการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น

- สามารถรองรับการขยายตัวของการสื่อสารได้รวดเร็วกว่าการสื่อสารด้วยข่ายภาคพื้นดิน

- ก่อให้เกิดความเท่าเทียมกันในการสื่อสาร และการใช้บริการทั่วทุกจุดในประเทศ

- สามารถเป็นได้ทั้งระบบการสื่อสารด้วยการสื่อสารผ่านดาวเทียมเอง และยังสามารถเป็นระบบการสื่อสารสำรองสำหรับเครือข่ายภาคพื้นดินที่มีอยู่แล้วด้วย

2.1.7 **ลักษณะของดาวเทียมไทยคม**

ผู้ผลิต		บริษัท ฮิวท์ แอร์คราฟท์ จำกัด
แบบของดาวเทียม		HS-376
น้ำหนัก		
	เมื่อเริ่มปล่อย	1,080 กิโลกรัม
	เมื่อเริ่มอยู่ในวงโคจร	627 กิโลกรัม
ขนาด		
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.16 เมตร
	ส่วนสูง	6.6 เมตร
	เมื่อเปิดแผงรับแสงอาทิตย์เต็มที่	2.6 เมตร
อายุการใช้งาน		
	อายุการใช้งานที่กำหนด	15 ปี
	อายุอย่างน้อยที่สุด	13 ปี
ระบบการเสถียรของดาวเทียม		สปินคู่
ตำแหน่งวงโคจร		78.5 E
ระบบพลังงาน		ซิลิกอนโซลาร์เซล
		แบตเตอรี่แบบนิเกิลไฮโดรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เมื่อเกิดสุริยคราส
จานสายอากาศ	Dual Aperture
ทรานส์พอนเดอร์	10 C-band (36 MHz)
	2 Ku-band (54 MHz)
จรวดที่ใช้ปล่อย	Ariane 4
วันที่ปล่อยดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร	18 ธันวาคม 2536

2.2 ลักษณะของสัญญาณ Ku-band

แถบความถี่ที่เป็นที่สนใจแก่ผู้ใช้การสื่อสารดาวเทียมสมัยใหม่ก็คือ แถบความถี่ย่าน Ku-band ซึ่งมีความถี่สูงกว่า 10 GHz เล็กน้อย แถบความถี่ของ Ku-band นี้เป็นแถบความถี่ที่แยกออกมาจากแถบความถี่คลื่นวิทยุบนพื้นผิวโลกซึ่งทำให้ย่าน Ku-band นี้ได้เปรียบย่าน C-band ความถี่ย่าน Ku-band นี้ยังสามารถให้บริการโดยตรงโดยการส่งคลื่นมายังสถานีภาคพื้นดินหรือตามบ้านของผู้ใช้ซึ่งจะใช้จานรับจานดาวเทียมที่มีขนาดเล็ก ความถี่สัญญาณขาขึ้น (Up link frequency) และความถี่สัญญาณขาลง (Down link frequency) ซึ่งถูกแบ่งโดย ITU จะต่างกันในแต่ละพื้นที่บนพื้นโลกซึ่งขึ้นอยู่กับมุมองศาของสถานีนั้นๆ ความถี่ย่าน Ku-band ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามการใช้งานภายในประเทศหรือระหว่างประเทศซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เป็น Fixed Satellite Service (FSS) ซึ่งเป็นการใช้ในการสื่อสารทางเดียวหรือสองทางระหว่างทางจุด 2 จุดบนพื้นดิน การใช้งานทั้งย่าน C-band และส่วนใหญ่ของย่าน Ku-band จะใช้เป็นแบบ FSS ทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศอย่างไรก็ตามการใช้ความถี่ร่วมกันโดยการบริการส่งความถี่วิทยุภาคพื้นดินนั้นจะเป็นไปตามกฎของ ITU บางส่วนของย่าน Ku-band จะถูกใช้ร่วมกันเช่นเดียวกับย่าน C-band ส่วนของ Ku-band ที่ใช้ความถี่ร่วมกันบนโลกนี้จะใช้ความถี่ 14/11 GHz ซึ่งหมายความว่าความถี่สัญญาณขาลงอยู่ในช่วง 10.95-11.70 GHz (ไม่รวมช่องว่างที่ความถี่ศูนย์กลาง 0.25 GHz) และจริงๆแล้วเฉพาะความถี่สัญญาณขาลงเท่านั้นที่ถูกใช้ความถี่ร่วม

ย่านความถี่ Ku-band ที่ใช้สำหรับ FSS นั้นจะไม่ใช้ความถี่ร่วมกับภาคพื้นดิน โดยใช้ความถี่ 14/12 GHz ซึ่งมีความถี่สัญญาณขาขึ้น 14.00-14.50 GHz และความถี่สัญญาณขาลง 11.70-12.20 GHz ความถี่ 14/12 GHz นี้จะจำกัดการใช้อยู่ในเฉพาะเขต 2 (Region 2) เท่านั้น ซึ่งมีทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และใช้ติดต่อสื่อสารภายในประเทศเท่านั้น ซึ่งตอนนี้อเมริกาเหนือนั้นมีใช้และแต่อเมริกาใต้ยังไม่มีดาวเทียมเลยซักดวง ระดับพลังงานจากดาวเทียมที่ใช้ย่าน Ku-band นี้จะไม่เหมือนกับของย่าน C-band แม้ว่าจะมีขอบเขตจำกัดเพื่อลดการรบกวนกันระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียม ดาวเทียม Ku-band ที่ใช้ในเขต 1, 3 (Region 1,3) จะใช้ความถี่ 14/11 GHz ร่วมกัน ตัวอย่างเช่น ประเทศในเขต 1 หรือ 3 สามารถใช้ความถี่ 14/11 GHz หรือ 14/12 GHz โดยจะไม่เกี่ยวกับการบริการภาคพื้นดินภายในประเทศ การบริการในภาคพื้นดินในประเทศที่ติดกันจะต้องมีการใช้ความถี่ร่วมกันในบริเวณแถบชายแดน

ส่วนที่ 3 ของย่าน Ku-band ใช้ความถี่ 18/12 GHz ซึ่งใช้ใน Broadcasting Satellite Service (BSS) เท่านั้น เช่นเดียวกับ FSS ที่ใช้ความถี่ 14/12 GHz ในเขต 2 แถบ BSS จะไม่ใช้ความถี่ร่วมกันกับบริการภาคพื้นดิน ซึ่งจุดมุ่งหมายของ BSS นั้นไว้ใช้สำหรับการถ่ายทอดโทรทัศน์หรือการส่งแบบ Direct to Home จากดาวเทียมเท่านั้นซึ่งเป็นการส่งจากตัวดาวเทียมลงมายังบ้านที่มีจานสายอากาศรับ วิธีการแบบนี้จะมีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรกระดับของพลังงานของตัวดาวเทียมสามารถตั้งไว้ในระดับที่สูงที่สุดได้ ประการที่สองเนื่องจากตัวดาวเทียมดวงที่อยู่ใกล้กันอาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนกันได้ในบริเวณพื้นที่ทั่วไป แต่ปัญหาเหล่านี้จะหมดไปโดยดาวเทียม BSS เพราะมันจะโคจรห่างจากดาวเทียมดวงอื่นประมาณ 9 องศา

ข้อได้เปรียบของการใช้ความถี่ 14/12 GHz และ 18/12 GHz คือการง่ายในการติดตั้งสถานีภาครับโดยไม่ต้องคำนึงถึงสถานีวิทยุภาคพื้นดินเลยและระดับพลังงานขาลงที่สูงกว่า และจานสายอากาศรับของย่าน Ku-band จะมีขนาดเล็กกว่าย่าน C-band แต่อย่างไรก็ตามย่าน Ku-band จะได้รับผลกระทบจากการลดทอนอันเนื่องมาจากฝนมากกว่า นอกจากความถี่แล้วมุมเงยของจานรับสายอากาศก็สำคัญด้วย เนื่องจากว่ามุมเงยยิ่งมากการลดทอนจะยิ่งน้อยซึ่งเป็นเพราะว่าเมื่อมุมเงยมากเส้นทางที่จะผ่านบริเวณที่มีฝนตกลดลง ในขณะที่มุมเงยน้อยจะทำให้คลื่นผ่านบริเวณที่มีฝนมากคลื่นจึงลดทอนมาก ย่าน Ku-band หรือย่านที่มีความถี่สูงกว่ามักจะใช้มุมเงย 40 องศาหรือมากกว่าขึ้นไป เขตภูมิอากาศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งมีผลต่อการลดทอนหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆของสัญญาณ เช่น บริเวณทะเลทรายจะมีผลกระทบต่อสัญญาณน้อยกว่าบริเวณที่ฝนตกชุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของแอมปลิจูด

3.1 การเปลี่ยนแปลงทางแอมปลิจูดอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมในย่านความถี่ Ku band

การเปลี่ยนแปลงทางแอมปลิจูดอย่างกระทันหันของสัญญานดาวเทียมในย่าน Ku band โดยการพิจารณาถึงลักษณะ, จำนวนครั้งที่เกิดและระดับการเปลี่ยนแปลงกระทันหันของสัญญาณดาวเทียม ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมถือเป็นตัวแปรที่สำคัญอันหนึ่งของการแพร่กระจายคลื่นในระบบสื่อสารดาวเทียมซึ่งเป็นระบบที่อาศัยการเชื่อมโยงเพื่อส่งผ่านสัญญาณระหว่างดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน โดยที่สัญญาณนั้นๆจะต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศต่างๆ ในหลายๆระยะความสูงอย่าง เช่น ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารที่โคจรแบบคงที่อยู่ในวงเหนือเส้นศูนย์โลก ที่มีความสูงจากพื้นโลกประมาณ 35,860 กิโลเมตร ย่อมจะได้รับผลกระทบจากชั้นบรรยากาศที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงภายในของแต่ละชั้นต่างกันไป ถึงแม้ว่าโดยปกติในทางวิศวกรรมการสื่อสารแบบพื้นโลกสู่อวกาศจะไม่มีการอธิบายหรือกำหนดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันนี้ไว้มากนัก แต่ก็ถือว่าเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อระบบการสื่อสารดาวเทียมมากเช่นเดียวกับปรากฏการณ์ bandwidth coherence, angle of arrival variations และ antenna gain degration มีผู้ทำการทดลองกับระบบสื่อสารแบบสถานีเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานกันมากขึ้น ได้มีการพยากรณ์และสร้างรูปแบบจำลองขึ้นเพื่อใช้แก้ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของสัญญาณในด้านแอมปลิจูดและความผิดเพี้ยนไปของเฟส โดยได้ข้อสรุปไปในทำนองเดียวกันกับระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบคงที่ว่า คลื่นแบบเส้นทางตรงเป็นคลื่นที่เป็นส่วนสำคัญที่เดินทางผ่านมาถึงสถานีรับแล้วให้พลังงานส่วนใหญ่แก่เครื่องรับ ซึ่งคลื่นแบบเส้นทางตรงจะเป็นตัวที่ได้รับผลจากการลดทอนเนื่องจากชั้นบรรยากาศ การหมุนแบบฟาราเดย์ การสูญเสียเนื่องจากถูกบังและการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

การเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมหมายถึงลักษณะการขึ้นลงอย่างรวดเร็วจากระดับปกติของสัญญาณนั้นๆ ซึ่งทำให้องค์ประกอบของสัญญาณเปลี่ยนไป เช่น ด้านขนาด, เฟส, มุมคลื่นที่มาถึงจุดรับและโพลาไรเซชั่นของคลื่น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนตลอดเวลาของเส้นทางที่ใช้เดินทางของสัญญาณดาวเทียม ส่วนประกอบของชั้นบรรยากาศที่สัญญาณดาวเทียมใช้เดินทางผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละระยะความสูงจากพื้นโลก จะให้ผลกระทบที่แตกต่างกันตามแต่ละคุณสมบัติของแต่ละชั้น แต่ที่มีผลชัดเจนและสำคัญคือชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และโทรโปสเฟียร์ โดยพบว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นย่อยๆ และยังมีการเปลี่ยนแปลงในการยังคงมีอยู่ของแต่ละชั้นย่อยๆต่างกันไปตามเวลาของแสงอาทิตย์ด้วย โดยเฉพาะประเทศในเขตเส้นศูนย์สูตรและใกล้เคียงย่อมได้รับผลค่อนข้างมาก ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันต่อสัญญาณดาวเทียมในช่วงความถี่สูงสุดประมาณ 6 จิกะเฮิร์ท ส่วนชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีการหักเหภายในชั้นซึ่งมีผลต่อสัญญาณความถี่สูงกว่าประมาณ 3 จิกะเฮิร์ทขึ้นไป

แอมปลิจูดของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เชื่อมโยงแบบไมโครเวฟผ่านชั้นบรรยากาศของโลกที่มีสภาพภายในชั้นไม่เป็นเนื้อเดียวกันคือมีค่าดัชนีการหักเหต่างกัน โดยสถิติแล้วจะทำให้เกิดการขึ้นลงทางแอมปลิจูดของสัญญาณเป็นช่วงสั้นๆ ประมาณ 0.1 ถึง 100 วินาที นอกจากนี้ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในชั้นบรรยากาศที่ปลอดโปร่ง คือ อุณหภูมิและความชื้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกระทันหันทันใดแล้วก็จะทำให้สัญญาณที่เดินทางผ่านเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันได้โดยขนาดการเปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับมุมเงยของจานสายอากาศรับ, ฤดูกาล โดยในฤดูร้อนจะสูงมากแต่จะต่ำในฤดูฝน, ความแรงของสนามแม่เหล็กโลกและพบว่าสเปกตรัมกำลังของการเปลี่ยนแปลงในระดับสัญญาณจะขึ้นอยู่กับความถี่ นอกจากนี้ เมฆ, ฝน, ออกซิเจนและไอน้ำที่อยู่ในชั้นบรรยากาศก็จะเป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันได้ โดยเฉพาะเมฆที่พัดผ่านเส้นทางเชื่อมโยงแล้วจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันที่รุนแรงมากได้

3.2 ปรากฏการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน (SCINTILLATION PHENOMENA)

ในการสื่อสารโดยใช้ระบบดาวเทียม สำหรับประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่น ประเทศไทย จะพบปัญหาหนึ่งซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาได้คือ การเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของสัญญาณ (scintillation) การเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันนี้เกิดความผิดปกติของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และทรอโพสเฟียร์ ซึ่งจะทำให้ระดับของสัญญาณแกว่งขึ้นๆลงๆหลายเดซิเบล การเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับอเพอร์เจอร์, มุมเงยของจานสายอากาศ, สถานีที่ทำการวัดสัญญาณ, ความถี่ที่ใช้และตัวแปรต่างๆของจานสายอากาศการเกิดการเปลี่ยนแปลงกระทันหันสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามสาเหตุการเกิดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เกิดจากความผิดปกติของชั้นไอโอโนสเฟียร์ รวมทั้งชั้น E_s และการกระจายของชั้น F ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความถี่ย่าน c-band และย่านความถี่ต่ำอย่างมาก เรียกว่า dry scintillations

2) เกิดจากความผิดปกติของชั้นทรอโพสเฟีย รวมทั้งปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหักเหของชั้นบรรยากาศซึ่งเกิดจากอนุภาคของเม็ดฝน เรียกว่า wets scintillations

คุณลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันจะขึ้นอยู่กับดวงอาทิตย์ เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันทั้งจากชั้นไอโอโนสเฟียร์และทรอโพสเฟียร์ จะเปลี่ยนแปลงต่างกันในแต่ละวันและแต่ละฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การ์ดอินเตอร์เฟส GPIB

การ์ดอินเตอร์เฟสที่ใช้ในการทดลองเป็น GP-488.2 ซึ่งใช้ได้กับ PC โดยมีลักษณะเหมือนกับ IEE-488.2 คือฟังก์ชั่นในการทำงานเหมือนกับ IEEE-488.2 แต่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่ง GI-488.2 สามารถใช้งานได้ 2 โหมด คือ โหมดอุปกรณ์ตัวขับ (device driver mode) กับ โหมดการใช้งานได้ของอุปกรณ์ PCII (Nationnal Instruments PCII compatible mode) สามารถเปลี่ยนโหมดได้โดยการสับสวิตช์ที่ตัว GI-488.2 และสามารถควบคุมโดยใช้โปรแกรมที่เขียนโดยภาษาคอมพิวเตอร์ได้

ตัวการ์ดประกอบด้วย NEC uPD 7210 GPIB monolithic controller chip และ digital logic IC 6 ตัวเพื่อทำหน้าที่เป็นเหมือน IEEE-488.2 สามารถเคลื่อนย้ายข้อมูลติดต่อกับ I/O ด้วยความเร็ว 67 Kbytes/sec

4.1 โครงสร้างโดยทั่วไป

4.1.1 ชนิดของข้อความ GPIB (Type of GPIB Message)

อุปกรณ์ GPIB ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ติดต่อกับอุปกรณ์GPIB โดยการส่งข่าวสารที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ (device-dependent) และข่าวสารการเชื่อมต่อ (interface message) ผ่านระบบการเชื่อมต่อ

- ข่าวสารที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ หรือเรียกอีกอย่างว่า ข่าวสารข้อมูล(data message)
- ข่าวสารการเชื่อมต่อ จะเกี่ยวกับบัสซึ่งมักเรียกอีกอย่างว่า ข่าวสารคำสั่ง (command message) ซึ่งใช้ในการเริ่มต้น (initial) พวกบัส การกำหนดแอดเดรสอุปกรณ์และเซตโหมดของอุปกรณ์ให้เป็นทางไกล(remote) หรือ ท้องถิ่น (local) ก็ได้

4.1.2 ผู้ส่ง (Talkers), ผู้รับ (Listeners), และผู้ควบคุม (Controllers)

จุดประสงค์หลักของ GPIB คือการเคลื่อนย้ายข่าวสารระหว่างอุปกรณ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป ก่อนที่จะทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลจำเป็นจะต้องกำหนดลงไปก่อนว่าจะให้อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ในการส่ง (Talk) และอุปกรณ์ใดทำหน้าที่ในการรับ (Listen) ซึ่งการจะกำหนดให้อุปกรณ์ใดส่งหรือรับข้อมูลจะขึ้นกับตัวควบคุมที่ทำงานอยู่ (Active Controller) ดังนั้นเพื่อควบคุมการเคลื่อนย้ายข้อมูลตัวควบคุมที่ทำงานอยู่จะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำให้หยุดการรับ-ส่งข้อมูลของบัสที่ต้องการก่อน

- ทำให้อุปกรณ์ทุกตัวอยู่ในสถานะที่ไม่รับข้อมูลใดๆ (Unlisten) เพื่อป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล

- กำหนดอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลโดยการใช้แอดเดรส

- กำหนดอุปกรณ์อื่นทั้งหมดที่ต้องการจะรับข้อมูลให้รับข้อมูลโดยการใช้แอดเดรส

- บอกแก่อุปกรณ์ทุกตัวว่าการส่งข้อมูลอาจเกิดขึ้นเมื่อไหร่ก็ได้ให้เตรียมพร้อมไว้

เมื่อมีการส่งข้อมูลเกิดขึ้น ตัวควบคุมที่ทำงานอยู่จะรอจนกระทั่งตัวรับที่ทำงานอยู่ (Active listeners) พร้อมรับข้อมูลผ่านบัสไปโดยข้อมูลแต่ละไบต์ ที่จะส่ง(ส่งทีละไบต์)จะต้องรอให้ ตัวรับทุกตัวรับข้อมูลเดิมครบก่อนจึงจะส่งไบต์ถัดไปและก่อนจะส่งข้อมูลไบต์ถัดไปจะต้องรอให้ ตัวรับทุกตัวพร้อมก่อนซึ่งการส่งข้อมูลจะถูกส่งโดยใช้ขั้นตอนที่กล่าวมาซ้ำแล้วซ้ำอีกจนกระทั้งข้อมูลถูกส่งจนหมด ตัวควบคุมจะจำเป็นก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ส่ง และรับเท่านั้น

4.2 สัญญาณและเส้นสัญญาณของ GPIB (GPIB Signal and Lines)

ระบบการเชื่อมต่อ GPIB ประกอบด้วยสายสัญญาณ 16 เส้น และ สายกราวด์รีเทอร์น (ground-return)กับสายชีลเดรน (shield-drain) อีก 8 เส้น ซึ่งสายสัญญาณ 16 เส้นนี้ประกอบด้วย สายข้อมูล 8 เส้น สายสำหรับตรวจสอบ (handshake) 3 เส้น และสายสำหรับการจัดการเชื่อมต่อ (interface management)อีก 5 เส้น

4.2.1 สายสัญญาณข้อมูล (Data lines)

สายข้อมูลทั้ง8 (DIO1-8) ใช้สำหรับทั้งข่าวสารข้อมูลและข่าวสารคำสั่ง โดยที่คำสั่งและข้อมูลทั้งหมดจะใช้เพียง 7 บิท (รหัส ASCII หรือ ISO) อีก 1 บิทจะไม่ใช้หรืออาจใช้เป็น บิทตรวจสอบ (parity bit) ก็ได้

4.2.2 สายสัญญาณตรวจสอบ (Handshakes Lines)

GPIB ใช้สายตรวจสอบ 3 เส้น เป็นลำดับดังนี้ เมื่อพร้อม, เมื่อมีข้อมูล, เมื่อได้รับข้อมูล ซึ่งโปรโตคอลการตรวจสอบ (handshake protocol) นี้จะทำให้การเคลื่อนย้ายข้อมูลสามารถทำได้กับตัวรับที่มีอัตราการเคลื่อนย้ายข้อมูลต่ำสุด เส้นแรก (DAV) จะถูกควบคุมโดยตัวส่ง ขณะที่อีก 2 เส้น (NRFD และ NDAC) จะถูกใช้ร่วมกันโดยตัวรับที่ทำงานอยู่ เช่นเดียวกับสาย GPIB (GPIB lines) สายตรวจสอบจะทำงาน (active) ที่ลอจิกต่ำ (low)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาต้าวาลิด (Data valid : DAV) ถูกควบคุมโดยตัวส่งที่ทำงานอยู่ ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลใดๆตัวส่งจะต้องตรวจ NDAC ว่าถูกยืนยันหรือไม่ (asserted : low) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ว่าตัวรับทุกตัวได้รับข้อมูลก่อนหน้านี้แล้ว หลังจากนั้นตัวส่งพร้อมที่จะส่งข้อมูลผ่านสายข้อมูลหลังจากรอให้ NRFD ไม่ยืนยัน (unasserted : high) ซึ่งเป็นตัวบอกว่าตัวรับทุกตัวพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว เมื่อ NRFD และ NDAC อยู่ในสถานะที่ถูกต้องแล้ว(NRFD เป็น high และ NDAC เป็น low) ตัวส่งจะยืนยัน DAV (ทำให้เป็นlow) เพื่อบอกว่าขณะนี้มีข้อมูลอยู่บนบัสแล้ว NRFD (Not Ready For Data) ถูกใช้โดยตัวรับเพื่อบอกตัวส่งว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่แล้วตัวส่งจะต้องรอให้ตัวรับแต่ละตัวไม่ยืนยันก่อน(เป็นhigh) ที่เป็นอย่างนี้ก็เพื่อเป็นการประกันว่าอุปกรณ์ทุกตัวที่จะรับข้อมูลจะต้องพร้อมที่จะรับข้อมูลก่อนเพื่ออุปกรณ์ทุกตัวจะได้รับข้อมูลครบทุกตัวซึ่งแต่ละตัวพร้อมที่จะรับข้อมูลไม่เท่ากัน NDAC (Not Data Accepted) ก็เช่นเดียวกันจะถูกควบคุมโดยตัวรับเป็นการบอกตัวส่งว่าตัวรับแต่ละตัวได้รับข้อมูลแล้ว อุปกรณ์แต่ละตัวจะให้ NDAC เป็นสูง(high)ไม่พร้อมกันแต่ NDAC รวมจะไม่เป็นสูงจนกระทั่งตัวรับตัวที่ช้าที่สุดได้รับข้อมูลแล้ว

4.2.3 **สายสัญญาณจัดการบัส** (Bus Management Lines)

สายข้อมูลอีก 5 เส้นใช้เป็นสายจัดการบัส (bus management lines) ซึ่งแต่ละเส้นจะมีความหมายต่างกันและจะทำงานที่ต่ำ (active low) ซึ่งก็คือ โวลท์เตจต่ำ (low voltage) จะหมายถึงลอจิก 1 และโวลท์เตจสูง (high voltage) จะหมายถึงลอจิก 0

แอทเท็น (Attention : ATN) เป็นเส้นที่สำคัญที่สุดเส้นหนึ่งในการจัดการเรื่องบัส เมื่อ ATN ถูกยืนยัน (asserted) ข้อมูลที่อยู่ในสายข้อมูลจะเป็นคำสั่ง (command) เมื่อ ATN ไม่ถูกยืนยัน (unasserted) ข้อมูลที่อยู่ในสายข้อมูลจะเป็นข้อมูลของตัวรับที่ทำงานอยู่ ATN จะถูกควบคุมโดยตัวควบคุมที่ทำงานอยู่

เคลียร์ตัวเชื่อมต่อ (Interface Clear : IFC) ถูกใช้โดยตัวควบคุมระบบเพื่อทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์บัส (bus device interface) อยู่ในสถานะตื่นตัวพร้อมที่จะรับข้อมูลและเคลียร์ข้อมูลหรือทุกสัญญาณที่อยู่บนบัสให้หมด คือ ทำให้อยู่ในสถานะว่าง (Idle) ทั้งตัวส่งและ ตัวรับ (ตัวส่งและตัวรับที่ทำงานอยู่) และทำให้ตัวควบคุมระบบเป็นตัวควบคุมที่ทำงานอยู่

ใช้งานทางไกล (Remote Enable : REN) จะถูกยืนยันโดยตัวควบคุมระบบ เพื่อให้อุปกรณ์บัสตอบสนองต่อคำสั่งทางไกล (remote command) ถ้า REN ไม่ถูกยืนยันอุปกรณ์บัสจะไม่สนใจต่อบัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวหยุด (End of Identify : EOI) ถูกใช้ในการส่งเป็นสัญญาณสุดท้ายของการส่งข้อมูลหลายๆไบต์เพื่อบอกว่าการส่งข้อมูลสิ้นสุดลง EOI ไม่จำเป็นต้องมีเสมอไปไบต์สุดท้ายของข้อมูลอาจจะเป็นอักษรพิเศษอะไรก็ได้ เช่น แคร์เรียรีเทอร์น (carriage-return) หรือ ไลน์พีด (line feed) จะถูกใช้โดยตัวควบคุมที่ทำงานอยู่ เพื่อทำโพลขนาน (Parallel Poll) โดยการยืนยันทั้ง EOI และ ATN พร้อมกัน

ขอร้องบริการ (Service Request : SRQ) เป็นสายไวน์ออร์ (wired-or line) ซึ่งจะถูกยืนยันโดยอุปกรณ์ใดก็ได้ที่ต้องการที่จะเป็นตัวควบคุมที่ทำงานอยู่ ตัวควบคุมสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าอุปกรณ์ใดต้องการบริการโดยการใช้โพลอนุกรม หรือโพลขนาน

4.2.4 การร้องขอบริการ (Service Request)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าสายการร้องขอบริการ ถูกยืนยันโดยอุปกรณ์ที่ต้องการจะเป็นตัวควบคุมที่ทำงานอยู่ซึ่งเป็นวิธีที่อุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้ตัวควบคุมซึ่งคล้ายกับว่าเป็นการร่วมกัน อินเทอร์รัพ (interrupt) ตัวควบคุมในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) โครงสร้างบัสส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัตินี้ เช่น ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ (digital voltmeter) อาจจะยืนยัน SRQ เมื่อการวัดเสร็จสิ้นสมบูรณ์หรือ อินพุทของมันมีมากเกินไป, ตัวจ่ายกำลัง อาจ จะยืนยันSRQ ถ้าเอ้าพุทของมันถูกจำกัด ซึ่งคุณสมบัตินี้จะลดภาระของตัวควบคุมที่ทำงานอยู่ในการเช็คอุปกรณ์ทุกๆคัววนกันไปเป็นรอบๆ คือ แทนที่จะเช็คอุปกรณ์แต่ละตัววนกันไปให้อุปกรณ์แต่ละตัวส่งสัญญาณมาที่ตัวควบคุมเพื่อบอกถึงสถานะหรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์นั้นเอง

เนื่องจากว่า SRQ เป็นเส้นเดียวดังนั้นไม่มีทางที่ตัวควบคุมจะรู้ได้ว่าอุปกรณ์ใดร้องขอบริการ มาเพื่อที่จะรู้ที่มาของการร้องขอตัวควบคุมระบบจะต้องใช้วิธีการโพลอนุกรม หรือ โพลขนาน

4.2.5 การโพลแบบอนุกรม (Serial Poll)

เมื่ออุปกรณ์เป็นโพลอนุกรมมันจะตอบสนองต่อตัวควบคุมโดยใช้ไบต์สถานะ 8 บิท (8-bit status byte) เมื่ออุปกรณ์มีการร้องขอจะมีบิทหนึ่งที่ถูกเซต(DIO7) และอีก 7 บิทที่เหลือจะเก็บสถานะเฉพาะของอุปกรณ์ (device specific status) ไว้ ถ้าอุปกรณ์ตัวนี้ไม่ร้องขอมาตัวควบคุมจะทำการโพลอนุกรมอุปกรณ์อื่นถัดไปจนกระทั่งพบว่าอุปกรณ์ใดร้องขอมา และตัวควบคุมสามารถตรวจสอบไบต์อื่นในไบต์สถานะเพื่อหาสาเหตุของการร้องขอด้วยวิธีการนี้โพลอนุกรมที่ถูกทำซ้ำเรื่อยๆนี้สามารถหาว่าอุปกรณ์ใดร้องขอมาและรู้สถานะภาพของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 การโพลแบบขนาน (Parallel Poll)

เมื่อตัวควบคุมใช้วิธีโพลแบบขนานอุปกรณ์ที่จะร้องขอทุกตัวจะยืนยันผ่านหนึ่งในสายข้อมูล ตัวควบคุมจะตรวจสอบสายข้อมูลและจะสามารถรู้ได้ว่าอุปกรณ์ได้ทำการร้องขอมา อย่างไรก็ตามตัวควบคุม จะไม่ได้รับข่าวสารสถานะเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้นๆและมักจะใช้โพลอนุกรมหลังจากใช้วิธีโพลขนานในการตรวจสอบอุปกรณ์ เนื่องจากว่าวิธีโพลอนุกรมสามารถตรวจ สถานะได้มันจึงเป็นที่นิยมใช้มากกว่าและอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะใช้ได้กับวิธีโพลอนุกรม อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทำงานของ GPIB ที่เกี่ยวข้องกับเครื่อง วิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ (spectrum analyzer)

5.1 อินเตอร์เฟสฟังก์ชั่นของเครื่องวัดสัญญาณเชิงความถี่ (Interface Functions)

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงการควบคุมการทำงานของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ โดยใช้รูปแบบ (GPIB Outline)

IEEE มีบัสที่ใช้ในการติดต่อทั่วไป [General Purpose Interface Bus (GPIB)] ซึ่ง GPIB นี้มีหน้าที่ดังนี้

1) ควบคุมการเซตของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ ได้โดยการต่อ GP-IB เข้ากับคอมพิวเตอร์ หรือ ตัวควบคุม ข้อมูลที่วัดได้สามารถส่งไปมาระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ ได้

2) สามารถนำข้อมูลที่อยู่บนจอ CRT ของ เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ ส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์กราฟ (plotter) หรือ เครื่องพิมพ์

ระบบ GP-IB นี้สามารถต่อกับอุปกรณ์ได้ถึง 15 เครื่องพร้อมกัน แม้ว่าอัตราการถ่ายเทข้อมูลจะแตกต่างกันในแต่ละอุปกรณ์ ข้อมูลจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ได้โดยอ้างแอดเดรสของอุปกรณ์และโดยการใช้วิธีการตรวจสอบแบบแฮนด์แชค (handshake)

สำหรับเครื่องวัดสัญญาณเชิงความถี่รุ่น MS710 มีอินเตอร์เฟสฟังก์ชั่น ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงอินเตอร์เฟสฟังก์ชั่น

SH 1	All function of the source handchake
AH 1	All function of the acceptor handshake
T 5	Basic talker, serial poll , talk only mode, and talker release by My Listen Address (MLA) (All T Function)
L 4	Basic listener, listener release by My Talk Address (MTA). No listen only mode.
SR 1	All functions of serial poll

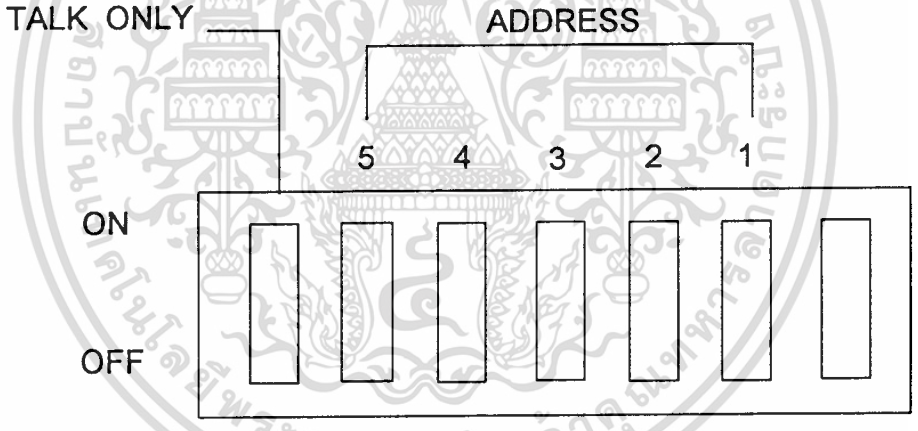
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RL 1	All functions of remote and local
RP 0	No parallel poll function
DC 1	All functions of device clear
C 0	No controller function

5.2 ก่อนใช้ GPIB

5.2.1 ที่อยู่ (Address)

เนื่องจากว่า GP-IB เพียงอันเดียวสามารถต่อกับอุปกรณ์ได้ถึง 15 เครื่องพร้อมกัน ดังนั้น เพื่อที่จะควบคุมอุปกรณ์แต่ละเครื่องแยกจากกัน อุปกรณ์แต่ละเครื่องจะมีหมายเลขที่บ่งบอกถึงตัวเครื่องเองโดยเฉพาะ



รูปที่ 5.1 แสดงแอดเดรสสวิตช์

ที่ด้านหลังของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ รุ่น MS710 นี้จะมีสวิตช์ใช้สำหรับการตั้งแอดเดรส การตั้งแอดเดรสจะกระทำโดยการสับสวิตช์หมายเลข 1-5 ซึ่ง ON และ OFF จะหมายถึงค่า 1 และ 0 ในเลขฐานสองตามลำดับเช่นสวิตช์ 1 และ 2 เปิด (ON) และสวิตช์อื่นปิด(OFF) จะหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 00011ในเลขฐานสองและมีค่าเท่ากับ 3 ในเลขฐานสิบ ซึ่งค่า 3 นี้เป็น รหัสแอดเดรส (address code)ของเครื่อง MS710 นี้สวิตช์ทั้ง 5สามารถทำให้เกิดเลขได้ถึง 31 ตัวคือ จาก 0 ถึง 31 เพราะเลข 31 (ทุกสวิทช์เปิด) จะใช้ในกรณีพิเศษสำหรับระบบ GP-IB

5.2.2 **ส่งอย่างเดียว** (Talk Only)

สวิทช์ส่งอย่างเดียว ใช้สำหรับตั้งให้เครื่อง MS710 นี้ อยู่ในสภาวะส่ง ซึ่งเป็นภาวะที่ไม่ต้องมีตัวควบคุมเข้ามาเกี่ยวข้องสวิทช์นี้จะเปิดก็ต่อเมื่อต้องการจะทำการสำเนา ภาพบนจอ CRT โดยใช้เครื่องพิมพ์กราฟ หรือ เครื่องพิมพ์ ต่อกับ GP-IB นอกจากนี้แล้วสวิทช์จะปิด

5.2.3 **การรีเซตบัส** (Bus Reset)

เมื่อเซตระบบเรียบร้อยแล้วใช้ตัวควบคุมทำให้อินเตอร์เฟสนั้นเคลียร์ (IFC) ซึ่งจะมีผลทำให้บัสนั้นถูกรีเซตและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

5.2.4 **ฟังก์ชั่นควบคุมทางไกลและควบคุมท้องถิ่น** (Remote / Local function)

เครื่อง MS710 นี้มีฟังก์ชั่นทางไกล/ท้องถิ่น (RL) รวมทั้งโลคอล็อกเอาท์ (local lockout) ด้วยเพราะฉะนั้นต้องแน่ใจว่าสายใช้งานทางไกล (REN) นั้นถูกเซตให้เป็นจริงเมื่อข้อมูลที่เกี่ยวกับการโปรแกรมถูกส่งไปยัง MS710 เพื่อการควบคุม

5.3 การตอบสนองต่อการเคลียร์และการทริกเกอร์อุปกรณ์ (Respponse to Device Clear and Device Trigger)

เมื่อ MS710 ได้รับคำสั่งเคลียร์อุปกรณ์ หรือ คำสั่งเคลียร์อุปกรณ์ที่กำหนด (selected device clear command) มันจะถูกรีเซตให้เป็นภาวะเดียวกันกับเมื่อเปิดเครื่อง ถ้า MS710 ได้รับคำสั่งทริกเกอร์อุปกรณ์ การกวาดที่กำลังเกิดขึ้นอยู่นั้นจะหยุดและจะเริ่มทำการกวาดใหม่ ถ้าเป็นโหมดทริกเกอร์เดี่ยว (single trigger mode) จะมีการกวาดเพียง 1 ครั้ง

5.4 ข้อความอุปกรณ์ (Device Message)

5.4.1 **รูปแบบ** (Outline)

ข่าวสารอุปกรณ์เป็นหน่วยของข้อมูลซึ่งมีความหมายเดียงใช้แลกเปลี่ยนระหว่างอุปกรณ์ของระบบโดยผ่าน GP-IB เครื่อง MS710 จะมีข่าวสารอุปกรณ์สำหรับการตั้ง (setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือการอ่านค่าที่ต้องการออกมาและสำหรับอินพุต/เอาท์พุทของข้อมูลสัญญาณ (waveform data) ,ข่าวสารอุปกรณ์จะถูกจัดการในลักษณะเดียวกับข้อมูลอินพุต ที่มาจากหน้าปัทของ MS710

5.4.1.1 รูปแบบข้อมูล (Data format)

รูปแบบของข้อมูลของข่าวสารอุปกรณ์ถูกแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ซึ่งจะใช้รหัส ASCII 7 บิท ในการบ่งชี้ถึงแต่ละรูปแบบ

แบบที่ 1 Header + numeric data + unit

แบบที่ 2 Header + numeric

แบบที่ 3 Header

แบบที่ 4 Header + character string

Header : เป็นอักษรตั้งแต่ 1-3 ตัว เรียงกันซึ่งบ่งชี้ถึงปุ่มต่างๆบน หน้าปัท

Numeric data : มี 6 หลักแสดงถึงเครื่องหมายและจุดทศนิยมของเลขจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายหรือแสดงถึงเครื่องหมายและจุดทศนิยมของเลขจำนวนจริงที่มีเครื่องหมาย

Unit : บอกถึงหน่วยของข้อมูล (อาจมี prefix นำหน้าหน่วยได้)

Character String : เป็นตัวเลขหรือเป็นสัญลักษณ์ตั้งแต่ 1-48 ตัว

5.4.1.2 หน่วยที่ใช้ (Acceptable Unit)

สำหรับข้อมูลแบบแรกนั้น เมื่ออินพุทของหน่วยจากข้อความถูกเพิกเฉยหน่วยพื้นฐาน (basic unit) ของส่วนหัว(header) ตัวนั้นจะถูกสมมุติให้เป็นหน่วยแทน ถ้ามี G เพียงตัวเดียวจะหมายถึง GHz และอักษรตัวเล็กและตัวใหญ่จะใช้แทนกันได้ เช่น kHz,KHz,KHZ จะมีค่าเหมือนกัน

5.4.1.3 ตัวกำหนดขอบเขต (Delimiter)

ข่าวสารอุปกรณ์ติดกันจำนวนมากสามารถถูกเคลื่อนย้ายไปโดยมีตัวจุลภาคเป็นตัวขั้นแต่ละ ข้อความ ถ้าข้อความถูกแยกจากกันจากส่วนหัวโดยชัดเจนแล้วจุลภาคนั้นไม่จำเป็นต้องใช้ก็ได้ และที่ปลายสุดของขบวนข้อความ (END message) จะต้องเพิ่มรหัสไลน์ฟีด (LF) หรือตัวหยุด (EOI) เข้าไปด้วย

5.4.2 ข้อความอุปกรณ์และเงื่อนไขในการวัด (Device message and measurement conditions)

ข้อความอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่อง MS710 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-2 เมื่อเครื่อง MS710 อยู่ในสภาวะตัวรับข้อมูลจะถูกส่งในรูปแบบที่กำหนดและฟังก์ชั่นของ MS710 จะถูกควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมทางไกล ข้อความอุปกรณ์ที่ถูกใช้โดยตัวควบคุมเพื่อการอ่านค่าของ MS710 ออกมาจะอยู่ใน ตารางที่ 5-3 หลังจากตัวควบคุมส่งข้อมูลพิเศษดังที่เห็นทางด้านซ้าย (เป็นข้อมูลโปรแกรม ที่มี 0 เพื่อเข้าไปในแต่ละส่วนหัว) ไปยัง MS710 ตัวควบคุมจะได้รับข่าวสารการตั้ง(setting information) ที่ต้องการโดยให้ตัวควบคุมเองเป็นตัวรับและ MS710 เป็นตัวส่ง รหัสแคร์เรียรีเทอร์น และรหัสไลน์ฟีด จะต้องใส่ไปยังส่วนสุดท้ายของข้อมูล และเมื่อรหัสไลน์ฟีดถูกส่ง ข้อความสิ้นสุด (END message) ซึ่งกำหนดโดยสาย EOI จะถูกส่งไปพร้อมกัน

ตารางที่ 5.2 แสดงข้อความอุปกรณ์(device message)ของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ (spectrum analyzer)

Header	Setting Contents	Input Format	Basic Unit
CF	CENTER FREQUENCY	CF n u	Hz
SP	FREQ SPAN	SP n u	Hz
FA	START FREQ	FA n u	Hz
FB	STOP FREQ	FB n u	Hz
RL	REFERENCE LEVEL	RL n u	dBm
BW	RES BW	BW n u	Hz
VB	VIDIO BW	VB n u	Hz
ST	SWEEP TIME	ST n u	s
AT	INPUT ATTEN	AT n u	dB
RC	RECALL	RC	
LG	LOG	LG n u	dB
LN	LIN	LN	
BA	FREQ BAND 1.7G - 23G	BA	
BB	FREQ BAND 100K - 2G	BB	
BC	FREQ BAND 10K - 30M	BC	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

Header	Setting Contents	Input Format	Basic Unit
BD	FREQ BAND 18G - 26.5G	BD	
BE	FREQ BAND 22G - 33G	BE	
BF	FREQ BAND 26.5G - 40G	BF	
BG	FREQ BAND 40G - 60G	BG	
BH	FREQ BAND 60G - 90G	BH	
BI	FREQ BAND 90G - 140G	BI	
PC	PEAK —> CTR	PC	
LS	(SIGNAL SEARCH)	LS	
RS	(SIGNAL SEARCH)	RS	
TI	TITLE	TI c	
AR	AUTO RES BW	AR	
AV	AUTO VIDEO BW	AV	
AS	AUTO SWEEP TIME	AS	
AI	AUTO INPUT ATTEN	AI	
TS	TRIGGER SINGLE	TS	
TF	TRIGGER FREE RUN	TF	
TL	TRIGGER LINE	TL	
TV	TRIGGER VIDEO	TV	
TE	TRIGGER EXIT	TE	
WA	WRITE A	WA n	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

Header	Setting Contents	Input Format	Basic Unit
WB	WRITE B	WB n	
RA	READOUT A	RA n	
RB	READOUT B	RB n	
AB	A - B	AB n	
CP	COPY	CP	
SU	SPAN UP	SU	
SD	SPAN DOWN	SD	
PP	PRESELECTOR PEAK	PP	
RQ	SERVICE REQUEST ON / OFF	RQ n	
NM	NORMAL MARKER	NM n u	Hz
DM	DELTE MARKER	DM n u	Hz
PM	PEAK MARKER	PM	
MC	MARKER -> CENTER	MC	
TK	SIGNAL TRACKING START	TK	
MO	MARKER OFF	MO	
MA	MARKER ON MEMORY A	MA	
MB	MARKER ON MEMORY B	MB	
MM	MIXING MODE MINUS	MM	
MP	MIXING MODE PLUS	MP	
XB	EXTERNAL MIXER BIAS	XB n	
XL	EXTERNAL MIXER LOSS	XL n u	dB
XP	EXTERNAL MIXER 2/3 PORT	XP n	
DS	SAVE DISPLAY DATA	DS n	
DR	RECALL DISPLAY DATA	DR n	
DQ	SCAN DISPLAY DATA	DQ n	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

Header	Setting Contents	Input Format	Basic Unit
DX	EXCHANGE DATA A <==> B	DX	

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อความของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการอ่านข้อมูลออกมาจากอุปกรณ์

Output Specifying Data	Output Contents	Output Format
OCF	CENTER FREQUENCY	CF n u
OSP	FREQ SPAN	SP n u
OFA	START FREQ	FA n u
OFB	STOP FREQ	FB n u
ORL	REFERENCE LEVEL	RL n u
OSC	SCALE	LG n u or LN
OBW	RES BW	BW n u
OVB	VIDEO BW	VB n u
OST	SWEEP TIME	ST n u
OAT	INPUT ATTENUATION	AT n u
ORCn	Condition setting memory	Output character strings delimiting each function using a comma
OTXn	Character information on CRT	Character string on CRT
OMn	MARKER INDICATION	M n u
OHM	HARMONIC MODE	HM n
OXB	EXTERNAL MIXER BIAS	XB n
OXL	EXTERNAL MIXER LOSS	XL n u

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

Output Specifying Data	Output Contents	Output Format
OXP	EXTERNAL MIXER 2/3 PORT	XP n

n : Numeric data

u : Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (Universal Language Interface)

ต่อภาษาสากล (Universal Language Interface) ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้ที่คุ้นเคยกับการเขียนโปรแกรมกับตัวควบคุมฮิวเลตต์แพคการ์ด (Hewlett-Paclard controllers) ตัวภาษาเชื่อมต่อสากลสามารถใช้ได้กับเครื่อง IBM, IBM PC หรือ คอมพิวเตอร์ที่เข้ากับระบบของ IBM ได้ ในการใช้งานนั้นไฟล์ของ ดอส (DOS) จะทำการเรียก ULI (Universal Language Interface) โดยใช้คำสั่งมาตรฐานอินพุท-เอาท์พุท (standard I/O commands) ในโปรแกรมภาษานั้นๆ ตัวภาษเชื่อมต่อสากลเป็นการเชื่อมต่อระ ดับต่ำสุดกับตัวขับ NI-488 (NI-488 driver) แต่สำหรับการเชื่อมต่อระดับสูงหรือการเชื่อมต่อที่ต้องการความยืดหยุ่นมากจำเป็นต้องใช้ฟังก์ชั่นพิเศษของ NI-488 เข้าช่วย

ตัวโปรแกรมขับของ NI-488 คือ ไฟล์ ULI.COM ซึ่งไฟล์นี้จะอยู่ในแผ่นดิสต์ที่มาพร้อมกับอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB ตัวโปรแกรมขับ (ULI driver) นี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง MS-dos กับตัวขับ I-488 ในไฟล์ GPIB.COM

6.1 การติดตั้ง (Installation)

ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อ GPIB มีดังต่อไปนี้

- ติดตั้งอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์
- ทำการติดตั้งโปรแกรม NI-488

ถ้าขั้นตอนติดตั้งไม่สมบูรณ์ ก็ให้อ่านขั้นตอนการติดตั้งใหม่จากคู่มือที่แนบมากับอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB ก่อนที่จะทำการติดตั้งโปรแกรม ULI.COM ใหม่

วิธีการติดตั้งโปรแกรม ULI มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เรียกไฟล์ IBSTART.BAT ที่อยู่ในไดเรกทอรี่ย่อย (sub-directory) NI-488 เช่น A:>NI-488> ibstart.bat c: <ENTER> จากคำสั่งข้างต้นเป็นการติดตั้งโปรแกรม NI-488 ลงในไดรว์ c:

2. ใช้คำสั่ง ULI เช่น ULI.COM <ENTER>

เมื่อกด ENTER แล้วโปรแกรมขับ (ULI driver) เข้าสู่หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวโปรแกรมรับจะยังคงมีอยู่ในหน่วยความจำจนกระทั่งปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณจำเป็นต้องใช้โปรแกรมขับบ่อยๆ ก็ให้เพิ่มคำสั่ง ULI.COM ในไฟล์ AUTOEXEC.BAT จะทำให้โปรแกรมขับเข้าสู่หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างอัตโนมัติเมื่อเปิดเครื่อง

6.2 การใช้งานโปรแกรมขับของตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (ULI driver)

ตัวโปรแกรมขับจะใช้ชื่อบอร์ด (board) และ IBCONF เป็นตัวกำหนดตัวขับ NI-488 ในไฟล์ GPIB.COM ซึ่งชื่อของบอร์ดก็คือ "GPIB0" ตัวอุปกรณ์อินเตอร์เฟสนี้จะมีแอดเดรสแรก (primary address) 2 ชุดและไม่มีแอดเดรสที่ 2 (secondary address) ซึ่งเป็นวิธีการใช้งานทั่วไป

6.2.1 การเริ่มต้นระบบ (Initializing the System)

ในการติดต่อระหว่างโปรแกรมตัวขับกับตัวโปรแกรมภาษา เช่น ภาษาซี มีดังนี้

```
bd = fopen ("gpib0","rf");
```

ขั้นตอนต่อไปเป็นการเริ่มต้นบัส โดยการส่งข้อความ Interface Clear (IFC) ได้ดังนี้

```
fputs ( "ABORT \n" ,bd);
fputs( "RESET \n" ,bd);
```

หลังจากนั้นสามารถตรวจสอบสภาวะของสายได้จากคำสั่งดังนี้

```
fputs ( "STATUS \n" ,bd);
```

6.2.2 การควบคุมอุปกรณ์

หลังจากที่เริ่มต้นสาย (initialized bus) แล้ว อุปกรณ์ก็จะพร้อมที่จะทำงาน การบังคับให้อุปกรณ์อยู่ในโหมดระยะทางไกล (remote mode) สามารถใช้คำสั่งดังนี้

```
fputs ( "REMOTE 1 \n" ,bd);
```

โดยที่เลข 1 ที่อยู่หลัง REMOTE หมายถึง แอดเดรสของอุปกรณ์ที่จะเข้าสู่โหมดระยะทาง (remote mode) เมื่อถึงตรงนี้แล้วอุปกรณ์ก็พร้อมที่จะรับคำสั่ง โดยใช้คำสั่ง OUTPUT ส่งไปให้อุปกรณ์ ตัวอย่างเช่น

```
fputs ( "OUTPUT 1 ; FA 1.0 GHz ; \n" ,bd);
```

คำสั่ง OUTPUT จะส่งข้อมูล 8 bytes คือ FA 1.0 GHz ไปที่ตัวอุปกรณ์ (ในกรณีนี้อุปกรณ์มีแอดเดรสเท่ากับ 1) ซึ่งแอดเดรสนี้จะเป็นแอดเดรสแรก (primary address)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 การอ่านข้อมูล (Taking Readings)

อุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถถ่ายโอนข้อมูลสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่ง

```
fputs ( " ENTER 1 #16 \n" ,bd);
fgets (data,16,bd);
```

คำสั่งENTER จะทำการอ่านข้อมูลจากตัวอุปกรณ์โดยใช้ bd เป็นไฟล์พอยน์เตอร์ หลังจากนั้นคำสั่ง fgets จะทำการเก็บข้อมูลที่ bd ชี้อยู่ลงในตัวแปร data

6.3 ส่วนสิ้นสุดข้อความ (Terminators)

ในการที่จะทำความเข้าใจกับการทำงานของตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (Universal Language Interface) นั้นจะต้องเข้าใจว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลจะประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วน โดยที่ส่วนแรกเป็นส่วนของเส้นทางการติดต่อระหว่างโปรแกรมตัวขับของ GPIB Board ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนของเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่างตัวขับ (driver) กับอุปกรณ์ GPIB ในการเขียนโปรแกรมภาษาส่วนใหญ่แล้วเกือบทุกภาษาจะใช้ CR-LF (Carriage return-linefeed) ในการปิดท้ายข้อความ

อุปกรณ์ GPIB บางตัวต้องการเครื่องหมายเซมิคอนโคลอน (;) ในการปิดท้ายแต่ละข้อความ ดังนั้นตัวเชื่อมต่อภาษาสากล (ULI) จึงแก้ไขความยุ่งยากโดยให้ความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมภาษาเพื่อให้ตัวโปรแกรมภาษาสามารถทำงานเข้ากันได้กับระบบของเครื่องอุปกรณ์ GPIB

6.3.1 การปิดท้ายคำสั่งเอาท์พุท (OUTPUT Terminator)

การปิดท้ายภาษา (Language Terminator)

เมื่อมีการส่งข้อมูลหรือคำสั่งไปให้อุปกรณ์ GPIB แล้ว ตัวเชื่อมต่อภาษาสากลจะต้องรู้ทันทีว่าอักษรตัวไหนเป็นอักษรปิดท้าย เพื่อให้รู้ถึงการสิ้นสุดขบวนการโดยที่ตัวอักษรปิดท้ายนี้จะส่งผ่านทางโปรแกรมภาษา ตัวเชื่อมต่อภาษาสากลจะใช้ตัวปิดท้ายภาษาจำนวน 1 ตัว หรือ 2 ตัวก็ได้ ส่วนใหญ่แล้วตัวปิดท้ายภาษาจะใช้ CR-LF (Carriage return-linefeed) เช่นในภาษาเบสิกจะใช้ตัวอักษรคู่นี้เป็นตัวปิดท้ายเพื่อบอกการสิ้นสุดของชุดตัวอักษร

อนึ่งตัวเชื่อมต่อภาษาสากลจะใช้ตัวปิดท้ายภาษาที่ส่งมาตัวโปรแกรมภาษา ถ้ามีการเปลี่ยนค่าของตัวอักษรปิดท้ายก็จะทำให้ค่าที่เปลี่ยนใหม่ไม่ตรงกับค่าตัวอักษรปิดท้ายที่แท้จริง ทำให้ตัวโปรแกรมอ่านค่าข้อมูลผิดพลาด นอกจากนี้ยังอาจจะทำให้การใช้คำสั่งอินพุท/เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(I/O Command) ผิดพลาดด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ตัว CR-LF เป็นตัวปิดท้ายจึงเป็นการสะดวกและลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมภาษาได้ ซึ่งโปรแกรมภาษาส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการอินพุทและเอาท์พุทก็มักจะใช้ CR-LF เป็นตัวปิดท้ายข้อมูลอยู่แล้ว

ในการที่จะเปลี่ยนตัวปิดท้ายภาษาให้เป็นตัวอักษรอื่นก็สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง LANGEOS ตัวอย่างเช่น

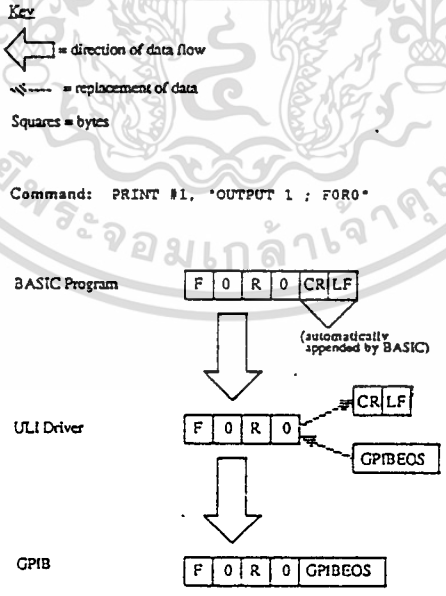
```
fputs ( " LANGEOS  CR LF \n" , bd );
```

ตัวปิดท้าย GPIB (GPIB Terminator)

สำหรับตัวปิดท้าย GPIB จะใช้ตัวอักษร 1 ตัวหรือ 1 คู่ก็ได้ โดยตัวอักษรปิดท้ายนี้จะส่งไปให้อุปกรณ์ GPIB ผ่านทาง GPIB Board โดยใช้โปรแกรมขับ ซึ่งตัวอักษรตัวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวอักษรปิดท้ายภาษา แต่ถ้าหากมีการส่งตัวอักษรแบบนี้ไปสู่อุปกรณ์ GPIB แล้วนั้นก็หมายถึงตัวอักษรนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวปิดท้าย GPIB สำหรับตัวปิดท้ายของ GPIB นั้นจะต้องกำหนดให้เป็นค่าเดียวกันกับตัวปิดท้ายภาษาเสมอ

ตัวอย่างเช่น เพื่อที่จะส่ง CR-LF ไปให้กับอุปกรณ์ก็สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง GPIBEOS

```
fputs ( "GPIBEOS OUT CR LF \n" , bd );
```



รูปที่ 6.1 รูปแบบการทำงานของคำสั่ง OUTPUT ที่ไม่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 6.1 จะเห็นว่าตัวโปรแกรมภาษาเบสิกจะใช้ CR-LF เป็นตัวปิดท้ายข้อความ เมื่อส่งคำสั่งนี้ไปสู่อุปกรณ์ GPIB ก็จะต้องผ่านโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมขับจะทำหน้าที่เปลี่ยนตัวปิดท้ายจาก CR-LF มาเป็น GPIBEOS แล้วส่งต่อให้กับอุปกรณ์ GPIB หลังจากนั้นอุปกรณ์ GPIB จะทำการตรวจสอบข้อความเมื่อพบ GPIBEOS แล้วก็จะรู้ทันทีว่าสิ้นสุดข้อความแล้ว

6.3.2 การปิดท้ายคำสั่งส่วนอินพุท (INPUT Terminators)

ตัวปิดท้ายภาษา (Language Terminaors)

ตัวปิดท้ายภาษาส่วนอินพุทจะทำงานคล้ายกันกับตัวปิดท้ายภาษาส่วนเอาท์พุท แต่จะแตกต่างกันตรงที่ทิศทางการไหลของข้อมูล กล่าวคือ ในกรณีเอาท์พุทข้อมูลจะไหลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปสู่อุปกรณ์ GPIB (โดยใช้คำสั่ง OUTPUT) แต่ในกรณีอินพุทข้อมูลจะไหลจากอุปกรณ์ GPIB มาสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (โดยใช้คำสั่ง ENTER)

ข้อมูลที่มาจากอุปกรณ์ GPIB จะประกอบด้วยส่วนข้อมูลจริงๆ กับส่วนข้อมูลปิดท้าย GPIB โดยที่ส่วนปิดท้าย GPIB ก็คือส่วนตัวปิดท้ายภาษา ข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ GPIB จะอยู่ในรูปของตัวเลขฐานสอง (binary) ข้อมูลนี้จึงมีความสำคัญมากกว่าข้อมูลในรูปรหัส ASCII หรือค่าตัวเลข ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ตัวรับ รับเฉพาะตัวอักษรที่ต้องการจะส่งก็จะทำให้ไม่สามารถรับตัวปิดท้ายภาษาได้ ดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องใช้โปรแกรมภาษาที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายรหัสไบนารี่ (binary transfer functions)

ตัวปิดท้าย GPIB (GPIB Terminators)

อุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับ GPIB มีวิธีการจัดการกับขบวนข้อมูล (data stream) ได้หลายวิธี ทำให้ตัวปิดท้าย GPIB ของแต่ละอุปกรณ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

การจัดการกับตัวปิดท้ายภาษาสามารถทำได้ 4 รูปแบบ โดยรูปแบบที่หนึ่งและสองจะต้องการยอมรับจากตัวปิดท้าย GPIB ส่วนเงื่อนไขอีก 2 ข้อ จะอาศัยการกำหนดเหตุการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือเหตุการณ์จากภายนอก รูปแบบทั้ง 4 มีดังนี้

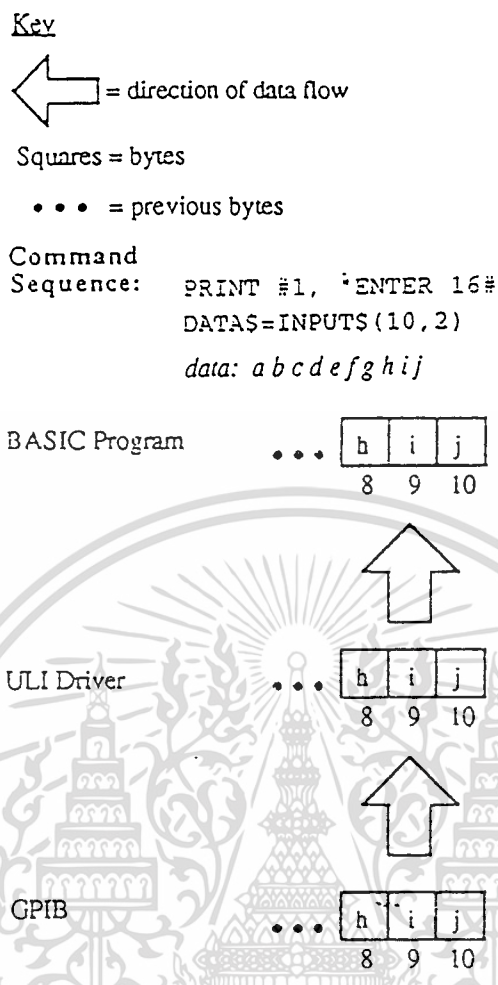
รูปแบบที่ 1 ทำการกำหนดจำนวนข้อมูลไว้ล่วงหน้า

เช่น fputs (" ENTER 1 #10 \n" , bd) ;

ข้อมูลคือ : a b c d e f g h I j

รูปแบบที่ 1 นี้ไม่ต้องกำหนดตัวปิดท้าย GPIB แต่จะต้องกำหนดจำนวนข้อมูลที่จะรับใน 1 ครั้งแทน เมื่อรับข้อมูลได้ครบตามจำนวนใน 1 ครั้งแล้วก็จะรู้ทันทีว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงรูปแบบการทำงานของคำสั่ง ENTER ที่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะรับ

รูปแบบที่ 2 ทำการกำหนดตัวปิดท้าย GPIB ไว้จำนวน 1 ตัวอักษร

เช่น fputs (" GPIBEOS IN CR " , bd);

fputs (" ENTER 16 " , bd);

ข้อมูลคือ : a b c d e CR

รูปแบบที่ 2 นี้จะเห็นได้ว่าผู้ใช้ต้องเปลี่ยนตัวปิดท้าย GPIB ใหม่ให้เป็นตัวอักษรหนึ่งตัวคือ CR หลังจากนั้นเมื่อต้องการรับข้อมูลผู้ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องกำหนดจำนวนข้อมูลที่จะรับอีก เพราะโปรแกรมจะทำการตรวจสอบตัวปิดท้าย GPIB ตามที่กำหนดไว้ เมื่อตรวจพบ CR ก็จะรู้ทันทีว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

รูปแบบที่ 3 ทำการกำหนดตัวปิดท้าย GPIB ไว้จำนวน 2 ตัวอักษร

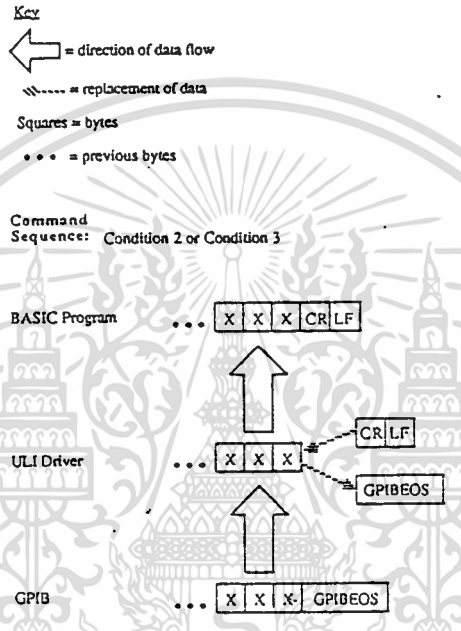
เช่น fputs ("GPIBEOS IN CHR (*30) CHR (*31) " , bd) ;

fputs (" ENTER 16 " , bd) ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลคือ : a b c d e f 0 1

จากตัวอย่างจะเห็นว่าผู้ใช้ต้องทำการกำหนดตัวปิดท้าย GPIB ไว้ 2 ตัวอักษรซึ่งก็คือรหัสแอสกี้ศูนย์ (ASCII 0 = hex 30) และรหัสแอสกี้หนึ่ง (ASCII 1 = hex 31) เมื่อทางด้านรับได้รับรหัสแอสกี้ 0 และ 1 ก็จะรู้ทันทีเลยว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว



รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของคำสั่ง ENTER ที่ไม่บอกจำนวนตัวอักษรที่จะรับ

จากรูปที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าเป็นทั้งกรณีรูปแบบที่ 2 และ 3 เนื่องจากไม่ได้กำหนดจำนวนข้อมูลที่รับไว้ แต่จะใช้ตัวปิดท้าย GPIB เป็นตัวกำหนดการสิ้นสุดข้อมูลแทน เช่น จากรูปที่ 6.3 อุปกรณ์ GPIB ทำการส่งข้อมูลแล้วเพิ่มส่วนตัวปิดท้าย GPIB (GPIBEOS) เข้าไป เมื่อผ่านส่วนโปรแกรมขับ ส่วนนี้ก็จะทำการตรวจสอบเมื่อพบ GPIBEOS แล้วก็จะรู้ว่าสิ้นสุดข้อมูลหลังจากนั้นก็จะใส่ CR-LF เข้าไปแทนที่ตำแหน่ง GPIBEOS แล้วส่งข้อมูลต่อไปให้ส่วนโปรแกรมภาษา เมื่อส่วนโปรแกรมภาษาตรวจสอบข้อมูลแล้วพบ CR-LF ก็จะรู้ว่าเป็นส่วนสิ้นสุดข้อมูล หลังจากนั้นก็จะทำการเก็บเฉพาะส่วนข้อมูลเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 4 ทำการกำหนด GPIB EOI Line ไว้ที่ตำแหน่งไบต์สุดท้ายของข้อมูล

เช่น fputs (" ENTER 16 " , bd) ;

ข้อมูลคือ : a b c d e f g h

รูปแบบที่ 4 นี้จะใส่ EOI ไว้ที่ตัวอักษรตัวสุดท้าย (ในที่นี้คือ h) ทำให้ไม่ต้องส่งตัวปิดท้าย GPIB ไปให้ตัวโปรแกรมภาษา เพราะเนื่องจากว่าตัวปิดท้าย GPIB จะใช้สำหรับการติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับโปรแกรมขับเท่านั้น

6.4 ฟังก์ชั่นการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน (ULI function)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึง Universal Language Interface (ULI) function ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้ ABORT, CLEAR, ENTER, OUTPUT, REMOTE, RESET, STATUS

ก่อนที่จะใช้ฟังก์ชั่นเหล่านี้จะต้องทำการเปิด ULI driver เพื่อ input และ output ก่อนโดยใช้คำสั่ง OPEN หรือพูดง่ายๆว่าเป็นการเปิดพอร์ท input/output นั่นเอง

ก่อนที่จะกล่าวถึงวากยสัมพันธ์ของฟังก์ชั่นเหล่านี้ จะต้องทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์และข้อตกลงที่ใช้อธิบายวากยสัมพันธ์ก่อน

255 character	ความยาวของคำสั่งหรือข้อมูลที่เป็นส่วนหนึ่งของคำสั่งจะต้องไม่มากกว่า 255 ตัวอักษร
UPPERCASE TEXT	การใช้ฟังชั่นจะต้องเป็นอักษรตัวใหญ่เท่านั้น
Blank Space	ช่องว่างระหว่างคำสั่งจะถูกเพิกเฉย เช่น LOCAL LOCKOUT = LOCALLOCKOUT แต่จะมีแค่ 2 แห่งเท่านั้นที่ช่องว่างจะมีความหมายคือ ช่องว่างในข้อมูลที่เป็นส่วนหนึ่งของคำสั่ง OUTPUT และช่องว่างระหว่างอาร์กิวเมนต์ของคำสั่ง SEND
# and ;	# เป็นตัวนำหน้าจำนวนไบต์ที่ต้องการจะรับหรือส่ง ; เป็นตัวบอกการสิ้นสุดของข้อความที่จะรับหรือส่ง
[ ]	สิ่งที่อยู่ในวงเล็บจะเป็นออฟชั่นคือ สามารถเลือกใช้ได้
|	สิ่งที่อยู่ในวงเล็บมากกว่า 2 อย่างขึ้นไปจะถูกแยกด้วยเส้นตั้งฉาก | ซึ่งก็เป็นตัวบอกทางเลือกอีกเหมือนกันคือจะเลือกหรือไม่เลือกอันไหนเลยก็ได้แต่ถ้าเลือกต้องเลือกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< > สิ่งที่อยู่ในวงเล็บนี้จะถูกแทนด้วยค่าๆหนึ่ง เช่น <addr> หมายถึง addr จะต้องเป็นตัวเลข

วากยสัมพันธ์ของฟังก์ชั่น (Function Syntax Conventions)

ABORT

- จุดประสงค์ : ใช้ในการเริ่มต้นบัสหรือใช้ในการสิ้นสุดการส่งข้อมูลในบัสถ้ามีข้อมูลที่กำลังส่งอยู่
- รูปแบบ : ABORT
- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏให้เห็น
- ข้อสังเกต : คำสั่ง ABORT นี้จะให้การ์ด GPIB ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระบบและตัวควบคุมที่กำลังทำงานอยู่ ซึ่งจะทำให้ยืนยัน Interface Clear (IFC) line ตามด้วย ATN line ซึ่งจะเป็นการหยุดการส่งข้อมูลของบัสทั้งหมด

CLEAR

- จุดประสงค์ : ทำการเคลียร์อุปกรณ์ที่ต้องการ
- รูปแบบ : CLEAR [<addr>[,<addr>]] ซึ่ง addr คือ แอดเดรสเริ่มแรกของอุปกรณ์(และแอดเดรสที่สอง)จะต้องมีจุลภาคเพื่อแยกระหว่างแอดเดรสแรกและแอดเดรสที่สอง
- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏให้เห็น
- ข้อสังเกต : คำสั่ง CLEAR จะทำการเคลียร์ฟังก์ชั่นภายในของอุปกรณ์หรือฟังก์ชั่นของอุปกรณ์ที่ต้องการโดยการส่งข้อความ Selected Device Clear (SDC) หรือ Device Clear (DCL) ถ้าไม่ระบุแอดเดรส

ENTER

- จุดประสงค์ : อ่านข้อมูลจาก GPIB
- รูปแบบ : ENTER [<addr>][#<count>][DMA] Preserve Blanks โดยที่

  addr คือ แอดเดรสของอุปกรณ์ IEEE-bus

  count คือ จำนวนตัวอักษรที่จะอ่าน

  DMA คือ การเปิด Direct Memory Access (DMA)

  Preserve Blanks คือ ช่องว่างที่เป็นส่วนต้นของสตริง ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบเอาท์พุตของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลตอบสนอง : ข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ต้องการ

- ข้อสังเกต : ถ้าระบุแอดเดรสจะเป็นการทำให้อุปกรณ์ที่ถูกระบุแอดเดรสนั้นทำหน้าที่เป็นตัวส่งถ้าไม่ได้ระบุแอดเดรสจะหมายถึงให้ตัว GPIB การ์ดนั้นพร้อมที่จะรับข้อมูลซึ่งไม่เป็นผลมาจากการใช้คำสั่ง ENTER ก็เป็นผลมาจากการใช้คำสั่ง SEND ถ้าระบุค่านับ ข้อมูลจำนวนนับ ก็จะถูกอ่านออกจากอุปกรณ์แต่ถ้าไม่ระบุ การหยุดของคำสั่ง INPUT จะขึ้นอยู่กับการดีเทคของ ของส่วนปิดท้ายที่เข้ามาของ GPIB

OUTPUT

- จุดประสงค์ : ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ตัวเดียวหรือหลายตัว

- รูปแบบ : OUTPUT [<addr>[,<addr>]][#<count>][DMA][ENDINOEND];<data>

โดยที่ addr คือ แอดเดรสของอุปกรณ์

count คือ จำนวนของตัวอักษรที่จะถูกส่ง

DMA คือ เปิด Direct Memory Access (DMA)

ENDINOEND คือ เป็นการบอกว่ามี EOI line ที่บอกจุดสิ้นสุดของการส่งข้อมูลหรือไม่

data คือ ข้อมูลที่จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์

; คือ เป็นการแยกคำสั่งออกจากข้อมูล

- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏให้เห็น

- ข้อสังเกต : ถ้าแอดเดรสของอุปกรณ์ถูกระบุ อุปกรณ์ที่แอดเดรสระบุจะทำหน้าที่เป็นตัวรับแต่ถ้าไม่ระบุแอดเดรส GPIB การ์ดจะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นผลมาจากคำสั่ง OUTPUT หรือ คำสั่ง SEND ถ้าระค่านับจำนวนตัวอักษรนับตัวจะถูกส่งไปให้อุปกรณ์แต่ถ้าไม่ระบุคำสั่ง OUTPUT จะใส่ตัวปิดท้ายที่ออกมา คือ GPIBEOS เพื่อบอกจุดสิ้นสุดของข้อมูล

REMOTE

- จุดประสงค์ : เซต Remote Enable (REN) bus line และทำให้อุปกรณ์อยู่ในภาวะถูกควบคุมทางไกล (remote mode)

- รูปแบบ : REMOTE [<addr>[,<addr>]] โดยที่

addr คือ แอดเดรสของอุปกรณ์

comma (,) คือ ใช้แยกเมื่อใช้แอดเดรสหลายค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏให้เห็น

- ข้อสังเกต : REN bus line จะถูกยืนยัน ถ้าแอดเดรสจองอุปกรณ์ถูกระบุอุปกรณ์ที่ถูกระบุนั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวรับเพื่อที่จะเข้าสู่โหมดควบคุมทางไกล

RESET

- จุดประสงค์ : เซต configuration parameters (แอดเดรสเริ่มแรกและแอดเดรสที่สอง,ตัวอักษร LANGEOS และ GPIBEOS) ให้เป็นค่าเพิกเฉย(default values)

- รูปแบบ : RESET

- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏให้เห็น

SPOLL

- จุดประสงค์ : เพื่อทำการซีเรียลโพลอุปกรณ์

- รูปแบบ : SPOLL [<addr>]

addr คือ แอดเดรสเริ่มแรกของอุปกรณ์ (primary address)

- ผลตอบสนอง : ผลตอบสนองของอุปกรณ์จะเป็นเลขจำนวนเต็มระหว่าง 0 กับ 255

STATUS

- จุดประสงค์ : ต้องการทราบสถานะของบัสก่อนหน้า

- รูปแบบ : STATUS

- ผลตอบสนอง : ให้ค่าตัวแปรสถานะ : IBSTA%, IBERR% และ IBCNT%

- ข้อสังเกต : IBSTA%, IBERR% และ IBCNT% หมายถึง ตัวแปรสถานะ (status), ตัวแปรความผิดพลาด (error), ตัวแปรนับคำสั่งนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ถ้ามีการใช้มอนิเตอร์(monitor)หรือ การตรวจสอบความผิดพลาดอัตโนมัติ (automatic error detection)

TIMEOUT

- จุดประสงค์ : ตั้งค่าจำกัดทางเวลา

- รูปแบบ : TIMEOUT <number>

number เป็นระหัสตัวเลขที่แสดงถึงค่าจำกัดทางเวลาที่ต้องการ

- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏออกมาให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อสังเกต : การเคลื่อนย้ายข้อมูลและสัญญาณควบคุมบนบัสจะต้องทำให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งเวลานี้เราสามารถตั้งค่าได้ตามตารางข้างล่าง

ตารางที่ 6.1 แสดงรหัสและค่าจำกัดทางเวลา

Number	Minimum Timeout
0	disabled
1	10 μsec
2	30 μsec
3	100 μsec
4	300 μsec
5	1 msec
6	3 msec
7	10 msec
8	30 msec
9	100 msec
10	300 msec
11	1 sec
12	3 sec
13	10 sec
14	30 sec
15	100 sec
16	300 sec
17	1000 sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRIGGER

- จุดประสงค์ : ทริกเกอร์เลือกอุปกรณ์
- รูปแบบ : TRIGGER [<addr>[, <addr>]]

addr เป็นที่อยู่ของอุปกรณ์

- ผลตอบสนอง : ไม่มีอะไรปรากฏออกมาให้เห็น
- ข้อสังเกต : คำสั่ง TRIGGER นี้จะส่งข้อความ Group Execute Triger (GET) message ไปให้แก่อุปกรณ์ที่ต้องการ ถ้าไม่มีอุปกรณ์ใดที่ต้องการ GET จะถูกรับไว้โดยอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับอยู่ก่อนหน้านี้เพื่อทำหน้าที่รับข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

7.1 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. ดาวเทียมไทยคม
2. จานรับสัญญาณดาวเทียมแบบทึบขนาด 6 ฟุต
3. ตัวขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

ช่วงความถี่สัญญาณที่รับได้	12.25 - 12.75	GHz
ช่วงความถี่อินเตอร์มิเดียท	1360 - 1770	MHz
อัตราขยาย (gain)	55	dB

4. สายเคเบิ้ลนำสัญญาณมีค่าการสูญเสีย 20 dB
5. เครื่องจ่ายไฟเลี้ยง (power supply)
6. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่
7. การ์ดอินเตอร์เฟส GPIB
8. สายอินเตอร์เฟส IEEE-488
9. คอมพิวเตอร์ รุ่น 386-SX

7.2 วิธีการทดลอง

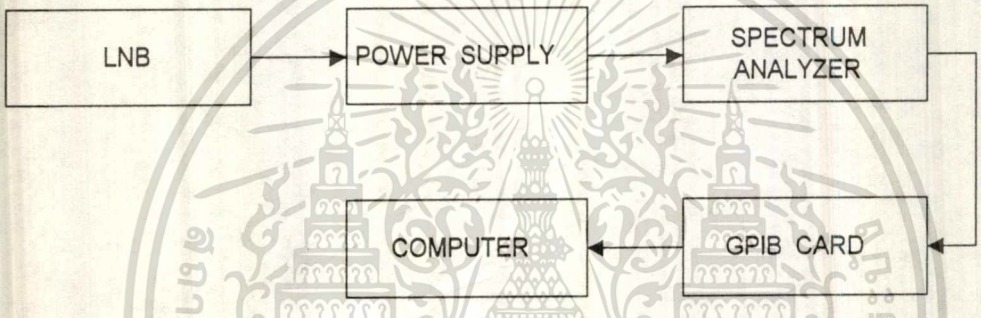
ในการทดลองจะใช้จานรับดาวเทียมรับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 1 ซึ่งเลือกรับสัญญาณเฉพาะย่าน Ku-band เท่านั้น โดยปรับทิศทางให้จานรับสัญญาณทำมุมอาซิมุธ 59.88 องศา และมุมเงย 59.6 องศา หลังจากนั้นนำสัญญาณที่รับได้เข้าสู่ LNB เพื่อขยายสัญญาณให้แรงขึ้นพร้อมทั้งลดความถี่ให้ต่ำลง โดยสัญญาณที่ผ่าน LNB จะต่อเข้าสู่เครื่องจ่ายไฟเลี้ยงเพื่อเพิ่มจ่ายไฟป้อนให้แก่ LNB จากนั้นนำสัญญาณต่อเข้าเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่เพื่อดูขนาดของสัญญาณโดยการโปรแกรมให้เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่มีลักษณะดังนี้

- ความถี่เริ่มต้น(start frequency) 1 GHz
- ความถี่สิ้นสุด(stop frequency) 2 GHz
- แถบความถี่ของสัญญาณภาพ(video bandwidth) 1KHz
- ทริกเกอร์แบบอิสระ(trigger free run)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วงเวลาในการกวาดหน้าจอ(sweep time) 100 msec
- ค่าการลดทอน(attenuation) 10 dB
- ล็อกสเกล(log scale) 10 dB/ช่อง
- ระดับอ้างอิง(reference level) -30 dBm
- ตำแหน่งมาร์คเกอร์ 1.67 GHz

หลังจากนั้นจะนำสัญญาณจากเครื่องวิเคราะห์เชิงความถี่ผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการบันทึกข้อมูลต่อไป ลักษณะการต่ออุปกรณ์สามารถจำลองได้ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการต่ออุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 7.2 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

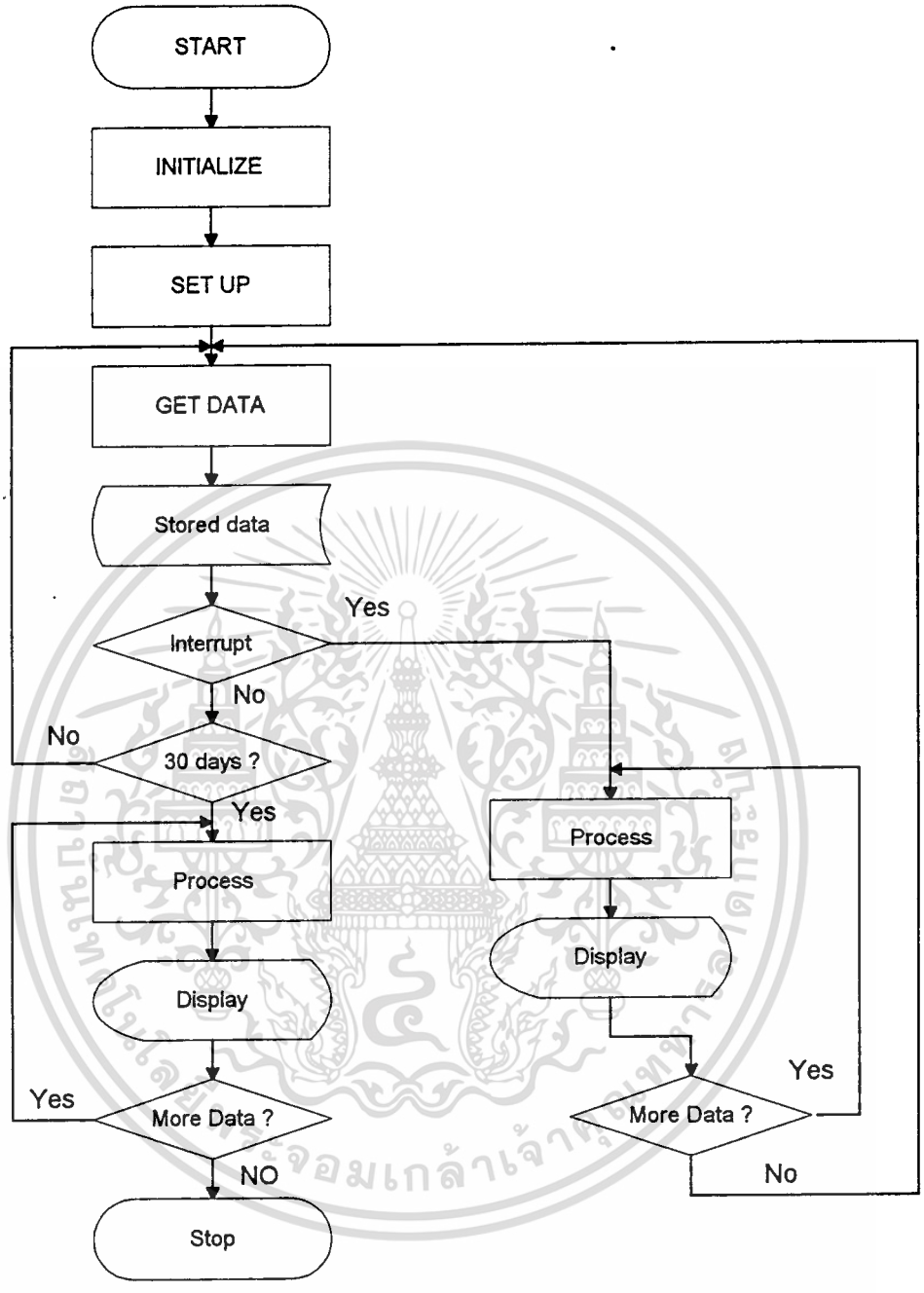
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 โปรแกรมการทดลอง

จากรูปที่ 7.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ เริ่มต้นเราจะต้องทำการอินนิเชียลการ์ดอินเตอร์เฟส GPIB ก่อนเพื่อทำการเคลียร์บัสและทำให้การ์ดอินเตอร์เฟส GPIB นั้นพร้อมที่จะทำงาน จากนั้นก็จะทำการส่งคำสั่งผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส GPIB เพื่อตั้งค่าของเครื่องวัดสัญญาณเชิงความถี่ (เครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่) ให้พร้อมที่จะรับสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องจ่ายไฟเลี้ยง อย่างเช่น การตั้งค่ามาร์คเกอร์เอาไว้ที่ตำแหน่งที่สัญญาณมีค่าแอมปลิจูดสูงสุด, การตั้งค่าเวลาการกวาดสัญญาณ (sweep time) ไว้ที่ 10 มิลลิวินาที เป็นต้น หลังจากนั้นก็ให้ส่งข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสเพื่อทำการเก็บข้อมูลลงฮาร์ดดิสต์ ตลอดการทดลองถ้ามีการอินเทอร์รัพเพื่อต้องการดูข้อมูล (ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ของวันก่อนหน้านี้) จะต้องหยุดรับข้อมูลชั่วคราวเพื่อแสดงผลทางหน้าจอภาพ และเมื่อแสดงเสร็จแล้วก็จะกลับมารับข้อมูลใหม่อีกครั้ง ในการทดลองนี้จะทดลองรับข้อมูลเป็นระยะเพียง 30 วัน เมื่อครบ 30 วันแล้วก็จะแสดงผลทางหน้าจอภาพ

อนึ่งการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำต้องใช้หน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่ดังนั้นเพื่อความต่อเนื่องของการบันทึกข้อมูลควรจะใช้ฮาร์ดดิสต์ที่มีหน่วยความจำมากเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



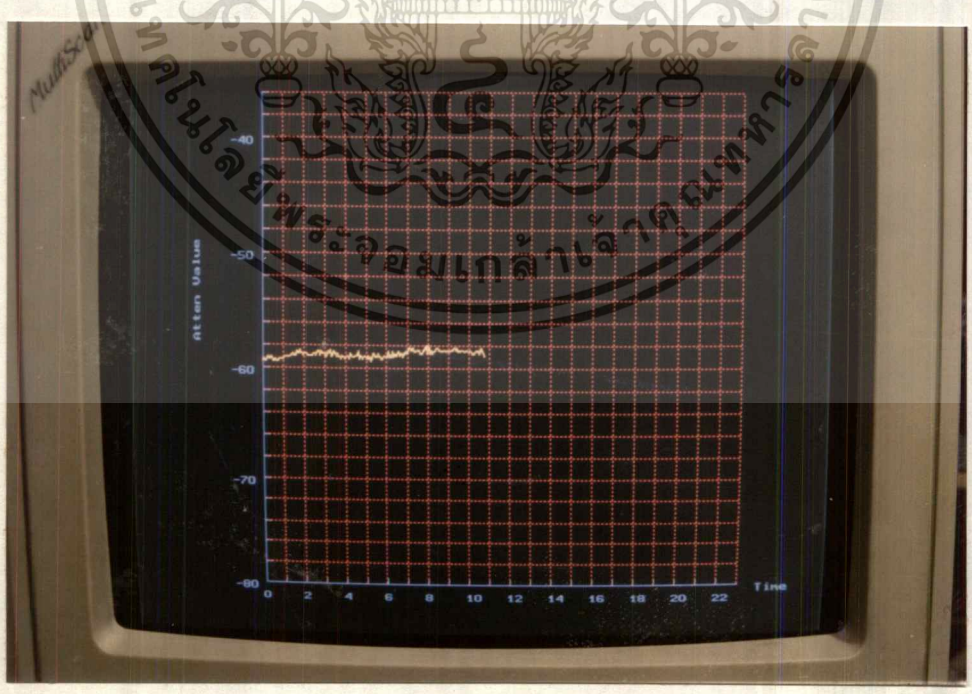
รูปที่ 7.3 เป็นโฟลวชาร์ทแสดงอัลกอลิทึมของตัวโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 ผลการทดลอง

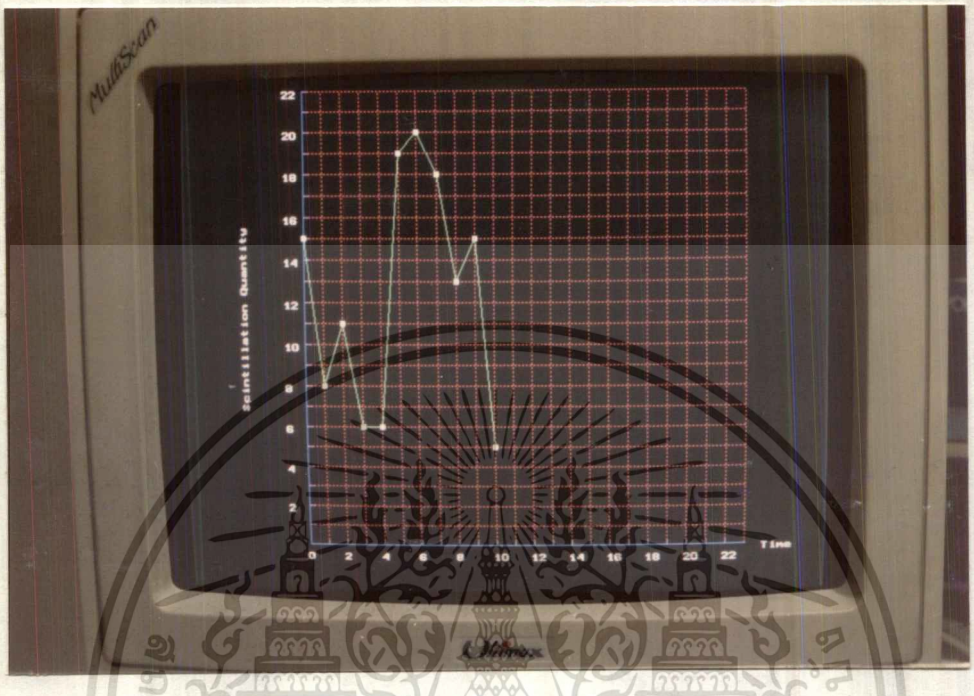
โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อทำการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาทีตามสัญญาณทริกเกอร์ที่รับเข้ามาซึ่งจะได้ข้อมูลดิบดังรูปที่ 7.4 ข้อมูลที่รับได้นี้เมื่อนำมาคำนวณหาจำนวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหันจะพบว่า ในช่วงเวลากลางคืนจะมีการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันรุนแรงและมีปริมาณมาก ส่วนในเวลากลางวันจะมีความรุนแรงและมีปริมาณน้อยกว่าดังรูปที่ 7.5 ส่วนความแตกต่างของค่าแอมปลิจูดสูงสุดอันดับที่สามกับต่ำสุดอันดับที่สามที่มีค่าน้อยๆจะเกิดขึ้นเป็นปริมาณมาก ส่วนค่าความแตกต่างที่มีค่ามากๆจะเกิดขึ้นปริมาณน้อยตามลักษณะกราฟดังรูปที่ 7.6

ในการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ ตัวโปรแกรมสามารถรับข้อมูลได้ถูกต้องสมบูรณ์ แต่ช่วงเวลาในการรับข้อมูลกระทำติดต่อกันได้ไม่แน่นอนกล่าวคือ สามารถรับข้อมูลติดต่อกันได้นานประมาณ 3-5 ชั่วโมง หลังจากนั้นระบบการรับข้อมูลจะฟ้องว่ามีข้อผิดพลาดทางระบบดอส โดยสรุปข้อความที่ฟ้องความผิดพลาดได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถติดต่อกับการ์ด GPIB ได้ พร้อมทั้งมีข้อความว่าจะให้ระบบทำงานต่อหรือยกเลิก ถ้ากำหนดให้ระบบทำงานต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ก็สามารถรับข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้ากำหนดให้ยกเลิกเครื่องคอมพิวเตอร์จะกลับไปสู่ตัวโปรแกรม พร้อมทั้งยกเลิกการติดต่อกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ ถ้าต้องการรับข้อมูลใหม่อีกครั้งจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆใหม่ด้วยเสมอ

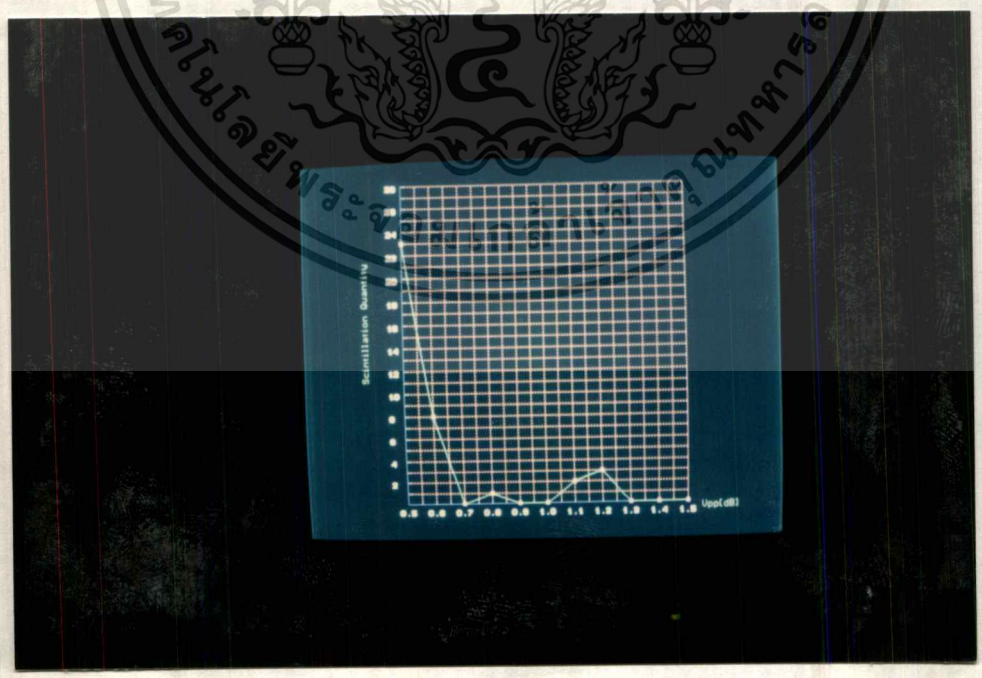


รูปที่ 7.4 แสดงลักษณะสัญญาณที่รับได้ตั้งแต่เวลา 0:00-10:00 น.ของวันที่ 14 มีนาคม 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.5 แสดงลักษณะปริมาณการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหันในช่วงเวลาต่างๆ ของวันที่ 14 มีนาคม 2538



รูปที่ 7.6 แสดงจำนวณการเกิด V_{PP} ในช่วงเวลาต่างๆ ของวันที่ 14 มีนาคม 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ในบทนี้จะสรุปถึงผลงานทั้งหมดที่ได้ทำตลอดปีการศึกษา กล่าวคือ ส่วนแรกจะกล่าวถึงทฤษฎีของการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหัน และในส่วนหลังจะเป็นการเก็บบันทึกข้อมูลสัญญาณที่ได้รับจริง ซึ่งในส่วนหลังนี้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเก็บบันทึกเพื่อความถูกต้องในการนำไปประมวลผล ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นหนักทางด้านโปรแกรมในการควบคุมการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่เข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส GPIB ซึ่งก็คือการโปรแกรมให้การ์ดอินเตอร์เฟสทำงานได้ตามต้องการนั่นเอง

ในส่วนโปรแกรม การรับส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB นั้น ทางผู้เขียนสามารถควบคุมการส่งข้อมูลได้สำเร็จ แต่ช่วงระยะเวลาในการรับส่งข้อมูลกระทำได้ไม่นานนัก ประมาณ 3-5 ชั่วโมงต่อการรันโปรแกรมหนึ่งครั้ง แต่จุดประสงค์หลักนั้นต้องการรับข้อมูลให้ได้ตลอดทั้งวันเพื่อนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์หาจำนวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหันในช่วงเวลาต่างๆ

จากความผิดพลาดดังกล่างสามารถสรุปสาเหตุได้ดังนี้

1. ความผิดพลาดทางด้านการทำงานของอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB เอง จากการสอบถามบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB ก็ไม่ได้รับการยืนยันว่าอุปกรณ์อินเตอร์เฟสตัวนี้สามารถทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานๆได้ นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความที่บอกว่าอุปกรณ์อินเตอร์เฟส GPIB ERROR

2. ความผิดพลาดจากเครื่องคอมพิวเตอร์เอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์เมื่อทำงานไปนานๆ ก็มีโอกาสหยุดชะงัก (hang) ได้เองแต่สาเหตุนี้มีโอกาสเป็นไปได้น้อย

3. ความผิดพลาดจากตัวโปรแกรม ในส่วนนี้รวมไปถึงส่วนโปรแกรมที่เขียนขึ้นเองและส่วนโปรแกรมขับตลอดจนรวมไปถึง IBCONF ในตัวเชื่อมต่อภาษาสากล จากการทดลองจะได้ว่าช่วงเวลาที่รับข้อมูลได้ติดต่อกันนั้นจะไม่แน่นอน ดังนั้นสาเหตุจากตัวโปรแกรมจึงมีโอกาสเป็นไปได้น้อยเช่นกัน

4. ความผิดพลาดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมทั่วๆไป เช่น ความผิดพลาดที่บริเวณจุดต่อของสาย ซึ่งอาจมีสัญญาณรบกวนที่เกิดจากความถี่ฮาร์โมนิกของความถี่นาฬิกาของเครื่องคอมพิวเตอร์เอง จากการทดลองใช้ขั้วต่อคอนเน็คเตอร์ที่ชีลด้วยพลาสติกเท่านั้น ไม่ได้ใช้ขั้วต่อคอนเน็คเตอร์ที่ชีลด้วยโลหะตามมาตรฐานของ FCC แต่อย่างไรก็ตามสาเหตุจากข้อนี้มีความเป็นไปได้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 แนวทางการพัฒนาต่อไป

เนื่องจากตัวโปรแกรมภาษาที่เขียนขึ้นไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้เป็นเวลานานๆ ซึ่งผู้จัดทำได้สันนิษฐานสาเหตุต่างๆไว้หลายประการตามที่ได้เสนอไปแล้วในหัวข้อที่ 7.5 แต่ทางผู้จัดทำไม่สามารถทดลองแก้สาเหตุต่างๆเหล่านั้นได้เนื่องจากอุปกรณ์ในการทดลองไม่เอื้ออำนวยเท่าที่ควรเช่น ตัวการ์ด GPIB มีอยู่เพียงหนึ่งการ์ดเท่านั้น นอกจากนี้การศึกษาถึงการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ใช้ทดลองให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกัน อนึ่งตัวการ์ด GPIB มีความสามารถในการทำงานสูงดังนั้นการศึกษาตัวการ์ด GPIB จะช่วยให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ GPIB ได้อย่างเต็มที่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

- ขอบคุณอาจารย์ ณรงค์ เหมกรณ์ ที่ให้คำปรึกษามาตลอด
- ขอบคุณอาจารย์ เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์ ที่ให้ใช้ห้องทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- Dr. K. Miya : "Satellite Communication Engineering" Lattice Company, Ltd, pp 11-13 ,(1975)
- Emanuel Fthenakis : "Manual of Satellite Communication" Mc Graw Hill Book Company, pp 103-105, (1988)
- Copyright 1989 , 1992 National Instruments Corporation ; Universal Language Interface Using HP-Style Calls
- นายวิสุทธ์ อธิพรธรรม : "การเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูดอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียม"
- นายสามารถ สิงห์โสดา : "การลดทอนของสัญญาณที่เกิดจากน้ำฝนในความถี่ย่าน Ku-band"
- ธันวา ศรีประมง : "การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับวิศวกรรม"
- กนก เจนจิระพงศ์เวช ; "วารสารเซมิคอนดักเตอร์" ฉบับที่ 78 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2530
- กนก เจนจิระพงศ์เวช ; "วารสารเซมิคอนดักเตอร์" ฉบับที่ 80 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2530
- กนก เจนจิระพงศ์เวช ; "วารสารเซมิคอนดักเตอร์" ฉบับที่ 81 เดือนกันยายน พ.ศ.2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่ โดยใช้การ์ด GPIB

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include<stdlib.h>
#include<string.h>
#include<conio.h>
#include<bios.h>
#include<time.h>
#include<alloc.h>
#include<dos.h>
#include<dir.h>
#include<process.h>
#include<defkey.h>
#include<graphics.h>

void initialize(void);
void set_up(void);
void get_data(void);
void process(char,int,int);
void addspace(char *);
void sceen(void);
void sceen2(void);
void putcha(int,int,char,char);
void putstr(int,int,char *,char);
void writewindow(int,int,int,int,char,char);
void writeblock(int,int,int,int,int,char);
void dgraph(int,int *);
void dgrap2(int *);
void linet(int,int,int,int,int);
char *floattostring(float,int);
char readcha(int,int,int);
int  cutstr(char *);
int sort_function(const void*a,const void*b);

FILE *bd;
union keys1 {
            int    c;
            char  ch[3];
          };

void main(void)
{
 clrscr();
 if((bd = fopen("gpib0","r+"))==NULL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   {
    printf("Error In Opening File\n");
    exit(0);
   }
  sceen2();
  initialize();
  printf("                !!! END OF INITIALIZE SPECTRUM
ANALYZER !!!\n");
  set_up();
  printf("\n              !!!!! END OF SET UP SPECTRUM
ANALYZER !!!!!\n");
  get_data();
  printf("                !!!! END OF GET DATA SPECTRUM
ANALYZER !!!!\n");
  fclose(bd);
}

void initialize(void)  /* initialize system */
{
  fputs("ABORT \n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("RESET \n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("CLEAR \n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("REMOTE \n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
}

void set_up(void)      /* set up system */
{
  fputs("OUTPUT 1;BB;FA 1.0 GHZ;FB 2.0 GHZ;BW 3 MHZ;VB 1
KHZ;TF;SH1;SR1;\n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("OUTPUT 1;ST 200 mS;AT 10 dB;LG 10 DB;RL -30
DBM;NM 1.67 GHZ;\n",bd);
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("ERRTRAP ON\n",bd);              /* check error on */
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("TRIGGER 1\n",bd);               /* trigger device at
address 1 */
  fflush(bd);
  rewind(bd);
  fputs("OUTPUT 1; OM2 \n",bd);          /* set up normal
marker */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 fflush(bd);
 rewind(bd);
}

void get_data(void)
{
 FILE    *dat;
 char    data[300],poll[20],finame[15],predate[5];
 char    header,ibsta[10],iberr[10],ibcnt[10];
 int     h,i,j,k,D1,D2,D3,D11,D33,inc=0,serie=0;
 float   percent;
 union   keys1 keystroke;
 struct  date  d1,d2,d3;
 clock_t  start,end;

 getdate(&d1);                    /* get date for
checking */
 D1=(d1.da_day);
 D11=(d1.da_mon);                 /* get month for
checking */
 for (i=D1;i<31;++i)
   {                              /* get date for opening
file */
     getdate(&d2);
     D2=(d2.da_day);
     itoa(D2,predate,10);
     strcpy(finame,"SPEC");
     strcat(finame,predate);
     strcat(finame,".DAT");
     sceen();
     for(j=0;j<480;++j)           /* loop get data in one
day */
      {
       if((dat=fopen(finame,"ab"))==NULL)
     {
      printf("Error In Fopen write");
      exit(0);
     }
/*     printf("System Mem1 %1u bytes\n",coreleft);
getch();    */
       for(k=0;k<180;++k)         /* loop get data in 3
minute */
     {
       start=clock();      /* find start time in operate
one loop */
       getdate(&d3);
       D3=(d3.da_day);
       D33=(d3.da_mon);
       if(D11==D33)
        {
         if(D2==D3)
          {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            sleep(1-( (end-start)/CLK_TCK) ); /* find
delay time */
            /* get data 20 bytes from device address 1 */
            fputs("ENTER 1 # 20\n",bd);
            flushall();
            rewind(bd);
            if(ferror(bd))
             {
            printf("Error In Enter Command\n");
            exit(0);
             }
            fgets(data,30,bd);
            if(ferror(bd))
             {
            printf("Error in fgets\n");
            exit(0);
             }
             rewind(bd);
             cutstr(data);
             addspace(data);
             fwrite(data,6,1,dat);  /* write data to disk
*/
             if(ferror(dat))
            {
             printf("ERROR IN FILE ");
             exit(0);
            }
             /* show percent of operating */
             serie=serie+1;
             percent=((serie)/432.0);
             if(!(serie%1800))
            {
             inc=inc+1;
             for(h=0;h<inc;h++)
             {
              gotoxy(25+h,12);
              textcolor(LIGHTRED);
              cprintf("²");
             }
            }
              gotoxy(27,14);
              textcolor(WHITE);
              cprintf("Complete  %f  Percent",percent);
              gotoxy(31,10);
              textcolor(WHITE);
              textbackground(BLUE);
              /* show data to screen */
              cprintf(" Data : %s  dBm\n",data);
              /* send status command to device */
              fputs("STATUS \n",bd);
              fflush(bd);
              rewind(bd);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            /* get status bytes */

fscanf(bd,"%c,%5c,%5c,%5c",&header,ibsta,iberr,ibcnt);
             if(ferror(bd))
            {
              printf("Error In fscanf ");
              exit(0);
             }
             /* check status bytes to find error */
             if((ibsta[1] & 0x80) != 0x0)
           {
            initialize();
            set_up();
            delay(100);
           }
             rewind(bd);
             /* send serial poll command to device address
1 */
             fputs("SPOLL 1\n",bd);
             fflush(bd);
             rewind(bd);
             if(fscanf(bd,"%3c",poll)==EOF)
           {
            rewind(bd);
            delay(100);
           }
            if(ferror(bd))
           {
           printf("Error In Fscanf Function");
           exit(0);
           }
            rewind(bd);
            /* check interrupt key to void process */
            if (bioskey(1))
           {
            keystroke.c=bioskey(0);
            process(keystroke.ch[0],D1,D3);
           }
             }
           else
            {
           k=180;      /* the day has changed */
           j=480;
            }
         }
       else                  /* the month has changed */
        {
         k=90;
         j=480;
         i=31;
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     end=clock();        /* get stop time in operating one
loop */
     }
      fclose(dat);
    }
  }
}

void process(char keys,int D1,int D3 )
{
FILE   *pt;
char   data[10],endate[5],ans,ch1;
char   finame[15],buf[200][6];
int    num[25],No[12],Now[12];
int    h,l,m,n,q,r,sci,date,fig;
int    u,check;
float  dB,buf1[500];

 switch (keys)
   {
     case '1':          /* FIND SCINTILLATION IN ONE DAY */
     /* get data from keyboard and check it is integer or
not */
     do
     {
      gotoxy(27,14);
      textcolor(YELLOW);
      cprintf("   Please Enter Of Date :" );
      gets(endate);
      date=atoi(endate);
      if(!date)
       {
     gotoxy(27,14);
     cprintf("   Please Enter Only Integer    ");
     sleep(1);
     gotoxy(29,14);
     cprintf("                                ");
       }
     }
     while(!date);
     gotoxy(27,14);
     textbackground(BLUE);
     cprintf("                                ");
     /* check data that are storaged or not */
     if ( date >= D1  && date < D3  )
      {
       textbackground(CYAN);
       clrscr();
       strcpy(finame,"SPEC");
       strcat(finame,endate);
       strcat(finame,".DAT");
       if((pt=fopen(finame,"rb"))==NULL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      {
        printf("ERROR IN OPENNING FILE FOR READ \n");
        exit(0);
      }
       q=0;
       for(m=0;m<480;++m)  /* loop for reading file data
*/
       {
         for(n=0;n<180;++n)
          {
           fread(data,6,1,pt);      /* read file data */
           if(feof(pt))             /* check end of file */
            {
           for(h=0;h<180;h++)
            {
             buf[n][h]=0;
            }
           n=180;
            }
           else
            {
             for(h=0;h<6;h++)          /* loop get data to
parameter */
              buf[n][h]=data[h];
              if(n==89)
             {
             q=q+1;    /* number of data that used for
ploating data */
              buf1[m]=atof(buf[n]);  /* convert string data
to floating data */
             }
            }      /* else */
         }         /* loop n */
       }           /* loop m */
       dgrap3(buf1,q);              /* void ploat sampling
data */
       textbackground(BLUE);
       textcolor(WHITE|BLINK);
       gotoxy(15,4);
       cprintf("
\n");
       gotoxy(15,5);
       cprintf("      Press Any Key To Continue Or Esc To
Exit   \n");
       gotoxy(15,6);
       cprintf("
\n");
       ch1=getch();
       if(ch1==27)    /* check key to continue or exit */
        {
         exit(0);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        fclose(pt);
        sceen();
       }
       else          /* data hasn't storage */
        {
         gotoxy(27,14);
         textcolor(LIGHTRED);
         cprintf(" !!! No Data Transfer !!!\n");
         delay(100);
         gotoxy(29,14);
         cprintf("                              ");
        }
       break;

       case '2':          /* FIND SCINTILLATION IN ONE DAY */
       /* get data from keyboard and check it is integer or
  not */
       do
       {
        check=1;
        gotoxy(27,14);
        textcolor(YELLOW);
        textbackground(BLUE);
        cprintf("      Please Enter Of Date :" );
        gets(endate);
        date=atoi(endate);
        if(!date)
         {
       gotoxy(27,14);
       cprintf("   Please Enter Only Integer");
       sleep(1);
       gotoxy(27,14);
       cprintf("                              ");
         }
       }
       while(!date);
       gotoxy(27,14);
       textbackground(BLUE);
       cprintf("                                    ");
       /* check data that are storage or not */
       if ( date >= D1 && date < D3 )
        {
         textbackground(CYAN);
         clrscr();
         strcpy(finame,"SPEC");
         strcat(finame,endate);
         strcat(finame,".DAT");
         if((pt=fopen(finame,"rb"))==NULL)
       {
         printf("ERROR IN OPENNING FILE FOR READ \n");
         exit(0);
       }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        u=0;
        for(l=0;l<24&&check;++l)  /* loop in one day */
      {
       fig = 0;
       u=u+1;    /* number of hour that read data file*/
       for(m=0;m<20&&check;++m)  /* loop in one hour */
        {
         for(n=0;n<180;++n)      /* loop in three minute
*/
          {
           fread(data,6,1,pt);   /* read data file */
           if(feof(pt))
            {
             check=0;
             for(h=0;h<180;h++)  /* loop initial buf[h] */
           {
            strcpy(buf[h],"");
           }
             break;
            }
           else
            {
             strcpy(buf[n],data);    /* get data in buf[h]
*/
            }
           }
          qsort((void*)buf,90,sizeof(buf[0]),sort_function)
;  /* sort data */
          dB=atof(buf[2])-atof(buf[179]);     /* find
amplitude difference */
          if(dB > 0.5)
           fig = fig +1;              /* number of
scintillation */
         }
         num[l]=fig;                  /* number of
scintillation in one hour */
         gotoxy(22,1+l);
         textcolor(YELLOW);
         cprintf("Total Scintillation In %d O'clock is :%
d\n" ,l,num[l]);
      }
        sci=0;
        for (l=0;l<u;++l)
      {
       sci=sci+num[l];              /* number of
scintillation in one day */
      }
        gotoxy(23,25);
        textcolor(BLUE);
        cprintf("Total Scintillation In One Day : %
d\n",sci);
        getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        dgraph(1,num);              /* ploat quantity of
scintillation data */
        textcolor(WHITE|BLINK);
        textbackground(BLUE);
        gotoxy(15,4);
        cprintf("
\n");
        gotoxy(15,5);
        cprintf("      Press Any To continue Or ESC To
Exit       \n");
        gotoxy(15,6);
        cprintf("
\n");
        ch1=getch();
        if(ch1 == 27)             /* check key to continue or
exit */
      {
       exit(0);
      }
        fclose(pt);
        sceen();
      }
      else                        /* data hasn't storaged */
       {
      gotoxy(27,14);
      textcolor(LIGHTRED);
      textbackground(BLUE);
      cprintf("!!! NO DATA TRANSFER !!!\n");
      sleep(1);
      gotoxy(27,14);
      cprintf("                                  ");
       }
      break;

      case'3':
      /* get data from keyboard and check it is integer or
not */
      do
      {
       check=1;
       gotoxy(27,14);
       textcolor(YELLOW);
       textbackground(BLUE);
       cprintf("     Please Enter of Date : ");
       gets(endate);
       date=atoi(endate);
       if(!date)
        {
      gotoxy(27,14);
      cprintf("  Please Enter Only Integer");
      sleep(1);
      gotoxy(27,14);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cprintf("                                    ");
          }
        }
        while(!date);
        gotoxy(27,14);
        textbackground(BLUE);
        cprintf("                                       ");
        /* check data that are storage or not */
        if ( date >= D1 && date < D3 )
         {
          strcpy(finame,"SPEC");
          strcat(finame,endate);
          strcat(finame,".DAT");
          if((pt=fopen(finame,"rb"))==NULL)
        {
          printf("ERROR FOR OPENNING FILE \n");
          exit(0);
        }
          for(q=0;q<12;++q)
        {
          Now[q]=0;                  /*  Initial  Now[q]=0   */
        }
          for(l=0;l<24&&check;++l)   /* loop in one day */
        {
         for(q=0;q<12;++q)
          {
           No[q]=0;                  /*  Initial  No[q]=0   */
          }
         for(m=0;m<20&&check;++m) /* loop in one hour */
          {
           for(n=0;n<180;++n)      /* loop in three minute */
            {
             fread(data,6,1,pt);
             if(feof(pt))
              {
             check=0;
             for(h=0;h<180;h++)   /* loop initial buf[h] */
              {
               strcpy(buf[h],"");
              }
               break;
              }
             else
              {
               strcpy(buf[n],data);  /* put data to buf[h]
*/
              }
            }
           qsort((void*)buf,90,sizeof(buf[0]),sort_function)
; /* sort data */
           dB=atof(buf[2])-atof(buf[179]);     /* find
amplitude difference */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        /* find quantity of scintillation in Vpp */
        if( dB>=0.5 && dB<0.6)
            No[0]=No[0]+1;
        if( dB>=0.6 && dB<0.7)
            No[1]=No[1]+1;
        if( dB>=0.7 && dB<0.8)
            No[2]=No[2]+1;
        if( dB>=0.8 && dB<0.9)
            No[3]=No[3]+1;
        if( dB>=0.9 && dB<1.0)
            No[4]=No[4]+1;
        if( dB>=1.0 && dB<1.1)
            No[5]=No[5]+1;
        if( dB>=1.1 && dB<1.2)
            No[6]=No[6]+1;
        if( dB>=1.2 && dB<1.3)
            No[7]=No[7]+1;
        if( dB>=1.3 && dB<1.4)
            No[8]=No[8]+1;
        if( dB>=1.4 && dB<1.5)
            No[9]=No[9]+1;
        if( dB >1.5 && dB<20)
            No[10]=No[10]+1;
      }
      textbackground(CYAN);
      clrscr();
      textcolor(YELLOW);
      gotoxy(20,8);
      cprintf("Scintillation [0.5-0.6 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[0]);
      gotoxy(20,9);
      cprintf("Scintillation [0.6-0.7 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[1]);
      gotoxy(20,10);
      cprintf("Scintillation [0.7-0.8 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[2]);
      gotoxy(20,11);
      cprintf("Scintillation [0.8-0.9 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[3]);
      gotoxy(20,12);
      cprintf("Scintillation [0.9-1.0 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[4]);
      gotoxy(20,13);
      cprintf("Scintillation [1.0-1.1 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[5]);
      gotoxy(20,14);
      cprintf("Scintillation [1.1-1.2 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[6]);
      gotoxy(20,15);
      cprintf("Scintillation [1.2-1.3 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[7]);
      gotoxy(20,16);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cprintf("Scintillation [1.3-1.4 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[8]);
        gotoxy(20,17);
        cprintf("Scintillation [1.4-1.5 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[9]);
        gotoxy(20,18);
        cprintf("Scintillation [OVER 1.5 dB] In %d o'clock
=> %d\n ",l,No[10]);
        for(h=0;h<=10;h++)
         {
          Now[h]=Now[h]+No[h]; /* find total scintillation
in Vpp in each interval */
         }
        getch();
      }
      textbackground(CYAN);
      clrscr();
      textcolor(YELLOW);
      for(h=0;h<=10;h++)
       {
        gotoxy(25,7+h);
        cprintf("In One Day Scintillation => %d\n",Now[h])
;
       }
      getch();
      dgrap2(Now);     /* ploat scintillation in Vpp data
*/
      textcolor(WHITE|BLINK);
      textbackground(BLUE);
      gotoxy(15,4);
      cprintf("
\n");
      gotoxy(15,5);
      cprintf("       Press Any Key To Continue Or Esc To
Exit       \n");
      gotoxy(15,6);
      cprintf("
\n");
      ch1=getch();
      if (ch1 == 27)    /* check key to continue or exit */
       {
        exit(0);
       }
      fclose(pt);
      sceen();
       }
       else         /* data hasn't storaged */
        {
      gotoxy(27,14);
      textcolor(RED);
      textbackground(CYAN);
      cprintf("!!! NO DATA TRANSFER !!!\n");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      sleep(1);
      gotoxy(27,14);
      cprintf("                              ");
        }
      break;

      case '4':              /* !!! HELP !!! */
      textbackground(CYAN);
      clrscr();
      textcolor(MAGENTA);
      gotoxy(30,2);
      cprintf("  !!! HELP !!! ");
      textcolor(LIGHTBLUE);
      gotoxy(9,4);
      cprintf("press key <1> for scintillation quantity ")
;
      textcolor(YELLOW);
      gotoxy(14,5);
      cprintf("If you press key <1> the computer will show
the data  signal ");
      gotoxy(9,6);
      cprintf("which received from Thai-Com sattellite.
This data signal is  the");
      gotoxy(9,7);
      cprintf("real signal without processing anything
thus you can look for the");
      gotoxy(9,8);
      cprintf("data signal as like as the data which from
Thai-Com sattellite");
      textcolor(LIGHTBLUE);
      gotoxy(9,10);
      cprintf("Press Key <2> For Scintillation Vpp
Quantity");
      textcolor(YELLOW);
      gotoxy(14,11);
      cprintf("If you press key  <2>  the computer will
show the number  of");
      gotoxy(9,12);
      cprintf("scintillation.Thus you can look for the the
scintillation quatity");
      gotoxy(9,13);
      cprintf("in each day but you can look  for data in
the  day  before  today ");
      gotoxy(9,14);
      cprintf("only the today data is not compleat");
      gotoxy(14,15);
      cprintf("The number of scintillations are calculated
by  maximum amp");
      gotoxy(9,16);
      cprintf("litude data minus with the third minimum
amplitude data in  every");
      gotoxy(9,17);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      cprintf("three minute if the result is over more
than 0.3 dB,the scintilla");
      gotoxy(9,18);
      cprintf("tion is occured");
      gotoxy(9,20);
      textcolor(LIGHTBLUE);
      cprintf("Press Key <3> For Scintillation In Vpp");
      gotoxy(14,21);
      textcolor(YELLOW);
      cprintf("If you  press key <3> the  computer will
show the number of");
      gotoxy(9,22);
      cprintf("scintillation in Vpp (Voltage peak to peak)
");
      textcolor(MAGENTA);
      gotoxy(22,24);
      cprintf("Press Any Key To Continue Or Esc To Exit");
      ch1=getch();
      if(ch1==27)
       {
        exit(0);
       }
      textbackground(BLUE);
      sceen();
      break;
    }      /* loop switch */
}


void putcha(int x,int y,char ch,char attr)
 {
  char far *v=(char far *) 0XB8000000;

  *(v+(160*(y-1))+(2*(x-1)))  =ch;
  *(v+(160*(y-1))+(2*(x-1))+1)=attr;
 }

char readcha(int x,int y,int mode)
 {
  char far *v=(char far *) 0XB8000000;

  if (!mode)
  return  *(v+(160*(y-1))+(2*(x-1)));
  return  *(v+(160*(y-1))+(2*(x-1))+1);
 }

void putstr(int x,int y,char *str,char attr)
 {
  register int i;

  for (i=0;str[i];++i)
  putcha(x+i,y,str[i],attr);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }

void writewindow(int x1,int y1,int x2,int y2,char
attr1,char attr2)
 {
  register int i,j;

  for (i=x1;i<=x2;++i)
   {
    for (j=y1;j<=y2;++j)
     {
      putcha(i,j,' ',attr1);
     }
   }
  for (i=x1+2;i<=x2+2;++i)
  {
   putcha(i,y2+1,readcha(i,y2+1,0),attr2);
  }
  for (i=y1+1;i<=y2+1;++i)
   {
    putcha(x2+1,i,readcha(x2+1,i,0),attr2);
    putcha(x2+2,i,readcha(x2+2,i,0),attr2);
   }
 }

void writeblock(int x1,int y1,int x2,int y2,int mode,char
attr)
 {
  register int i;
  char blk[13]="Ú¿ÀÙ³ÄÉ»È¼°Í";
  putcha(x1,y1,blk[6*mode+0],attr);
  putcha(x2,y1,blk[6*mode+1],attr);
  putcha(x1,y2,blk[6*mode+2],attr);
  putcha(x2,y2,blk[6*mode+3],attr);
  for (i=y1+1;i<=y2-1;++i)
   {
    putcha(x1,i,blk[6*mode+4],attr);
    putcha(x2,i,blk[6*mode+4],attr);
   }
  for (i=x1+1;i<=x2-1;++i)
   {
    putcha(i,y1,blk[6*mode+5],attr);
    putcha(i,y2,blk[6*mode+5],attr);
   }
 }


int sort_function(const void*a,const void*b)
{
  return(strcmp((char*)a,(char*)b));
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int cutstr(char *strin)
{
 int   i,count,startnum=0;
 char  strout[16];

 for (i=0;strin[i];++i)   /* find position of character
*/
  {
   if (strin[i]>='0' && strin[i]<='9')   /* check data is
character or not */
     {
      startnum++;
      if (startnum==2)
       {
        startnum=i;
        break;
       }
     }
  }
 if (strin[i]==NULL)
     return 1;
 strout[0]='-';
 for (i=startnum,count=1;strin[i];++i,++count)
  {
   if ((strin[i]<'0' || strin[i]>'9') && strin[i]!='.')
      break;
   strout[count]=strin[i];
  }
   strout[count]='\0';
   strcpy(strin,strout);
   return 0;
}

void addspace(char *strin)
{
 int   i,count,mode=1;
 char  strout[6];

 for (i=0;i<=4;++i)
  {
     if (strin[i]==NULL)
      {
       mode=0;
      }
     if (!mode)
      {
       strout[i]=' ';
      }
     else
      {
       strout[i]=strin[i];
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
   strout[i]='\0';
   strcpy(strin,strout);
}

void sceen(void)
{
  int  x1,x2,y1,y2,a,b;
  char *title1 = " THAI-COM SATELLITE SIGNAL
CHARACTERISTIC IN KU-BAND";
  char *title2 = " <1> SCINTILLATION  SIGNAL ";
  char *title3 = " <2> SCINTILLATION QUANTITY";
  char *title4 = " <3> SCINTILLATION  IN  Vpp";
  char *title5 = " <4>    !!! HELP !!!     ";

  textbackground(BLUE);
  clrscr();
  for(b=1;b<24;b++)
   {
    for(a=3;a<77;a=a+2)
     {
      textcolor(LIGHTGRAY);
      gotoxy(1+a,1+b);
      cprintf("²²");
     }
  }
  x1=18;y1=9;x2=62;y2=15;

writewindow(x1,y1,x2,y2,16*LIGHTBLUE+BLUE,16*BLACK+BLACK)
;
  writeblock(x1,y1,x2,y2,1,16*LIGHTBLUE+BLUE);

  x1=9;y1=4;x2=70;y2=6;

writewindow(x1,y1,x2,y2,16*LIGHTBLUE+BLUE,16*BLACK+BLACK)
;
  writeblock(x1,y1,x2,y2,1,16*LIGHTBLUE+BLUE);
  x1=10;y1=10;x2=70;
  putstr(((x2+x1)/2)-strlen(title1)/2,(y1)/2,
title1,16*BLUE+YELLOW);

  x1=9;y1=18;x2=70;y2=22;

writewindow(x1,y1,x2,y2,16*LIGHTBLUE+BLUE,16*BLACK+BLACK)
;
  writeblock(x1,y1,x2,y2,1,16*LIGHTBLUE+BLUE);

  textcolor(LIGHTGREEN);
  gotoxy(11,19);
  cprintf("%s",title2);
  gotoxy(11,21);
  cprintf("%s",title3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  gotoxy(42,19);
  cprintf("%s",title4);
  gotoxy(42,21);
  cprintf("%s",title5);

  for(a=0;a<29;a++)
   {
     gotoxy(26+a,12);
     textcolor(DARKGRAY);
     cprintf("²");
   }
}

void sceen2(void)
{
  int    i,x1,x2,y1,y2;
  char   title1[42]  ="THAI-COM SIGNAL CHARACTERISTIC IN
KU-BAND";
  char    title2[22]  ="KMITL TELECOM PROJECT";
  char   title3[10]  ="PRESENT BY";
  char    title4[33]  ="1.Chusak   Jangisarakul  <B.ENG>
";
  char    title5[33]  ="2.Suriya     Chanlasri  <B.ENG>
";
  char    title6[33]  ="3.Akachai     Arunsakul  <B.ENG>
";
  char   title7[36]  ="ADVISOR Assoc.Prof. Narong
Hemakorn";

  textbackground(CYAN);
  clrscr();
  x1=9;y1=4;x2=70;y2=21;
  writewindow(x1,y1,x2,y2,16*CYAN+YELLOW,16*
BLACK+DARKGRAY);
  writeblock(x1,y1,x2,y2,1,16*CYAN+YELLOW);
  textcolor(BLUE);
  for(i=0;i<41;i++)
  {
   gotoxy(20+i,6);
   cprintf("%c",title1[i]);
   delay(20);
  }
  for(i=0;i<21;i++)
  {
   gotoxy(31+i,7);
   cprintf("%c",title2[i]);
   delay(20);
  }
  textcolor(MAGENTA);
  for(i=0;i<10;i++)
  {
   gotoxy(36+i,9);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    cprintf("%c",title3[i]);
    delay(20);
   }
   textcolor(RED);
   for(i=0;i<32;i++)
   {
    gotoxy(24+i,11);
    cprintf("%c",title4[i]);
    delay(20);
   }
   for(i=0;i<32;i++)
   {
    gotoxy(24+i,12);
    cprintf("%c",title5[i]);
    delay(20);
   }
   for(i=0;i<32;i++)
   {
    gotoxy(24+i,13);
    cprintf("%c",title6[i]);
    delay(20);
   }
   textcolor(MAGENTA);
   for(i=0;i<7;i++)
   {
    gotoxy(36+i,15);
    cprintf("%c",title7[i]);
    delay(20);
   }
   textcolor(YELLOW);
   for(i=7;i<35;i++)
   {
    gotoxy(18+i,17);
    cprintf("%c",title7[i]);
    delay(20);
   }
   gotoxy(27,19);
   textcolor(WHITE|BLINK);
   cprintf("Press Any Key To Continue\n");
   gotoxy(80,25);
   getch();
   clrscr();
}


   /*----------- number of scintallation dataper day
graph---------------  */

void dgraph(int l,int num[24])
{
  int i,n=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  int
x_axis[30]={112,132,152,172,192,212,231,252,272,292,312,3
32,

352,372,392,412,432,452,472,492,512,532,552,572};

  gmode(1);
  cleardevice();
  draw_axis();
  setlinestyle(1,1,1);
  setcolor(LIGHTRED);
  for (i=0;i<23;++i)
   {
    line(x_axis[i+1],440,x_axis[i+1],0);
   }
  for(i=0;i<22;++i)
   {
    line(112,440-20*(22-i),572,440-20*(22-i));
   }

  setlinestyle(0,2,1);
  for(i=0;i<l;i++)
   {
    setfillstyle(1,WHITE);
    bar(x_axis[n]-2,440-20*num[i]-2,x_axis[n]+2,440-20*
num[i]+2);
    if (i>0)
     {
      linet(x_axis[n-1],440-20*num[i-1],x_axis[n],440-20*
num[i],LIGHTGREEN);
     }
    n=n+1;
   }
   getch();
   closegraph();
 }

            /* draw function */

draw_axis()
{
  int i,y;
  char a[10],z[10];

/*  draw x_axis */
    settextstyle(0,0,1);
    linet(112,440,572,440,LIGHTBLUE);  /* main x_axis */
    for (i=0;i<=440;i+=5)
    if (i%20==0)
     {
      linet(i+112,435,i+112,440,3); /* x - scale  */
      for(y=0;y<=23;y++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
      itoa(y,z,10);
      setcolor(WHITE);
      if(!(y%2))
       {
        outtextxy(109+20*y,450+10*(y%2),z);
       }
        }
        /*  settextstyle(3,0,3);*/
        outtextxy(590,440,"Time");
      }

      /* draw y_axis */

      settextstyle(0,0,1);
      linet(112,440,112,0,LIGHTBLUE);  /* main y_axis */
      for(i=0;i<=440;i+=10)            /* 440=gb-gt */
      if(i%20==0)
       {
        linet(118,440-i,112,440-i,LIGHTBLUE); /*scale*/
        for(y=1;y<=22;++y)
      {
       itoa(y,a,10);
       setcolor(WHITE);
       if(!(y%2))
        {
         outtextxy(90-10*(y%2),440-20*y,a);
        }
      }
       }
      settextstyle(0,1,1);
      outtextxy(50,130,"Scintillation Quantity");
    }

gmode(int x)
  {
    int gd,gm;

    if(x)
     {
       gd = DETECT;
       initgraph(&gd,&gm,"d:\\lang\\tc");
     }
    else
     {
      closegraph();
     }
  }

void linet(int x1,int y1,int x2,int y2,int color)
 {
  setcolor(color);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  line(x1,y1,x2,y2);
 }

/*---------------------- case2 function ----------------
-----------------*/

void dgrap2(int Now[10])
 {
   int i;
   int
x[21]={112,132,152,172,192,212,232,252,272,292,312,332,
          352,372,392,412,432,452,472,492,512 };

   gmode(1);
   cleardevice();
   draw2();
   setlinestyle(1,1,1);
   setcolor(LIGHTRED);
   for (i=0;i<20;++i)
    {
     line(x[i+1],440,x[i+1],20);
    }
   for (i=0;i<28;++i)
    {
     line(112,440-15*(28-i),512,440-15*(28-i));
    }
   setlinestyle(0,2,1);
   for(i=0;i<11;i++)
    {
     setfillstyle(1,LIGHTMAGENTA);
     bar(x[2*i]-2,438-15*Now[i],x[2*i]+2,442-15*Now[i]);
     if(i>0)
      {
       linet(x[2*i-2],440-15*Now[i-1],x[2*i],440-15*Now
[i],LIGHTGREEN);
      }
    }
    getch();
    closegraph();
   }

draw2()
{
  int    i,y;
  float  m;
  char   z[10],a[10];
  void   linet(int,int,int,int,int);


  /* draw x_axis */
  linet(112,440,512,440,LIGHTBLUE);
  settextstyle(0,0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for(i=0;i<=400;i++)
    if((i%20)==0)
     {
      linet(i+112,435,i+112,440,LIGHTBLUE);
      for(y=10,m=1;y<=31;y++,m+=0.101)
       {
        setcolor(WHITE);
        strcpy(z,floattostring(m,1));
        if (!(y%2))
        {
         outtextxy(100+(y-10)*20,450+10*(y%2),z);
        }
       }
     }
     setcolor(LIGHTGREEN);
     settextstyle(2,0,5);
     outtextxy(532,440,"Vpp[dB]");


     /* draw y_axis */
     linet(112,440,112,20,LIGHTBLUE);
     settextstyle(0,0,0);
     for(i=0;i<=420;i++)
     if((i%15)==0)
      {
       linet(118,440-i,112,440-i,LIGHTBLUE);
       for(y=1;y<=28;y++)
        {
         itoa(y,a,10);
         setcolor(WHITE);
         if (!(y%2))
         {
       outtextxy(90-(y%2)*10,440-15*y,a);
         }
        }
      }
      setcolor(LIGHTGREEN);
      settextstyle(2,1,5);
      outtextxy(50,112,"Scintillation Quantity");
  }

 char *floattostring(float numin,int subdec)
 {
  int             dec,sign;
  register int    i,count;
  char            charout[15],buffer[15],numout[15];

  strcpy(numout,ecvt(numin,9,&dec,&sign));
  for (i=0;i<dec;++i)
  charout[i]=numout[i];
  charout[i]='\0';
  if (dec==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
   strcpy(charout,"0.");
  }
 else
  {
   strcat(charout,".");
  }
 for (i=dec,count=0;count<subdec;++i,++count)
 buffer[count]=numout[i];
 buffer[count]='\0';
 strcat(charout,buffer);
 return charout;
}

/*-----------------------data-----------------------------
-------*/

dgrap3(float buf1[500],int q)
{
 int  i ;
 int
x[30]={112,132,152,172,192,212,231,252,272,292,312,332,

352,372,392,412,432,452,472,492,512,532,552,572};

 gmode(1);
 cleardevice();
 draw3();

 setlinestyle(1,1,1);
 setcolor(LIGHTRED);
 for (i=0;i<=22;++i)
  {
   line(x[i+1],440,x[i+1],0);
  }
 for (i=0;i<=21;++i)
  {
   line(112,440-20*(22-i),572,440-20*(22-i));
  }
 setlinestyle(0,0,1);
 for (i=0;i<q;i++)
  {
   putpixel(112+i,((-buf1[i]/10)-4)*100+40,LIGHTGREEN);
   if(i>0)
   {
    linet(112+(i-1),((-buf1[(i-1)]/10)-4)*100+40,112+i,
((-buf1[i]/10)-4)*100+40,YELLOW);
   }
  }
 getch();
 closegraph();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
draw3()
 {
  int   i,y,m;
  char  a[10],z[10];

  void linet(int,int,int,int,int);

  /*  draw x_axis */
  settextstyle(0,0,1);
  linet(112,440,572,440,LIGHTBLUE);  /* main x_axis */
  for (i=0;i<=440;i+=5)
   if (i%20==0)
    {
    linet(i+112,435,i+112,440,3);     /* x - scale  */
    for(y=0;y<=23;y++)
     {
      itoa(y,z,10);
      setcolor(WHITE);
      if(!(y%2))
       {
     setcolor(LIGHTBLUE);
     outtextxy(109+20*y,450+10*(y%2),z);
       }
     }
    setcolor(LIGHTBLUE);
    outtextxy(590,440,"Time");
   }

 /*-y-*/
 linet(112,440,112,0,LIGHTBLUE);
 for(i=0;i<=440;i+=20)
  if((i%20)==0)
   {
     linet(118,440-i,112,440-i,LIGHTBLUE);
     for(y=4;y<=8;y++)
      {
       m = -(y*10);
       itoa(m,a,10);
       outtextxy(80,(y-4)*100+40,a);
      }
   }
    settextstyle(5,1,2);
    outtextxy(50,130,"Atten Value");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้