

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริง
โดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card



RCH
TL
198
N3
พ 198ก
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 83869
วัน,เดือน,ปี..... 19 ก.ย. 2551

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิต
นักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไปอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ปีงบประมาณ 2550
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11985823

A Construction and Development 16 Channels Real time Data
logger GPS Receiver Using SD Card



DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อโครงการวิจัย** : การสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card
- ผู้ดำเนินการวิจัย** : รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
นายอมรชัย ชัยชนะ
- หน่วยงาน** : ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปีงบประมาณ** : 2550

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card ซึ่งสามารถรับสัญญาณดาวเทียม GPS จำนวน 16 ช่องสัญญาณได้ พร้อมกัน ในรูปแบบโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารคือ NMEA 0183 ควบคุมการบันทึกข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 ในรูปแบบการติดต่อแบบ SPI Mode เข้ากับชุดบันทึกข้อมูลแบบ SD Card รับส่งสัญญาณผ่านพอร์ตนุกรมที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที ซึ่งสามารถเลือกที่จะทำการบันทึกข้อมูลหรือไม่ก็ได้ โดยกดปุ่ม Record ให้ Start/Stop ข้อมูลที่ทำการบันทึกจะอยู่ในรูปของ text ไฟล์ โดยมีโครงสร้างข้อมูลเป็นแบบ NMEA 0183

ผลการวิจัยพบว่า ในการบันทึกข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ ตามข้อมูลที่ได้รับได้จากเครื่องรับดาวเทียม GPS ทุกประการซึ่งในการทดลองใช้ SD Card ที่ความจุขนาด 512 Mb ชนิด Micro SD สามารถบันทึกข้อมูลได้ต่อเนื่อง ซึ่งภายในเวลา 60 นาที สามารถบันทึกข้อมูลได้ 27,000 Record ใช้พื้นที่ประมาณ 1.32 Mb ดังนั้นที่ความจุ 512 Mb สามารถบันทึกข้อมูลได้ 10,472,728 Record หรือสามารถบันทึกได้อย่างต่อเนื่องที่ 387.87 ชั่วโมง หรือ 16.16 วัน ดังนั้นถ้าต้องการให้สามารถบันทึกข้อมูลได้มากและนานขึ้นกว่านี้ก็สามารถเพิ่มหน่วยความจำเป็น 1G, 2G หรือ 4G ก็สามารทำได้

Research Title : A Construction and Development 16 Channels Real time Data logger GPS Receiver Using SD Card

Researchers : Assoc.Prof. Peerawut Suwanjan

Mr. Amornchai Chaichana

Department : Department of Engineering Education Faculty of Industrial Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Year : 2007

ABSTRACT

The proposes of this research were to A Construction and Development 16 Channels Real time Data logger GPS Receiver Using SD Card. This Control using PIC16F876 Microcontroller interface to SD Card by SPI Mode via serial port RS-232 at board rate 9600 bps .Can be to Start and Stop Record Data by button and save log file in text file format using NMEA 0183 Protocol.

The results of study shown that the accuracy of data from GPS Receiver. Can be save at 27,000 Record using space about 1.32 Mb by using 60 Minutes .If using Full space of SD Card (Micro SD type, 512 Mb). Can be save 10,472,728 Record using time 387.87 Hours (about 16.16 days)

กิตติกรรมประกาศ

ความมุ่งหวังของคณะผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียนการสอนในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะคณะผู้วิจัยได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2550 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา.....	4
2.2 การวิจัยเชิงทดลอง.....	5
2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ.....	5
2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง.....	6
2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน.....	7
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	10
3.1 การเตรียมการวิจัย.....	11
3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	11
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	18
3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล.....	18
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	23
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....	23
4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง.....	25
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน.....	28
4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ.....	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	29
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	31
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31
5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	30
5.5 สรุปผลการวิจัย.....	31
5.6 อภิปรายผลการวิจัย.....	31
5.7 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	34
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก ก รายละเอียดของชุดปฏิบัติการ.....	37
ภาคผนวก ข ใบงานการทดลอง.....	41
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน.....	83
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....	90
ภาคผนวก จ รายละเอียดของอุปกรณ์.....	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ.....	25
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ.....	26
4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....	26
4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองรวมทั้ง 12 รายการ.....	27
4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3	28
4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6	29
4.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดปฏิบัติการ.....	30



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง.....	14
3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง.....	15
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ.....	16
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	20
3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ.....	22



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการสื่อสาร เกี่ยวกับการระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้ดาวเทียม GPS ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานในการนำร่องรถยนต์ส่วนบุคคล จะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการจราจรบนท้องถนนที่แท้จริง รู้จักตำแหน่งของยานพาหนะและสถานการณ์ ส่งผลให้การจัดการจราจรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถเลี้ยวหรือเปลี่ยนเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นได้ นอกจากนี้ยังได้มีการนำมาใช้ในธุรกิจการเดินเรือ การระวังวัดการเดินรถบรรทุกน้ำมัน รถโดยสารประจำทาง ในส่วนหน่วยงานทางราชการ กรมป่าไม้ก็ใช้ระบบระบุพิกัดตำแหน่งในการตรวจสอบอาณาเขตของป่าไม้ และกิจการทางทหารนำเอาข้อมูลจากพิกัดตำแหน่งมาใช้จัดทำแผนที่ระบบดิจิทัล ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก จะเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตและเป็นส่วนช่วยสร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมต่อไป ซึ่งในปัจจุบันเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS มีจำนวนช่องสัญญาณประมาณ 8-12 ช่องสัญญาณ ความเร็วในการส่งข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ที่ความเร็ว 4,800 บิตต่อวินาที ทำให้ส่งข้อมูลได้ช้า การแสดงตำแหน่งปัจจุบันขณะทำการรับสัญญาณเลยกระทำได้อย่างช้าเช่นกัน ส่วนการบันทึกข้อมูลนั้นจะอยู่ภายในเครื่องรับสัญญาณ GPS และมีพื้นที่ในการบันทึกข้อมูลอย่างจำกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้นและบอกตำแหน่งได้แม่นยำยิ่งขึ้น สามารถทำได้ด้วยการเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณในการรับ ให้มีจำนวนที่มากขึ้น อีกทั้งต้องเพิ่มความเร็วในการรับส่งข้อมูลให้สูงกว่า 4,800 บิตต่อวินาที การแก้ไขปัญหาระบบที่จัดเก็บข้อมูลไม่เพียงพอโดยการต่อหน่วยบันทึกข้อมูลภายนอกโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card ซึ่งสามารถเลือกขนาดความจุได้ตามต้องการ

ในขณะเดียวกันคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2537) กำหนดให้วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 เป็นวิชาที่พบบังคับเรียน จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ปฏิบัติ 6 คาบต่อสัปดาห์ โดยให้มีการเรียนการสอนเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษาสามารถทำการทดลองได้เร็วขึ้นและได้ผลการทดลองที่แม่นยำ แก้ไขปัญหาเรื่องพื้นที่จัดเก็บข้อมูลไม่เพียงพอได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

1.2.2 เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card ผู้วิจัยใช้แนวความคิดในการพัฒนาระบบของครุฑิต มาลัยวงศ์ ซึ่งประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ระบบ (System Analysis)
2. ออกแบบระบบ (System Design)
3. เขียนโปรแกรม (Programming)
4. ทดสอบระบบ (System Testing)
5. ติดตั้งดำเนินการ (Implementation)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. สามารถรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณได้
2. โปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารคือ NMEA 0183
3. มีชุดเชื่อมต่อกับหน่วยบันทึกข้อมูลแบบ SD Card
4. รับส่งสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. แก้ปัญหาในการดำเนินงานของหน่วยงานที่ทำการวิจัย
2. เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป
3. บริการความรู้แก่ประชาชน
4. นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
5. เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย
6. ช่วยลดการสั่งซื้อและการนำเข้าเครื่องมือที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถานศึกษาทั่วไป ที่จัดการเรียนการสอนทางการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยให้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการทดลองได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- 2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา
- 2.2 การวิจัยเชิงทดลอง
- 2.3 การสอนลักษณะการทดลอง
- 2.4 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ
- 2.5 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง
- 2.6 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา

ในการวิจัย ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1.1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กลุ่มวิชาชีพวิศวกรรมโทรคมนาคม

วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 หน่วยกิต3(0-6) สังเขปรายวิชา คือ ทดลองปฏิบัติตามหัวข้อเกี่ยวกับการสื่อสารแบบใช้สาย และการสื่อสารวิทยุแบบต่างๆ

2.1.2 รายละเอียดของหัวข้อที่ศึกษา

1. องค์ประกอบ และหลักการทำงานของระบบ GPS
2. รูปแบบการให้บริการของระบบ GPS
3. ลักษณะของสัญญาณต่างๆ จากดาวเทียมในระบบ GPS
4. การคำนวณหาตำแหน่งของเครื่องรับ
5. การหาระยะทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ
6. แหล่งกำเนิดค่าความผิดพลาดในระบบ GPS
7. ประเภทของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
9. สายอากาศรับสัญญาณดาวเทียม GPS
10. มาตรฐาน NMEA และ โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุทธทอง โทธิปัญญา. 2540 : 6)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือแล้วแปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่
6. จำกัดลักษณะการกระทำ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง
7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน สาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะวิชาการทดลองปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่ต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2539 : 97-101)

1. เทคนิคการผลิต
2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต
3. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอน และลักษณะที่จะนำไปใช้

สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพนั้นประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา
2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดปฏิบัติการว่าทำอะไร จึงสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน
3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง
4. การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการใช้งาน และการลอกเลียนแบบขึ้นมาทำใหม่
5. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.4.1 ชั้นเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ชั้นเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญการ ในสาขาวิชานั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ขั้นตอนดำเนินการ

1. เลือกเนื้อหาวิชา
2. การกำหนดเวลา
3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. จัดลำดับเนื้อหา
5. วางแผนวิธีการสอน สื่อที่ใช้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ และรูปแบบการประเมินผล
6. ขั้นตอนการผลิตสื่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง โดยทั่วไปแล้วชุดปฏิบัติการ 1 ชุด จะใช้กับนักศึกษาจำนวนไม่เกิน 5 คน การสร้างโดยทั่วไปให้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่าย และต้องมีราคาถูกคุณภาพดี

6.2 การสร้างใบงานการทดลอง จะต้องมีรายละเอียด ทั้งทฤษฎีบรรยาย ประกอบรูป คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

7. นำชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง ไปทดลองใช้
8. นำกลับมาปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)
9. ผลิตชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมาสามารถใช้งานได้ตามต้องการหรือไม่ จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 คุณภาพการสื่อความหมาย ด้านวิชาการ

1. ด้านวัตถุประสงค์
 - 1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
 - 1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์
2. ด้านเนื้อหา
 - 2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด
 - 2.2 เนื้อหาวิชาสามารถแยกย่อยได้
 - 2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก
- 3: คุณภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย
 - 3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
 - 3.2 สามารถลดปริมาณของการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอยให้มีความหมาย และมีเป้าหมายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี และมีเวลาน้อยลง

3.4 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1. ด้านผู้เรียน สื่อต้องให้เหมาะสมกับผู้เรียน
2. ด้านผู้สอน สื่อการสอนไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน และประสบการณ์ของผู้สอน

2.5.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน

1. ด้านวัสดุและอุปกรณ์
 - 1.1 ใช้วัสดุพอสมควรกับความจำเป็น
 - 1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
 - 1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ง่าย
2. ด้านเวลา
 - 2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
 - 2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อสั้นไม่มากนัก
3. ด้านการใช้งาน
 - 3.1 สามารถนำไปใช้งานง่าย และสะดวก
 - 3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
 - 3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้งาน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อมรชัย ชัยชนะ. (2547 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก วิธีการการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกชนิด 8 ช่องสัญญาณ
- 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71

ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.37 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อการสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การเตรียมการวิจัย
- 3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ศึกษารายละเอียด ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1 สืบค้นและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ในภาคปฏิบัติ โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้สอนต่างๆ ด้วยการเก็บข้อมูลจากการสอบถาม และทำการค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ เพื่อจะกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร ในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2537) โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จากลักษณะรายวิชา เพื่อกำหนดหัวข้อการทดลองและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้สอน ที่มีประสบการณ์ในรายวิชานี้

3.1.3 ศึกษา ออกแบบลักษณะการทดลอง และลักษณะของชุดปฏิบัติการซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดปฏิบัติการ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ทดลองตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ

3.1.4 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ

3.1.5 ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 90 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

- 3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง
- 3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ
- 3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

1. การสร้างชุดปฏิบัติการ

ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ มีดังต่อไปนี้

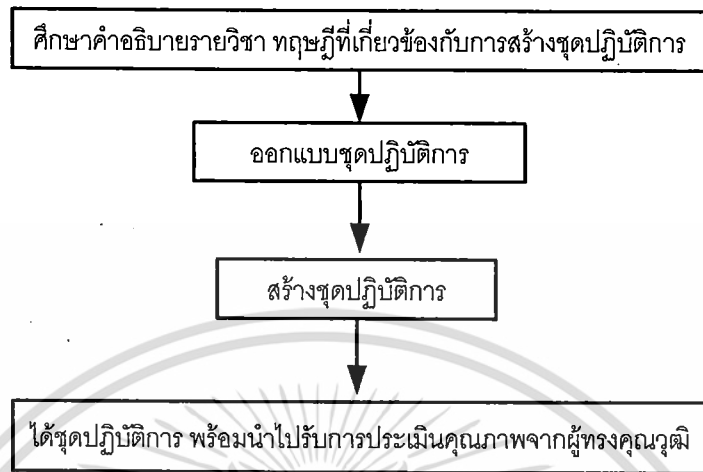
- 1.1 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา การทดลองปฏิบัติการทางโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 วัตถุประสงค์ตามหลักสูตรที่กำหนด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ ทั้งตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สามารถใช้กับรายวิชาที่ต้องการให้มีคุณภาพมากที่สุด

1.2 ออกแบบชุดปฏิบัติการ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

1.3 นำชุดปฏิบัติการมาทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยคณาจารย์

จำนวน 3 คน

1.4. ได้ชุดปฏิบัติการพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ

2. สร้างใบงานการทดลอง

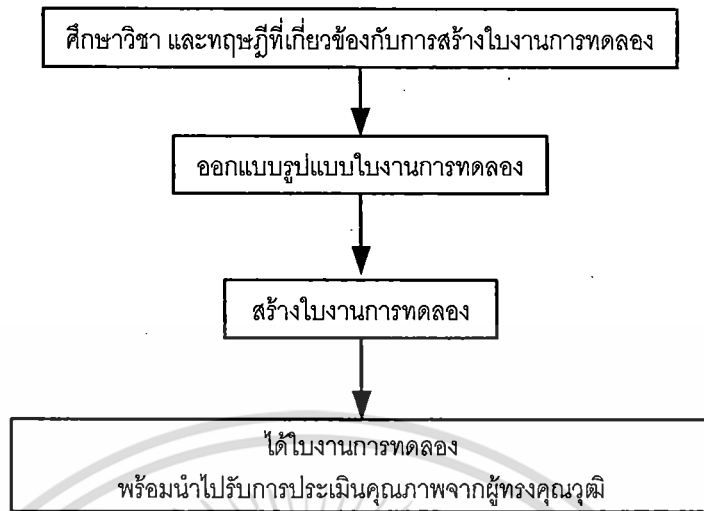
มีขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างใบงาน ซึ่งได้สร้างใบงานการทดลองควบคู่กับการสร้างชุดปฏิบัติการ โดยรายละเอียดในใบงานการทดลองจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อหัวเรื่องการทดลอง
2. วัตถุประสงค์การทดลอง
3. ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น
4. รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์
5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง

2.2 ออกแบบรูปแบบใบงานการทดลอง แล้วทำการสร้างใบงานการทดลอง ตรวจสอบความสมบูรณ์ และความถูกต้อง หากมีข้อบกพร่อง ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 ได้ใบงานการทดลองพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2

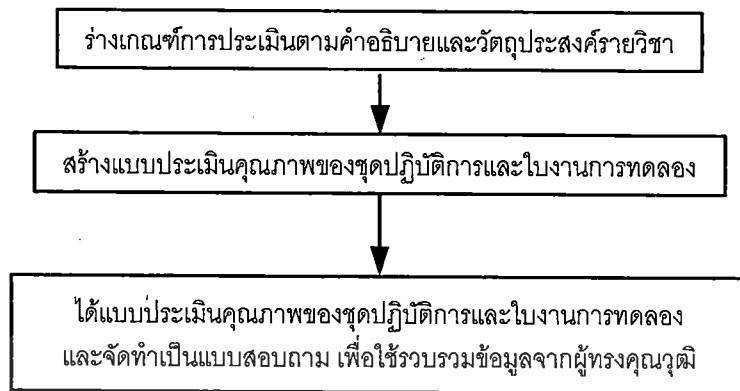


ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมทดลอง

3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ขั้นตอนการดำเนินงานสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและโปรแกรมทดลอง มีดังนี้

1. จัดทำร่างเกณฑ์การประเมินขึ้นตามคำอธิบาย และวัตถุประสงค์รายวิชา การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยร่างเกณฑ์การประเมินของชุดปฏิบัติการและโปรแกรมทดลอง ใช้แบบวัดเจตคติของเบส (Best's Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน เป็น 5 ระดับ (Best. 1970 : 179-187)
2. กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและโปรแกรมทดลอง
3. หลังจากที่ได้เกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าว มาจัดทำเป็นแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและโปรแกรมทดลอง
4. นำแบบประเมินคุณภาพมาจัดทำเป็นแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและโปรแกรมทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองกับชุดปฏิบัติการ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 4 คน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการสร้าง วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว คำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้เป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตรหาค่า IOC (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน
 N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมาย ดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความตรงเชิงเนื้อหา

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้งาน

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อที่ผ่านการประเมินมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.5 เป็นข้อสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 61)

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการประเมินแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

3.6 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดลงมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดขึ้นไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

3.7 หาความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2538 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

เมื่อ p คือ ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.80 - 1.00 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 - 0.79 หมายถึง เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 - 0.59 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี)

0.20 - 0.39 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 - 0.19 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก

3.8 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2538 : 237)

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \quad (3.3)$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 0.40 ขึ้นไป หมายถึง อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
- 0.30 - 0.39 หมายถึง อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
- 0.20 - 0.29 หมายถึง อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
- 0.00 - 0.19 หมายถึง อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบไม่ควรนำมาใช้

3.9 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอริ ริชาร์ดสัน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_r^2} \right] \quad (3.4)$$

$$S_r^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \quad (3.5)$$

เมื่อ r_u คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_r^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบ

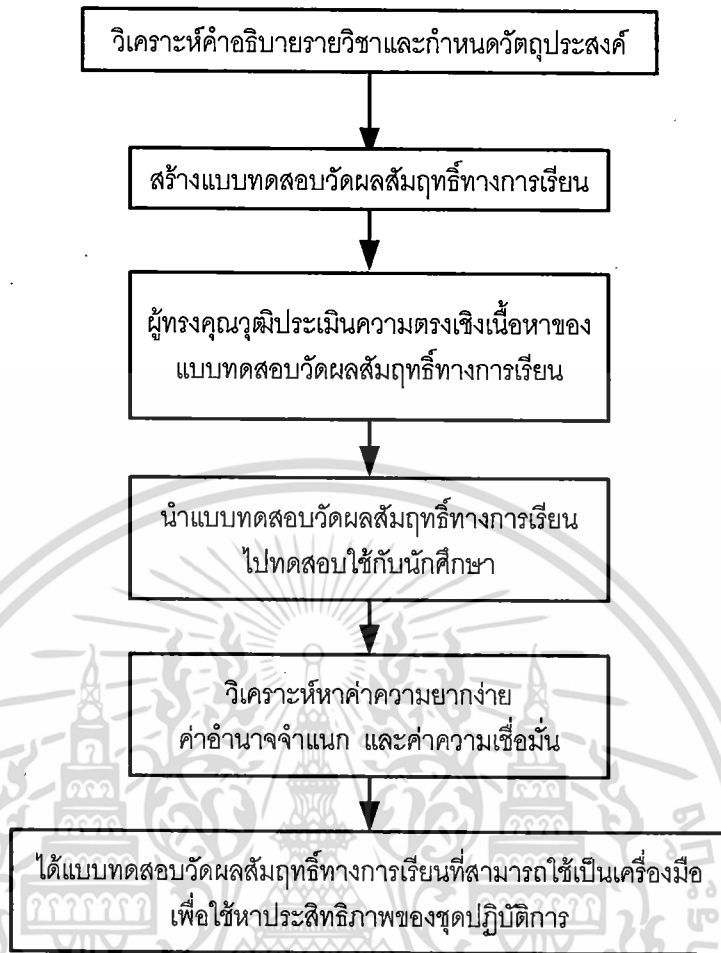
เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

0.7-1.0 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.3-0.7 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมา ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อัจฉาแน่น และค่าความเชื่อมั่น

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

1. ขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ในการวิจัย และเข้าชี้แจงรายละเอียดกับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอคำยืนยันยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการแงานการทดลอง

2. นำชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ส่งมอบให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อศึกษทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วัน พร้อมแนบแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้
น้ำหนักคะแนน 5 ระดับ คือ (Best. 1970 : 179-187)

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพมาก
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้

- 4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- 2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ใน
ระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลี้ยง ออบแสงทอง.
2544 : 46)

3. หลังจาก 7 วัน จึงไปพบกับผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง และเก็บรวบรวมแบบประเมิน
คุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 3 คน นำมา
วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

**3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย
อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น**

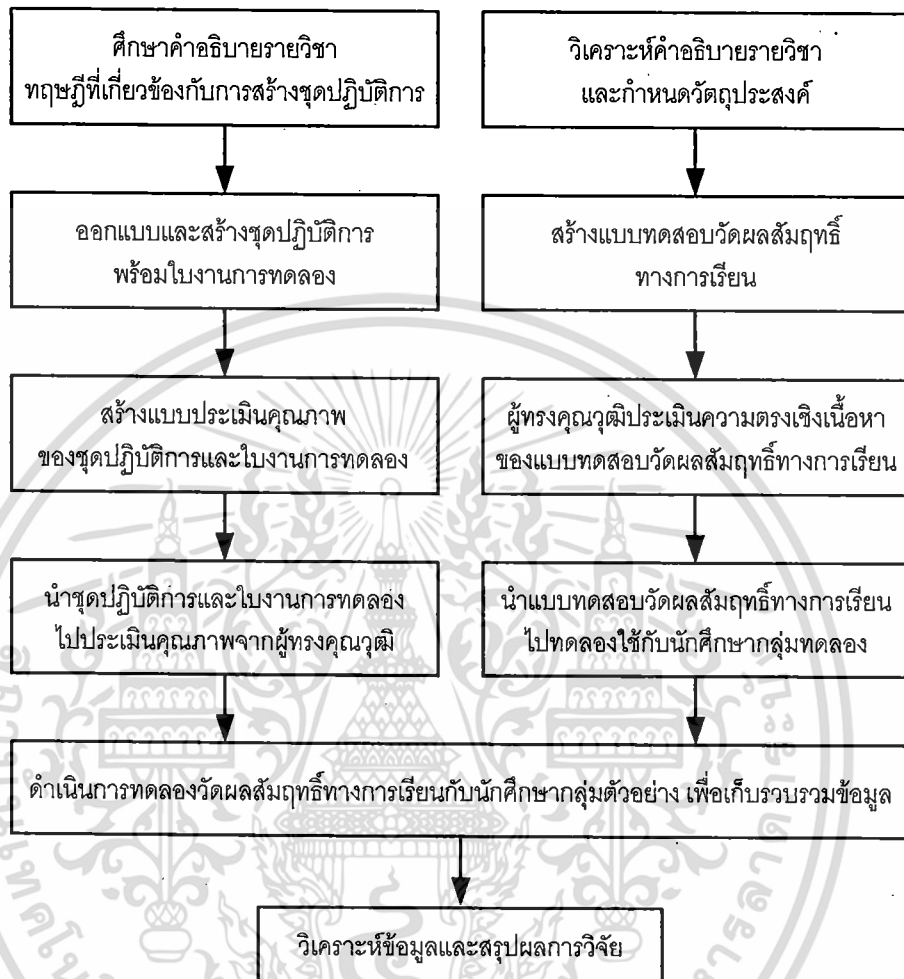
ในการทดลองเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยจะดำเนินการโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ทำการนัดหมายกับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 30 คน สาขาวิชาวิศวกรรม
โทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม
เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง
0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หาประสิทธิภาพแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ โดยใช้แบบวัดเจตคติวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้สรุปผลการศึกษาคูณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังสถิติต่อไปนี้

1. มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่ (พรรรณี ลีกิจวัฒน์. 2544 : 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n} \quad (3.6)$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X	แทน	ในกรณีข้อมูลแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม หมายถึง คะแนนแต่ละค่า
	f	แทน	ความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น
	n	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบๆ ค่าเฉลี่ย ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก แสดงว่ามีการกระจายมาก ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย แสดงว่ามีการกระจายน้อย (พรพนี ลีกิจวัฒน์. 2544 : 10)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{n(n-1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลแจกแจงความถี่ โดยใช้คะแนนดิบ สำหรับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ขนาดเล็ก ($n < 30$)
	f	แทน	ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น กรณีแจกแจงความถี่ แบบไม่จัดกลุ่ม
	X	แทน	คะแนนแต่ละค่า กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง ($n < 30$)

3.5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

ผู้วิจัยจะนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันสองครั้ง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ t-test Dependent Samples โดยใช้สูตรดังนี้ (พิทักษ์ เขียวขาว. 2544 :40)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad df = n-1 \quad (3.8)$$

- D คือ ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่
- $\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่
- $(\sum D)^2$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่ ยกกำลังสอง
- n คือ จำนวนคู่ของนักเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์การสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD ซึ่งจำแนกผลการวิจัยได้ดังนี้

- 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ
- 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง
- 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน
- 4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

4.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ชุดปฏิบัติการ ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิต ผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.: ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณ
1. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	4.33	0.58	ดี
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4.00	0.00	ดี
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
6. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4.00	0.00	ดี
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4.33	0.58	ดี
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.33	0.58	ดี
9. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4.00	0.00	ดี
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	4.33	0.58	ดี
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5.00	0.00	ดีมาก
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.39	0.38	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4.33	0.58	ดี
7. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของสีพื้น	4.67	0.58	ดีมาก
11. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	4.33	0.58	ดี
12. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.83	0.19	ดีมาก

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.39	0.38	ดี
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.83	0.19	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.61	0.29	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งด้านเทคนิค การผลิตสื่อและด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

และเมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.37 แสดงว่าใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองรวมทั้ง 12 รายการ

ใบงานการทดลอง	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การติดตามดาวเทียม GPS	4.50	0.38	ดีมาก
2. ข้อมูลของดาวเทียมและระดับคุณภาพของสัญญาณ	4.47	0.43	ดี
3. ข้อมูลโปรโตคอล NMEA-0183 (V2.19)	4.53	0.34	ดีมาก
4. การหาระยะทาง	4.42	0.29	ดี
5. การตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูล	4.36	0.48	ดี
6. คุณสมบัติทั่วไปของ GPS	4.33	0.29	ดี
เฉลี่ยรวม	4.44	0.37	ดี

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1			ใบงานการทดลองที่ 2			ใบงานการทดลองที่ 3		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. บอกรัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
10. ความสะดวกรวมในการบันทึกค่าต่างๆ	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.53	0.34	ดีมาก	4.50	0.38	ดีมาก	4.47	0.43	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4			ใบงานการทดลองที่ 5			ใบงานการทดลองที่ 6		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	3.67	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.36	0.48	ดี	4.33	0.29	ดี	4.42	0.29	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 หมายถึงเป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 หมายถึงอำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

จากการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการ โดยกลุ่มตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียน กับคะแนนสอบหลังเรียน โดยการทดสอบหาค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดปฏิบัติการ

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย \bar{X} (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre- test)	42	13.42	24.43
หลังเรียน (Post- test)	42	36.73	

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 24.43 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.756 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการ มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการสร้างและพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำชุดปฏิบัติการ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

1.2.2 เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการ และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการ ประกอบด้วยใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ ทั้ง 2 ด้านดังนี้

2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนชุดปฏิบัติการและส่วนของใบงานการทดลอง

2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตของชุดปฏิบัติการ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จำนวน 50 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66-1.00 ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 42 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 50 ข้อ โดยใช้เวลาประมาณ 80 นาที
2. หลังจากนั้น แนะนำวิธีการเริ่มใช้ชุดปฏิบัติการ โดยแนะนำการติดตั้งใช้งาน ตำแหน่งของสถานีรับสัญญาณทั้ง 4 จุด การติดตั้งใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น และข้อควรระวังต่างๆ ที่อาจจะทำให้ความเสียหายให้กับชุดปฏิบัติการได้ โดยใช้เวลาในการแนะนำเบื้องต้นประมาณ 10 นาที
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง โดยใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง เมื่อทดลองครบทุกคนแล้ว ทำการนัดหมายเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 80 นาที นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจแล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ และใบงานการทดลอง มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.3-1.0 ที่มีความเชื่อมั่นปานกลางจนถึงระดับสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependents

5.5 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนทั้งสองด้านรวมกันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมองรับชุดปฏิบัติการ ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านสื่อการสอนปรากฏผลดังนี้

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหา วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 4 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 8 รายการ

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านสื่อการสอน วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 10 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 2 รายการ

การเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 26.736 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.756 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการ มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.6 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ จากผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ พุทธทอง โพธิ์ปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดประกอบการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประกอบการติดต่อสื่อสาร ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชา หลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มี เป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประกอบ และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประกอบให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหา จำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไป ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประกอบ แบบทดสอบ หลังการประกอบ และแบบทดสอบรวมทุกการประกอบ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัย พบว่า ชุดประกอบการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และมีผลคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่า คะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมี ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยสร้างชุดปฏิบัติการอื่น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้ชุด ปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ สูงขึ้น ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ มีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมี ผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้ชุดปฏิบัติการที่มี คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการ เรียนการสอนได้จริง

2. ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อดีหลายประการได้แก่ ชุดปฏิบัติการมีส่วนประกอบ ทั้งฮาร์ดแวร์และโปรแกรมการทดลอง ขณะทำการทดลองผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลที่ได้การทดลอง กับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนี้ในโปรแกรมการทดลองยังมีเนื้อหารายละเอียดทฤษฎีและ หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการ ทำให้นักศึกษาที่ต้องการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง สามารถทำได้อย่างสะดวก จึงทำให้ชุดปฏิบัติการมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการสูงขึ้น

3. การประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 เมื่อ

พิจารณาลงไปในด้านต่างๆจะพบว่า ในแต่ละด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.00 โดยเฉพาะด้านสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิให้กำลังใจว่ามีความตั้งใจทำได้ดีมาก ส่วนแบบประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.00 ด้านสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียงและชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน

4. จากการประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.19 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ได้แก่ การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มี รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการ วัสดุที่นำมาใช้สร้าง ความแข็งแรง ทนทาน การวางรูปแบบของหน้าจอ สีพื้น ขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร ภาพและตาราง รวมทั้งหมดถึง 8 รายการ แบบประเมินจำนวน 2 รายการมีค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ ความเหมาะสมของสีพื้น และลักษณะจุดสนใจความน่าสนใจในการเรียน ส่วนแบบประเมินอีก 2 รายการที่เหลือมีค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ บำรุงรักษา และโปรแกรมการทดลองติดตั้งใช้งานง่าย

5. สำหรับข้อเสนอแนะจากคำถามแบบปลายเปิดของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

5.1 ปรับความยาวของเนื้อหาการทดลองให้มีความใกล้เคียงกันทุกๆ ใบบาง

5.2 ใส่สารบัญให้กับคู่มือการทดลองและใบบางการทดลองเพื่อสะดวกในการเปิดอ่าน

5.3 ระบุความต้องการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

5.4 การเพิ่มตัวอย่างในการคำนวณจากพิกัดจริงตามแผนที่ ในการทดลองหัวข้อการหาระยะทางจากค่าละติจูดและลองจิจูด

6. เมื่อพิจารณาชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เนื่องจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ตามสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำมาทดลองใช้เพื่อมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71 นอกจากนี้การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอย่างมีขั้นตอนและรัดกุมทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองด้วยชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการนี้มีผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน โดยใช้สถิติ t-test ทดสอบพบว่าผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.44 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 38.72 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน) และมีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.28 คะแนน

5.7 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยการสร้างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำชุดปฏิบัติการไปใช้เพื่อการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา จะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนเพียงพอและเหมาะสมตามที่ได้ระบุไว้ และควรจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อความสะดวกในการย้ายสถานี่รับสัญญาณไปยังตำแหน่งอื่นๆ มิฉะนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายขณะทำการทดลองได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
2. สถานศึกษาจะต้องจัดเตรียมสถานที่ทดลองให้มีพื้นที่โล่ง กว้างขวางเพียงพอที่จะกำหนดจุดติดตั้งสถานีรับสัญญาณ อีกทั้งไม่มีสิ่งก่อสร้างกีดขวางการรับสัญญาณดาวเทียม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทดลองด้วยตนเองอย่างมีอิสระ และโดยไม่กำหนดระยะเวลาในการทดลอง
3. ควรพัฒนาให้เครื่องรับสัญญาณมีอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลที่เร็วขึ้น เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ปรากฏที่ผลการทดลอง Real time มากยิ่งขึ้น
4. ควรมีการพัฒนาการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งที่มีจำนวนช่องสัญญาณมากกว่า 8 ช่องสัญญาณ ซึ่งจะช่วยให้เครื่องรับสัญญาณสามารถเลือกช่องสัญญาณที่ดีที่สุดในการคำนวณหาพิกัดที่ถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น
5. ควรพัฒนาให้เครื่องรับสัญญาณมีการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย เพื่อความสะดวกในการทดลอง กรณีที่ต้องการย้ายตำแหน่งสายอากาศรับไปยังสถานี่รับอื่น

บรรณานุกรม

- คัมภีร์ เสริมกวินรัชช์. 2544. "การกำหนดตำแหน่งยานพาหนะบนถนนด้วยระบบการแปลงโคออร์ดิเนตสำหรับการประยุกต์ใช้งานด้วย GPS." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. 2542. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดเจตคติ**. อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
- นิคม ลนขุนทด. 2540 . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอเนื้อหาแบบต่อเนื่อง กับแบบสมบูรณ์ในการสอนเรื่องลอจิกเกตพื้นฐาน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิทย์สาสน์.
- บุญเลี้ยง อบแสงทอง. 2544. "บทเรียนโมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรรณี สิกิจวัฒน์. 2543. "เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- พุทธทอง โปธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. "วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์". กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เมธี มานันตพงศ์. 2541. "การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องรับสัญญาณ GPS." ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอด" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีพศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพดี เฉลวภักตร์. 2536 “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชา วงจรดิจิทัล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ” วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิต วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

วัลลภ จันทรตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน Instructional Media 200231**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อนุรักษ์ เมฆพะโยม. 2542 “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง วิชาระบบเครื่องรับ เครื่องส่งวิทยุ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล” วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อารี พันธุ์มณี. 2538. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ต้นอ่อน

อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2540. **หลักการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.

อำนาจ ปานหิรัญ. 2535 “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบในการ เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสเคลื่อนไหวเสมือนแบบโพลีที่พับกับเนกทีฟในวิชาวงจรดิจิทัล 1” วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิต วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Best. John W. 1970. **Research in Education**. Englewood Cliffs ,NS : Prentice Hall.

Elliott D. Kaplan. 1996. **Understanding GPS Principles and Applications : Mobile Communications Series**. London :Artech House.

MERCAT. GPS Receiver. [Online]. Available :

<http://www.mercat.com/quest/gpstutor.html>. 2002.

University of Colorado. **Introduction to GPS**. [Online]. Available :

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html. 2002.

University of New South Wales. **About GPS**. [Online]. Available :

http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/about_gps.htm. 2002.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้นได้กำหนดให้มีความสามารถดังนี้

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยจะประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมดดังนี้

- 1) องค์ประกอบ และหลักการทำงานของระบบ GPS
- 2) ระบบสัญญาณของระบบ GPS
- 3) คุณภาพของสัญญาณ DOP
- 4) รูปแบบการให้บริการ
- 5) ประเภทของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
- 6) การทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
- 7) สายอากาศรับสัญญาณดาวเทียม GPS
- 9) มาตรฐาน NMEA และ โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร
- 10) ลองจิจูดและละติจูด (เส้นแวงและเส้นรุ้ง)
- 11) ระบบเวลา UTC

1.2 การทดลองเรื่องข้อมูลโปรโตคอลมาตรฐาน NMEA0183 ได้แก่ GGA, GSA, GSV, RMC, VTG, GLL, DTM และ ZDA

1.3 การทดลองเรื่องตำแหน่งดาวเทียม มุมเงยและมุมกวาด

1.4 การทดลองเรื่องช่องสัญญาณที่รับได้ทั้งหมด 8 ช่องสัญญาณ

1.5 การทดลองเรื่องคุณสมบัติทั่วไปของระบบ GPS

1.6 การทดลองเรื่องการคำนวณหาระยะทางจากค่าลองจิจูดและละติจูด

1.7 การทดลองเรื่องการตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูล

2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 ชุด มีขีดความสามารถของเครื่องที่ใช้ ได้แก่

2.1 หน่วยประมวลผล (CPU) ความเร็ว 300 เมกกะเฮิร์ตซ์ ขึ้นไป

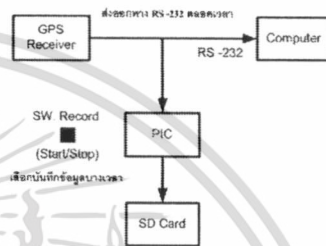
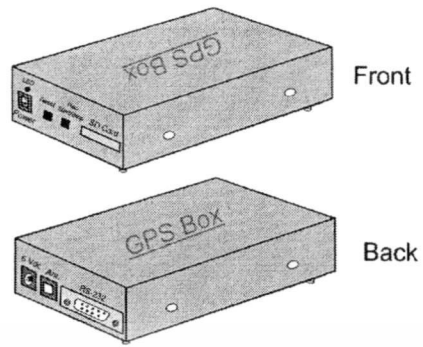
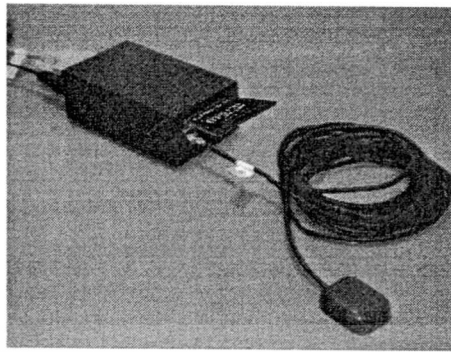
2.2 ระบบปฏิบัติการ Windows98/ME/XP/2000

2.3 หน่วยความจำ (RAM) ตั้งแต่ 256 เมกกะไบต์ ขึ้นไป

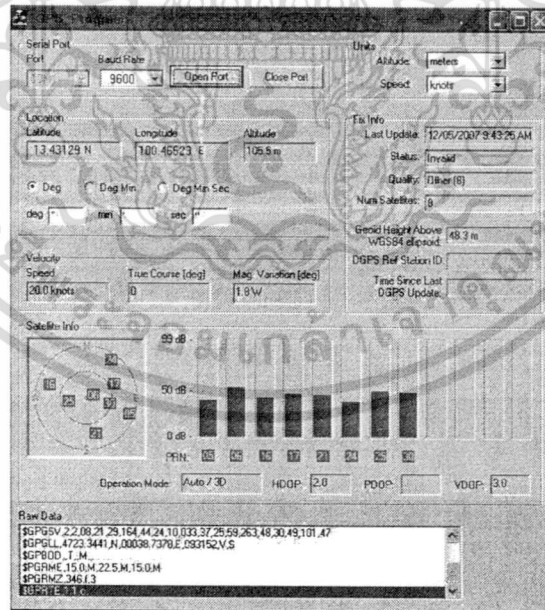
2.4 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ติดตั้งอย่างน้อย 60 เมกกะไบต์

2.5 ติดตั้ง ซีดีรอม (CD-ROM) ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 8 เท่า ขึ้นไป

2.6 ความละเอียดในการแสดงผล 800 x 600 pixel

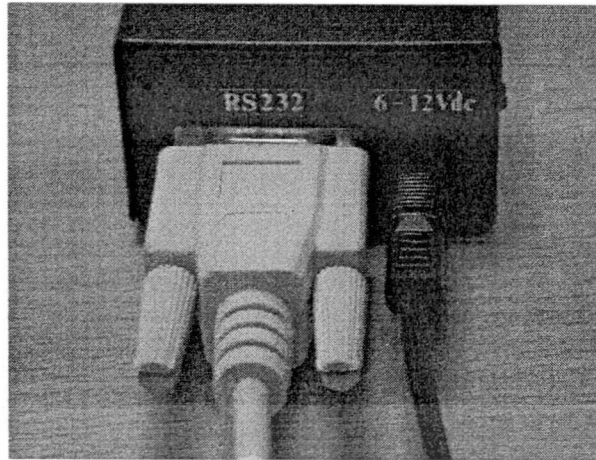


ภาพที่ ก.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card



ภาพที่ ก.2 โปรแกรมแสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.3 สายเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์และสายไฟเลี้ยง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 การติดตามดาวเทียม GPS (*GPS Satellite Tracking Views*)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

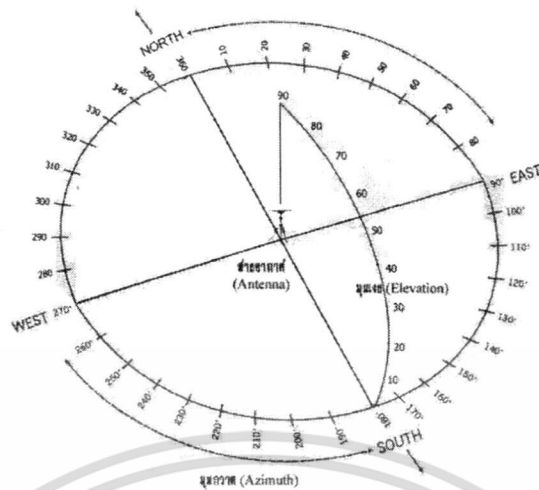
1. กำหนดพอร์ตรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS ได้
2. กำหนด Baud Rate ของการรับข้อมูลได้
3. กำหนดค่าเวลาเริ่มต้นในการรับสัญญาณได้
4. อ่านค่ามุมเงยและมุมกวาดของดาวเทียมจากผลการทดลองได้
5. บอกความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมเงย มุมกวาดและความแรงของสัญญาณได้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|---|---|---------|
| 1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง | | |
| 1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ | 1 | เครื่อง |
| 1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4 | 1 | ชุด |
| 1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA | 1 | ตัว |
| 1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9 | 1 | เส้น |
| 1.5 โปรแกรมการทดลอง | 1 | แผ่น |
| 2. คอมพิวเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 3. เครื่องพิมพ์ | 1 | เครื่อง |
| 4. ใบงานการทดลอง | 1 | ชุด |

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

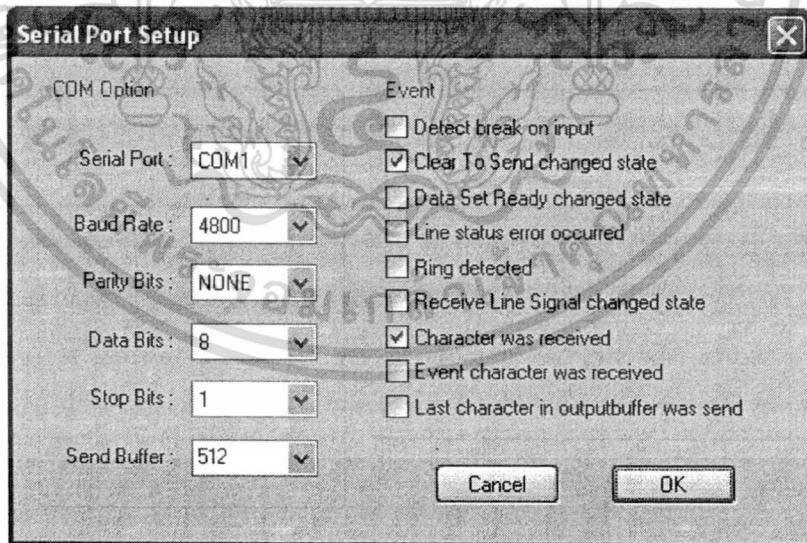
ระนาบการรับสัญญาณประกอบด้วยส่วนมุมที่สำคัญ 2 มุมคือ มุมเงย (Elevation) เริ่มนับจากระนาบขนานกับพื้นโลกเป็น 0 องศาจนถึงเส้นตั้งฉากกับพื้นดินเป็น 90 องศา ค่าต่ำสุด-สูงสุดของมุมเงยคือ 0 - 90 องศา ส่วนมุมกวาด (Azimuth) เริ่มนับจากทิศเหนือ (North) เป็น 0 องศาจากนั้นนับเวียนตามเข็มนาฬิกา ที่ทิศตะวันออก (East) เป็น 90 องศา, ทิศใต้ (South) เป็น 180 องศา, ทิศตะวันตก (West) เป็น 270 องศา และครบรอบที่ทิศเหนือเป็น 360 องศา (หรืออาจจะนับเป็น 0 องศา ก็ได้เช่นกัน) ค่าต่ำสุด-สูงสุดของมุมกวาด (Azimuth) คือ 0 - 360 องศา



ภาพที่ 1.1 มุมเงย (Elevation) และ มุมกวาด (Azimuth)

4. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียม ไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่โปรแกรม โดยเปิดไฟล์ **GPS Laboratory.exe**
3. กดปุ่ม กำหนดพอร์ต (*Serial Port Setup*)
4. กำหนดค่าการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมดังนี้



ภาพที่ 1.2 การกำหนดค่าการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

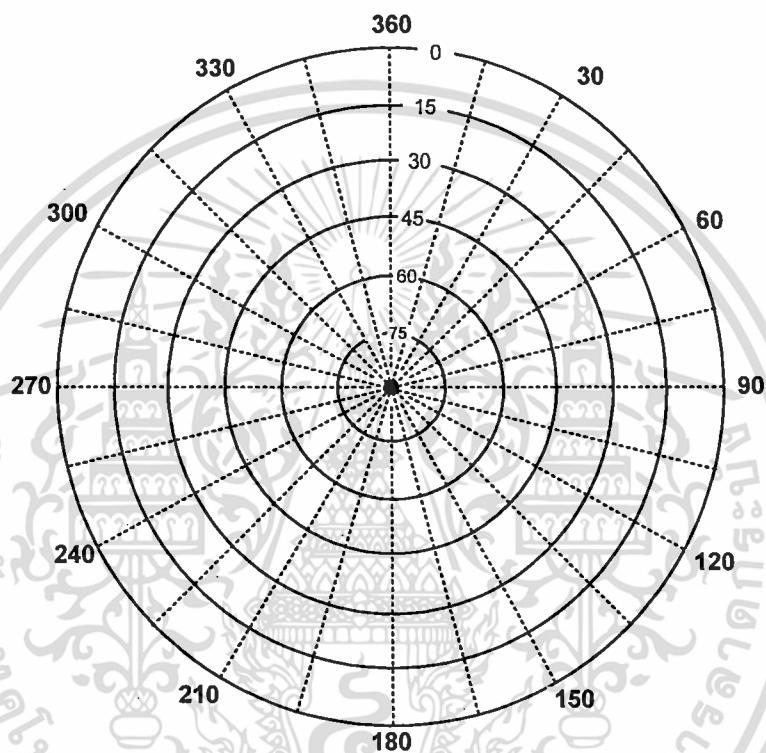
5. Click ปุ่ม *OK*

6. เข้าสู่เมนู การติดตามดาวเทียม (*GPS Satellite Tracking Views*)

7. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้

- กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
- กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

8. บันทึกผลการทดลองลงในรูป



ภาพที่ 1.3 ผลการทดลองที่ตำแหน่งสถานีรับ A

9. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียม ไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ B

10. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้

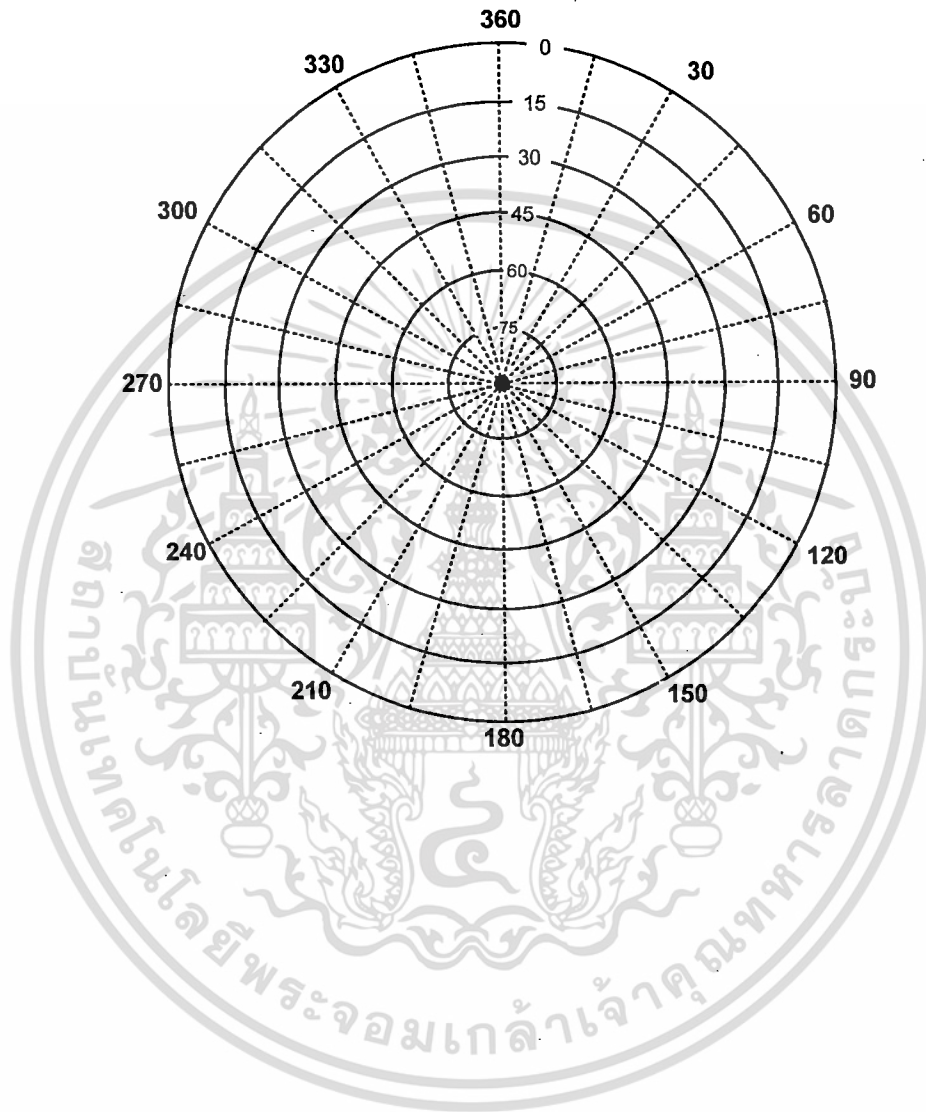
- กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
- กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

6. คำถามท้ายการทดลอง

จากข้อมูลโปรโตคอล GSV ที่กำหนดให้ บันทึกผลค่ามุมเงยและมุมกวาดลงในรูป

\$GPGSV,2,1,08,01,62,322,29,02,42,006,48,03,68,072,45,11,09,191,33*78\$

\$GPGSV,2,2,08,13,27,324,33,16,23,029,31,20,26,226,33,25,21,090,45*70\$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ข้อมูลของดาวเทียมและระดับคุณภาพของสัญญาณ

(Satellite Data and Signal Quality Level)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกจำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งานจริงได้อย่างถูกต้อง
2. บอกความแรงของสัญญาณต่ำสุดที่สามารถนำไปใช้งานได้
3. บอกค่าต่ำสุดถึงสูงสุดของมุมเงย (Elevation) ได้
4. บอกค่าต่ำสุดถึงสูงสุดของมุมกวาด (Azimuth) ได้
5. บอกค่าต่ำสุดถึงสูงสุดของค่า Signal to Noise Ratio ได้
6. อ่านค่าความแรงของสัญญาณดาวเทียมจากผลการทดลองได้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|---|---|---------|
| 1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง | | |
| 1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ | 1 | เครื่อง |
| 1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4 | 1 | ชุด |
| 1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA | 1 | ตัว |
| 1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9 | 1 | เส้น |
| 1.5 โปรแกรมการทดลอง | 1 | แผ่น |
| 2. คอมพิวเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 3. ใบงานการทดลอง | 1 | ชุด |

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

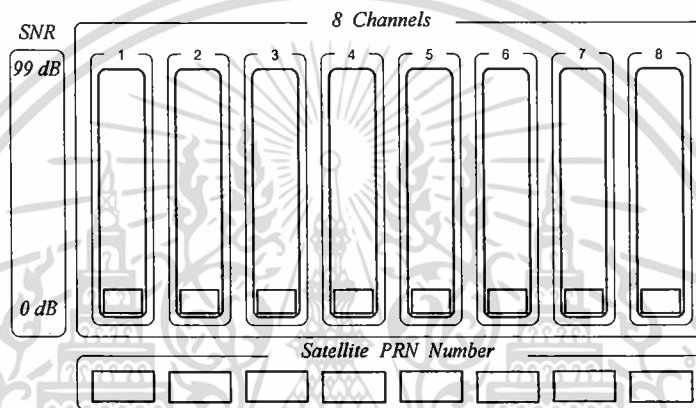
ระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้มีหน่วยเป็น dBHz โดยมีช่วงการวัดตั้งแต่ 00- 99 dBHz ซึ่งปกติสัญญาณที่รับได้ที่เครื่องรับสามารถนำไปใช้คำนวณหาพิกัดได้นั้นมีค่า ตั้งแต่ 40 dBHz ขึ้นไป หากมีค่าต่ำกว่านี้ จะไม่นำไปใช้งานได้

โดยปกติระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้จะสัมพันธ์กับตำแหน่งของดาวเทียมในแต่ละดวง ส่วนใหญ่แล้วดาวเทียมที่มีมุมเงยสูง ๆ หากไม่มีสิ่งกีดขวาง จะมีระดับความแรงสูงตามไปด้วย ส่วนมุมกวาดนั้นค่ามากหรือน้อยจะ ไม่มีผลต่อระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้

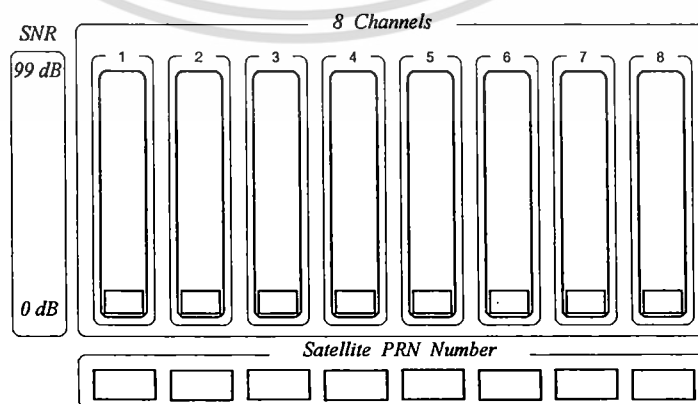
4. ลำดับขั้นการทดลอง

4.1 ระดับคุณภาพของสัญญาณ (Signal Quality Level)

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู ระดับสัญญาณ (Signal Quality Level)
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. บันทึกผลการทดลองลงในรูป



5. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ B
6. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
7. บันทึกผลการทดลองลงในรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

4.2 ข้อมูลของดาวเทียมที่ใช้รับสัญญาณ (Satellite Data)

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู ช่องสัญญาณ (GPS Satellite Channel)
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. บันทึกผลการทดลองลงในรูป

	Satellite PRN Sv	Elevation El	Azimuth Az	Signal to Noise SNR
Channel 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Channel 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ภาพที่ 2.3 ผลการทดลองข้อมูลของดาวเทียมที่ตำแหน่งสถานีรับ A

5. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ B
6. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



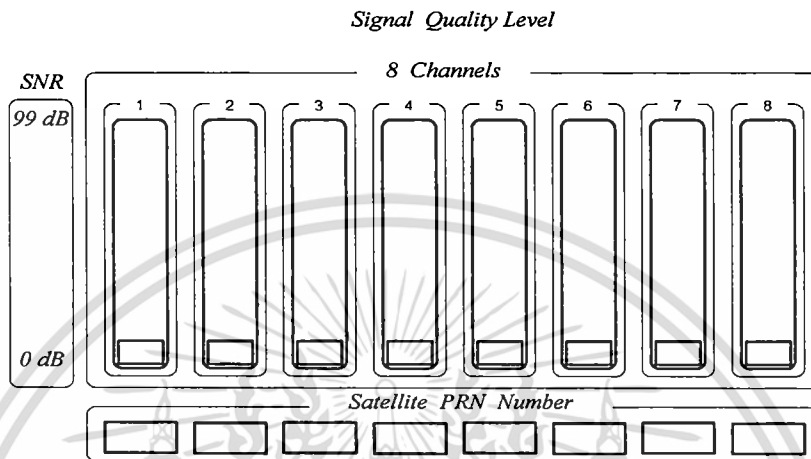
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำถามท้ายการทดลอง

จากข้อมูลโปรโตคอล GSV ที่กำหนดให้ บันทึกผลค่าลงในตาราง

\$GPGSV,2,1,8,04,12,076,31,05,33,242,41,06,12,323,33,07,06,139,29*7C

\$GPGSV,2,2,8,10,51,356,49,17,32,336,49,24,34,035,43,26,43,175,35*7B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 ข้อมูลโปรโตคอล NMEA-0183 (NMEA-0183 Protocol)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกความหมายของข้อมูลโปรโตคอลต่างๆ ได้
2. บอกจำนวนของข้อมูลที่รับจากข้อมูล GSV ได้
3. บอกหมายเลข PRN ของดาวเทียม (Satellite ID) แต่ละดวงได้
4. บอกหมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่งได้อย่างครบถ้วน
5. บอกค่าชี้ถึงคุณภาพของระบบ GPS ได้
6. บอกหมายเลขประจำสถานีอ้างอิงได้อย่างถูกต้อง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง
 - 1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ 1 เครื่อง
 - 1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4 1 ชุด
 - 1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA 1 ตัว
 - 1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9 1 เส้น
 - 1.5 โปรแกรมการทดลอง 1 แผ่น
2. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. ใบงานการทดลอง 1 ชุด

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โปรโตคอล NMEA - 0183 เป็นโปรโตคอลมาตรฐานถูกนำมาใช้เครื่อง GPS เพื่อส่งข้อมูล NMEA เอาต์พุตจะเป็นโปรโตคอล EIA - 422A แต่เราสามารถนำไปใช้งานร่วมกับ RS - 232 ได้โดยใช้ อัตราการส่งข้อมูล Baud Rate ที่ 4800 bps, ขนาด 8 บิต, ไม่มีพาริตีบิตและมี 1 Stop Bit (Stop Bit (8NI)) ประโยคของ NMEA - 0183 จะเป็นแอสกี (ASCII Text) ทั้งหมด คือตัวอักษรที่ใช้ ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ NMEA - 0183 แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วยดอลลาร์ (\$) ตัวอักษรตัวที่ตามมาอีก 2 ตัว คือ Talker ID หรือ Device ID เช่น GP ใช้เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นข้อมูล GPS ตัวอักษรที่ตามมาอีก 3 ตัวคือ Sentence ID คือตัวกำหนดรูปแบบประโยค (Sentence Formatter) หรือจะเรียกว่า ชื่อประโยค (Sentence Name) จากนั้นจะตามด้วยฟิลด์ข้อมูลจำนวนหนึ่ง โดยถูกแบ่งแยกด้วยเครื่องหมายคอมม่า (,) และสิ้นสุดด้วยเช็คซัม (Checksum) ทำหน้าที่ตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูลที่สามารถเลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ และจะจบลงด้วยแคร์ริจรีเทิร์น (Carriage Return/Line Feed : (<CR><LF>)) ประโยคอาจจะมีตัวอักษรถึง 82 ตัวซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกับ \$ และ CR/LF แล้ว ถ้าข้อมูลสำหรับฟิลด์ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไป แต่คอมม่าซึ่งทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไปโดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มีข้อมูล เครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมม่า เช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่มี ประกอบด้วย “*” และ 2 บิตของเลขฐาน 16 (2 Hex Digits) แทนการ Exclusive-OR ของตัวอักษรทั้งหมด แต่ไม่รวม “\$” และ “*” ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้เช็คซัมในบางประโยค ในมาตรฐานจะอนุญาตให้ในแต่ละผู้ผลิต สามารถนิยามรูปแบบประโยคได้ ประโยคเหล่านี้เริ่มต้นด้วย “SP” และตัวอักษรสามตัวที่ตามด้วย *Manufacturer ID* ตามด้วยข้อมูลรูปแบบทั่วไปของประโยคมาตรฐาน

รูปแบบประโยคต่างๆ สามารถยกตัวอย่างและอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. รูปแบบประโยค GSV

GSV หมายถึง รูปแบบโปรโตคอลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้, จำนวนข้อมูล, หมายเลข PRN ของดาวเทียม, ตำแหน่งมุมเงยและมุมกวาดของดาวเทียม, ระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้
(Number of SVs in View. PRN Number. Elevation. Azimuth & SNR Value.)

ตัวอย่าง

\$GPGSV, 3, 1,12, 29, 73,358,43,26,54,024,42,06,52,234,30,23,37,001,45 *7A

\$GPGSV	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล GSV (GSV Protocol Header)
3	หมายถึง	จำนวนของข้อมูลที่รับได้ทั้งหมด (Number of Message)
1	หมายถึง	ลำดับที่ของข้อมูลจากทั้งหมดที่รับได้ (Message Number)
12	หมายถึง	จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้ 12 ดวง (Satellite in View)
29	หมายถึง	หมายเลข PRN ของดาวเทียม คือ ดวงที่ 29 (Satellite ID)
73	หมายถึง	ตำแหน่งมุมเงยของดาวเทียม ที่ 73 องศา (Elevation)
358	หมายถึง	ตำแหน่งมุมกวาดของดาวเทียม ที่ 358 องศา (Azimuth)
43	หมายถึง	ระดับความแรงของสัญญาณ 43 dB (Signal to Noise Ratio C/No)
26	หมายถึง	หมายเลข PRN ของดาวเทียม คือ ดวงที่ 26 (Satellite ID)
54	หมายถึง	ตำแหน่งมุมเงยของดาวเทียม ที่ 54 องศา (Elevation)
024	หมายถึง	ตำแหน่งมุมกวาดของดาวเทียม ที่ 24 องศา (Azimuth)
42	หมายถึง	ระดับความแรงของสัญญาณ 42 dB (Signal to Noise Ratio C/No)
06	หมายถึง	หมายเลข PRN ของดาวเทียม คือ ดวงที่ 06 (Satellite ID)
52	หมายถึง	ตำแหน่งมุมเงยของดาวเทียม ที่ 52 องศา (Elevation)
234	หมายถึง	ตำแหน่งมุมกวาดของดาวเทียม ที่ 234 องศา (Azimuth)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น มิฉะนั้นการนำเอกสารไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30	หมายถึง	ระดับความแรงของสัญญาณ 30 dB (Signal to Noise Ratio C/No)
23	หมายถึง	หมายเลข PRN ของดาวเทียม คือ ดวงที่ 23 (Satellite ID)
37	หมายถึง	ตำแหน่งมุมเงยของดาวเทียม ที่ 37 องศา (Elevation)
001	หมายถึง	ตำแหน่งมุมกวาดของดาวเทียม ที่ 1 องศา (Azimuth)
45	หมายถึง	ระดับความแรงของสัญญาณ 45 dB (Signal to Noise Ratio C/No)
*7A	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

หมายเหตุ

- มุมเงย (Elevation) มีค่าสูงสุด 90 องศา
- มุมกวาด (Azimuth) ทำกับขั้วเหนือมีค่า 0 – 359 องศา
- ค่า Signal to Noise Ratio มีค่า 0 – 99 dB

2. รูปแบบประโยค GSA

GSA หมายถึง โหมดการทำงานของเครื่องรับ, ดาวเทียมที่ใช้ในการระบุพิกัดและค่า DOP (GPS receiver operating mode, SVs used for navigation and DOP values)

ตัวอย่าง

\$GPGSA, A, 3, 19,28, 27, 22, 31, 39,,,,, 1.7, 1.0 1.3*35

\$GPGSA	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล GSA (GSA Protocol Header)
A	หมายถึง	โหมด Automatic
3	หมายถึง	โหมด 3 มิติ
19	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
28	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
27	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
22	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
31	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
39	หมายถึง	หมายเลขของดาวเทียมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง
,,,,	หมายถึง	เป็น 0 สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ใช้งาน
1.7	หมายถึง	PDOP (Position Dilution of Precision)
1.0	หมายถึง	HDOP (Horizontal Dilution of Precision)
1.3	หมายถึง	VDOP (Vertical Dilution of Precision)
*35	หมายถึง	การ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

หมายเหตุ

- โหมดการทำงานมี 2 โหมด คือ

M = Manual, ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะใช้ 2 มิติหรือ 3 มิติ

A = Automatic, 3 มิติ / 2 มิติ

- โหมดการระบุตำแหน่ง

1 = ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้

2 = 2 มิติ, 3 = 3 มิติ

3. รูปแบบประโยค GGA

GGA หมายถึง ข้อมูลเฉพาะของระบบ GPS (Global Positioning System Fix Data)

ตัวอย่าง

\$GPGGA,105208.999,1343.7465,N,10046.8762,E,1,05,2.8,24.9,M,,0000*39

\$GPGGA	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล GGA (GGA Protocol Header)
105208.999	หมายถึง	เวลาขณะปัจจุบันในระบบ UTC คือ 10.52.08 น. (UTC Position)
1343.7465 N	หมายถึง	เส้นรุ้ง (ละติจูด) ที่ 13.437465 องศาเหนือ (Latitude)
10046.8762 E	หมายถึง	เส้นแวง (ลองจิจูด) ที่ 100.468762 องศาตะวันออก (Longitude)
1	หมายถึง	ค่าซึ่งชี้ถึงคุณภาพของระบบ GPS
05	หมายถึง	จำนวนดาวเทียมที่ใช้งาน 5 ดวง
2.8	หมายถึง	HDOP (Horizontal Dilution of Position)
24.9 M	หมายถึง	ความสูงของสายอากาศเทียบกับระดับน้ำทะเล (เมตร)
,,,	หมายถึง	ไม่มีข้อมูล
0000	หมายถึง	หมายเลขประจำสถานีอ้างอิง
*39	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

หมายเหตุ

- ค่าซึ่งชี้ถึงคุณภาพของระบบ GPS (0 = Invalid; 1 = GPS fix; 2 = Diff. GPS fix)

4. รูปแบบประโยค RMC

RMC	หมายถึง	Recommended Minimum Specific GPS/TRANSIT Data
ตัวอย่าง		
\$GPRMC,075101.999,A,1334.7465,N,10046.8762,E,0.06,41.43,240502,,*30		
\$GPRMC	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล RMC (RMC Protocol Header)
075101.999	หมายถึง	เวลามาตรฐานโลก 10.52.08 น. (UTC Position)
A	หมายถึง	สถานะของข้อมูล
1334.7465 N	หมายถึง	เส้นรุ้ง (ละติจูด) ที่ 13.437465 องศาเหนือ (Latitude)
10046.8762 E	หมายถึง	เส้นแวง (ลองจิจูด) ที่ 100.468762 องศาตะวันออก (Longitude)
0.06	หมายถึง	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (หน่วย knot)
41.43	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนเนื่องจากสนามแม่เหล็ก
240502	หมายถึง	วันที่ เดือน ปี ปัจจุบัน
,	หมายถึง	ไม่มีข้อมูล
*30	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

5. รูปแบบประโยค GLL

GLL	หมายถึง	ค่าละติจูด และลองจิจูด (Geographic Position - Latitude/Longitude)
ตัวอย่าง		
\$GPGLL,1343.7449,N,10046.8597,E,021003,A*4F		
\$GPGLL	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล GLL (GLL Protocol Header)
1343.7449 N	หมายถึง	เส้นรุ้ง (ละติจูด) ที่ 1343.7449 องศาเหนือ (Latitude)
10046.8597 E	หมายถึง	เส้นแวง (ลองจิจูด) ที่ 10046.8597 องศาตะวันออก (Longitude)
021003	หมายถึง	วันที่ เดือน ปี ปัจจุบัน
A	หมายถึง	สถานะข้อมูล (A = ข้อมูลถูกต้อง, V = ข้อมูลไม่ถูกต้อง)
*4F	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

6. รูปแบบประโยค ZDA

ZDA	หมายถึง	ข้อมูลวันที่ เวลาในระบบ UTC (UTC and Local Date/Time Data)
ตัวอย่าง		
\$GPZDA,120205,26,12,2003,+00,00*60		
\$GPZDA	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล ZDA (ZDA Protocol Header)
120205	หมายถึง	เวลาขณะปัจจุบันในระบบ UTC คือ 12.02.05 น. (UTC Position)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	หมายถึง	วันที่ ปัจจุบันในระบบ UTC
12	หมายถึง	เดือน ปัจจุบันในระบบ UTC
2003	หมายถึง	ปี ปัจจุบันในระบบ UTC
+00	หมายถึง	ค่าชดเชยชั่วโมง (Offset to Local Zone in Hours (+/-00 to +/- 59))
00	หมายถึง	ค่าชดเชยนาที (Offset to Local Zone in Minutes (00 to 59))
*60	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

7. รูปแบบประโยค DTM

DTM หมายถึง ข้อมูล Datum Being Used

ตัวอย่าง

\$GPDTM,W84,, 1343.7449,N, 10046.8597,W,,W84*53

\$GPDTM	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล DTM (DTM Protocol Header)
W84	หมายถึง	World Geodetic System 1984
1343.7449 N	หมายถึง	เส้นรุ้ง (ละติจูด) ที่ 1343.7449 องศาเหนือ (Latitude)
10046.8597 E	หมายถึง	เส้นแวง (ลองจิจูด) ที่ 10046.8597 องศาตะวันออก (Longitude)
W84	หมายถึง	World Geodetic System 1984
*53	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

8. รูปแบบประโยค VTG

VTG หมายถึง ข้อมูลความเร็วเหนือพื้นดิน (Course Over Ground and Ground Speed)

ตัวอย่าง

\$GPVTG,215.7,T,216.2,M,002.2,N,0003.6,K *16

\$GP VTG	หมายถึง	หัวขบวนของโปรโตคอล VTG (VTG Protocol Header)
215.7 T	หมายถึง	Measure Heading (True)
216.2 M	หมายถึง	Measure Heading (Magnetic)
002.2 N	หมายถึง	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Knots)
0003.6 K	หมายถึง	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Km/Hr.)
*16	หมายถึง	ผลการ Exclusive – OR ของตัวอักษรทั้งหมด (Checksum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู *NMEA-0183 Protocol*
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม *Run* เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม *Stop* เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองการรับข้อมูลของดาวเทียมที่ตำแหน่งสถานีรับ A

โปรโตคอล	ข้อมูลข่าวสาร (Message)
GSV	\$
	\$
	\$
DTM	\$
GGA	\$
GLL	\$
GSA	\$
VTG	\$
ZDA	\$
RMC	\$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กคปุ่ม *GSV Detail*

6. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล GSV

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	GSV Protocol Header
Number of Message			Range 1 to 3
Message Number		-	Range 1 to 3
Satellite in View			-
Ch1 Satellite ID		-	Range 1 to 32
Ch1 Elevation			Maximum 90
Ch1 Azimuth			Range 0 to 359
Ch1 SNR1 (C/No)			Range 0 to 99
Ch2 Satellite ID		-	Range 1 to 32
Ch2 Elevation			Maximum 90
Ch2 Azimuth			Range 0 to 359
Ch2 SNR (C/No)			Range 0 to 99
Ch3 Satellite ID		-	Range 1 to 32
Ch3 Elevation			Maximum 90
Ch3 Azimuth			Range 0 to 359
Ch3 SNR (C/No)			Range 0 to 99
Ch4 Satellite ID		-	Range 1 to 32
Ch4 Elevation			Maximum 90
Ch4 Azimuth			Range 0 to 359
Ch4 SNR (C/No)			Range 0 to 99
Checksum		-	End of Message Termination

7. กคปุ่ม *DTM Detail*

8. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล DTM

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	
NMEA datum			
Latitude			ddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
N/S Indicator			N=North or S=South
Longitude			dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
E/W Indicator			E=East or W=West
NMEA datum			
Checksum		-	End of Message Termination

9. กดปุ่ม GLL Detail

10. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล GLL

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	GLL protocol header
Latitude			ddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
N/S Indicator			N=North or S=South
Longitude			dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
E/W Indicator			E=East or W=West
UTC Position			hhmmss
Status			A=Data Valid or V=Data Not Valid
Checksum		-	End of Message Termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ก่อรูป *GGA Detail*

12. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล GGA

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	GGA protocol header
UTC Position			hhmmss.sss
Latitude			ddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
N/S Indicator			N=North or S=South
Longitude			dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
E/W Indicator			E=East or W=West
Position Fix Indicator			0= Fix not available 1= GPS SPS Mode 2= Diff. GPS, SPS Mode 3= GPS PPS Mode
Satellite Used			Range 0 to 8
HDOP			Horizontal DOP
MSL Altitude			-
Units			-
Geoid Separation			-
Units			-
Ages of Diff. Corr.			Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID			-
Checksum		-	End of Message Termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. กดปุ่ม *GSA Detail*

14. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.6 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล GSA

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	GSA protocol header
Mode 1			M=Manual, A=Automatic
Mode 2			1= Fix Not Available 2=2D, 3=3D
Satellite Used Ch1			Satellite on Channel 1
Satellite Used Ch2			Satellite on Channel 2
Satellite Used Ch3			Satellite on Channel 3
Satellite Used Ch4			Satellite on Channel 4
Satellite Used Ch5			Satellite on Channel 5
Satellite Used Ch6			Satellite on Channel 6
Satellite Used Ch7			Satellite on Channel 7
Satellite Used Ch8			Satellite on Channel 8
PDOP			Position DOP
HDOP			Horizontal DOP
VDOP			Vertical DOP
Checksum		-	End of Message Termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. กคปุ่ม *VTG Detail*

16. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.7 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล VTG

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	VTG Protocol Header
Course			Measured Heading
Reference			True
Course			Measured Heading
Reference			Magnetic
Speed			Measured Horizontal Speed
Units			Knots
Speed			Measured Horizontal Speed
Units			Kilometers Per Hour
Checksum		-	End of Message Termination

17. กคปุ่ม *ZDA Detail*

18. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.8 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล ZDA

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID			ZDA Protocol Header
UTC Time			UTC Time
UTC Day			UTC Day (01 to 31)
UTC Month			UTC Month (01 to 12)
UTC Year			UTC Year (4 Digit Format)
Local Zone Hours			Offset to Local Zone in Hours (+/-00 to +/- 59)
Local Zone Minutes			Offset to Local Zone in Minutes (00 to 59)
Checksum		-	End of Message Termination

19. กดปุ่ม *RMC Detail*

20. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3.9 ผลการทดลองรายละเอียดของข้อมูลโปรโตคอล RMC

รายการ (Content)	ข้อมูล (Data)	หน่วยการวัด (Units)	รายละเอียด (Description)
Message ID		-	RMC protocol header
UTC Position			hhmmss.sss Format
Status			A = data valid or V= data not valid
Latitude			ddmm.mmmm Format
N/S Indicator			N =north or S=south
Longitude			dddmm.mmmm Format
E/W Indicator			E= East or W=west
Speed Over Ground			-
Course Over Ground			True
Data			ddmmyy Format
MSL Altitude			-
Magnetic Variation			E=East or W=West
Checksum			End of Message Termination

21. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 การหาระยะทาง (Distance)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมองศาในแนวเส้นละติจูดได้
2. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมลิปดาในแนวเส้นละติจูดได้
3. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมฟิลิปดาในแนวเส้นละติจูดได้
4. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมองศาในแนวเส้นลองจิจูดได้
5. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมลิปดาในแนวเส้นลองจิจูดได้
6. คำนวณหาค่าระยะทางที่มุมฟิลิปดาในแนวเส้นลองจิจูดได้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

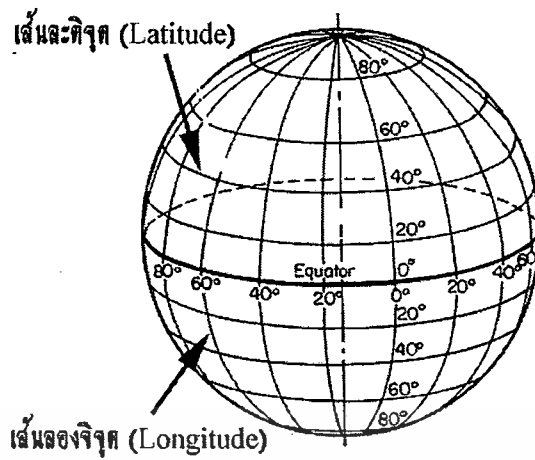
1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง

1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4	1	ชุด
1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA	1	ตัว
1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9	1	เส้น
1.5 โปรแกรมการทดลอง	1	แผ่น
2. คอมพิวเตอร์	1	เครื่อง
3. เครื่องคำนวณ	1	เครื่อง
4. ใบงานการทดลอง	1	ชุด

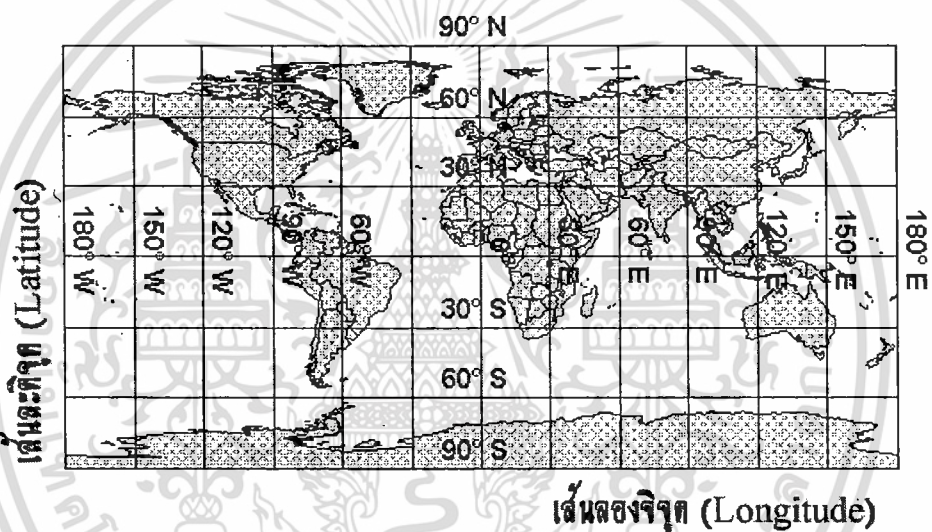
3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เส้นละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง คือ เส้นที่อยู่ในแนวอนเริ่มนับจากเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็น 0 องศาไปทางซีกโลกเหนือ สูงสุดที่ขั้วโลกเหนือ คือ 90 องศาเหนือ หากนับจากเส้นศูนย์ไปทางซีกโลกใต้ ต่ำสุดที่ขั้วโลกใต้ คือ 90 องศาใต้ รวมทั้งสองซีกแล้วได้ 180 องศา

เส้นลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง คือ เส้นที่อยู่ในแนวตั้งเริ่มนับจากเส้นกรีนนิช (Greenwich Meridian) ประเทศอังกฤษ เป็น 0 องศา นับไปทางขวามือ (ทิศตะวันออก) สูงสุดที่ 180 องศาตะวันออก หากนับเส้นกรีนนิช (Greenwich) นับไปทางซ้ายมือ (ทิศตะวันตก) สูงสุดที่ 180 องศาตะวันตก รวมทั้งสองด้านแล้วได้ 360 องศา



ภาพที่ 4.1 เส้นละติจูดและลองจิจูดในระบบทรงกลม



ภาพที่ 4.2 เส้นละติจูดและลองจิจูดในแนวระนาบ

สำหรับการวัดให้ได้ค่าที่เที่ยงตรง ถูกต้องที่สุดที่ระยะต่ำกว่า 1,000 เมตร จะต้องแสดงผลตัวเลข มีจำนวนหลักตามตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนหลักของตัวเลข เพื่อค่าความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Precision)	จำนวนหลักของละติจูด (North-South Digits)	จำนวนหลักของลองจิจูด (East-West Digits)
1,000 เมตร	4	3
100 เมตร	5	4
10 เมตร	6	5
1 เมตร	7	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่าระยะทางจากค่าของละติจูดและลองจิจูดนั้นไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ทั่วโลก เนื่องจากรูปทรงของโลกเป็นรูปคล้ายวงกลม ความยาวของเส้นละติจูดและลองจิจูดในแต่ละดับจึงมีความยาวที่ไม่เท่ากัน โดยที่เส้นละติจูดที่ 0 องศา จะมีความยาวที่สุด ส่วนเส้นละติจูดที่ 90 องศา จะมีความยาวสั้นที่สุด หลังจากที่สามารหาค่าของระยะห่างระหว่างเส้นละติจูดและลองจิจูดได้แล้ว จะได้อัตราสัมประสิทธิ์ของระยะทางที่เส้นละติจูดและลองจิจูดนั้น ก็สามารถคำนวณหาค่าระยะทางของหน่วยวัดระบบเมตริกได้ ยกตัวอย่างเช่น ได้มีการทดลองและคำนวณหาค่าระยะทางในตำแหน่งเส้นละติจูดและลองจิจูด ที่เส้นละติจูดต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ระยะ 1 องศาละติจูดตามแนวลองจิจูด

ละติจูด	เมตร	ไมล์	ละติจูด	เมตร	ไมล์
0-1	110,567.3	68.703	10-11	110,604.5	68.726
1-2	110,568.0	68.704	11-12	110,611.9	68.731
2-3	110,569.4	68.705	12-13	110,619.8	68.736
3-4	110,567.3	68.706	13-14	110,628.4	68.741
4-5	110,571.4	68.707	14-15	110,637.6	68.747
5-6	110,577.6	68.710	15-16	110,647.5	68.753
6-7	110,581.6	68.712	16-17	110,657.8	68.759
7-8	110,586.4	68.715	17-18	110,668.8	68.766
8-9	110,591.8	68.718	18-19	110,680.4	68.773
9-10	110,597.8	68.722	19-20	110,692.4	68.781

ตารางที่ 4.3 ระยะ 1 องศาลองจิจูด ณ เส้นละติจูดต่าง

ละติจูด	เมตร	ไมล์	ละติจูด	เมตร	ไมล์
0	111,321	69.172	10	109,641	68.129
1	111,304	69.162	11	109,289	67.910
2	111,235	69.130	12	108,904	67.670
3	111,169	69.078	13	108,486	67.410
4	111,051	69.005	14	108,036	67.131
5	110,900	68.911	15	107,553	66.830
6	110,715	68.795	16	107,036	66.510
7	110,497	68.660	17	106,487	66.169
8	110,245	68.504	18	105,906	65.808
9	109,959	68.326	19	105,294	65.427

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลำดับขั้นการทดลอง

4.1 การหาระยะทางในแนวเส้นละติจูด (*Latitude Distance*)

ก่อนการทดลองกำหนดให้ตำแหน่งจุดติดตั้งของสายอากาศสถานีรับ A ห่างจากจุดติดตั้งของสายอากาศสถานีรับ C ที่ระยะทาง 15.0 เมตร

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู **คำนวณระยะทาง (Distance)**
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม **เริ่ม** เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม **หยุด** เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ C
5. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม **เริ่ม** เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม **หยุด** เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
6. กดปุ่ม **คำนวณ** บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวัดค่าละติจูดและลองจิจูดที่สถานีรับ A และ C

ครั้งที่	สถานีรับ A		สถานีรับ C		ระยะห่างระหว่าง สถานีรับ A-C (องศา)
	ค่าละติจูด (Lat_A)	ค่าลองจิจูด ($Long_A$)	ค่าละติจูด (Lat_C)	ค่าลองจิจูด ($Long_C$)	
1					
2					
3					
4					
5					
ค่าเฉลี่ย					

หมายเหตุ รูปแบบของละติจูด คือ dd.ddddd

รูปแบบของลองจิจูด คือ ddd.ddddd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทาง

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยขององศา (*Degree*) คือ

$$1 \text{ Degree} = \text{Meters}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของลิปดา (*Minute*) คือ

$$1 \text{ Minute} = \text{Meters}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของฟิลิปดา (*Second*) คือ

$$1 \text{ Second} = \text{Meters}$$

ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณหาค่าระยะทาง

องศา	การคำนวณ	ระยะทาง (เมตร)
1 degree	1.000000 degree	
1 minute	1/60 of a degree	
1 second	1/60 of a minute	
1/10 of a second	.10 of one second	
1/100 of a second	.01 of one second	

8. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

4.2 การหาระยะทางในแนวเส้นลองจิจูด (*Longitude Distance*)

ก่อนการทดลองกำหนดให้ตำแหน่งจุดติดตั้งของสายอากาศสถานีรับ A ห่างจากจุดติดตั้งของสายอากาศสถานีรับ B ที่ระยะทาง 10.0 เมตร

- นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
- เข้าสู่เมนู คำนวณระยะทาง (*Distance*)
- กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
- นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ B
- กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

6. กดปุ่ม คำนวณ บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองวัดค่าละติจูดและลองจิจูดที่สถานีรับ A และ B

ครั้งที่	สถานีรับ A		สถานีรับ B		ระยะห่างระหว่าง สถานีรับ A-B (องศา)
	ค่าละติจูด (Lat_A)	ค่าลองจิจูด ($Long_A$)	ค่าละติจูด (Lat_B)	ค่าลองจิจูด ($Long_B$)	
1					
2					
3					
4					
5					
ค่าเฉลี่ย					

หมายเหตุ รูปแบบของละติจูด คือ dd.dddddd

รูปแบบของลองจิจูด คือ ddd.dddddd

7. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทาง

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยขององศา (Degree) คือ

$$1 \text{ Degree} = \text{Meters}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของลิปดา (Minute) คือ

$$1 \text{ Minute} = \text{Meters}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของฟิลิปดา (Second) คือ

$$1 \text{ Second} = \text{Meters}$$

ตารางที่ 4.7 ผลการคำนวณหาค่าระยะทาง

องศา	การคำนวณ	ระยะทาง (เมตร)
1 degree	1.000000 degree	
1 minute	1/60 of a degree	
1 second	1/60 of a minute	
1/10 of a second	.10 of one second	
1/100 of a second	.01 of one second	

8. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5 การตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูล (Checksum)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกหน้าที่ของ Checksum ใน โปรโตคอล NMEA-0183 ได้
2. บอกวิธีการในการทำ Checksum ได้
3. แทนค่าข้อมูล HEX Code เป็นค่า Binary 8421 Code ได้
4. หาค่า Checksum จากการ Exclusive-OR ของข้อมูล Binary 8421 Code ได้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง

1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4	1	ชุด
1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA	1	ตัว
1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9	1	เส้น
1.5 โปรแกรมการทดลอง	1	แผ่น
2. คอมพิวเตอร์	1	เครื่อง
3. ใบงานการทดลอง	1	ชุด

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โปรโตคอล NMEA – 0183 เป็นโปรโตคอลมาตรฐานถูกนำมาใช้เครื่อง GPS เพื่อส่งข้อมูล NMEA เอ็ดฟุตจะเป็นโปรโตคอล EIA – 422A แต่เราสามารถนำไปใช้งานร่วมกับ RS – 232 ได้โดยใช้ อัตราการส่งข้อมูล Baud Rate ที่ 4800 bps, ขนาด 8 บิต, ไม่มีพาริตีบิตและมี 1 Stop Bit (Stop Bit (8NI)) ประโยคของ NMEA – 0183 จะเป็นแอสกี (ASCII Text) ทั้งหมด คือตัวอักษรที่ใช้ ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ NMEA – 0183 แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วยดอลลาร์ (\$) ตัวอักษรตัวที่ตามมาอีก 2 ตัว คือ Talker ID หรือ Device ID เช่น GP ใช้เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นข้อมูล GPS ตัวอักษรที่ตามมาอีก 3 ตัวคือ Sentence ID คือตัวกำหนดรูปแบบประโยค (Sentence Formatter) หรือจะเรียกว่า ชื่อประโยค (Sentence Name) จากนั้นจะตามด้วยฟิลด์ข้อมูลจำนวนหนึ่ง โดยถูกแบ่งแยกด้วยเครื่องหมายคอมม่า (,) และสิ้นสุดด้วยเช็คซัม (Checksum) ทำหน้าที่ตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูลที่สามารถเลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ และจะจบลงด้วยแครีจรีเทิร์น (Carriage Return/Line Feed : (<CR><LF>)) ประโยคอาจจะมีตัวอักษรถึง 82 ตัวซึ่งรวมกับ \$ และ CR/LF แล้ว ถ้าข้อมูลสำหรับฟิลด์ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไป แต่คอมม่าซึ่งทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไปโดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล เครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมมา เช็คซัมที่เลือก ได้ว่าจะมีหรือไม่ ประกอบด้วย “*” และ 2 บิตของเลขฐาน 16 (2 Hex Digits) แทนการ Exclusive-OR ของตัวอักษรทั้งหมด แต่ไม่รวม “\$” และ “*” ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้เช็คซัมในบาง ประโยค ในมาตรฐานจะอนุญาตให้ในแต่ละผู้ผลิต สามารถนิยามรูปแบบประโยคได้ ประโยคเหล่านี้ เริ่มต้นด้วย “SP” และตัวอักษรสามตัวที่ตามด้วย *Manufacturer ID* ตามด้วยข้อมูลตามรูปแบบทั่วไปของ ประโยคมาตรฐาน

ตารางที่ 5.1 คุณสมบัติของ Exclusive-OR

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่า *Checksum*

Line No.	NMEA Protocol	Digit 1		Digit 2	
		HEX Code	8421 Code	HEX Code	8421 Code
1	G	4	0100	7	0111
2	P	5	0101	0	0000
3	S	5	0101	3	0011
4	,	2	0010	C	1100
5	1	3	0011	1	0001
6	2	3	0011	2	0010
7	3	3	0011	3	0011
8	4	3	0011	4	0100
<i>Checksum</i>	-	6	0110	D	1101

จากตารางต้องการหาค่า *Checksum* ของข้อมูลดังนี้ คือ GPS,1234 นำค่าตัวอักษรตัวแรกคือ G แปลงเป็นรหัส ASCII ฐาน 16 (HEX) จำนวน 2 หลัก จะได้ 47 แล้วทำการแปลงเป็น รหัส 8421 ได้ 0100 และ 0111 ตามลำดับ ทำตามขั้นตอนนี้จนครบทุกตัวอักษร จากนั้นนำค่าของรหัส 8421 ของแต่ละ Digit มา Exclusive-OR กัน ทำจนครบทั้ง 4 หลักจนได้ผลลัพธ์ เป็น 0110, 1101 และแปลงกลับเป็นรหัส

ASCII ฐาน 16 (HEX) เป็นผลลัพธ์สุดท้ายคือ ค่า *Checksum* เป็น 6D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ตารางรหัสแอสกี (ASCII Code)

HEX	DEC	CHR	HEX	DEC	CHR	HEX	DEC	CHR	HEX	DEC	CHR
00	0	NUL	20	32	SP	40	64	@	60	96	`
01	1	SOH	21	33	!	41	65	A	61	97	a
02	2	STX	22	34	"	42	66	B	62	98	b
03	3	ETX	23	35	#	43	67	C	63	99	c
04	4	EOT	24	36	\$	44	68	D	64	100	d
05	5	ENQ	25	37	%	45	69	E	65	101	e
06	6	ACK	26	38	&	46	70	F	66	102	f
07	7	BEL	27	39	'	47	71	G	67	103	g
08	8	BS	28	40	(	48	72	H	68	104	h
09	9	HT	29	41	)	49	73	I	69	105	i
0A	10	LF	2A	42	*	4A	74	J	6A	106	j
0B	11	VT	2B	43	+	4B	75	K	6B	107	k
0C	12	FF	2C	44	,	4C	76	L	6C	108	l
0D	13	CR	2D	45	□	4D	77	M	6D	109	m
0E	14	SO	2E	46	.	4E	78	N	6E	110	n
0F	15	SI	2F	47	/	4F	79	O	6F	111	o
10	16	DLE	30	48	0	50	80	P	70	112	p
11	17	DC1	31	49	1	51	81	Q	71	113	q
12	18	DC2	32	50	2	52	82	R	72	114	r
13	19	DC3	33	51	3	53	83	S	73	115	s
14	20	DC4	34	52	4	54	84	T	74	116	t
15	21	NAK	35	53	5	55	85	U	75	117	u
16	22	SYN	36	54	6	56	86	V	76	118	v
17	23	ETB	37	55	7	57	87	W	77	119	w
18	24	CAN	38	56	8	58	88	X	78	120	x
19	25	EM	39	57	9	59	89	Y	79	121	y
1A	26	SUB	3A	58	:	5A	90	Z	7A	122	z
1B	27	ESC	3B	59	;	5B	91	[	7B	123	{
1C	28	FS	3C	60	<	5C	92	\	7C	124	|
1D	29	GS	3D	61	=	5D	93	]	7D	125	}
1E	30	RS	3E	62	>	5E	94	^	7E	126	~
1F	31	US	3F	63	?	5F	95	_	7F	127	DEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บันทึกผลการทดลอง

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู ค่า *Checksum*
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม **เริ่ม** เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม **หยุด** เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองหาค่า *Checksum*

Line No.	NMEA Protocol	Digit 1		Digit 2	
		HEX Code	8421 Code	HEX Code	8421 Code
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำถามท้ายการทดลอง

1. ส่วนใดของโปรโตคอลที่ไม่ได้ในมาใช้คำนวณเพื่อหาค่า *Checksum* จงอธิบาย?
2. จงคำนวณหาค่า *Checksum* โดยกำหนดข้อมูลที่ได้รับได้เป็นโปรโตคอล GSV มีข้อมูลดังนี้
\$GPGSV,3,3,09,31,45,189,29*.....

Line No.	NMEA Protocol	Digit 1		Digit 2	
		HEX Code	8421 Code	HEX Code	8421 Code
1	G				
2	P				
3	G				
4	S				
5	V				
6	,				
7	3				
8	,				
9	3				
10	,				
11	0				
12	9				
13	,				
14	3				
15	1				
16	,				
17	4				
18	5				
19	,				
20	1				
21	8				
22	9				
23	,				
24	2				
25	9				
Checksum	-				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6 คุณสมบัติทั่วไปของ GPS

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกค่าละติจูดและลองจิจูดจากการทดลองได้
2. บอกค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงสถานีรับสัญญาณได้
3. บอกค่าความแปรปรวนเนื่องจากสนามแม่เหล็กของเครื่องรับ GPS ได้
4. บอกโหมดปัจจุบันของการรับสัญญาณดาวเทียมได้
5. บอกหน่วยความเร็วที่ใช้วัดในระบบ GPS ได้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง

1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4	1	ชุด
1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA	1	ตัว
1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9	1	เส้น
1.5 โปรแกรมการทดลอง	1	แผ่น

2. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3. ใบงานการทดลอง 1 ชุด

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS โดยทั่วไป ต้องมีขีดความสามารถเบื้องต้นในการแสดงข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการใช้งาน เช่น ข้อมูลละติจูด ลองจิจูด ระดับความสูง ความเร็วในการเคลื่อนที่ เวลามาตรฐานระบบ UTC คุณภาพของสัญญาณ DOP โหมดการทำงานของเครื่องรับ ค่าความแปรปรวนของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้ และจำนวนช่องสัญญาณที่นำไปใช้คำนวณหาพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลเหล่านี้ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก

ความสูง (Altitude) ความสูงที่แสดงในเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เป็นความสูงเหนือรูปโลกทรงรีอ้างอิงที่เรียกว่า Ellipsoid ซึ่งเป็นรูปกลมรีที่สร้างขึ้นด้วยสูตรคณิตศาสตร์ที่แน่นอน เพื่อให้คำนวณค่าพิกัด X,Y,Z ในสามมิติของระบบดาวเทียม GPS ก่อนที่เครื่องรับ GPS ต่าง ๆ จะคำนวณเป็น Latitude/Longitude หรือ Project ไปเป็น Projection ต่าง ๆ บน Datum ต่าง ๆ ให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ อย่างสะดวกรวดเร็ว จึงไม่มี Handheld Navigation GPS ที่มีความสามารถคำนวณหาค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level : MSL) แต่ถ้าต้องการหาความแตกต่างของระดับความเอกซารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงของจุดสองจุดในระยะเวลาหนึ่ง ๆ ที่ใกล้เคียงกันอาจจะพอใช้การได้ ถ้ายอมรับค่าคลาดเคลื่อนของ GPS ได้ (ค่าคลาดเคลื่อนทางแนวตั้งจะเป็นสองเท่าของแนวราบ) สำหรับประเทศไทยค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก. หรือ MSL) คือระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ใช้เป็น ศูนย์ของกำหนดความสูงในงานสำรวจและทั่วไป

DOP (Dilution of Precision) คือตัวแสดงถึงคุณภาพของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับ GPS ค่าของ DOP มักถูกอธิบายในเทอมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มดาวเทียมเพื่อกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ เทอมต่างๆ ที่สำคัญคือ

PDOP - Position Dilution of Precision (3D)

HDOP - Horizontal Dilution of Precision (Latitude, Longitude)

VDOP - Vertical Dilution of Precision (Height)

ตารางที่ 6.1 ระดับคุณภาพของสัญญาณ DOP (Dilution of Precision)

ค่าของสัญญาณ DOP	ความหมายของคุณภาพสัญญาณ
1.00 – 3.49	ดีมาก (Very Good)
3.50 – 5.49	ดี (Good)
5.50 – 6.00	พอใช้ (Fair)
มากกว่า 6.00	อ่อน (Suspect)

Mode 1 เป็นโหมดแสดงการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ซึ่งมีโหมดการทำงานอยู่ 2 โหมด คือ

- โหมด M (Manual) เป็นระบบที่ให้ผู้เลือกใช้ว่าจะใช้ 2 มิติหรือ 3 มิติ
- โหมด A (Automatic) เป็นระบบที่ปรับการทำงานอัตโนมัติกล่าวคือกรณีที่เครื่องรับสัญญาณได้ไม่เกิน 3 ดวงจะแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติ แต่ถ้าหากรับสัญญาณได้ตั้งแต่ 3 ดวงขึ้นไปจะแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ

Mode 2 เป็นโหมดแสดงสถานะทำงานปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

- 1 คือ ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้
- 2 คือ 2 มิติ
- 3 คือ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ A
2. เข้าสู่เมนู คุณสมบัติทั่วไป
3. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้
 - กดปุ่ม เริ่ม เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
 - กดปุ่ม หยุด เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล
4. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลอง

คุณสมบัติ	ผลการรับสัญญาณ
Latitude	
Longitude	
Altitude	
Satellite in Views	
Satellite Used	
PDOP	
HDOP	
VDOP	
Mode 1	
Mode 2	
Fixed Position	
Magnetic Heading	
True Heading	
Velocity (Knots)	
Velocity (Km/Hr)	

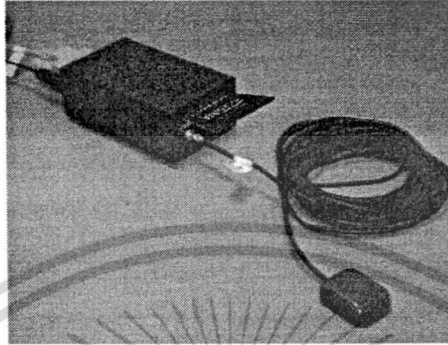
5. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ขนาด 16 ช่องสัญญาณ ที่มีการบันทึก

ข้อมูลแบบเวลาจริงโดยใช้หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SD Card



1. บทนำ

โปรแกรมชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ใช้ประกอบการทดลองเพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกเท่านั้น
2. ใช้แสดงข้อมูลที่ส่งออกมาจากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Real Time โดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูลในรูปแบบของ Text ไฟล์ ได้
3. สามารถเปิดข้อมูลจากไฟล์ที่บันทึกไว้ ใช้งานแทนการรับสัญญาณจริงเพื่อใช้งานในกรณีที่ต้องการเปิดข้อมูลเก่า หรือทำการทดลองบริเวณที่รับสัญญาณดาวเทียมไม่ได้

การนำเสนอข้อมูลของโปรแกรมนี้นี้ คือการแปลความหมายของ GPS Sentences แบบต่างๆ ออกมาเป็นภาพและข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย อย่างไรก็ตามข้อมูลที่นำเสนอล้วนมาจาก Sentences ต่างๆ ที่ส่งออกมาจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ดังนั้นหากผู้ใช้ทำการศึกษาข้อมูลที่นำเสนอ โดยโปรแกรมเทียบกับ Sentence มาตรฐานอย่างถี่ถ้วนแล้วก็จะสามารถอ่านข้อมูลเองได้โดยง่าย ซึ่งจะ เป็นพื้นฐานในการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

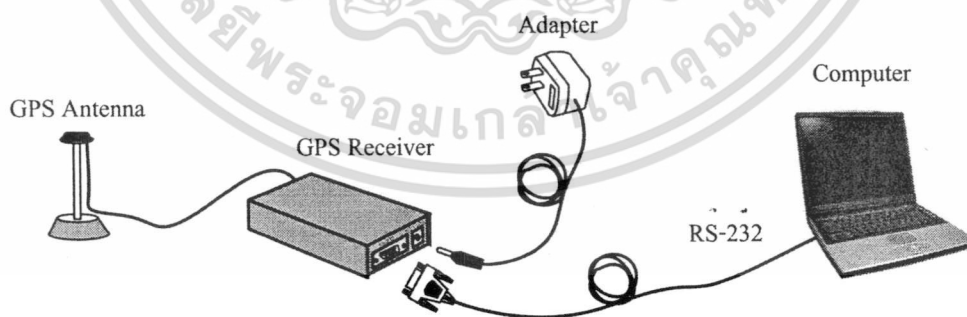
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก
 - 1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ 1 เครื่อง
 - 1.2 สายอากาศไมโครสติป MK-4 1 ชุด
 - 1.3 อะแดปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA 1 ตัว
 - 1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9 1 เส้น
 - 1.5 โปรแกรมการทดลอง 1 แผ่น
2. เข็มทิศ 1 อัน
3. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
4. เครื่องคำนวณ 1 เครื่อง
5. ใบงานการทดลอง 1 ชุด

3. กำหนดค่าเริ่มต้นของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

1. วางสายอากาศรับสัญญาณในตำแหน่งสถานีรับสัญญาณ A
2. ต่อสายอากาศเข้ากับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
3. ต่อสาย Data Cable (Serial Port) ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต Com1
4. ต่อแหล่งจ่ายไฟ 6-12 VDC 500-1,000 mA เข้ากับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS
5. ดวงไฟ (LED) สีเขียวที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS กระพริบเป็นจังหวะ

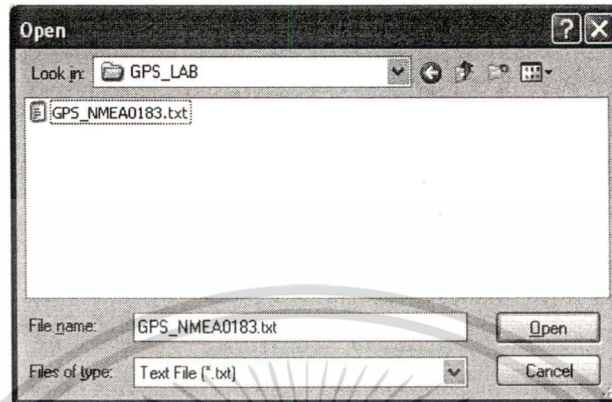


ภาพที่ ค.2 การประกอบติดตั้งใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

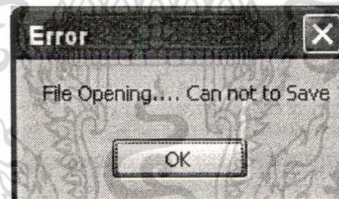
4 การเปิดไฟล์ข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183 ที่บันทึกไว้

1. กรณีที่ไม่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้ สามารถเปิดข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้ เสมือนรับข้อมูลจริงในขณะนั้น โดยคลิกที่ปุ่ม *Open File* จะปรากฏหน้าจอดังนี้



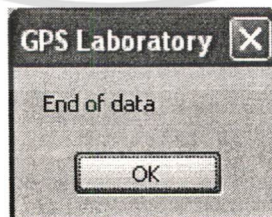
ภาพที่ ค.3 การเปิดไฟล์ข้อมูลโปรโตคอล NMEA-0183

2. เลือกไฟล์ที่ต้องการแสดงข้อมูล ในรูปแบบของ Text ไฟล์ นามสกุล .txt
3. คลิกปุ่ม *Open*
4. ขณะทำการเปิดใช้งานไฟล์อยู่ จะไม่สามารถที่จะทำการบันทึกข้อมูลได้ หากมีการคลิกที่ปุ่ม *Save File* จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.4 ข้อความเตือนเมื่อไฟล์กำลังถูกเปิดใช้งาน

5. หลังจากเปิดใช้งานไฟล์อยู่ หากสิ้นสุดข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้

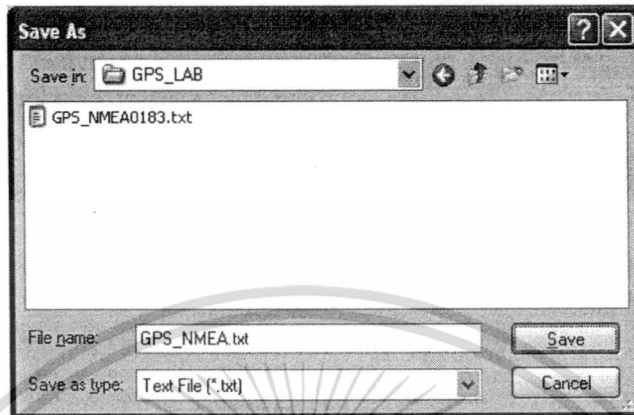


ภาพที่ ค.5 ข้อความเตือนเมื่อข้อมูลในไฟล์สิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

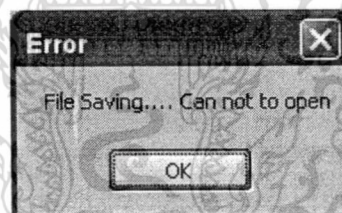
5. บันทึกข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183

1. กรณีที่ต้องการบันทึกข้อมูลที่ได้รับได้ อยู่ในรูปแบบของ Text ไฟล์ โดยการคลิกที่ปุ่ม *Save File* จะปรากฏหน้าจอดังนี้



ภาพที่ ค.6 การบันทึกข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183

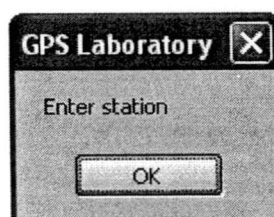
2. พิมพ์ชื่อไฟล์ที่ต้องบันทึก โดยต้องกำหนดเป็นนามสกุล .txt และกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์จากนั้นกดปุ่ม *Save*
3. ขณะทำการบันทึกข้อมูล จะไม่สามารถที่จะทำการเปิดข้อมูลได้ หากมีการคลิกที่ปุ่ม *Open File* จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.7 ข้อความเตือนเมื่อไฟล์กำลังถูกเปิดบันทึก

6. การบันทึกตำแหน่งและเส้นทาง (Waypoint)

1. เข้าสู่เมนู *Waypoint* ระบุชื่อสถานที่ที่รับสัญญาณ เพื่อให้อ้างอิงตำแหน่ง หากไม่ระบุ จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้

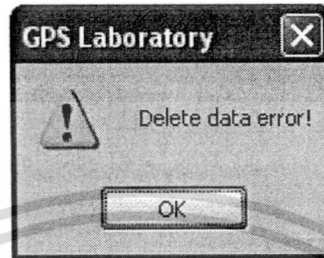


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง

ภาพที่ ค.8 ข้อความเตือนเมื่อไม่ได้ระบุชื่อสถานที่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรณีต้องการยกเลิกตำแหน่ง *Waypoint* ที่ได้ *ADD* ไว้แล้ว ให้ทำแถบสีตำแหน่งที่ต้องการจะลบ แล้วคลิกปุ่ม *Remove* ตำแหน่ง *Waypoint* จะหายไป หากไม่ทำการเลือกแถบสีก่อน จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.9 ข้อความเตือนเมื่อมีการลบผิดพลาด

7. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
- รับสัญญาณไม่ได้	- ตรวจสอบจุดต่อสายอากาศ, แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, และสายต่อพอร์ตอนุกรม - ตำแหน่งวางสายอากาศอาจมีสิ่งกีดขวาง - ตรวจสอบการเลือกพอร์ตให้ตรงกับพอร์ตที่ต่อใช้งาน และอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล
- รับสัญญาณได้แต่ข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลง	- ปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แล้วทำการเปิดเครื่องรับใหม่
- ตำแหน่งของเมาส์ไม่สามารถควบคุมได้	- ปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แล้วถอดสายของพอร์ตอนุกรมออกแล้วต่อใหม่ให้แน่น

8. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

1. ทำความสะอาดตัวเครื่องรับสัญญาณและสายอากาศ โดยใช้ผ้าแห้งเช็ดให้สะอาด
2. วางสายอากาศในตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้
3. กล่องรับสัญญาณ GPS สามารถติดตั้งภายนอกได้ กรณีทัศนวิสัยไม่ดี สามารถป้องกันละอองน้ำและความชื้นได้ แต่หากมีการติดตั้งภายนอก ควรเก็บอุปกรณ์ทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งาน
4. ควรตรวจสอบการต่อสายสัญญาณ และอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนการเปิดใช้งานทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
5. ควรติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ปลอดภัยจากน้ำ, ความชื้น และแสงแดด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความถี่ใช้งาน	1,575.42 MHz (L1 Band)
จำนวนช่องสัญญาณ	16 ช่องสัญญาณ
มาตรฐานการส่งข้อมูล	โปรโตคอล NMEA-0183 V2.19 DTM,GGA, GLL,GSA,GSV,RMC,VTG,ZDA
การเชื่อมต่อ	พอร์ตอนุกรม RS-232
ความเร็วในการส่งข้อมูล	9,600 บิตต่อวินาที
สายนำสัญญาณ	โคแอกเชียล RG-174/U ยาว 3 เมตร
สายอากาศ	ไมโครสตริป พร้อมฐานแม่เหล็ก
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	6 - 12 โวลต์ 500 - 1,000 มิลลิแอมแปร์
แบตเตอรี่สำรอง	3 โวลต์ เบอริ CR-2032 จำนวน 1 ก้อน

9. ข้อสังเกต

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS จะใช้เวลาต่างกันในการ Initial ตัวเองภายใต้สถานการณ์ต่างๆ หากเป็นการใช้งานครั้งแรก จะใช้เวลาประมาณ 30 - 40 วินาที สำหรับการใช้งานครั้งต่อไปจะใช้เวลาประมาณ 10 วินาที อย่างไรก็ตามการเคลื่อนย้าย เครื่องรับ GPS ไปไกลๆ โดยไม่จ่ายไฟให้จะมีผลให้เวลา Initial เพิ่มขึ้นประมาณ 40 วินาทีเหมือนการใช้งานครั้งแรกได้เช่นกัน หากพบว่า GPS ไม่ทำงานภายในกรอบเวลาดังกล่าวให้ปิดและเปิด GPS ใหม่ หากยังไม่ได้อีก ก็ให้ย้ายตำแหน่งสายอากาศไปยังที่อื่น ทั้งนี้ในบางวันที่สภาพอากาศไม่ดีก็ส่งผลกระทบต่อการใช้งานได้เช่นกัน

นอกจากภายในอาคารและใต้ตึกที่เครื่องรับ GPS ไม่สามารถรับสัญญาณได้แล้ว สถานที่ภายนอกอาคารบางแห่งก็เป็นอุปสรรคต่อการรับสัญญาณได้ เช่นมีสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ใกล้กับสถานที่รับสัญญาณ ผลของสภาพแวดล้อมนี้อาจทำให้เครื่องรับ GPS ไม่สามารถกำหนดพิกัดได้ บางกรณีอาจให้ตำแหน่งที่คลาดเคลื่อนในลักษณะกระโดดไปไกล หรืออาจให้ข้อมูลความเร็วที่เพิ่มขึ้นสูงมากอย่างทันทีทันใด ในกรณีต่างๆ เหล่านี้จะต้องตรวจสอบขอบเขตของข้อมูลที่ยอมรับได้ก่อนนำข้อมูลไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
2.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
5.	มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง					
6.	รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
7.	มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง					
8.	สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
9.	ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
10.	มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง					
11.	สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ					
12.	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ
ใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้อง ของ
ใบงานการทดลอง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิด
เห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของใบ
งานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ _____ เรื่อง _____		ระดับคุณภาพ				
ข้อที่	รายการประเมิน					
		5	4	3	2	1
1.	บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน					
2.	ความถูกต้องของเนื้อหา					
3.	การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
4.	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง					
5.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง					
6.	ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง					
7.	ความถูกต้องของรูปและตาราง					
8.	ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง					
9.	ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน					
10.	ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ					
11.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
12.	สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการในด้านการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ในด้านการผลิตสื่อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ในด้านการผลิตสื่อ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
2.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ					
5.	ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ					
6.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
7.	การวางรูปแบบของหน้าจอ					
8.	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร					
9.	ความเหมาะสมของภาพและตาราง					
10.	ความเหมาะสมของสีพื้น					
11.	โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย					
12.	โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GP2015

GPS Receiver RF Front End

Supersedes edition in August 1996 Global Positioning Products Handbook, HB4305-1.0

DS4374 - 2.4 October 1996

The GP2015 is a small format RF Front-end for Global Positioning System (GPS) receivers. Equivalent in performance to the GP2010 but in a TQFP package, this product is suited for size-critical applications as the RF area can be reduced by a factor of two to three using miniature surface mount passive components. The GP2015 is designed to operate from either 3 or 5 Volt supplies.

The input to the device is the L1 (1575.42MHz) Coarse-Acquisition (C/A) code Global Positioning signal from an antenna (via a low-noise pre-amplifier). The output is 2-bit quantised for subsequent signal processing in the digital domain. The GP2015 contains an on-chip synthesiser, mixers, AGC and a quantiser which provides Sign and Magnitude digital outputs. A minimum of external components is required to make a complete GPS front-end.

The device has been designed to operate with the GP2021 12-channel Global Positioning Correlator, and DW9255 SAW filter, both also available from Mitel Semiconductor.

FEATURES

- Ultra miniature TQFP package
- Low Voltage Operation (3V - 5V)
- Low Power - 200mW typ. (3V supply)
- C/A Code Compatible
- On-chip PLL Including Complete VCO
- Triple Conversion Receiver
- 48-Lead Surface Mount Quad Flat-Pack Package
- Sign and Magnitude Digital Outputs
- Compatible with GP2021 CMOS Correlator

APPLICATIONS

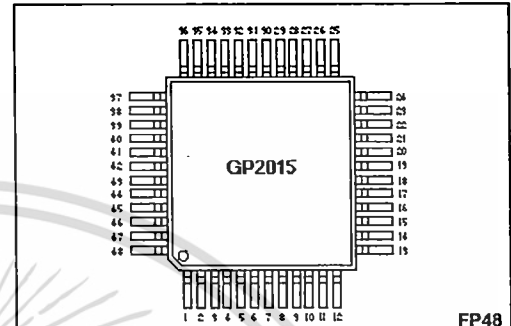
- C/A Code Global Positioning by Satellite Receivers
- Time Standards
- Navigation
- Surveying

ORDERING INFORMATION

The GP2015 is available in 48 pin TQFP package to Industrial (-40°C to +85°C) grade.

ORDERING CODE

GP2015 IG FP1R Industrial - Plastic 48-pin TQFP



Pin	Name	Pin	Name
1	IF Output	25	N/C
2	PLL Filter 1	26	V _{CC} (DIG)
3	PLL Filter 2	27	REF 2
4	V _{EE} (OSC)	28	REF 1
5	V _{CC} (OSC)	29	V _{CC} (RF)
6	V _{EE} (OSC)	30	V _{EE} (RF)
7	V _{EE} (REG)	31	V _{EE} (RF)
8	PRef	32	RF Input
9	PReset	33	V _{EE} (RF)
10	V _{EE} (IO)	34	V _{EE} (RF)
11	CLK	35	V _{CC} (RF)
12	N/C	36	N/C
13	N/C	37	O/P 1-
14	MAG	38	O/P 1+
15	SIGN	39	V _{CC} (2)
16	OPCIK-	40	I/P 2-
17	OPCIK+	41	I/P 2+
18	V _{DD} (IO)	42	V _{EE} (IF)
19	PDN	43	V _{EE} (IF)
20	TEST	44	O/P 2-
21	LD	45	O/P 2+
22	V _{EE} (DIG)	46	V _{CC} (3)
23	AGC -	47	I/P 3-
24	AGC +	48	I/P 3+

Fig. 1 Pin connections - top view

RELATED PRODUCTS AND PUBLICATIONS

Part	Description	Data Reference
DW9255	35.42MHz SAW Filter	DS3861
GP2021	Twelve-Channel Correlator	DS4057
GP2010	GPS receiver RF Front-end	DS4056
GP2015	Design with the GP2015	AN4533
GPSBuilder-2	Twelve-Channel GPS receiver development system	DS4004
GPSBuilder-2.1	Twelve-Channel GPS development system	DS4537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
(Non-simultaneous)**

Max. Supply Voltage	7V
Max. RF Input	+15dBm
Max. voltage on any pin except LD (pin 21) and PReset (pin 9), which are 5.5V	$V_{CC}/V_{DD} + 0.5V$
Min. voltage on any pin	$V_{EE} - 0.5V$
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Operation Junction Temperature	-40°C to +150°C
10MHz Reference Input	1.5V pk -pk

ESD PROTECTION

The GP2015 device is static sensitive. The most sensitive pins withstand a 750V test by the human body model. Therefore, ESD handling precautions are essential to avoid degradation of performance or permanent damage to this device.

PRODUCT DESCRIPTION

The GP2015 receives the 1575.42MHz signal transmitted by GPS satellites and converts it to a 4.309MHz IF, using triple down-conversion. The 4.309MHz IF is sampled to produce a 2-bit digital output. If the GP2015 is used in conjunction with the GP2021 correlator, then the GP2021 provides a sampling clock of 5.714MHz. This converts the IF to a 1.405MHz 2-bit digital output at TTL levels.

The GP2015 can operate from a single supply from +3V (nominal) to +5V (nominal).

A block diagram of the circuit is shown in figure 2.

IF STRIP

The input signal to the GP2015 is the GPS L1 sig received via an antenna and a suitable LNA. The L1 input is a spread spectrum signal at 1575.42MHz with 1.023M BPSK modulation. The signal level at the antenna is about -130dBm, spread over a 2.046MHz bandwidth, so the wanted signal is actually buried in noise. The high RF input compression point of the GP2015 means that with subsequent IF filtering it is possible to reject large out of band jamming signals: particular 900MHz as used by mobile telephones. The on-chip PLL generates the first local-oscillator frequency at 1400MHz. The output of the front-end mixer (Stage 1) at 175.42MHz then be filtered before being applied to the second stage. double-balanced stage 1 mixer outputs are open-collector and require external dc bias to V_{CC} .

The second stage contains further gain and a mixer with a local oscillator signal at 140 MHz giving a second intermediate frequency of 35.42 MHz. The second stage mixer is also double-balanced with open-collector outputs requiring external dc bias to V_{CC} .

The signal from stage 2 is passed through an external filter with a 1dB bandwidth of 1.9MHz. The performance of the filter is critical to system performance and it is recommended that a SAW filter is used (part number DW9255, also available from Mitel Semiconductor). The output of the filter then feeds the main IF amplifier. This includes 2 AGC amplifiers in a third mixer with a local oscillator signal at 31.111 MHz giving a final IF at 4.309 MHz. There is an on-chip filter after the mixer which provides filtering centred on 4.309 MHz. The output, which has 1kΩ output impedance, is provided for test purposes. All of the signals within the IF amplifier are differential including the filter inputs and outputs, except the IF output (pin 1), to reduce any common mode interference.

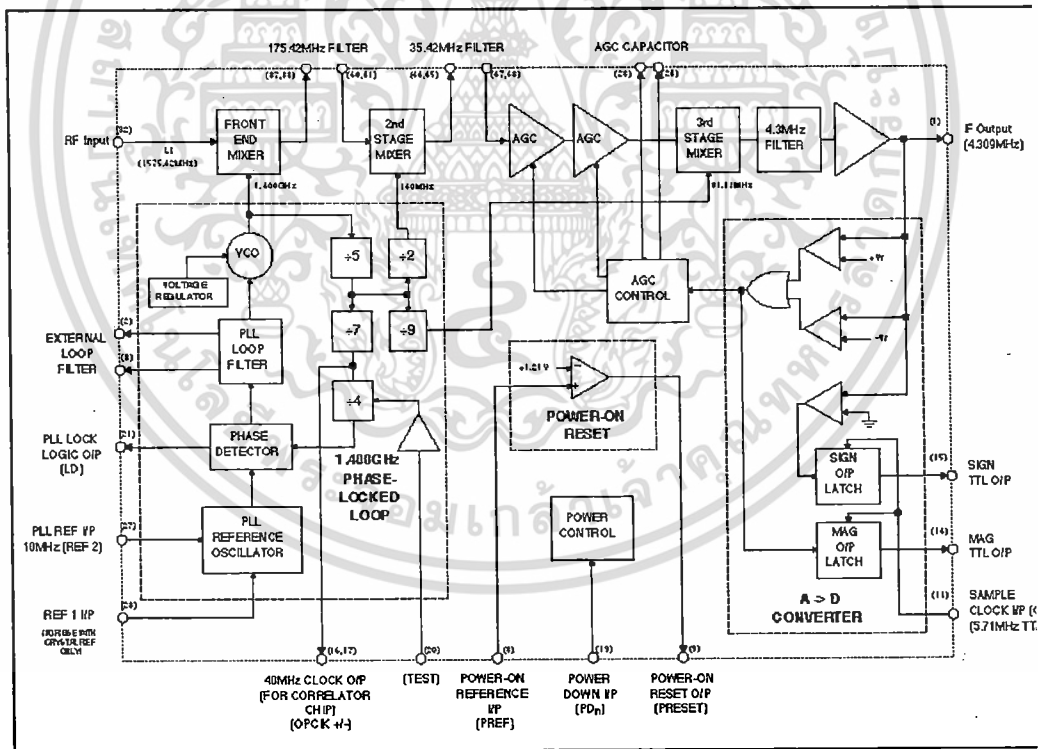


Fig. 2 Block diagram of GP2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

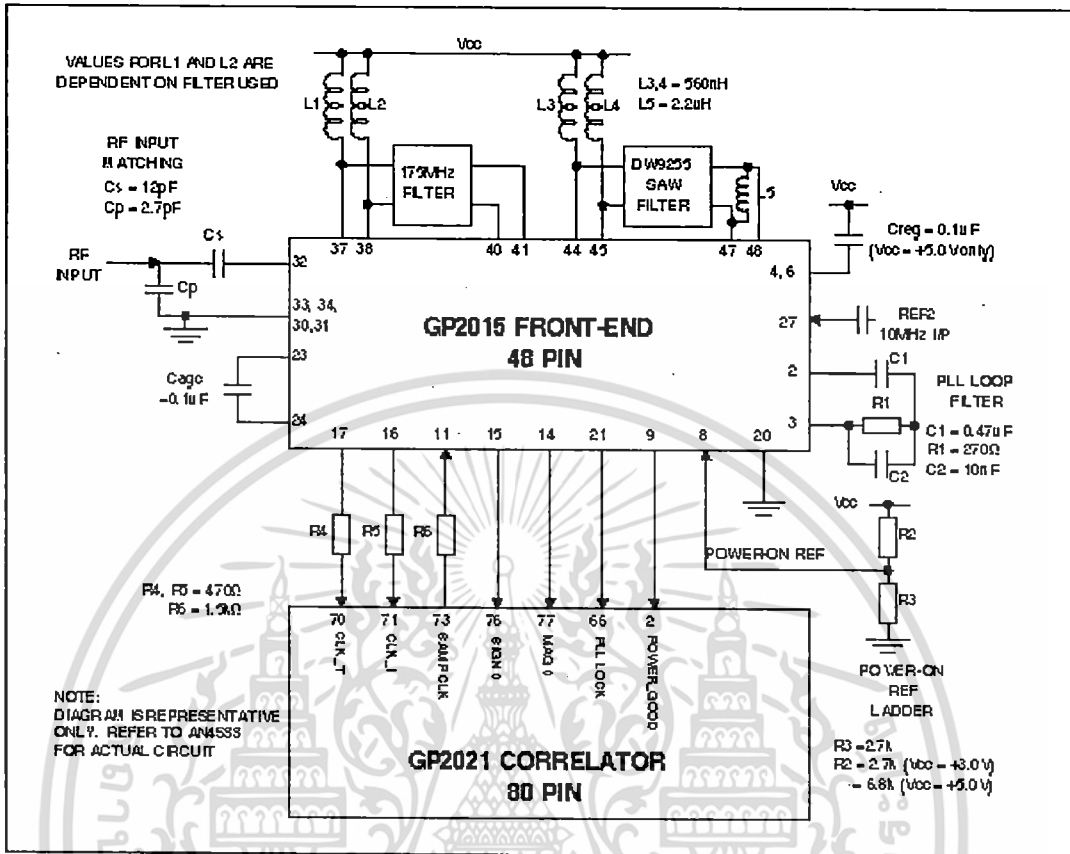


Fig. 4 GP2015 typical application

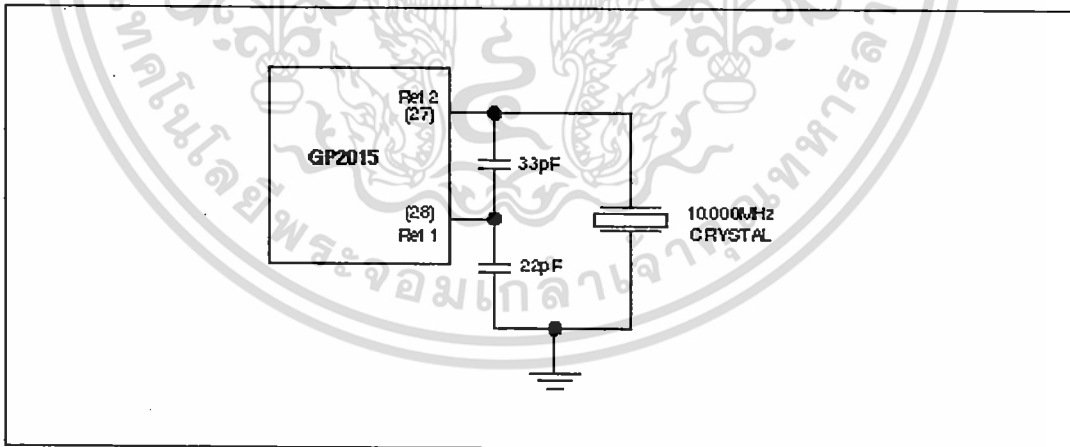
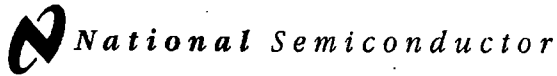


Fig. 5 Crystal Reference connections

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



May 1999

LM1575/LM2575/LM2575HV Series SIMPLE SWITCHER® 1A Step-Down Voltage Regulator

General Description

The LM2575 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 1A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, 15V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation and a fixed-frequency oscillator.

The LM2575 series offers a high-efficiency replacement for popular three-terminal linear regulators. It substantially reduces the size of the heat sink, and in many cases no heat sink is required.

A standard series of inductors optimized for use with the LM2575 are available from several different manufacturers. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and $\pm 10\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring 50 μA (typical) standby current. The output switch includes cycle-by-cycle current limiting, as well as thermal shutdown for full protection under fault conditions.

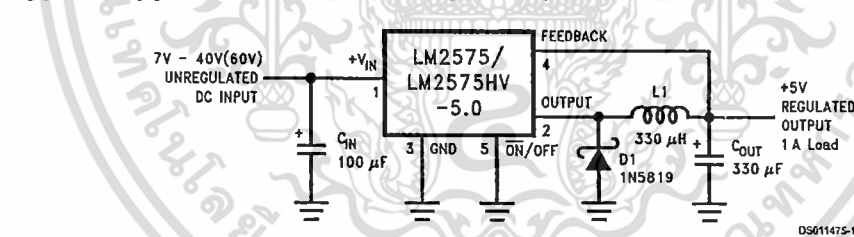
Features

- 3.3V, 5V, 12V, 15V, and adjustable output versions
- Adjustable version output voltage range, 1.23V to 37V (57V for HV version) $\pm 4\%$ max over line and load conditions
- Guaranteed 1A output current
- Wide input voltage range, 40V up to 60V for HV version
- Requires only 4 external components
- 52 kHz fixed frequency internal oscillator
- TTL shutdown capability, low power standby mode
- High efficiency
- Uses readily available standard inductors
- Thermal shutdown and current limit protection
- P* Product Enhancement tested

Applications

- Simple high-efficiency step-down (buck) regulator
- Efficient pre-regulator for linear regulators
- On-card switching regulators
- Positive to negative converter (Buck-Boost)

Typical Application (Fixed Output Voltage Versions)



Note: Pin numbers are for the TO-220 package.

ประเทศไทยรวมเกล้าเจ้าคุณมหาชาติ

SIMPLE SWITCHER® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

© 1999 National Semiconductor Corporation

DS011475

www.national.com

LM1575/LM2575/LM2575HV Series SIMPLE SWITCHER 1A Step-Down Voltage Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้