สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉาดกระบัง

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

โดย
อมรชัย ชัยชนะ
วรวิทย์ สมหา

RCH
TL
778
.N3
อ2778
ค.1
83877
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....19 ก.ย. 2551

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ 2547

ISBN 974-15-1195-7

1195594
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A CONSTRUCTION AND EVALUATION EFFICIENCY OF GLOBAL POSITIONING SYSTEM

BY

AMORNCHAI CHAICHANA

WORAWIT SOMHA

DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

ISBN 974-15-1195-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย	:	การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก
ผู้ดำเนินการวิจัย	:	อมรชัย ชัยชนะ วรวิทย์ สมหา
หน่วยงาน	:	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ	:	2547

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกชนิด 8 ช่องสัญญาณ 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน

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

Research Title	:	A Construction and Evaluation Efficiency of Global Positioning System Laboratory Module
Researchers	:	Amornchai Chaichana Worawit Somha
Department	:	Department of Engineering Education Faculty of Industrial Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	:	2004

ABSTRACT

The proposes of this research were to development and evaluation of efficiency for the global positioning system laboratory module. The research tools consisted of 1) the 8 channels global positioning system laboratory module 2) the quality assessment form of the laboratory module and 3) the achievement test. The samples were 30 students of the Bachelor of Science in Industrial Education from the Department of Education Engineering in Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

The achievement test was the multiple choice for 50 items with the difficulty of 0.30 - 0.77 and mean 0.50 , the discrimination of 0.20 - 0.60 and mean 0.32, and the reliability of 0.71.

The results of study shown that the quality of the global positioning system laboratory module reviewed by the experts was at the average mean 4.61 and standard deviation at 0.29, which was in the very good level. The quality of the laboratory sheet was the average mean 4.44 and standard deviation at 0.37, which was in the good level. Study of the laboratory module at the post-test was statistical significant higher than that of the pre-test at the 0.01 level Thus, the global positioning system laboratory module which could be used effectively for teaching and learning.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความมุ่งหวังของคณะผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียนการสอนในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะคณะผู้วิจัยได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2547 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา 6

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง 7

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ 7

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง 8

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน 9

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

3.1 การเตรียมการวิจัย 12

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 13

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 13

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล 20

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 25

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 25

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 27

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน 30

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ 30

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 31

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 31

5.2 สมมติฐานการวิจัย 31

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 31

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 32

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 32

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 33

5.7 สรุปผลการวิจัย 33

5.8 อภิปรายผลการวิจัย 34

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 36

บรรณานุกรม 38

ภาคผนวก ก รายละเอียดของชุดปฏิบัติการ 41

ภาคผนวก ข ใบงานการทดลอง 47

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน 89

ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 97

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 104

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล 114

ภาคผนวก ช รายละเอียดของอุปกรณ์ 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านการสื่อสารมีบทบาทสำคัญมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน คือระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานในการนำร่องรถยนต์ส่วนบุคคล จะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการจราจรบนท้องถนนที่แท้จริง รู้จักตำแหน่งของยานพาหนะและสถานการณ์ ส่งผลให้การจัดการจราจรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถเลี่ยงหรือเปลี่ยนเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นได้ นอกจากนี้ยังได้มีการนำมาใช้ในธุรกิจการเดินเรือ การรังวัด การเดินรถบรรทุกน้ำมัน รถโดยสารประจำทาง ในส่วนหน่วยงานทางราชการ กรมป่าไม้ก็ใช้ระบบระบุพิกัดตำแหน่งในการตรวจสอบอาณาเขตของป่าไม้ และกิจการทางทหารนำเอาข้อมูลจากพิกัดตำแหน่งมาใช้จัดทำแผนที่ระบบดิจิตอล ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก จะเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตและเป็นส่วนช่วยสร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

ในขณะเดียวกันคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2537) กำหนดให้วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 เป็นวิชาชีพบังคับเรียน จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิตปฏิบัติ 6 คาบต่อสัปดาห์ โดยให้มีการเรียนการสอนเรื่องทดลองปฏิบัติตามหัวข้อเกี่ยวกับการสื่อสารแบบใช้สายและการสื่อสารวิทยุแบบต่างๆ ซึ่งทางภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ยังขาดแคลนชุดปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เนื่องจากยังไม่มีการจัดผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด อีกทั้งในส่วนของแหล่งค้นคว้าข้อมูลและองค์ประกอบความรู้ทางด้านการระบุพิกัดตำแหน่งหรือระบบนำร่องยังมีไม่แพร่หลาย ทำให้นักศึกษายังขาดความเข้าใจในการติดตั้งใช้งาน รวมทั้งข้อมูลที่รับได้จากตัวดาวเทียม เพื่อที่จะนำค่าพิกัดตำแหน่งไปพล็อต (Plot) ลงบนแผนที่ หรือนำค่าพิกัดตำแหน่งที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถ้าหากมีความเข้าใจในมาตรฐานและโปรโตคอลของสัญญาณข้อมูลที่ส่งลงมาจากตัวดาวเทียมแล้วทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลองให้มีประสิทธิภาพและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่มีคุณภาพ ในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการออกแบบชุดปฏิบัติการได้นำแนวคิดของ Alessi and Trollip (อ้างใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 29-39) มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนและขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ (อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530: 80-84) มาใช้ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ (Preparation)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบชุดปฏิบัติการ (Instruction Design)

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างชุดปฏิบัติการ (Construction)

ขั้นตอนที่ 6 การผลิตเอกสารประกอบชุดปฏิบัติการ (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 การประเมินและแก้ไข (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพ (Efficiency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

1.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สามารถใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ได้ทุกคน

2. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ในลักษณะที่ติดตั้งอยู่กับที่เท่านั้น

3. การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิถือว่าได้กระทำไปด้วยดุลยพินิจจากหลักการ และความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกอันแท้จริง

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ พร้อมโปรแกรมแสดงผลการทำงาน และใบงานการทดลองวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เนื้อหา หมายถึง ทฤษฎีที่ใช้ประกอบในใบงานการทดลองที่ให้ความรู้ในส่วนความรู้ความจำ เกี่ยวกับเครื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่เป็นทฤษฎีประกอบการทดลองวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ที่เป็นไปตามลำดับอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งบันทึกผลของการปฏิบัติลงในตารางที่กำหนด เช่น ตัวเลขของค่าที่วัดได้จากการทดลอง กราฟ หรืออื่นๆ ลงในตารางที่กำหนดให้ เป็นต้น

4. คุณภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง การประเมินรายการประเด็นต่างๆ ของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่วัดได้จากแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50

5. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากการใช้ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยวัดจากแบบทดสอบที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106

9. ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติการสอน หรือมีประสบการณ์สอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ในหัวข้อการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก หรือมีเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กัน เช่น วิชาการสื่อสารดาวเทียม, การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ, ระบบการตรวจสอบระยะไกล (Remote Sensing) เป็นต้น มาไม่น้อยกว่า 3 ปี และมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ และใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมสามารถนำไปใช้สำหรับวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ชุดปฏิบัติการที่ใช้คอมพิวเตอร์แสดงผลการทำงานต่างๆ นั้นทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอน เข้าใจได้ง่าย จึงทำให้เกิดทักษะและการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ค้นคว้าวิจัย ในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการทดลองได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนในภาคปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง 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

ในการวิจัยเพื่อการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุธทอง โพธิปัญญา. 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เทคนิคการผลิต

2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

3. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอน และลักษณะที่จะนำ ไปใช้

สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพนั้นประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไร 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 ขั้นเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ขั้นเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญการ ในสาขาวิชานั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ขั้นดำเนินการ

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

6.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง โดยทั่วไปแล้วชุดปฏิบัติการ 1 ชุด จะใช้กับนักศึกษาจำนวนไม่เกิน 5 คน การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่าย และต้องมีราคาถูกคุณภาพดี

6.2 การสร้างใบงานการทดลอง จะต้องมีรายละเอียด ทั้งทฤษฎีบรรยาย ประกอบรูป คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

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

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามต้องการหรือไม่ จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อการสอน 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี และมีเวลาสั้นลง

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 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากนัก

3. ด้านการใช้งาน

3.1 สามารถนำไปใช้งานง่าย และสะดวก

3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้งาน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พุธทอง โพธิปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ 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 สำรวจและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางโทรคมนาคม 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 และลักษณะของชุดปฏิบัติการซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ทดลองตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ

3.1.4 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

3.1.5 ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และใบงานการทดลอง

3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และใบงานการทดลอง

1. การสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มีดังต่อไปนี้

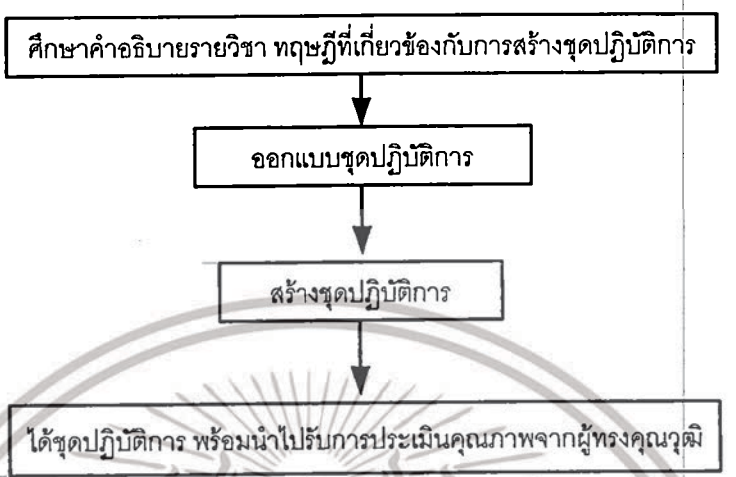
1.1 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา การทดลองปฏิบัติการทางโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 วัตถุประสงค์ตามหลักสูตรที่กำหนด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ ทั้งตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สามารถใช้กับรายวิชาที่ต้องการให้มีคุณภาพมากที่สุด

1.2 ออกแบบชุดปฏิบัติการ หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

1.3 นำชุดปฏิบัติการมาทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยคณาจารย์ จำนวน 3 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. ได้ชุดปฏิบัติการพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

2. สร้างใบงานการทดลอง

มีขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง ดังนี้

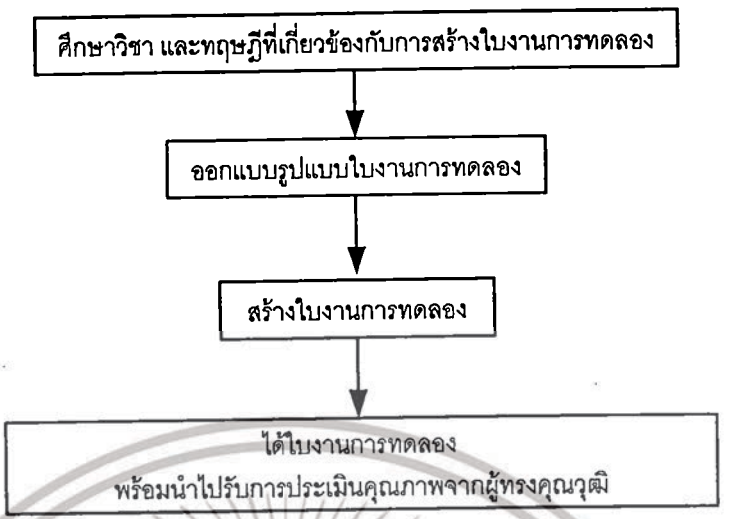
2.1 ศึกษาหลักการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างใบงาน ซึ่งได้สร้างใบงานการทดลองควบคู่กับการสร้างชุดปฏิบัติการ โดยรายละเอียดในใบงานการทดลองจะประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง

3.3.2 **สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ**

ขั้นตอนการดำเนินงานสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง มีดังนี้

1. จัดทำร่างเกณฑ์การประเมินขึ้นตามคำอธิบาย และวัตถุประสงค์รายวิชา การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยร่างเกณฑ์การประเมินของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ใช้แบบวัดเจตคติของเบส (Best's Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน เป็น 5 ระดับ (Best. 1970 : 179-187)

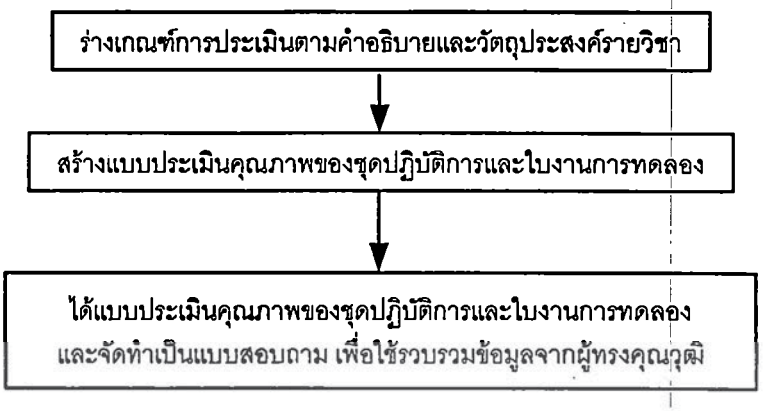
2. กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

3. หลังจากที่ได้เกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าว มาจัดทำเป็นแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

4. นำแบบประเมินคุณภาพมาจัดทำเป็นแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองกับชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้าง วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และคำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้เป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83877

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

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

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 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ในหัวข้อการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกมาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดลงมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดขึ้นไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

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

$$p=\frac{f_H+f_L}{N_H+N_L} \tag{3.2}$$

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 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$r=\frac{f_H-f_L}{N_H} \tag{3.3}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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* ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

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

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

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบ

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

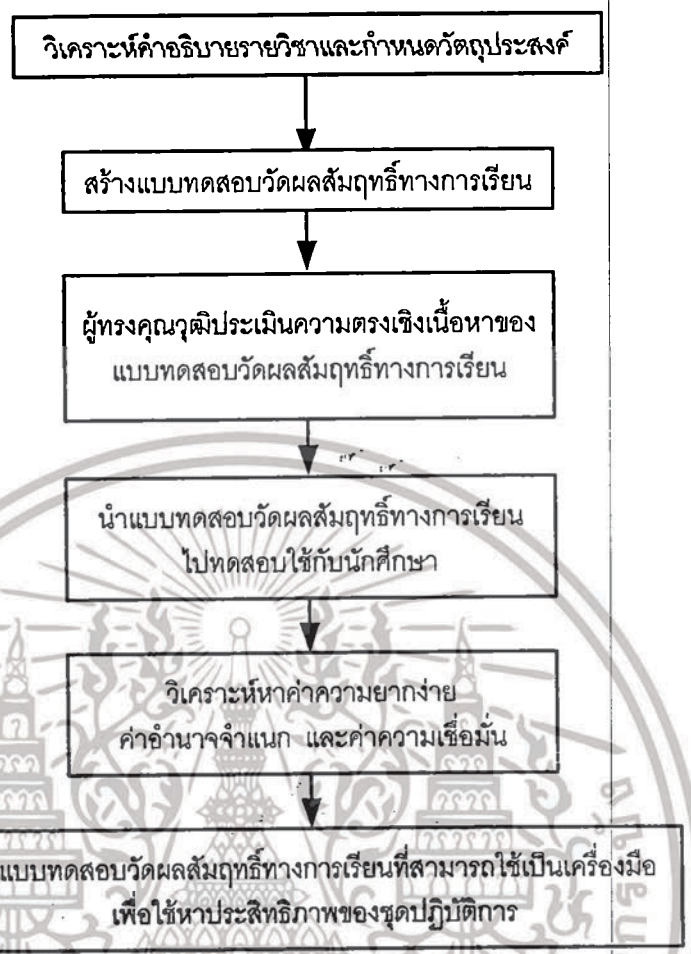
0.7-1.0 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.3-0.7 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมา ดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

1. ขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ในการวิจัย และเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอคำยืนยันยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

2. นำชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ส่งมอบให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อศึกษาและทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วัน พร้อมแนบแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน 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

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลียง อบแสงทอง. 2544 : 46)

3. หลังจาก 7 วัน จึงไปพบกับผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง และเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 3 คน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

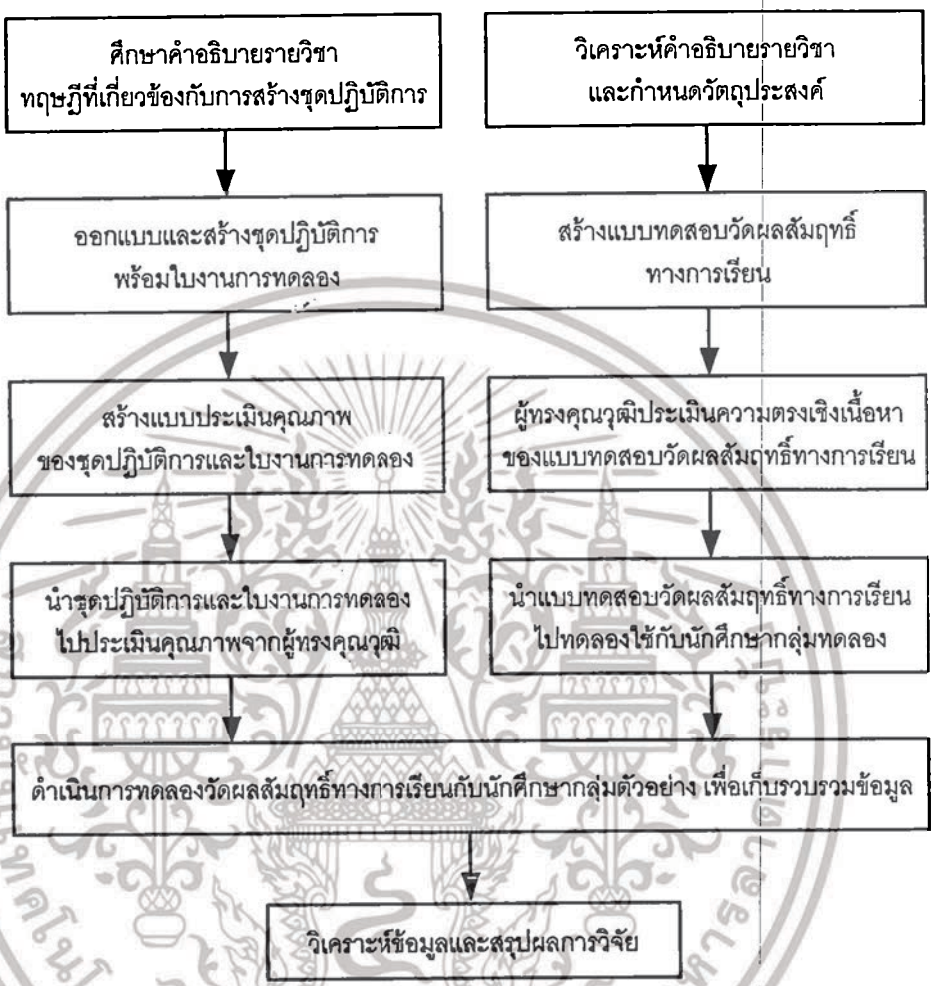
ในการทดลองเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยจะดำเนินการโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ทำการนัดหมายกับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 30 คน สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคมในหัวข้อการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกมาแล้ว เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หาประสิทธิภาพแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ โดยใช้แบบวัดเจตคติวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้สรุปผลการศึกษาคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังสถิติต่อไปนี้

1. มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2544 : 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ในกรณีข้อมูลแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม หมายถึง คะแนนแต่ละค่า

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

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

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

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลแจกแจงความถี่ โดยใช้คะแนนดิบ สำหรับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$)

f แทน ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

X แทน คะแนนแต่ละค่า กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง ($n < 30$)

3.5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

D คือ ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$(\sum D)^2$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

n คือ จำนวนคู่ของนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ ซึ่งจำแนกผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

4.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*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 ฉ.)

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1			ใบงานการทดลองที่ 2			ใบงานการทดลองที่ 3		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	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	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.50	0.38	ดีมาก	4.47	0.43	ดี	4.53	0.34	ดีมาก

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6

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

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

จากการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยกลุ่มตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน โดยการทดสอบหาค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดปฏิบัติการ

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre- test)	30	15.44	26.736
หลังเรียน (Post- test)	30	38.72	

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 26.736 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.756 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม GPS ชนิด 8 ช่องสัญญาณ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่มีคุณภาพ ในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 หน่วยกิต 3(0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 90 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ประกอบด้วยใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ ทั้ง 2 ด้านดังนี้

2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนชุดปฏิบัติการและส่วนของใบงานการทดลอง

2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ

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

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 50 ข้อ โดยใช้เวลาประมาณ 80 นาที

2. หลังจากนั้น แนะนำวิธีการเริ่มใช้ชุดปฏิบัติการ โดยแนะนำการติดตั้งใช้งาน ตำแหน่งของสถานีรับสัญญาณทั้ง 4 จุด การติดตั้งใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น และข้อควรระมัดระวังอื่นๆ ที่อาจจะทำความเสียหายให้กับชุดปฏิบัติการได้ โดยใช้เวลาในการแนะนำเบื้องต้นประมาณ 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง โดยใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง เมื่อทดลองครบทุกคนแล้ว ทำการนัดหมายเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 80 นาที นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจแล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ และใบงานการทดลอง มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.3-1.0 ที่มีความเชื่อมั่นปานกลางจนถึงระดับสูง

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependents

5.7 สรุปผลการวิจัย

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

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหา วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 4 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 8 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ จากผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พุธทอง โพธิปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชา หลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลองและช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และมีผลคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยสร้างชุดปฏิบัติการอื่น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้ชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกสูงขึ้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ มีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้ชุดปฏิบัติการที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อดีหลายประการได้แก่ ชุดปฏิบัติการมีส่วนประกอบทั้งฮาร์ดแวร์และโปรแกรมการทดลอง ขณะทำการทดลองผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลที่ได้การทดลองกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนั้นในโปรแกรมการทดลองยังมีเนื้อหารายละเอียดทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ทำให้นักศึกษาที่ต้องการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้อกับการทดลองสามารถทำได้อย่างสะดวก จึงทำให้ชุดปฏิบัติการมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการสูงขึ้น

3. การประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆจะพบว่า ในแต่ละด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดี 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 จะพบว่ามีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ได้แก่ การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มี รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการ วัสดุที่นำมาใช้สร้าง ความแข็งแรงทนทาน การวางรูปแบบของหน้าจอ สีพื้น ขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร ภาพและตาราง รวมทั้งหมดถึง 8 รายการ แบบประเมินจำนวน 2 รายการมีค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ ความเหมาะสมของสีพื้น และลักษณะจูงใจความน่าสนใจในการเรียน ส่วนแบบประเมินอีก 2 รายการที่เหลือมีค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ บำรุงรักษา และโปรแกรมการทดลองติดตั้งใช้งานง่าย

5. สำหรับข้อเสนอแนะจากคำถามแบบปลายเปิดของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ปรับความยาวของเนื้อหาการทดลองให้มีความใกล้เคียงกันทุกๆ ใบงาน

5.2 ใส่สารบัญให้กับคู่มือการทดลองและใบงานการทดลองเพื่อสะดวกในการเปิดอ่าน

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 นอกจากนี้การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอย่างมีขั้นตอนและรัดกุมทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ทดลองด้วยชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการนี้มีผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

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

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยการสร้างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ด้านการนำชุดปฏิบัติการไปใช้เพื่อการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา จะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนเพียงพอและเหมาะสมตามที่ได้ระบุไว้ และควรจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อความสะดวกในการย้ายสถานีรับสัญญาณไปยังตำแหน่งอื่นๆ มิฉะนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายขณะทำการทดลองได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2. สถานศึกษาจะต้องจัดเตรียมสถานที่ทดลองให้มีพื้นที่โล่ง กว้างขวางเพียงพอที่จะกำหนดจุดติดตั้งสถานีรับสัญญาณ อีกทั้งไม่มีสิ่งก่อสร้างกีดขวางการรับสัญญาณดาวเทียม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทดลองด้วยตนเองอย่างมีอิสระ และโดยไม่กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ควรพัฒนาให้เครื่องรับสัญญาณมีอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลที่เร็วขึ้น เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ปรากฏที่ผลการทดลอง Real time มากยิ่งขึ้น

4. ควรมีการพัฒนาการสร้างชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งที่มีจำนวนช่องสัญญาณมากกว่า 8 ช่องสัญญาณ ซึ่งจะช่วยให้เครื่องรับสัญญาณสามารถเลือกช่องสัญญาณที่ดีที่สุดในการคำนวณหาพิกัดที่ถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น

5. ควรพัฒนาให้เครื่องรับสัญญาณมีการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย เพื่อความสะดวกในการทดลอง กรณีที่ต้องการย้ายตำแหน่งสายอากาศรับไปยังสถานีรับอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัลป์รัฐ คล้ายดวง. 2542. "การลดความผิดพลาดทางตำแหน่งของผู้ใช้จีพีเอสโดยวิธีการปรับแก้ค่าตำแหน่งดาวเทียม." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คัมภีร์ เสริมกวินรักษ์. 2544. "การกำหนดตำแหน่งยานพาหนะบนถนนด้วยระบบการแปลงโคออร์ดิเนทสำหรับการประยุกต์ใช้งานด้วย GPS." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฐปนนท์ นิลรัตน์. "การกำหนดตำแหน่งบนพื้นพิภพ." [Online]. Available : http://www.rs.psu.ac.th/gps/gps.htm. 2002.

ดำรงฤทธิ์ วิบูลกิจธนากร. 2534. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์ที่ใช้รูปแบบเสียงบรรยายที่แตกต่างกัน" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. 2542. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดเจตคติ**. อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

นิคม ลนขุนทด. 2540 . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอเนื้อหาแบบต่อเนื่อง กับแบบสมบูรณ์ในการสอนเรื่องลอจิกเกตพื้นฐาน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาสน์.

บุญเลียง อบแสงทอง. 2544. "บทเรียนโมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2543. "เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. "วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์". กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เมธี มานันตพงศ์. 2541. "การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องรับสัญญาณ GPS." ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอด" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ยุพดี เฉลาภักตร์. 2536 "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาวงจรดิจิตอล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

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

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

อนุรักษ์ เมฆพะโยม. 2542 "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง วิชาระบบเครื่องรับเครื่องส่งวิทยุ หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อารี พันธ์มณี. 2538. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ

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

อำนาจ ปานหิรัญ. 2535 "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบในการเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสเคลื่อนไหวเสมือนแบบโพซิทีฟกับเนกทีฟในวิชาวงจรดิจิตอล 1" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

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 200 เมกกะเฮิรตซ์ ขึ้นไป

2.2 ระบบปฏิบัติการ Windows98/ME/XP/2000

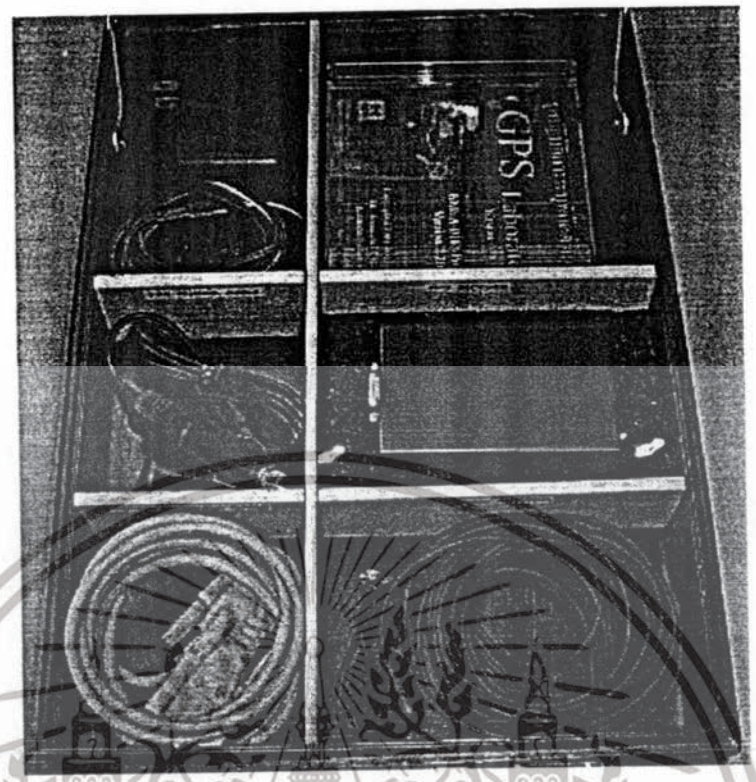
2.3 หน่วยความจำ (RAM) ตั้งแต่ 128 เมกกะไบท์ ขึ้นไป

2.4 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ติดตั้งอย่างน้อย 40 เมกกะไบท์

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

2.6 ความละเอียดในการแสดงผล 800 x 600 pixel

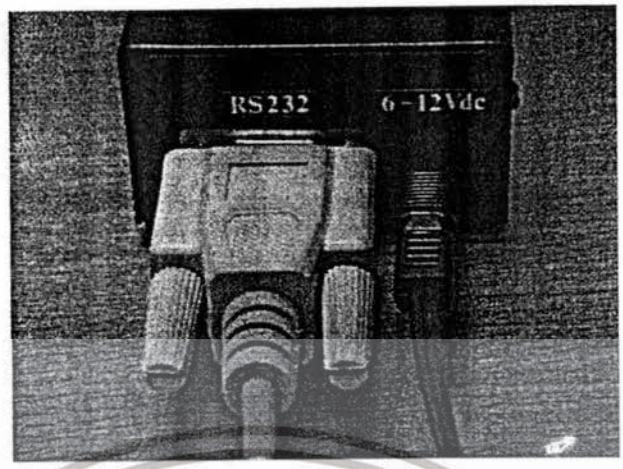
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



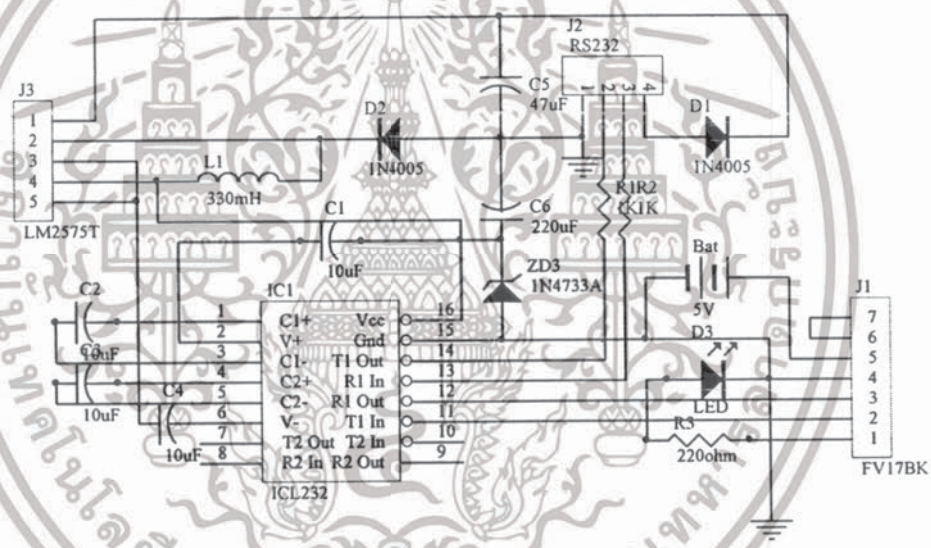
ภาพที่ ก.1 ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกชนิด 8 ช่องสัญญาณ

ภาพที่ ก.2 การต่อสายอากาศรับสัญญาณ

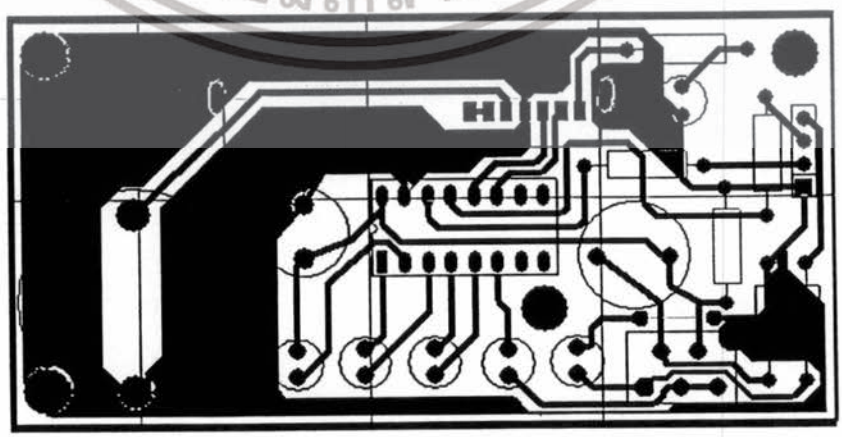
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.3 สายเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์และสายไฟเลี้ยง

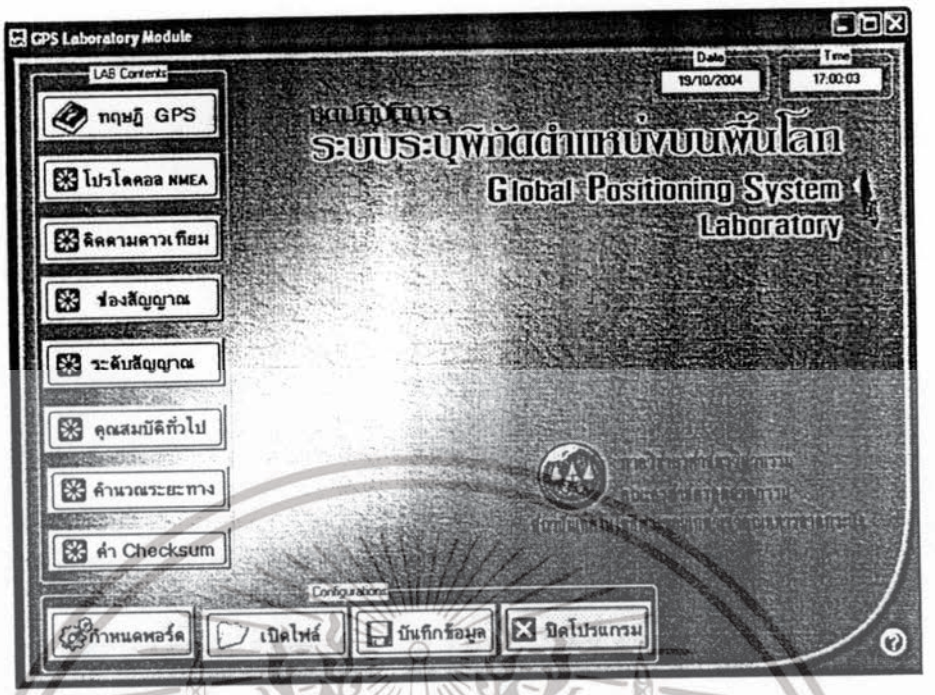


ภาพที่ ก.4 วงจรเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS



ภาพที่ ก.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

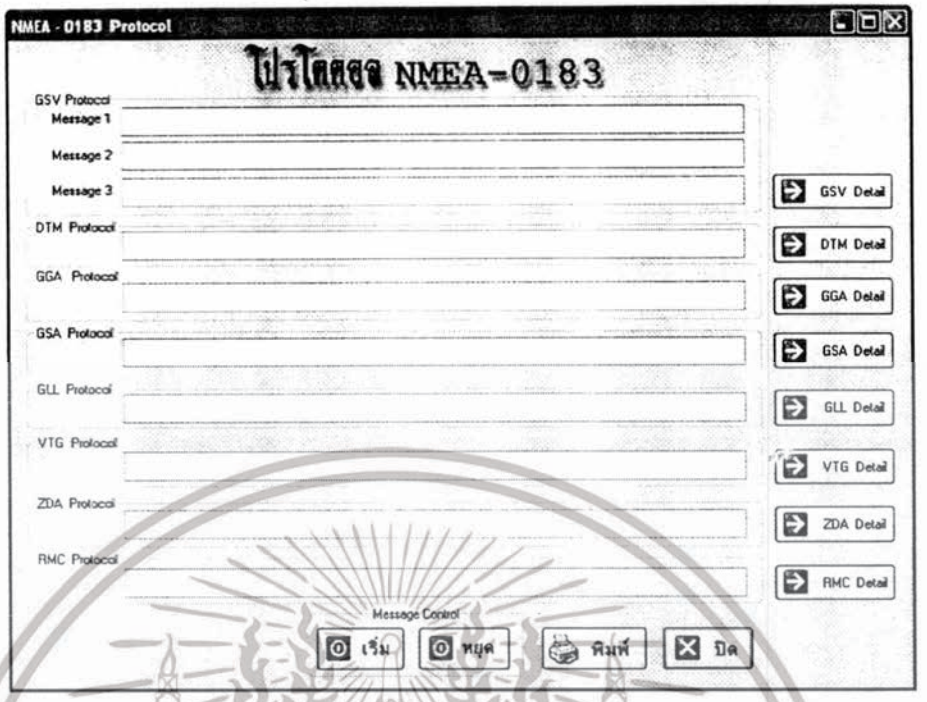
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



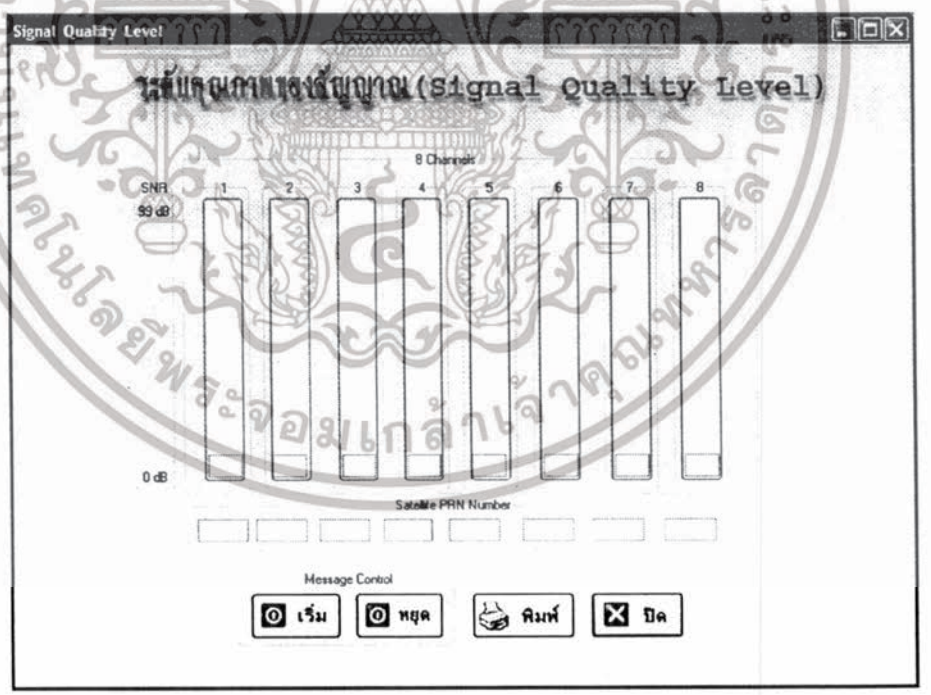
ภาพที่ ก.6 หน้าจอโปรแกรมหลักของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

ภาพที่ ก.7 เมนูความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.8 การทดลองแสดงข้อมูลโปรโตคอล NMEA-0183



ภาพที่ ก.9 การทดลองระดับคุณภาพสัญญาณ 8 ช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

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

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

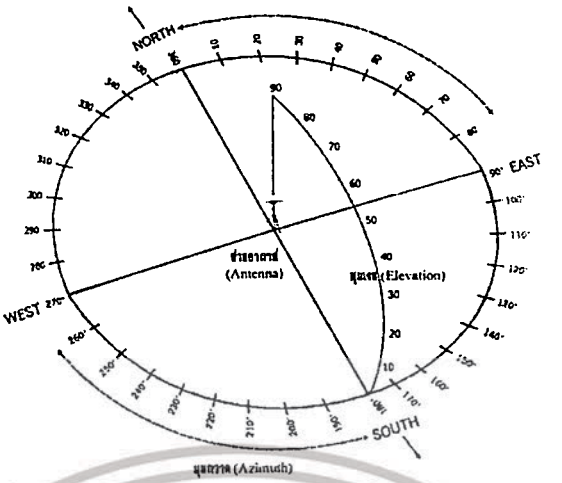
1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง

1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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

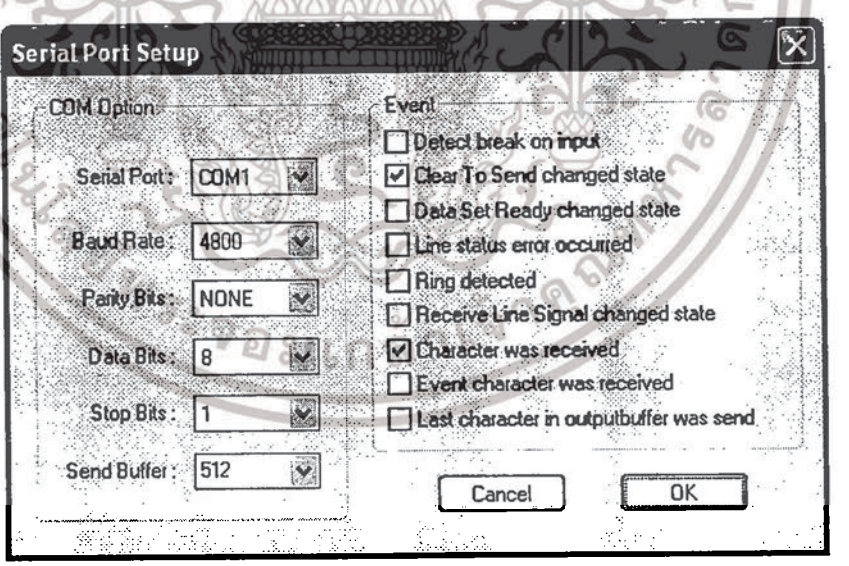
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 มุมเงย (Elevation) และ มุมกวาด (Azimuth)

4. ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ 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

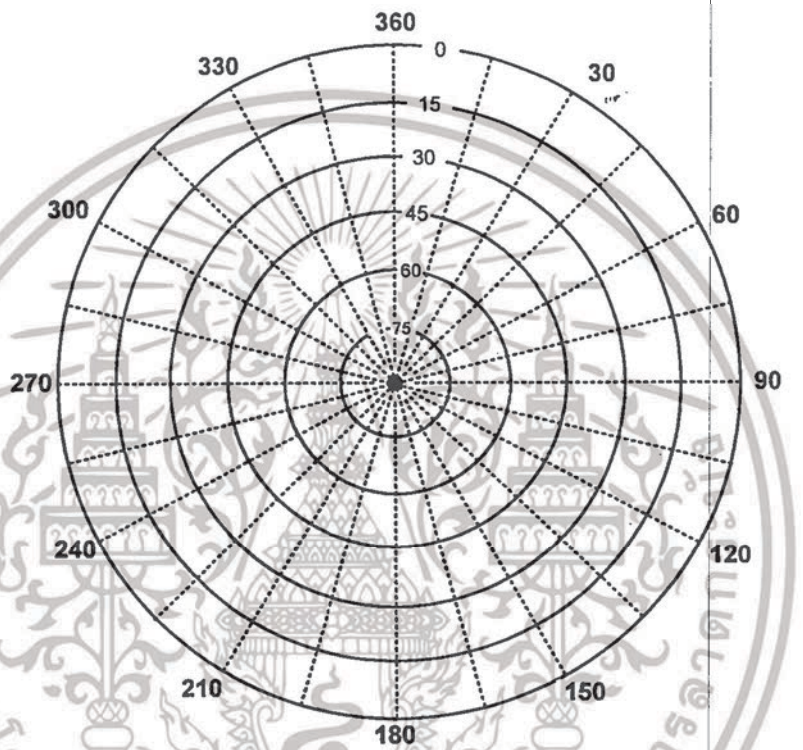
5. **Click ปุ่ม *OK***

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

7. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้

   - กดปุ่ม **เริ่ม** เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
   - กดปุ่ม **หยุด** เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

8. บันทึกผลการทดลองลงในรูป



ภาพที่ 1.3 ผลการทดลองที่ตำแหน่งสถานีรับ A

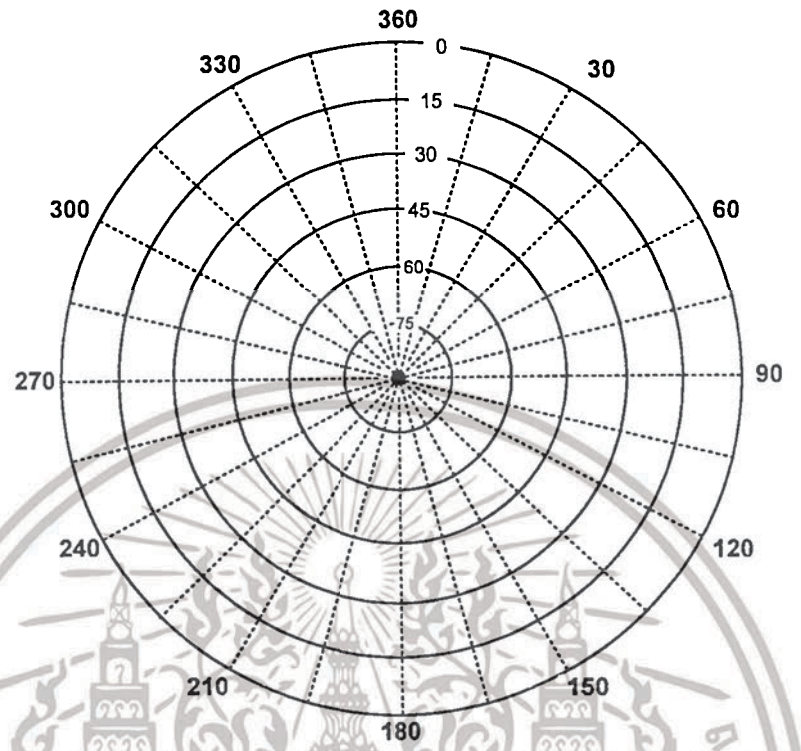
9. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งสถานีรับ B

10. กดปุ่มควบคุมการแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับดาวเทียม GPS ดังนี้

    - กดปุ่ม **เริ่ม** เพื่อแสดงผลการรับข้อมูล
    - กดปุ่ม **หยุด** เพื่อหยุดการแสดงผลการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. บันทึกผลการทดลองลงในรูป



ภาพที่ 1.4 ผลการทดลองที่ตำแหน่งสถานีรับ B

12. กดปุ่ม พิมพ์ เมื่อเข้าสู่เมนูการพิมพ์ ให้กดปุ่ม ***Print*** อีกครั้งหนึ่ง

13. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

5. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

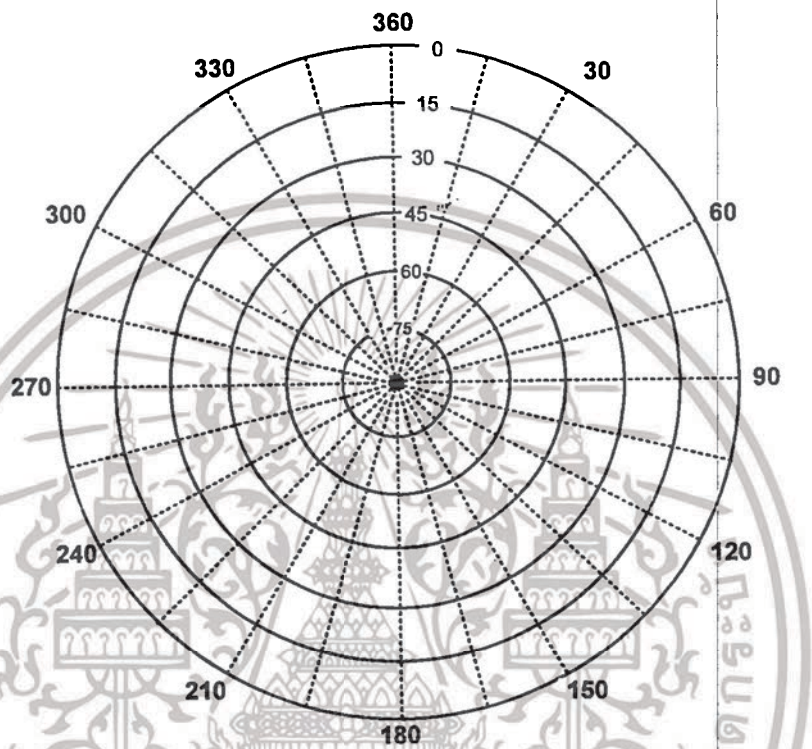
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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

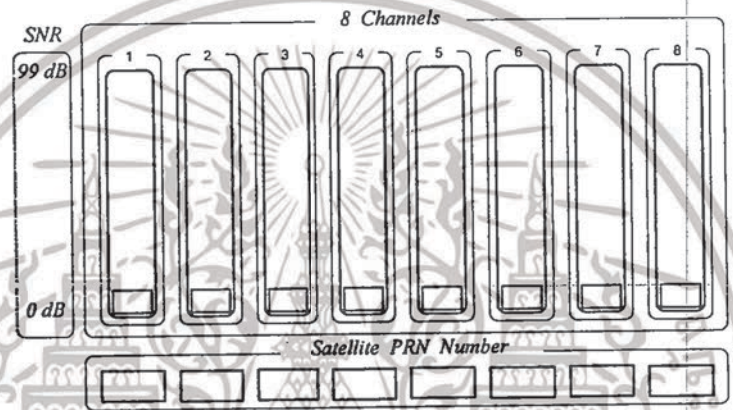
โดยปกติระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้จะสัมพันธ์กับตำแหน่งของดาวเทียมในแต่ละดวง ส่วนใหญ่แล้วดาวเทียมที่มีมุมเงยสูง ๆ หากไม่มีสิ่งกีดขวาง จะมีระดับความแรงสูงตามไปด้วย ส่วนมุมกวาดนั้นค่ามากหรือน้อยจะไม่มีผลต่อระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

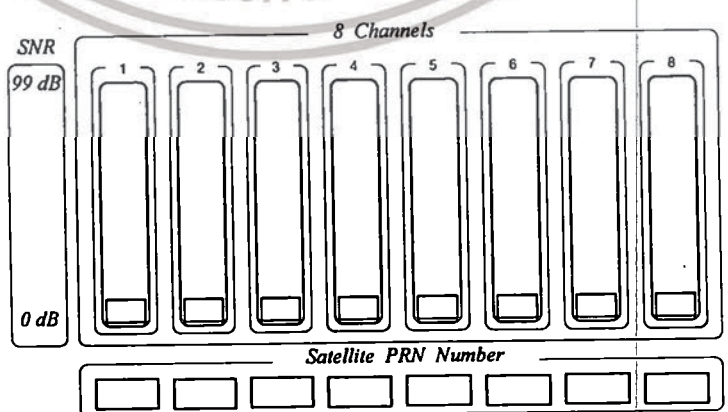
4. ลำดับขั้นการทดลอง

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

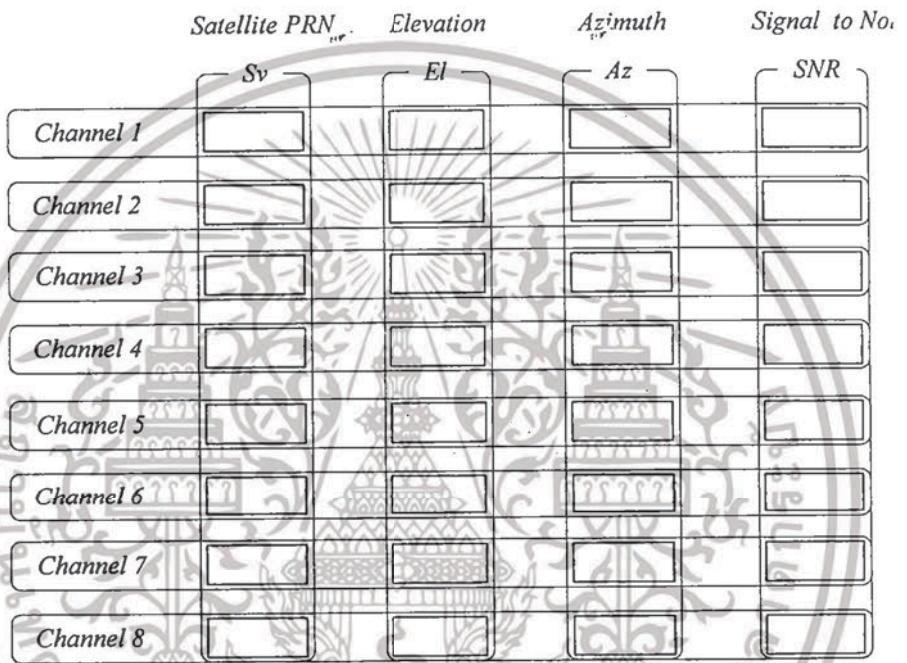


8. กดปุ่ม **ปิด** เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



ภาพที่ 2.3 ผลการทดลองข้อมูลของดาวเทียมที่ตำแหน่งสถานีรับ A

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. บันทึกผลการทดลองลงในรูป

	Satellite PRN Sv	Elevation El	Azimuth Az	Signal to No. SNR
Channel 1				
Channel 2				
Channel 3				
Channel 4				
Channel 5				
Channel 6				
Channel 7				
Channel 8				

ภาพที่ 2.4 ผลการทดลองข้อมูลของดาวเทียมที่ตำแหน่งสถานีรับ B

8. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

5. สรุปผลการทดลอง

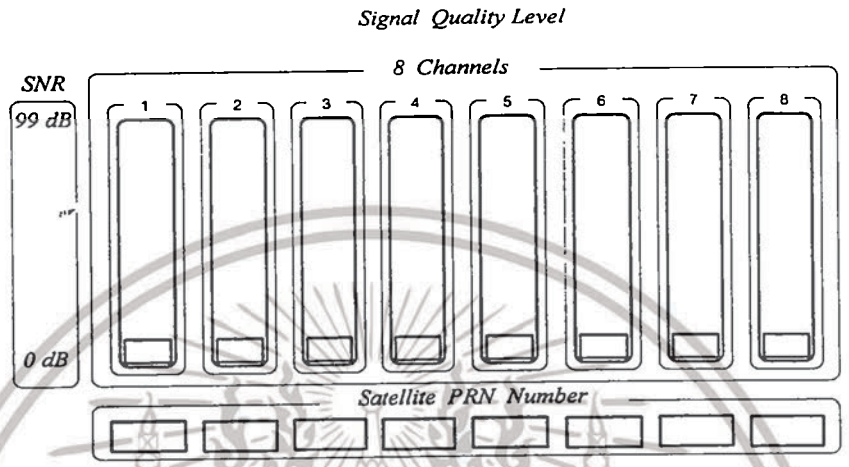
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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 ได้โดยใช้อัตราการส่งข้อมูล Baud Rate ที่ 4800 bps, ขนาด 8 บิต, ไม่มีพาริตี้บิตและมี 1 Stop Bit (Stop Bit (8NI)) ประโยคของ NMEA – 0183 จะเป็นแอสกี (ASCII Text) ทั้งหมด คือตัวอักขระที่ใช้ ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ NMEA – 0183 แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วยดอลล่าซายน์ ($) 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 และจะจบลงด้วยแคเรียรีเทิร์น (Carriage Return/Line Feed : (<CR><LF>)) ประโยคอาจจะมีตัวอักษรถึง 82 ตัวซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกับ $ และ CR/LF แล้ว ถ้าข้อมูลสำหรับฟิลด์ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไป แต่คอมม่าซึ่งทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไปโดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มีข้อมูล เครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมมา เช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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)

<u>หมายเหตุ</u>

- 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กดปุ่ม ***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. กดปุ่ม ***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. กดปุ่ม ***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. กดปุ่ม ***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. กดปุ่ม ***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*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

5. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. คำถามท้ายการทดลอง

จงเติมชื่อของโปรโตคอลลงในตารางให้ตรงกับข้อมูลที่แต่ละโปรโตคอลสามารถแสดงผลได้

ข้อมูล (*Data*)	โปรโตคอล (*Protocol*)
ค่าละติจูด (*Latitude*)	
ค่าลองจิจูด (*Longitude*)	
ความสูงเฉลี่ย (*MSL Altitude*)	
วันที่ในระบบ UTC (*UTC Date*)	
เวลาในระบบ UTC (*UTC Time*)	
ดาวเทียมที่รับสัญญาณได้ (*Satellite in View*)	
หมายเลขประจำดาวเทียม (*Satellite ID*)	
ค่ามุมเงยและมุมกวาด (*Elevation & Azimuth*)	
ระดับความแรงของสัญญาณ (*Signal to Noise Ratio*)	
ระดับคุณภาพสัญญาณ *PDOP, HDOP, VDOP*	
ค่าความเร็ว (*Speed Over Ground*)	
ค่าความแปรปรวนสนามแม่เหล็ก (*Magnetic Variation*)	
ค่าชดเชยชั่วโมงและนาที (*Local Zone Hours & Minutes*)	
ข้อมูลโปรโตคอล NMEA (*NMEA datum*)	

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

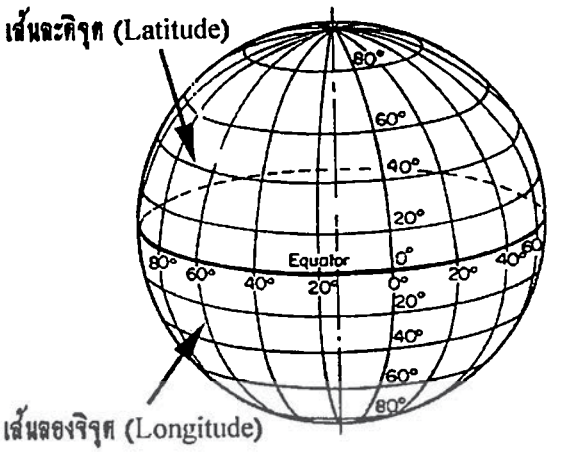
1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง		
1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสตริป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 6-12 V, 500-1000 mA	1	ตัว
1.4 สาย RS-232 ชนิด dB 9	1	เส้น
1.5 โปรแกรมการทดลอง	1	แผ่น
2. คอมพิวเตอร์	1	เครื่อง
3. เครื่องคำนวณ	1	เครื่อง
4. ใบงานการทดลอง	1	ชุด

3. เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เส้นละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง คือ เส้นที่อยู่ในแนวนอนเริ่มนับจากเส้นศูนย์สูตร (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่าระยะทางจากค่าของละติจูดและลองจิจูดนั้นไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ทั่วโลก เนื่องจากรูปทรงของโลกเป็นรูปคล้ายวงกลม ความยาวของเส้นละติจูดและลองจิจูดในแต่ละดับจึงมีความยาวที่ไม่เท่ากัน โดยที่เส้นละติจูดที่ 0 องศา จะมีความยาวที่สุด ส่วนเส้นละติจูดที่ 90 องศา จะมีความยาวสั้นที่สุด หลังจากที่สามารถหาค่าของระยะห่างระหว่างเส้นละติจูดและลองจิจูดได้แล้ว จะได้ค่าสัมประสิทธ์ของระยะทางที่เส้นละติจูดและลองจิจูดนั้น ก็สามารถคำนวณหาค่าระยะทางของหน่วยวัดระบบเมตริกได้ ยกตัวอย่างเช่น ได้มีการทดลองและคำนวณหาค่าระยะทางในตำแหน่งเส้นละติจูดและลองจิจูด ที่ เส้นละติจูดต่างๆ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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		ระยะห่างระหว่างสถานีรับ A-C (องศา)
	ค่าละติจูด (Lat_A)	ค่าลองจิจูด $(Long_A)$	ค่าละติจูด (Lat_C)	ค่าลองจิจูด $(Long_C)$	
1					
2					
3					
4					
5					
ค่าเฉลี่ย					

<u>หมายเหตุ</u> รูปแบบของละติจูด คือ **dd.dddddd**

รูปแบบของลองจิจูด คือ **ddd.dddddd**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทาง

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยขององศา *(Degree)* คือ

1 Degree = *Meters*

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของลิปดา *(Minute)* คือ

1 Minute = *Meters*

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของฟิลิปดา *(Second)* คือ

1 Second = *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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองวัดค่าละติจูดและลองจิจูดที่สถานีรับ A และ B

ครั้งที่	สถานีรับ A		สถานีรับ B		ระยะห่างระหว่างสถานีรับ 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. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทาง

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยขององศา *(Degree)* คือ

1 Degree = *Meters*

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของลิปดา *(Minute)* คือ

1 Minute = *Meters*

ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะทางในหน่วยของฟิลิปดา *(Second)* คือ

1 Second = *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

5. สรุปผลการทดลอง

6. คำถามท้ายการทดลอง

จงคำนวณหาค่าระยะทางจากพิกัดตำแหน่ง $Lat = 12.231820$, $Long = 111.456200$ ไปยังตำแหน่ง $Lat = 12.232580$, $Long = 111.456222$ กำหนดให้ 1 ฟิลิปดา เท่ากับ 30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5 การตรวจสอบการผิดพลาดของข้อมูล (*Checksum*)

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกหน้าที่ของ Checksumในโปรโตคอล 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 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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 ได้โดยใช้อัตราการส่งข้อมูล Baud Rate ที่ 4800 bps, ขนาด 8 บิต, ไม่มีพาริตี้บิตและมี 1 Stop Bit (Stop Bit (8NI)) ประโยคของ NMEA – 0183 จะเป็นแอสกี (ASCII Text) ทั้งหมด คือตัวอักขระที่ใช้ ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ NMEA – 0183 แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วยดอลล่าซายน์ ($) 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 และจะจบลงด้วยแคเรียรีเทิร์น (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 เช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ ประกอบด้วย " * " และ 2 บิตของเลขฐาน 16 (2 Hex Digits) แทนการ *Exclusive – OR* ของตัวอักษรทั้งหมด แต่ไม่รวม " $ " และ " * " ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้เช็คซัมในบางประโยค ในมาตรฐานจะอนุญาตให้ในแต่ละผู้ผลิต สามารถนิยามรูปแบบประโยคได้ ประโยคเหล่านี้เริ่มต้นด้วย "SP" และตัวอักษรสามตัวที่ตามด้วย *Manufacturer ID* ตามด้วยข้อมูลตามรูปแบบทั่วไปของประโยคมาตรฐาน

ตารางที่ 5.1 คุณสมบัติของ Exclusive-OR

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

<u>ตัวอย่าง</u> การคำนวณหาค่า ***Checksum***

G=47

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
Checksum	-	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***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น 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	100	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

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองหาค่า ***Checksum*** (ต่อ)

Line No.	NMEA Protocol	Digit 1		Digit 2	
		HEX Code	8421 Code	HEX Code	8421 Code
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
Checksum					

6. กดปุ่ม ปิด เพื่อออกจากโปรแกรมย่อย

5. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำถามท้ายการทดลอง

1. ส่วนใดของโปรโตคอลที่ไม่ได้ในมาใช้คำนวณเพื่อหาค่า ***Checksum*** จงอธิบาย?

2. จงคำนวณหาค่า ***Checksum*** โดยกำหนดข้อมูลที่รับได้เป็นโปรโตคอล 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 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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 ลองติจูด 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 ให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว จึงไม่มี Handheld Navigation GPS ที่มีความสามารถคำนวณหาค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level : MSL) แต่ถ้าต้องการหาความแตกต่างของระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงของจุดสองจุดในระยะเวลาหนึ่ง ๆ ที่ใกล้เคียงกันอาจจะพอใช้การได้ ถ้ายอมรับค่าคลาดเคลื่อนของ GPS ได้ (ค่าคลาดเคลื่อนทางแนวดิ่งจะเป็นสองเท่าของแนวราบ) 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) เป็นระบบที่ให้ผู้ใช้เลือกว่าจะใช้ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลำดับขั้นการทดลอง

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลการทดลอง

6. คำถามท้ายการทดลอง

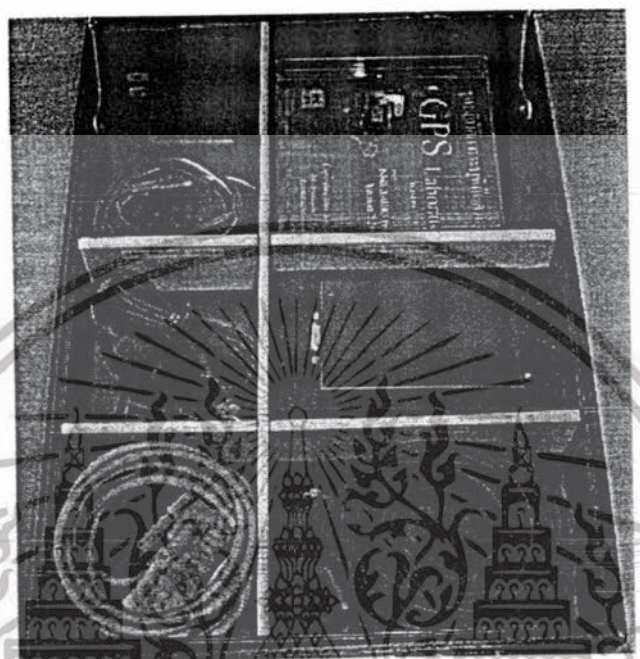
1. จงอธิบายถึงค่าความเร็วที่เกิดขึ้นจากการทดลอง โดยไม่ได้มีการเปลี่ยนตำแหน่งของสายอากาศรับสัญญาณแต่อย่างได?
2. ข้อมูลที่ปรากฏใน *Mode 1* และ *Mode 2* มาจากโปรโตคอลใด ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก
(Global Positioning System Laboratory)



ภาพที่ ค.1 ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS Laboratory)

1. บทนำ

โปรแกรมชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ใช้ประกอบการทดลองเพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกเท่านั้น

2. ใช้แสดงข้อมูลที่ส่งออกมาจากเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Real Time โดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูลในรูปแบบของ Text ไฟล์ ได้

3. สามารถเปิดข้อมูลจากไฟล์ที่บันทึกไว้ ใช้งานแทนการรับสัญญาณจริงเพื่อใช้งานในกรณีที่ต้องการเปิดข้อมูลเก่า หรือทำการทดลองบริเวณที่รับสัญญาณดาวเทียมไม่ได้

การนำเสนอข้อมูลของโปรแกรมนี้ คือการแปลความหมายของ GPS Sentences แบบต่างๆ ออกมาเป็นภาพและข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย อย่างไรก็ตามข้อมูลที่นำเสนอล้วนมาจาก Sentences ต่างๆ ที่ส่งออกมาจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ดังนั้นหากผู้ใช้ทำการศึกษาข้อมูลที่นำเสนอโดยโปรแกรมเทียบกับ Sentence มาตรฐานอย่างถี่ถ้วนแล้วก็จะสามารถอ่านข้อมูลเองได้โดยง่าย ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

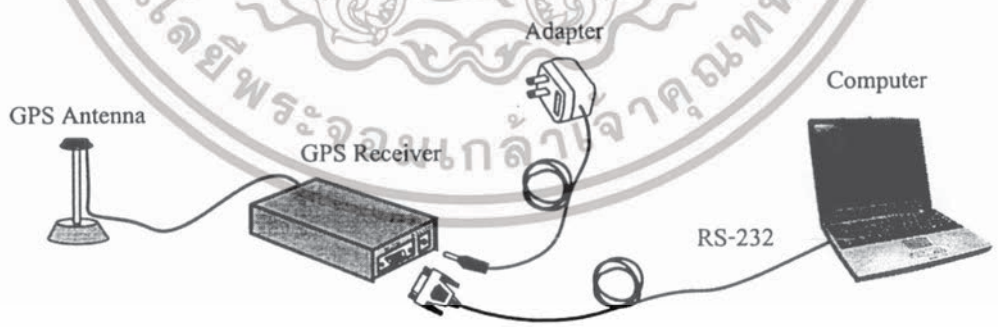
2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

1.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิด 8 ช่องสัญญาณ	1	เครื่อง
1.2 สายอากาศไมโครสติป MK-4	1	ชุด
1.3 อะเด็ปเตอร์ 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

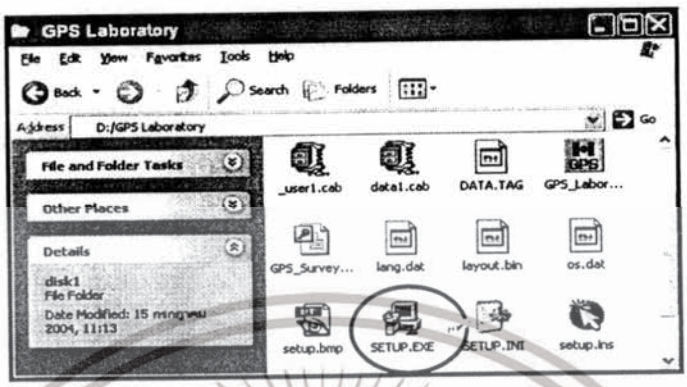


ภาพที่ ค.2 การประกอบติดตั้งใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การติดตั้งโปรแกรม GPS Laboratory

1. ใส่แผ่นโปรแกรมในซีดีรอมไดรฟ์ ดับเบิลคลิ๊กที่ไฟล์ *SETUP.EXE*



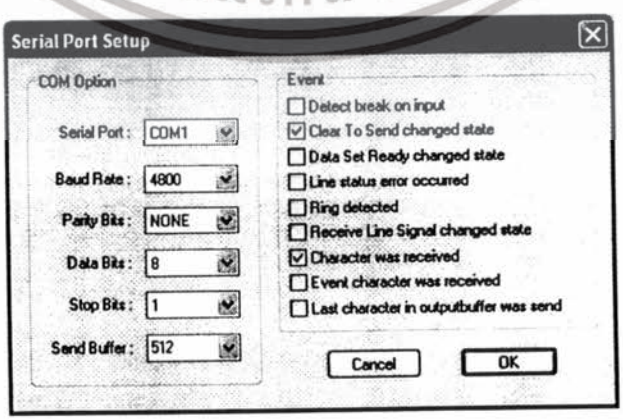
ภาพที่ ค.3 ดับเบิลคลิ๊กที่ไฟล์ SETUP.EXE

2. หลังจากที่ติดตั้งโปรแกรมเสร็จสิ้น จะปรากฏไอคอนและเมนูไว้เรียกใช้งานโปรแกรม

ภาพที่ ค.4 ไอคอนสำหรับเข้าสู่โปรแกรม

5. การใช้งานโปรแกรม GPS Laboratory

1. นำสายอากาศรับสัญญาณดาวเทียมไปวางยังตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้
2. เข้าสู่โปรแกรม โดยเปิดไฟล์ GPS Laboratory.exe
3. กดปุ่ม *Serial Setup*
4. กำหนดค่าการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมดังนี้



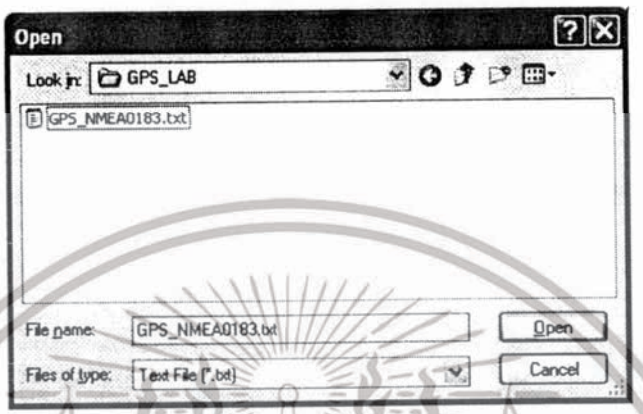
ภาพที่ ค.5 การกำหนด *Serial Port Setup*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คลิ๊ก ปุ่ม *OK*

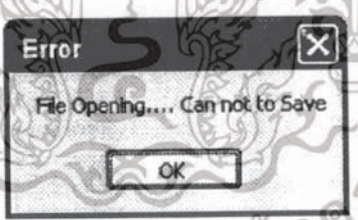
5.1 การเปิดไฟล์ข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183 ที่บันทึกไว้

1. กรณีที่ไม่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้ สามารถเปิดข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ เสมือนรับข้อมูลจริงในขณะนั้น โดยคลิ๊กที่ปุ่ม *Open File* จะปรากฏหน้าจอดังนี้



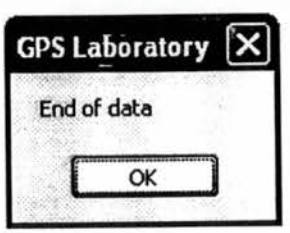
ภาพที่ ค.6 การเปิดไฟล์ข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183

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



ภาพที่ ค.7 ข้อความเตือนเมื่อไฟล์กำลังถูกเปิดใช้งาน

5. หลังจากเปิดใช้งานไฟล์อยู่ หากสิ้นสุดข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้

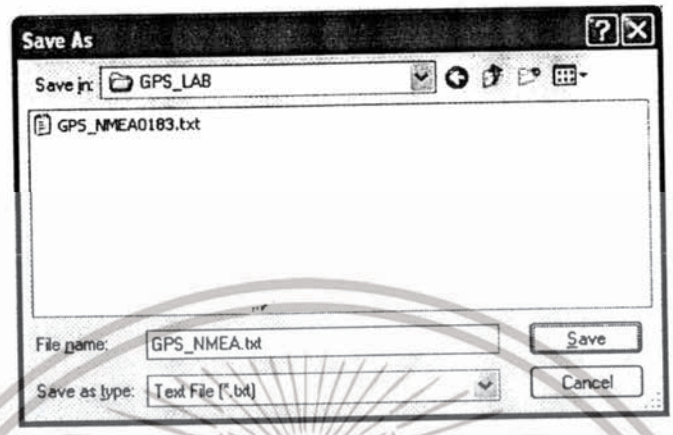


ภาพที่ ค.8 ข้อความเตือนเมื่อข้อมูลในไฟล์สิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 **บันทึกข้อมูลโปรโตคอล** NMEA- 0183

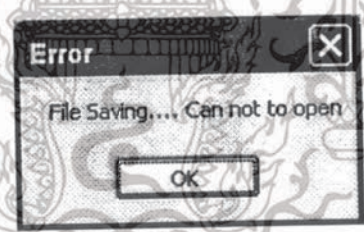
1. กรณีที่ต้องการบันทึกข้อมูลที่รับได้ อยู่ในรูปแบบของ Text ไฟล์ โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม *Save File* จะปรากฏหน้าจอดังนี้



ภาพที่ ค.9 การบันทึกข้อมูลโปรโตคอล NMEA- 0183

2. พิมพ์ชื่อไฟล์ที่ต้องบันทึก โดยต้องกำหนดเป็นนามสกุล .txt และกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ จากนั้นกดปุ่ม *Save*

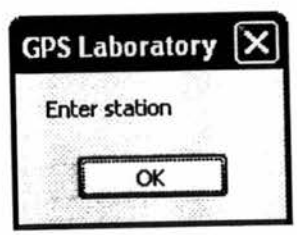
3. ขณะทำการบันทึกข้อมูล จะไม่สามารถที่จะทำการเปิดข้อมูลได้ หากมีการคลิ๊กที่ปุ่ม *Open File* จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.10 ข้อความเตือนเมื่อไฟล์กำลังถูกเปิดบันทึก

5.3 การบันทึกตำแหน่งและเส้นทาง *(Waypoint)*

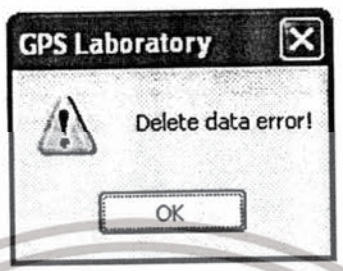
1. เข้าสู่เมนู *Waypoint* ระบุชื่อสถานที่รับสัญญาณ เพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่ง หากไม่ระบุ จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.11 ข้อความเตือนเมื่อไม่ได้ระบุชื่อสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรณีต้องการยกเลิกตำแหน่ง *Waypoint* ที่ได้ *ADD* ไว้แล้ว ให้ทำแถบสียังตำแหน่งที่ต้องการจะลบ แล้วคลิ๊กปุ่ม *Remove* ตำแหน่ง *Waypoint* จะหายไป หากไม่ทำการเลือกแถบสีก่อน จะปรากฏข้อความเตือนดังนี้



ภาพที่ ค.12 ข้อความเตือนเมื่อมีการลบผิดพลาด

6. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

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

7. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

1. ทำความสะอาดตัวเครื่องรับสัญญาณและสายอากาศ โดยใช้ผ้าแห้งเช็ดให้สะอาด

2. วางสายอากาศในตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้

3. กล่องรับสัญญาณ GPS สามารถติดตั้งภายนอกได้ กรณีทัศนวิสัยไม่ดี สามารถป้องกันละอองน้ำและความชื้นได้ แต่หากมีการติดตั้งภายนอก ควรเก็บอุปกรณ์ทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งาน

4. ควรตรวจสอบการต่อสายสัญญาณ และอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนการเปิดใช้งานทุกครั้ง

5. ควรติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ปลอดภัยจากน้ำ, ความชื้น และแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความถี่ใช้งาน	1,575.42 MHz (L1 Band)
จำนวนช่องสัญญาณ	8 ช่องสัญญาณ
มาตรฐานการส่งข้อมูล	โปรโตคอล NMEA-0183 V2.19 DTM,GGA,GLL,GSA,GSV,RMC,VTG,ZDA
การเชื่อมต่อ	พอร์ตอนุกรม RS-232
ความเร็วในการส่งข้อมูล	4,800 บิตต่อวินาที
สายนำสัญญาณ	โครเอเชียล RG-174/U ยาว 3 เมตร
สายอากาศ	ไมโครสติป พร้อมฐานแม่เหล็ก
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	6 - 12 โวลต์ 500 - 1,000 มิลลิแอมแปร์
แบตเตอรีสำรอง	3 โวลต์ เบอร์ CR-2032 จำนวน 1 ก้อน

9. ข้อสังเกต

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS จะใช้เวลาต่างกันในการ Initial ตัวเองภายใต้สถานการณ์ต่างๆ หากเป็นการใช้งานครั้งแรก จะใช้เวลาประมาณ 30 - 40 วินาที สำหรับการใช้งานครั้งต่อไปจะใช้เวลาประมาณ 10 วินาที อย่างไรก็ตามการเคลื่อนย้าย เครื่องรับ GPSไปไกลๆ โดยไม่จ่ายไฟให้จะมีผลให้เวลา Initial เพิ่มเป็นประมาณ 40 วินาทีเหมือนการใช้งานครั้งแรกได้เช่นกัน หากพบว่า GPS ไม่ทำงานภายในกรอบเวลาดังกล่าวให้ปิดและเปิด GPS ใหม่ หากยังไม่ได้อีก ก็ให้ย้ายตำแหน่งสายอากาศไปยังที่อื่น ทั้งนี้ในบางวันที่สภาพอากาศไม่ดีก็ส่งผลต่อการรับสัญญาณได้เช่นกัน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
2.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
5.	มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง					
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

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้อง ของใบงานการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ ..... **เรื่อง** .....

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกในด้านการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

คำชี้แจง

1. เพื่อทดสอบความรู้ของผู้เรียน หลังจากทำการทดลองด้วยชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก
2. ข้อสอบมีจำนวน 50 ข้อ กำหนดเวลา 80 นาที
3. เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดยใช้ดินสอ **2B** ฝนลงในกระดาษคำตอบ

1. สายนำสัญญาณระหว่างสายอากาศรับและเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เป็นชนิดใด?

ก. RG6/U ข. RG58/U

ค. RG174/U ง. RG213/U

2. สายอากาศ GPS ที่เหมาะสำหรับการใช้งานสำรวจอาณาเขตของป่าไม้โดยใช้คนสำรวจคือข้อใด?

ก. Helical Antenna ข. Monopole Antenna

ค. Micro Strip Antenna ง. Omni Directional Antenna

3. ความถี่ L_1 ที่สายอากาศรับสัญญาณดาวเทียม GPS คือมีค่าเท่าใด?

ก. 1,227.60 MHz ข. 1,336.20 MHz

ค. 1,447.56 MHz ง. 1,575.42 MHz

4. พอร์ตรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS คือข้อใด

ก. USB Port ข. Serial Port

ค. Parallel Port ง. Infrared Port

5. อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของเครื่องรับสัญญาณ GPS คือข้อใด?

ก. 4,800 บิตต่อวินาที ข. 5,600 บิตต่อวินาที

ค. 9,600 บิตต่อวินาที ง. 11,200 บิตต่อวินาที

6. ค่าใดที่ใช้ระบุใน *NMEA Sentence Output* กรณี **ไม่ต้องการ** ให้แสดงข้อมูลของ Sentence ?

ก. 0 ข. 00

ค. Null ง. False

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ค่ามุมเงยต่ำๆ จะทำให้มีความแรงของสัญญาณต่ำไปด้วย

ข. ค่ามุมเงย และมุมกวาด ไม่มีผลต่อความแรงของสัญญาณ

ค. ค่ามุมกวาดจะเป็นตัวกำหนดระดับความแรงของสัญญาณ

ง. ความแรงของสัญญาณจะมีค่าสูงที่มุมเงยและมุมกวาดมีค่าสูง

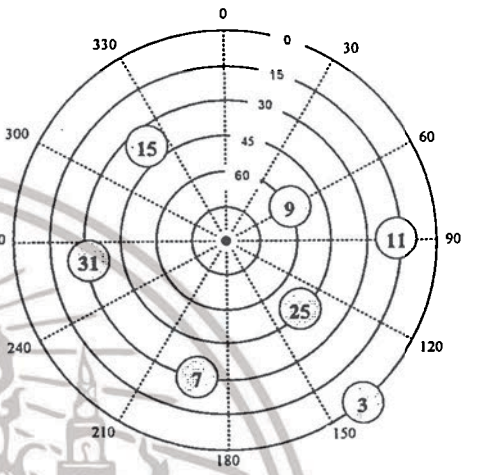
8. จากรูป *Tracking View* ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด?

ก. SV3 Elevation = 5 , Azimuth = 141

ข. SV7 Elevation = 30 , Azimuth = 190

ค. SV15 Elevation = 40 , Azimuth = 310

ง. SV25 Elevation = 50 , Azimuth = 140



Tracking View

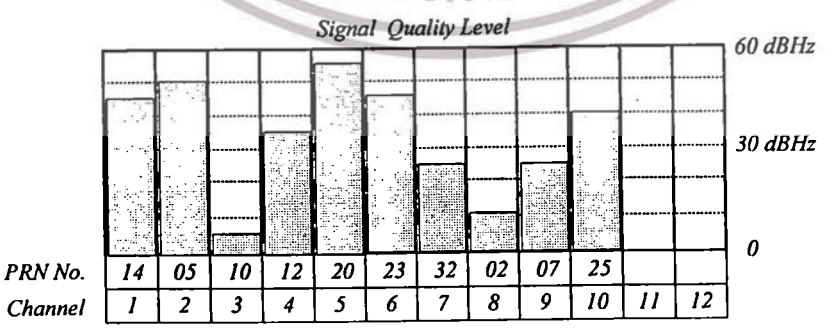
9. จากผลการทดลองด้านล่าง จำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งานจริงมีกี่ช่องสัญญาณ?

```
$GPGSV,2,1,07,01,69,307,33,02,36,018,47,03,64,054,48,11,13,184,33*7E
$GPGSV,2,2,07,13,39,319,38,16,17,036,29,20,21,216,31 *79
```

ก. 2 ช่องสัญญาณ ข. 3 ช่องสัญญาณ

ค. 7 ช่องสัญญาณ ง. 9 ช่องสัญญาณ

10. จากรูป หากตั้งค่าสัญญาณใช้งานต่ำสุดไว้ที่ *30 dBHz* จำนวนดาวเทียมที่มีความแรงสัญญาณสามารถนำเอาข้อมูลไปคำนวณหาพิกัดมีกี่ดวง?



ก. 5 ดวง ข. 6 ดวง

ค. 7 ดวง ง. 8 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ข้อใดคือช่วงค่าต่ำสุดถึงสูงสุดของมุมเงย (Elevation) ?

ก. 0 – 45 dBHz ข. 0 – 90 dBHz

ค. 0 – 180 dBHz ง. 0 – 360 dBHz

12. ข้อใดคือช่วงค่าต่ำสุดถึงสูงสุดของมุมกวาด (Azimuth)?

ก. 0 – 45 dBHz ข. 0 – 90 dBHz

ค. 0 – 180 dBHz ง. 0 – 360 dBHz

13. ค่าความแรงของสัญญาณสูงสุดและต่ำสุดของเครื่องรับ GPS (SNR) คือข้อใด?

ก. 0 – 50 dBHz ข. 1 – 60 dBHz

ค. 0 – 99 dBHz ง. 1 – 100 dBHz

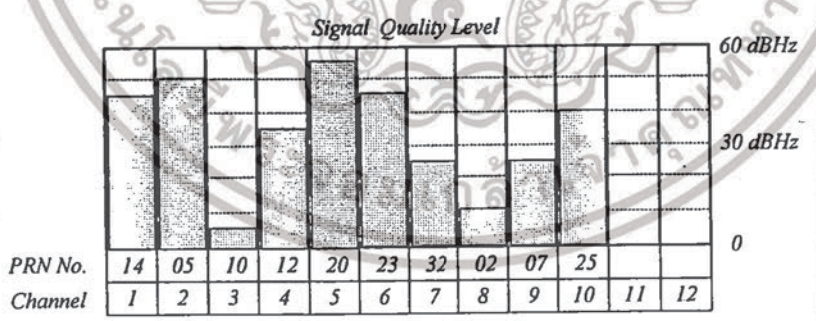
14.จากผลการทดลองด้านล่าง ดาวเทียมดวงใดที่มีสัญญาณแรงที่สุด และกี่ dBHz ?

```
$GPGSV,3,1,11,01,69,307,33,02,36,018,47,03,64,054,48,11,13,184,33*7E
$GPGSV,3,2,11,13,39,319,38,16,17,036,29,20,21,216,31,25,17,099,38*79
$GPGSV,3,3,11,27,05,312,33,31,72,184,44,21,33,057,43*71
```

ก. SV21 = 43 dBHz ข. SV03 = 48 dBHz

ค. SV10 = 50 dBHz ง. SV31 = 52 dBHz

15. ข้อมูลโปรโตคอล GSV ในข้อใด กล่าวถูกต้องที่สุด?



ก. $GPGSV,3,1,10,14,25,145,45,32,11,163,24,23,13,089,35,02,33,254,10 *71

ข. $GPGSV,3,1,10,12,12,000,34,25,47,199,40,05,94,375,50,07,47,312,15 *79

ค. $GPGSV,3,1,10,14,25,145,45,10,05,180,07,23,13,089,45,02,33,254,10 *7A

ง. $GPGSV,3,1,10,20,91,154,45,23,10,324,45,12,45,011,35,05,74,150,50 *7D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. หากรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ทั้งหมด 7 ดวง จะมี GSV Message ทั้งหมดกี่ข้อความ ?

ก. 2 ข้อความ ข. 3 ข้อความ

ค. 4 ข้อความ ง. 5 ข้อความ

17. จากผลการทดลองด้านล่าง ชื่อดาวเทียม ที่ **ไม่ใช้** ในการระบุตำแหน่งคือข้อใด?

```
$GPGSA,A,3,02,03,14,25,31,.....,05,24,03,31,04,05*35
```

ก. 02 ข. 24

ค. 14 ง. 31

18. จากผลการทดลองด้านล่าง ดาวเทียมที่มีความแรงของสัญญาณที่จะนำไปใช้คำนวณหาพิกัดตำแหน่ง มีจำนวนกี่ดวง?

```
$GPGSA,A,3,02,03,14,25,31,.....,05,24,03,31,04,05*35
```

ก. 3 ดวง ข. 4 ดวง

ค. 5 ดวง ง. 6 ดวง

19. จากผลการทดลองด้านล่าง ค่าที่แสดงถึงคุณภาพของระบบ GPS คือข้อใด?

```
$GPGGA,031439,1343.7427,N,10046.8418,E,1,05,04.50,000017.2,M,-026.8,M,,*6A
```

ก. A หมายถึง ดีมาก ข. E หมายถึง ผิดพลาด

ค. 0 หมายถึง ระบุไม่ได้ ง. 1 หมายถึง SPS Mode

20. จากผลการทดลองด้านล่าง หมายเลขประจำสถานีอ้างอิงคือข้อใด?

```
$GPVTG,302.1,T,302.6,M,000.1,N,0000.2,K,A*11
$GPRMC,020221,A,1343.7449,N,10046.8597,E,000.2,195.9,261203,000.5,W,A*06
$GPGGA,020221,1343.7445,N,10046.8595,E,1,04,02.36,000011.6,M,-026.8,M,0000,*60
$GPZDA,020222,26,12,2003,+00,00*65
$GPDTM,W84,,00.0000,N,00.0000,W,,W84*53
$GPGLL,1343.7445,N,10046.8595,E,020221,A,A*41
```

ก. 0000 ข. 5WA

ค. W84 ง. 7445 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. มุม 3 องศา เท่ากับกี่ลิปดา?

ก. 60 ลิปดา ข. 120 ลิปดา

ค. 180 ลิปดา ง. 210 ลิปดา

22. มุม 1 องศา เท่ากับกี่ฟิลิปดา?

ก. 60 ฟิลิปดา ข. 300 ฟิลิปดา

ค. 1200 ฟิลิปดา ง. 3600 ฟิลิปดา

23. มุม 59.50 ลิปดา เท่ากับกี่องศา?

ก. 0.9916 องศา ข. 1.9816 องศา

ค. 2.9916 องศา ง. 3.9816 องศา

24. $(1330.0000)_{ddmm.mmmm}$ มีค่าเท่าใดในรูปแบบ $(\quad)_{dd.dddddd}$?

ก. *13.300000* ข. *13.500000*

ค. *13.700000* ง. *13.900000*

25. $(05.38.29)_{dd.mm.ss}$ มีค่าเท่าใดในรูปแบบ $(\quad)_{dd.dddddd}$?

ก. *05.141308* ข. *05.382900*

ค. *05.481522* ง. *05.641388*

26. $(10045.0000)_{dddmm.mmmm}$ มีค่าเท่าใดในรูปแบบ $(\quad)_{ddd.dddddd}$?

ก. *100.450000* ข. *100.750000*

ค. *101.250000* ง. *101.450000*

27. จงหาระยะทางที่มุม 1 องศา จากตำแหน่งละติจูดที่ 26.150600 ไปยังละติจูด ที่ 26.150500 ซึ่งห่างกัน 8 เมตร?

ก. 48,000 เมตร ข. 78,000 เมตร

ค. 80,000 เมตร ง. 102,000 เมตร

28. จงหาระยะทางที่มุม 1 ฟิลิปดา จากตำแหน่งละติจูดที่ 07.999950 ไปยังละติจูดที่ 08.000020 ซึ่งห่างกัน 9 เมตร?

ก. 36 เมตร ข. 46 เมตร

ค. 56 เมตร ง. 76 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. จากตำแหน่งลองจิจูดที่ 102.443640 ไปยังลองจิจูดที่ 102.243640 ห่างกันประมาณ 24 กม. จงหาค่าระยะทางที่มุม 1 องศา ?

ก. 68 กม. ข. 82 กม.

ค. 93 กม. ง. 120 กม.

30. จากตำแหน่งลองจิจูดที่ 003.750300 ไปยังลองจิจูดที่ 003.750000 ห่างกันประมาณ 29.40 เมตร จงหาค่าระยะทางที่มุม 36 ฟิลิปดา ?

ก. 56 เมตร ข. 128 เมตร

ค. 334 เมตร ง. 980 เมตร

31. ข้อใดคือหน้าที่ของ Checksum ในโปรโตคอล NMEA-0183 ?

ก. ตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาด ข. แก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

ค. จัดเรียงข้อมูลที่สลับบิตใหม่ ง. แปลงข้อมูลเป็นระบบเลขฐาน 16

32. วิธีการในการทำ Checksum คือข้อใด ?

ก. OR ข. AND

ค. Exclusive-OR ง. Exclusive-AND

33. ข้อมูลส่วนใดที่ <u>ไม่ได้</u> นำไปใช้ในการคำนวณหาค่า Checksum ?

ก. คอมม่า (,) ข. ตัวอักษร

ค. ตัวเลข ง. ดอกจันทร์ (*)

34. $(4B)_{HEX}$ มีค่าเป็นเท่าใดในระบบเลข Binary 8421 Code ?

ก. 1101 1001 ข. 0101 1111

ค. 0100 1011 ง. 1100 0101

35. จากผลการทดลองมีข้อมูล $GP,3k = (47\ 50\ 2C\ 33\ 6B)_{HEX}$ ผลของ Checksum คือข้อใด?

ก. 27 ข. 63

ค. 7D ง. A4

36.จากผลการทดลองด้านล่าง ค่าของ HDOP คือข้อใด?

$GPGSA,A,3,07,11,18,19,22,24,27,31,,,,,02.40,01.20,02.20*3E

ก. 01.20 ข. 02.20

ค. 02.40 ง. 07.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37. จากผลการรับสัญญาณ *HDOP* = 1.80 มีความหมายตรงกับข้อใด?

ก. ดีมาก ข. ดี

ค. ปานกลาง ง. พอใช้

38. จากผลการรับสัญญาณ *VDOP* = 5.10 มีความหมายตรงกับข้อใด?

ก. ดีมาก ข. ดี

ค. ปานกลาง ง. พอใช้

39. กรณีค่าของ *VDOP = 0.00* มีความหมายตรงกับข้อใด?

ก. สัญญาณอ่อนมาก ข. สัญญาณผิดเพี้ยนต่ำ

ค. รับสัญญาณไม่ได้ ง. สัญญาณไม่แปรปรวน

40. จากผลการรับสัญญาณ *HDOP =4.0* และ *VDOP =3.0* จงหาค่า *PDOP* คือข้อใด?

ก. 2.8 ข. 3.6

ค. 5.0 ง. 7.5

41. จุดติดตั้งสายอากาศอยู่ที่ลองติจูต 94.5 องศาตะวันออก จัดอยู่ใน *UTM Zone Number* ใด?

ก. *UTM Zone* 16 ข. *UTM Zone* 27

ค. *UTM Zone* 34 ง. *UTM Zone* 47

42. เวลามาตรฐาน UTC จะเปลี่ยนแปลง 2 ชั่วโมง เมื่อตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงกี่องศา?

ก. 10 องศา ข. 20 องศา

ค. 30 องศา ง. 50 องศา

43. ค่าผลต่างของเวลามาตรฐาน UTC กับเวลาท้องถิ่น ที่ตำแหน่ง 126.0 ตะวันออก

ก. – 3.8 ชั่วโมง ข. + 5.0 ชั่วโมง

ค. – 6.2 ชั่วโมง ง. + 8.4 ชั่วโมง

44. จากผลการทดลองข้อใดคือค่าละติจูต (Latitude)?

$GPGLL,1123.1235,N,11446.8450,E,064547,A,A*3A

ก. 1123.1235 N ข. 064547 A

ค. 11.811023 S ง. 11446.8450 E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45. จากผลการทดลองด้านล่าง ข้อใดคือค่าลองจิจูต (Longitude)?

$GPGLL,1123.1235,N,11446.8450,E,064547,A,A*3A

ก. 1123.1235 N ข. 064547 A

ค. 11.811023 S ง. 11446.8450 E

46. ค่า MSL คืออะไร?

ก. ค่าความเร็วเฉลี่ยในแนวระนาบ ข. ค่าระดับความแรงต่ำสุดของสัญญาณ

ค. ค่าความแปรปรวนของสนามแม่เหล็ก ง. ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

47. ข้อใดเป็นค่าความแปรปรวนเนื่องจากสนามแม่เหล็กของเครื่องรับ GPS?

ก. 013.4 N ข. 115.90 K

ค. 212.5 M ง. 307.80 E

48. จากข้อมูลเครื่องรับดาวเทียม GPS ทำงานอยู่ในโหมดใดและแสดงผลกี่มิติ?

$GPGSA, A, 2, 05, 20, 21, 22, 32,,,,,, 1.8, 1.4 1.6*38

ก. ทำงานโหมดกึ่งอัตโนมัติและแสดงผลแบบ 2 มิติ

ข. ทำงานโหมดกึ่งอัตโนมัติและแสดงผลแบบ 3 มิติ

ค. ทำงานในโหมดอัตโนมัติและแสดงผลแบบ 2 มิติ

ง. ทำงานในโหมดอัตโนมัติและแสดงผลแบบ 3 มิติ

49. หน่วยวัดความเร็วที่ใช้วัดในระบบ GPS คือ

ก. Km/Hr. ข. Knot

ค. m/s และ Km/Hr. ง. Knot และ Km/Hr.

50. เครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบชนิดใด?

ก. Continuous Receivers

ข. Single Channel Receivers

ค. Fast-Multiplexing Single Receivers

ง. Two-Channel Sequencing Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยข้อสอบ

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1.	ค	21.	ค	41.	ง
2.	ก	22.	ง	42.	ค
3.	ง	23.	ก	43.	ง
4.	ข	24.	ข	44.	ก
5.	ก	25.	ง	45.	ง
6.	ข	26.	ข	46.	ง
7.	ก	27.	ค	47.	ค
8.	ข	28.	ก	48.	ค
9.	ค	29	ง	49	ง
10.	ข	30.	ง	50.	ก
11.	ข	31.	ก		
12.	ง	32.	ค		
13.	ค	33.	ง		
14.	ข	34.	ค		
15.	ค	35.	ข		
16.	ก	36.	ก		
17.	ข	37.	ก		
18.	ค	38.	ข		
19.	ง	39.	ค		
20.	ก	40.	ค		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	$S.D.$
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	4	4	4.33	0.58
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4	4	4	4.00	0.00
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58
6. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4	5	4	4.33	0.58
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4	5	4	4.33	0.58
9. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4	4	4	4.00	0.00
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5	5	5	5.00	0.00
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.39	0.38

ตารางที่ ฉ.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	$S.D.$
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5	5	5	5.00	0.00
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	5	5	5	5.00	0.00
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5	4	4	4.33	0.58
7. การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	5	5	5.00	0.00
8. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00
9. ความเหมาะสมของภาพและตาราง	5	5	5	5.00	0.00
10. ความเหมาะสมของสีพื้น	4	5	5	4.67	0.58
11. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	4	5	4	4.33	0.58
12. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.83	0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1					ใบงานการทดลองที่ 2					ใบงานการทดลองที่ 3				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4	5	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	4	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	5	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5	5	4	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	4	4	4.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00
เฉลี่ยรวม				4.50	0.38	-			4.47	0.43	-			4.53	0.34

ตารางที่ ฉ.4 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4					ใบงานการทดลองที่ 5					ใบงานการทดลองที่ 6				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.
	คน1	คน2	คน3			คน1	คน2	คน3			คน1	คน2	คน3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	5	5.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.53	5	4	4	4.33	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	4	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	4	4	4.00	0.00	5	5	4	4.67	0.58	5	5	4	4.67	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	4	4	4.33	0.58	4	3	4	3.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	4	5	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	4	4	5	4.33	0.58
เฉลี่ยรวม				4.42	0.29	-			4.36	0.48	-			4.33	0.29

ตารางที่ ฉ.7 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 1	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 8	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	0	1	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.7 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 26	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 28	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 36	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 40	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	1	1	0	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 46	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.8 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=30

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 1	13	5	0.60	0.53	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	12	7	0.63	0.33	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	13	7	0.67	0.40	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	8	4	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	12	3	0.50	0.60	0.50	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	13	4	0.57	0.60	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	10	2	0.40	0.53	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	14	7	0.70	0.47	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	8	2	0.33	0.40	0.67	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 26	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	12	5	0.57	0.47	0.43	0.25	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.8 (ต่อ)

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 28	10	6	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	12	7	0.63	0.33	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	12	5	0.57	0.47	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	9	3	0.40	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	13	7	0.67	0.40	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	7	2	0.30	0.33	0.70	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 36	14	7	0.70	0.47	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	8	4	0.40	0.27	0.60	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	10	4	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 40	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	14	8	0.73	0.40	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	11	5	0.53	0.40	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 46	13	6	0.63	0.47	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	12	6	0.60	0.40	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	10	4	0.47	0.40	0.53	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
รวม	579	316	29.83	17.53	-	$\Sigma pq = 11.41$	
เฉลี่ย	10	5	0.50	0.32	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.9 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	47	2,209
กลุ่มสูงคนที่ 2	46	2,116
กลุ่มสูงคนที่ 3	46	2,116
กลุ่มสูงคนที่ 4	45	2,025
กลุ่มสูงคนที่ 5	45	2,025
กลุ่มสูงคนที่ 6	44	1,936
กลุ่มสูงคนที่ 7	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 8	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 9	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 10	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 11	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 12	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 13	39	1,521
กลุ่มสูงคนที่ 14	38	1,444
กลุ่มสูงคนที่ 15	38	1,444
กลุ่มต่ำคนที่ 1	37	1,369
กลุ่มต่ำคนที่ 2	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 3	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 4	36	1,296
กลุ่มต่ำคนที่ 5	35	1,225
กลุ่มต่ำคนที่ 6	33	1,089
กลุ่มต่ำคนที่ 7	32	1,024
กลุ่มต่ำคนที่ 8	31	961
กลุ่มต่ำคนที่ 9	31	961
กลุ่มต่ำคนที่ 10	30	900
กลุ่มต่ำคนที่ 11	30	900
กลุ่มต่ำคนที่ 12	29	841

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.9 (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มตำคนที่ 13	29	841
กลุ่มตำคนที่ 14	28	784
กลุ่มตำคนที่ 15	27	729
รวม	$\Sigma x = 1,114$	$\Sigma x^2 = 42440$

$$S_t^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{30 \times 42440 - (1114)^2}{30 \times 29}$$

$$S_t^2 = \frac{1273200 - 1240996}{870}$$

$$S_t^2 = 37.02$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1}\left[1 - \frac{11.41}{37.02}\right]$$

$$r_{tt} = 1.02[1 - 0.31]$$

$$r_{tt} = 0.71$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.10 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่ง

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
1	17	37	19	367
2	12	40	28	803
3	14	39	25	625
4	12	32	19	367
5	16	36	20	400
6	13	37	24	584
7	14	37	23	544
8	17	32	15	225
9	20	41	21	434
10	12	39	27	711
11	21	42	22	469
12	13	40	27	711
13	13	47	33	1,111
14	17	37	19	367
15	13	39	26	667
16	12	42	31	951
17	13	36	22	506
18	22	42	21	434
19	12	37	25	625
20	14	40	26	667
21	17	32	15	225
22	14	38	24	584
23	21	47	26	667
24	17	42	25	625
25	13	27	13	178
26	12	42	31	951

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
27	15	41	26	667
28	19	37	18	336
29	17	38	22	469
30	19	44	25	625
รวม	463	1,162	698	16,899
เฉลี่ย	15	39	-	-

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

$$t = \frac{698}{\sqrt{\frac{30*16,899-(698)^2}{29}}}$$

$$t = \frac{698}{26.107}$$

$$t = 26.736$$

ค่า $df = n-1 = 30-1 = 29$

กำหนดค่า $\alpha = 0.01$

เปิดตาราง t ได้ค่า $t_{.01,29} = \pm 2.756$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL SEMICONDUCTOR

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

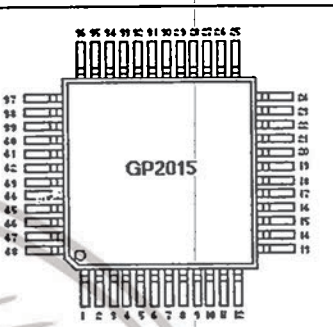
- C/A Code Global Positioning by Satellite Receivers
- Time Standards
- Navigation
- Surveying

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



FP48

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	PD_N	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	V_{CC}/V_{DD} + 0.5V
except LD (pin 21) and PReset (pin 9), which are	5.5V
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 signal received via an antenna and a suitable LNA. The L1 input is a spread spectrum signal at 1575.42MHz with 1.023Mbps 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, in 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 175.42 MHz can then be filtered before being applied to the second stage. The double-balanced stage 1 mixer outputs are open-collectors, 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 IF at 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 this 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 and 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 third mixer which provides filtering centred on 4.309 MHz. The IF 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.

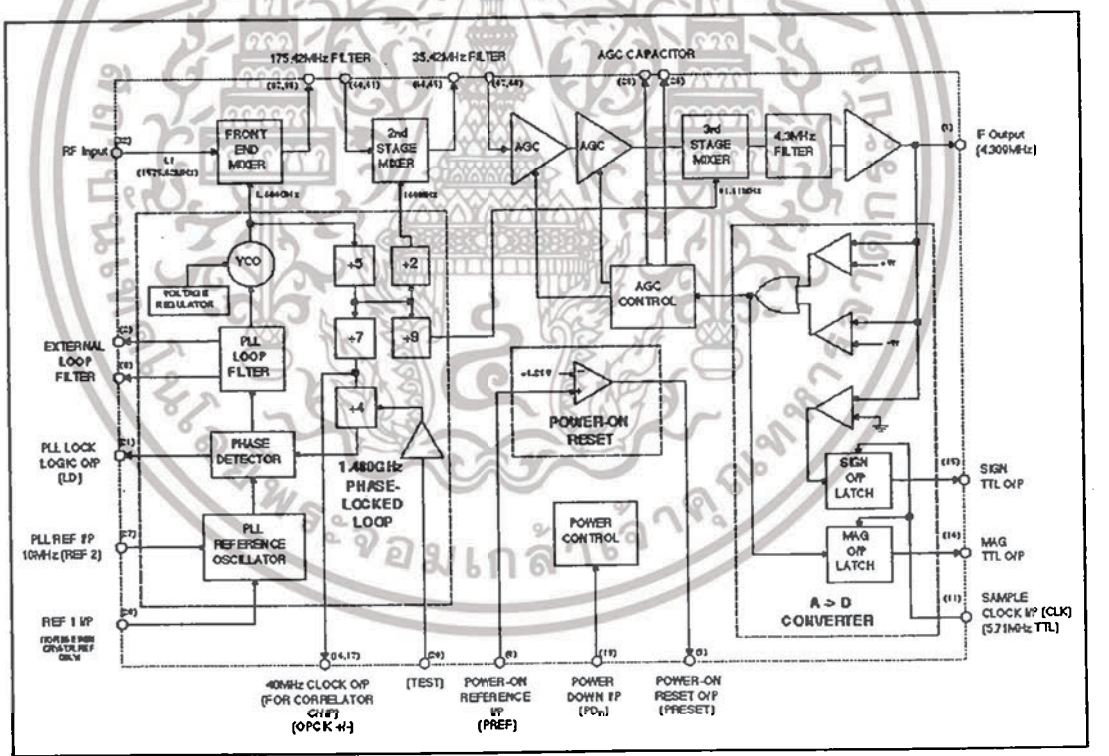


Fig. 2 Block diagram of GP2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

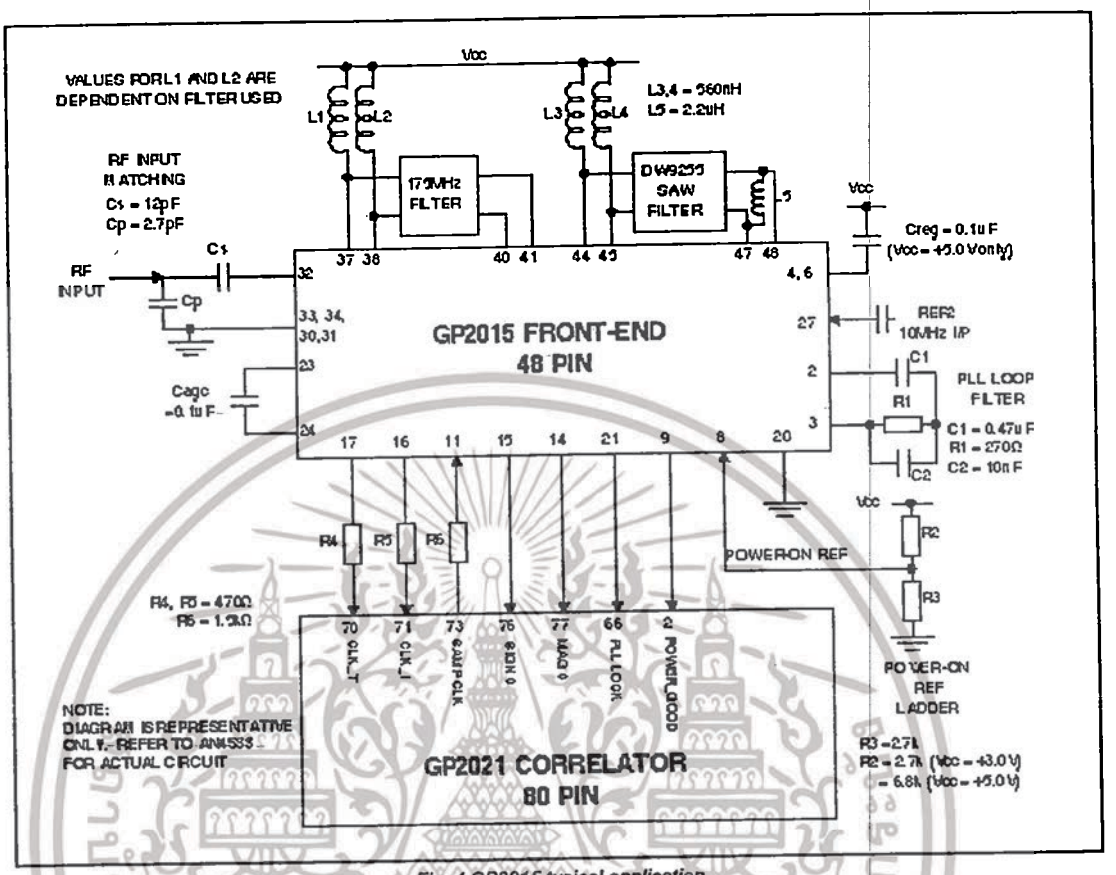


Fig. 4 GP2015 typical application

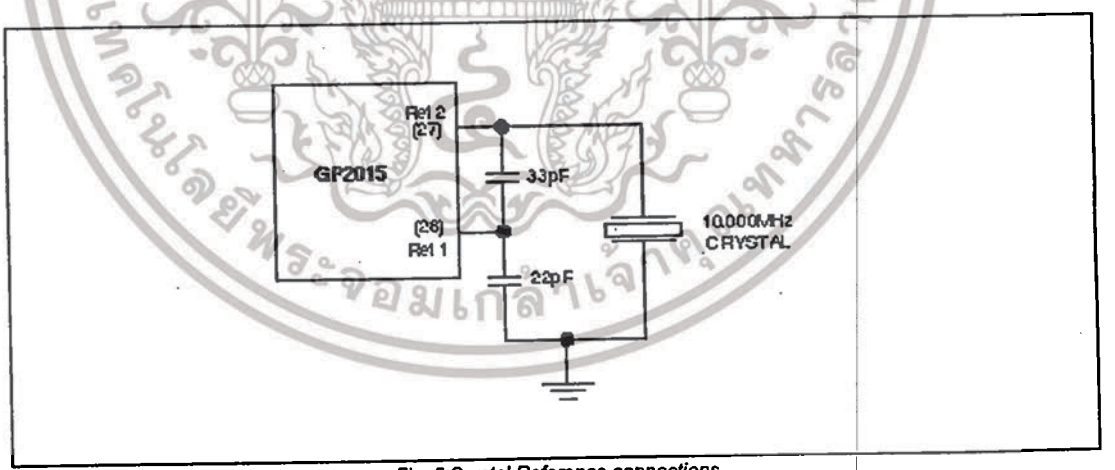


Fig. 5 Crystal Reference connections

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

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 ±4% tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and ±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.

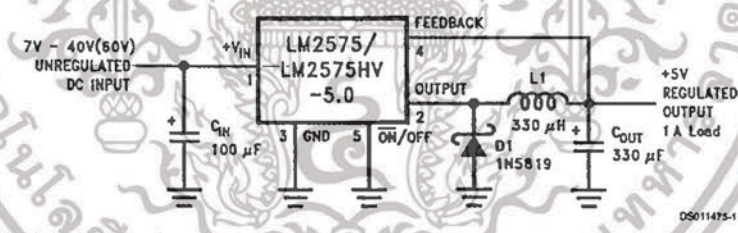
Features

- 3.3V, 5V, 12V, 15V, and adjustable output versions
- Adjustable version output voltage range, 1.23V to 37V (57V for HV version) ±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)



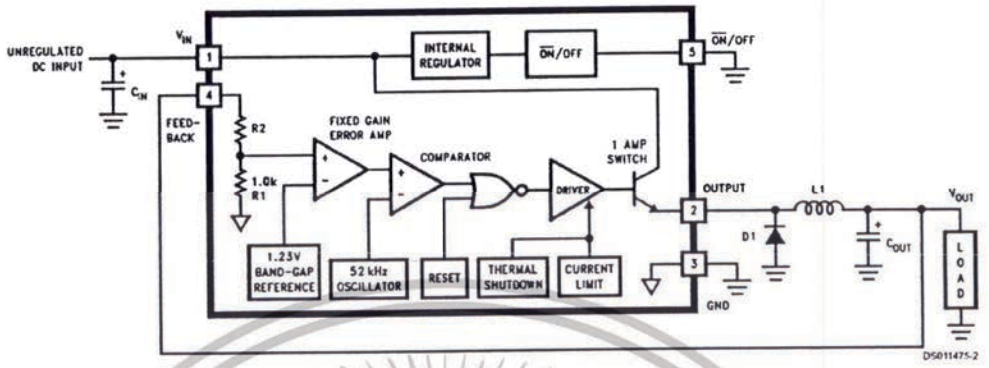
Note: Pin numbers are for the TO-220 package.

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

© 1999 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram and Typical Application

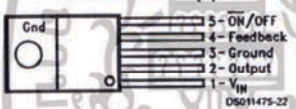


3.3V, R2 = 1.7k
5V, R2 = 3.1k
12V, R2 = 8.84k
15V, R2 = 11.3k
For ADJ. Version
R1 = Open, R2 = 0Ω
Note: Pin numbers are for the TO-220 package.

FIGURE 1.

Connection Diagrams (XX indicates output voltage option. See Ordering Information table for complete part number.)

Straight Leads
5-Lead TO-22 (T)



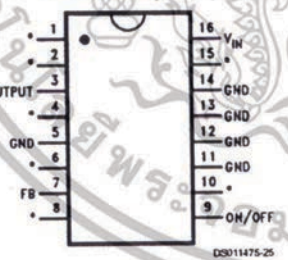
Top View
LM2575T-XX or LM2575HVT-XX
See NS Package Number T05A

Bent, Staggered Leads
5-Lead TO-220 (T)

Top View

Side View
LM2575T-XX Flow LB03 or
LM2575HVT-XX Flow LB03
See NS Package Number T05D

16-Lead DIP (N or J)



*No Internal Connection

Top View
LM2575N-XX or LM2575HVN-XX
See NS Package Number N16A
LM1575J-XX-QML
See NS Package Number J16A

24-Lead Surface Mount (M)

*No Internal Connection

Top View
LM2575M-XX or LM2575HVM-XX
See NS Package Number M24B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM1575-12, LM2575-12, LM2575HV-12 Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for T_J = 25°C, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**.

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM1575-12	LM2575-12 LM2575HV-12	Units (Limits)
				Limit (Note 2)	Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit *Figure 2*						
V_{OUT}	Output Voltage	V_{IN} = 25V, I_{LOAD} = 0.2A Circuit of *Figure 2*	12	 11.88 12.12	 11.76 12.24	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	0.2A ≤ I_{LOAD} ≤ 1A, 15V ≤ V_{IN} ≤ 40V Circuit of *Figure 2*	12	 11.64/11.52 12.36/12.48	 11.52/11.40 12.48/12.60	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	0.2A ≤ I_{LOAD} ≤ 1A, 15V ≤ V_{IN} ≤ 60V Circuit of *Figure 2*	12	 11.64/11.52 12.42/12.54	 11.52/11.40 12.54/12.66	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	V_{IN} = 15V, I_{LOAD} = 1A	88			%

LM1575-15, LM2575-15, LM2575HV-15 Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for T_J = 25°C, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**.

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM1575-15	LM2575-15 LM2575HV-15	Units (Limits)
				Limit (Note 2)	Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit *Figure 2*						
V_{OUT}	Output Voltage	V_{IN} = 30V, I_{LOAD} = 0.2A Circuit of *Figure 2*	15	 14.85 15.15	 14.70 15.30	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	0.2A ≤ I_{LOAD} ≤ 1A, 18V ≤ V_{IN} ≤ 40V Circuit of *Figure 2*	15	 14.55/14.40 15.45/15.60	 14.40/14.25 15.60/15.75	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	0.2A ≤ I_{LOAD} ≤ 1A, 18V ≤ V_{IN} ≤ 60V Circuit of *Figure 2*	15	 14.55/14.40 15.525/15.675	 14.40/14.25 15.68/15.83	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	V_{IN} = 18V, I_{LOAD} = 1A	88			%

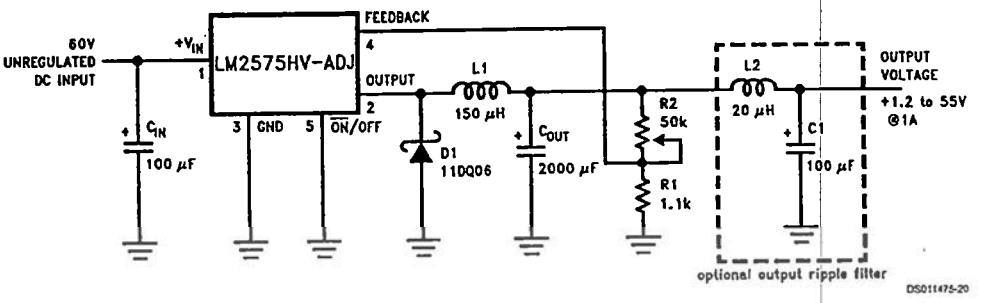
LM1575-ADJ, LM2575-ADJ, LM2575HV-ADJ Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for T_J = 25°C, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**.

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM1575-ADJ	LM2575-ADJ LM2575HV-ADJ	Units (Limits)
				Limit (Note 2)	Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit *Figure 2*						
V_{OUT}	Feedback Voltage	V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A V_{OUT} = 5V Circuit of *Figure 2*	1.230	 1.217 1.243	 1.217 1.243	V V(Min) V(Max)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Additional Applications (Continued)



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

FIGURE 15. 1.2V to 55V Adjustable 1A Power Supply with Low Output Ripple

Definition of Terms

BUCK REGULATOR

A switching regulator topology in which a higher voltage is converted to a lower voltage. Also known as a step-down switching regulator.

BUCK-BOOST REGULATOR

A switching regulator topology in which a positive voltage is converted to a negative voltage without a transformer.

DUTY CYCLE (D)

Ratio of the output switch's on-time to the oscillator period.

$$\textit{for buck regulator} \quad D = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$$\textit{for buck-boost regulator} \quad D = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{|V_O|}{|V_O| + V_{IN}}$$

CATCH DIODE OR CURRENT STEERING DIODE

The diode which provides a return path for the load current when the LM2575 switch is OFF.

EFFICIENCY (η)

The proportion of input power actually delivered to the load.

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{P_{OUT}}{P_{OUT} + P_{LOSS}}$$

CAPACITOR EQUIVALENT SERIES RESISTANCE (ESR)

The purely resistive component of a real capacitor's impedance (see *Figure 16*). It causes power loss resulting in capacitor heating, which directly affects the capacitor's operating lifetime. When used as a switching regulator output filter, higher ESR values result in higher output ripple voltages.

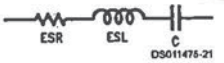


FIGURE 16. Simple Model of a Real Capacitor

Most standard aluminum electrolytic capacitors in the 100 µF–1000 µF range have 0.5Ω to 0.1Ω ESR. Higher-grade capacitors ("low-ESR", "high-frequency", or "low-inductance") in the 100 µF–1000 µF range generally have ESR of less than 0.15Ω.

EQUIVALENT SERIES INDUCTANCE (ESL)

The pure inductance component of a capacitor (see *Figure 16*). The amount of inductance is determined to a large extent on the capacitor's construction. In a buck regulator, this unwanted inductance causes voltage spikes to appear on the output.

OUTPUT RIPPLE VOLTAGE

The AC component of the switching regulator's output voltage. It is usually dominated by the output capacitor's ESR multiplied by the inductor's ripple current (ΔI_{IND}). The peak-to-peak value of this sawtooth ripple current can be determined by reading the Inductor Ripple Current section of the Application hints.

CAPACITOR RIPPLE CURRENT

RMS value of the maximum allowable alternating current at which a capacitor can be operated continuously at a specified temperature.

STANDBY QUIESCENT CURRENT (I_{STBY})

Supply current required by the LM2575 when in the standby mode ($\overline{ON}$/OFF pin is driven to TTL-high voltage, thus turning the output switch OFF).

INDUCTOR RIPPLE CURRENT (ΔI_{IND})

The peak-to-peak value of the inductor current waveform, typically a sawtooth waveform when the regulator is operating in the continuous mode (vs. discontinuous mode).

CONTINUOUS/DISCONTINUOUS MODE OPERATION

Relates to the inductor current. In the continuous mode, the inductor current is always flowing and never drops to zero, vs. the discontinuous mode, where the inductor current drops to zero for a period of time in the normal switching cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

June 2001

+5V Powered, Dual RS-232 Transmitter/Receiver

Features

- Meets All RS-232C and V.28 Specifications
- Requires Only Single +5V Power Supply
- Onboard Voltage Doubler/Inverter
- Low Power Consumption
- 2 Drivers
  - ±9V Output Swing for +5V Input
  - 300Ω Power-off Source Impedance
  - Output Current Limiting
  - TTL/CMOS Compatible
  - 30V/µs Maximum Slew Rate
- 2 Receivers
  - ±30V Input Voltage Range
  - 3kΩ to 7kΩ Input Impedance
  - 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection
- All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

- Any System Requiring RS-232 Communications Port
  - Computer - Portable and Mainframe
  - Peripheral - Printers and Terminals
  - Portable Instrumentation
  - Modems
- Dataloggers

Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C and V.28 specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

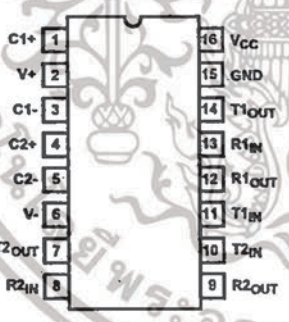
The drivers feature true TTL/CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to +30V, and have a 3kΩ to 7kΩ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

Ordering Information

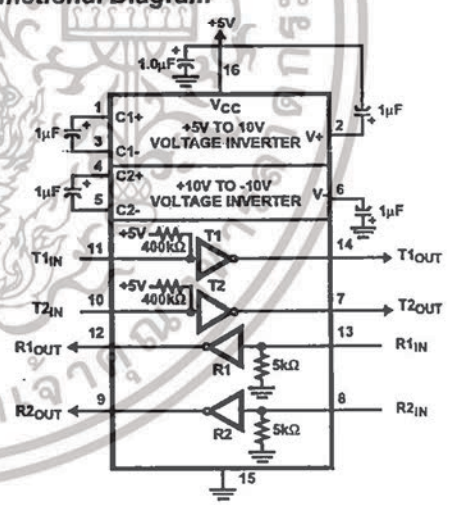
PART NUMBER	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
ICL232CPE	0 to 70	16 Ld PDIP	E16.3
ICL232CBE	0 to 70	16 Ld SOIC	M16.3
ICL232IPE	-40 to 85	16 Ld PDIP	E16.3
ICL232IBE	-40 to 85	16 Ld SOIC	M16.3
ICL232MJE	-55 to 125	16 Ld CERDIP	F16.3

Pinout

ICL232 (PDIP, CERDIP, SOIC)
TOP VIEW



Functional Diagram



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
1-888-INTERSIL or 321-724-7143 | Intersil (and design) is a registered trademark of Intersil Americas Inc.
Copyright © Intersil Americas Inc. 2002. All Rights Reserved

File Number 3020.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

V_{CC} to Ground ..... (GND -0.3V) < V_{CC} < 6V
V+ to Ground ..... (V_{CC} -0.3V) < V+ < 12V
V- to Ground ..... -12V < V- < (GND +0.3V)
Input Voltages
$T1_{IN}$, $T2_{IN}$ ..... (V- -0.3V) < V_{IN} < (V+ +0.3V)
$R1_{IN}$, $R2_{IN}$ ..... ±30V
Output Voltages
$T1_{OUT}$, $T2_{OUT}$ ..... (V- -0.3V) < V_{TXOUT} < (V+ +0.3V)
$R1_{OUT}$, $R2_{OUT}$ ..... (GND -0.3V) < V_{RXOUT} < (V_{CC} +0.3V)
Short Circuit Duration
$T1_{OUT}$, $T2_{OUT}$ ..... Continuous
$R1_{OUT}$, $R2_{OUT}$ ..... Continuous

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	θ_{JA} (°C/W)	θ_{JC} (°C/W)
CERDIP Package	80	18
PDIP Package	100	N/A
SOIC Package	100	N/A

Maximum Junction Temperature
Plastic Packages ..... 150°C
Ceramic Package ..... 175°C
Maximum Storage Temperature Range ..... -65°C to 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s) ..... 300°C

Operating Conditions

Temperature Ranges
ICL232C ..... 0°C to 70°C
ICL232I ..... -40°C to 85°C
ICL232M ..... -55°C to 125°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

1. θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

Electrical Specifications

Test Conditions: V_{CC} = +5V ±10%, T_A = Operating Temperature Range, Test Circuit as in Figure 8 Unless Otherwise Specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Transmitter Output Voltage Swing, T_{OUT}	$T1_{OUT}$ and $T2_{OUT}$ Loaded with 3kΩ to Ground	±5	±9	±10	V
Power Supply Current, I_{CC}	Outputs Unloaded, T_A = 25°C	-	5	10	mA
T_{IN}, Input Logic Low, V_{IL}		-	-	0.8	V
T_{IN}, Input Logic High, V_{IH}		2.0	-	-	V
Logic Pullup Current, I_P	$T1_{IN}$, $T2_{IN}$ = 0V	-	15	200	µA
RS-232 Input Voltage Range, V_{IN}		-30	-	+30	V
Receiver Input Impedance, R_{IN}	V_{IN} = ±3V	3.0	5.0	7.0	kΩ
Receiver Input Low Threshold, V_{IN} (H-L)	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C	0.8	1.2	-	V
Receiver Input High Threshold, V_{IN} (L-H)	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C	-	1.7	2.4	V
Receiver Input Hysteresis, V_{HYST}		0.2	0.5	1.0	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V_{OL}	I_{OUT} = 3.2mA	-	0.1	0.4	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V_{OH}	I_{OUT} = -1.0mA	3.5	4.6	-	V
Propagation Delay, t_{PD}	RS-232 to TTL	-	0.5	-	µs
Instantaneous Slew Rate, SR	C_L = 10pF, R_L = 3kΩ, T_A = 25°C (Notes 2, 3)	-	-	30	V/µs
Transition Region Slew Rate, SR_T	R_L = 3kΩ, C_L = 2500pF Measured from +3V to -3V or -3V to +3V	-	3	-	V/µs
Output Resistance, R_{OUT}	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V	300	-	-	Ω
RS-232 Output Short Circuit Current, I_{SC}	$T1_{OUT}$ or $T2_{OUT}$ Shorted to GND	-	±10	-	mA

NOTES:

2. Guaranteed by design.
3. See Figure 4 for definition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Circuits

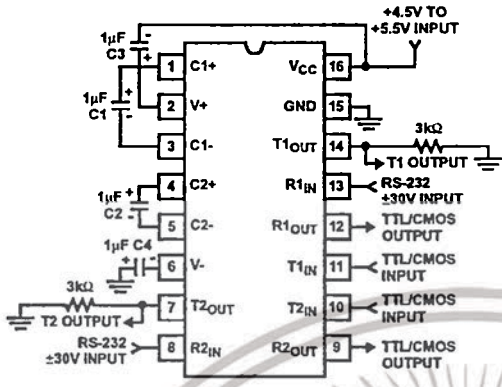


FIGURE 1. GENERAL TEST CIRCUIT

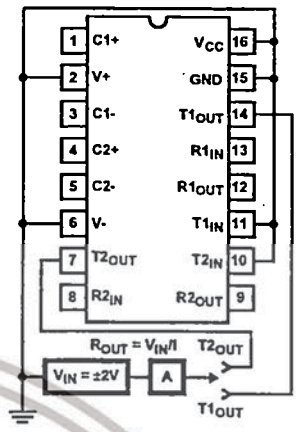


FIGURE 2. POWER-OFF SOURCE RESISTANCE CONFIGURATION

Typical Performance Curves

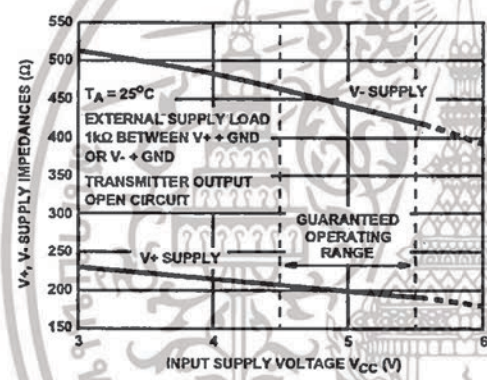


FIGURE 3. V+, V- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC}

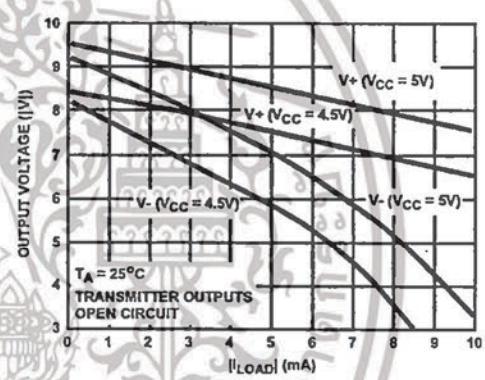


FIGURE 4. V+, V- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

PDIP, CERDIP	SOIC	PIN NAME	DESCRIPTION
1	1	C1+	External capacitor "+" for internal voltage doubler.
2	2	V+	Internally generated +10V (typical) supply.
3	3	C1-	External capacitor "-" for internal voltage doubler.
4	4	C2+	External capacitor "+" internal voltage inverter.
5	5	C2-	External capacitor "-" internal voltage inverter.
6	6	V-	Internally generated -10V (typical) supply.
7	7	$T2_{OUT}$	RS-232 Transmitter 2 output ±10V (typical).
8	8	$R2_{IN}$	RS-232 Receiver 2 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
9	9	R2out	Receiver 2 TTL/CMOS output.
10	10	$T2_{IN}$	Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้