บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON SATELLITE COMPONENTS

บรรจง สุวรรณ์
BANJONG SUWANNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และการศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2545
ISBN 974-649-815-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON
SATELLITE COMPONENTS

บรรจง สุรพุทธ

BANJONG SURAPUTH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974 – 648 – 815 - 5

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON SATELLITE COMPONENTS

BANJONG SURAPUTH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL
TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974 – 648 – 815 - 5

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม
นักศึกษา	นายบรรจง สุรพุทธ
รหัสประจำตัว	40064421
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
	ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียมและหาประสิทธิภาพ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียมของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test independent ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.25/85.50 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตร์ช่วยสอนและกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Satellite Components
Student	Mr. Banjong Suraputh
Student ID.	40064421
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2002
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Supit Karnjanapun
Thesis Co-Advisor	Dr.Surasit Ratree
	Assistant Professor. Dr. Pannee Leekitwatana

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop a computer program as an Assisted Instruction tool on Satellite Components and explore its effectiveness. The hypotheses of this study were 1) the Computer Assisted Instruction on Satellite Components will be efficient according to the criteria of high standard quality towards students' learning and 2) the learning achievement on the experimental groups instructed by using Computer Assisted Instruction was differrence that of the controlled group (i.e. the group learned without the Computer Assisted Instruction)

The samples of this study were randomly selected from 60 Diploma students of Electronics at Loei Technical College. The samples were divided into 3 groups of 20 each : Experimental group 1, Experimental group 2 and Controlled group. The study explored the effectiveness of the Computer Assisted Instruction and learning achievement among the three groups. The experimental group 1 and 2 were instructed by using Computer Assisted Instruction while the controlled group was instructed with a regular lesson. Data of the study were obtained from the learning achievement test and then were analyzed statistically by using t-test independent the findings were as followed :

1. The Computer Assisted Instruction created has an efficiencies at 84.25/85.50 according to 80:80 standard criteria

2. There was no significant difference between learning achievements of Control groups and Experimental group.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์, ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี, ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ทุกท่านกรุณาให้กำลังใจและขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.โอวาท พูลศิริ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้กำลังใจช่วยเหลือตรวจสอบ แนะนำในบางจุดที่ผู้วิจัยได้ติดปัญหาบางอย่าง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจในปัญหานั้น นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม, อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์, อาจารย์วิลพ หาญประกอบ, อาจารย์จริยา โพธิสาร, อาจารย์สาโรจน์ เพ็งบุญ, อาจารย์ธานินทร์ ทองเผ้า ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไข เพื่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณดวงจันทร์ สุรพุทธ, คุณสวรรยา สุรพุทธ, คุณธมศรฐ สุรพุทธ, คุณทวี สุชิน ที่เป็นกำลังใจให้การสนับสนุน เสนอแนะเอาใจใส่ดูแล และช่วยเหลือตลอดมา

ขอบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เคารพรักอย่างสูงยิ่งรวมทั้ง ญาติ พี่ น้องทุกคนที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนส่งเสริมและช่วยเหลือทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ ให้กำลังใจ แนะนำในด้านต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

บรรจง สุรพุทธ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย..... 5

1.4 กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย..... 5

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 6

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 7

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย..... 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

2.1 แผนการสอนวิชาการสื่อสารดาวเทียม..... 9

2.2 ระบบการสื่อสารดาวเทียม..... 10

2.3 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล..... 18

2.4 คอมพิวเตอร์กับการศึกษา..... 19

2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... 33

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ..... 37

2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... 42

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 51

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 51

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 52

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 62

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 64

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 66

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... 66

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ..... 66

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 68

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 68

5.2 สมมุติฐานของการวิจัย..... 68

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 68

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 69

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 69

5.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 70

5.7 สรุปผลของการวิจัย..... 70

5.8 อภิปรายผลของการวิจัย..... 71

5.9 ข้อเสนอแนะ..... 72

บรรณานุกรม..... 74

ภาคผนวก..... 81

ภาคผนวก ก..... 82

หนังสือราชการต่าง ๆ..... 83

ภาคผนวก ข..... 92

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา..... 93

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ..... 94

แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม..... 95

ภาคผนวก ค..... 104

การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง..... 105

ภาคผนวก ง..... 118

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน..... 119

เฉลยข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม..... 124

แบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน..... 125

เฉลยแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน..... 131

ภาคผนวก จ..... 132

แผนการสอนรายวิชา..... 133

หน่วยการสอนทฤษฎี..... 134

เนื้อหาวิชาการสื่อสารดาวเทียม..... 136

ภาคผนวก ฉ..... 159

คู่มือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม..... 160

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม..... 172

ประวัติผู้เขียน 176

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ.....	55
3.2 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น.....	60
3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ด้านเนื้อหา.....	61
3.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ....	62
4.1 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	66
4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ.....	67
ค 1 แสดงการคำนวณหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น	105
ค 2 แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Try out) เพื่อทดสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม.....	107
ค 3 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองกับนักเรียนจำนวน 20 คน.....	110
ค 4 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ.....	112
ค 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน	114
ค 6 แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม.....	117
ฉ.1 แสดงรายละเอียดไฟล์ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแผ่นซีดีรอม (CD – ROM).....	160

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของดาวเทียมไทยคม 1 และ 2	14
2.2 แสดงรูปแบบการใช้งานดาวเทียมไทยคม	16
2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น	25
2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น	25
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม	54
3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	59
จ.1 ปรากฏการณ์เลื่อนของดาวเทียมเข้าสู่จุดเสถียร	137
จ.2 ระบบรักษาเสถียรภาพของดาวเทียม	138
จ.3 ดาวเทียมแบบ Spinner	139
จ.4 ดาวเทียมแบบ Three axis	140
จ.5 ระบบตรวจจับและควบคุมตำแหน่งของดาวเทียมแบบ Spinner	141
จ.6 การเปลี่ยนแปลงวงโคจรของดาวเทียม	142
จ.7 การทำงานของระบบ TT&T	144
จ.8 ระบบสื่อสารของดาวเทียม	148
จ.9 ทรานส์พอนเดอร์แบบQuasi linear	149
จ.10 ผังของแต่ละทรานส์พอนเดอร์ในย่านความถี่ C-band	150
จ.11 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Regenerative	151
จ.12 พื้นที่ให้บริการแบบต่างๆ	152
จ.13 สายอากาศสะท้อนคลื่นแบบอาร์เรย์	154
จ.14 เทคนิคความถี่ซ้ำด้วยวิธีแยกลำคลื่น	155
จ.15 เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำด้วยวิธีการจัดโพลาไรซ์	156
จ.16 ผังของทรานส์พอนเดอร์ด้วยเทคนิคความถี่ซ้ำ	157
จ. 17 Polarized Isolation ที่ย่านความถี่ต่างๆ	158
ฉ.1 หน้าจอแรกของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	161
ฉ.2 แสดงวิธีการเรียกโปรแกรมในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ถูกยกเลิก AutoRun	161
ฉ.3 แสดงสถานะบน TastBar ของโปรแกรมกำลังเรียกขึ้นมา	162
ฉ.4 แสดงหน้าจอแรกของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกเรียกขึ้นมา	162

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ฉ.5	แสดงหน้าจอที่ 2 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	162
ฉ.6	แสดงหน้าจอที่ 3 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	163
ฉ.7	แสดงหน้าจอที่ 4 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	163
ฉ.8	แสดงหน้าจอที่ 5 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	164
ฉ.9	แสดงหน้าจอที่ 6 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	164
ฉ.10	แสดงการกรอกข้อมูลรายละเอียดของนักศึกษา	165
ฉ.11	แสดงเมนูหลัก เพื่อคลิกเข้าสู่เนื้อหาของโปรแกรม	166
ฉ.12	แสดงรูปภาพก่อนใช้เม้าส์คลิกเพื่อเข้า “คำแนะนำในการใช้โปรแกรม”	167
ฉ.13	แสดงแสดงคำแนะนำในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	168
ฉ.14	แสดงคำแนะนำในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	169
ฉ.15	แสดงรูปภาพเมื่อใช้เม้าส์คลิกดูวัตถุประสงค์การเรียนรู้	171
ฉ.16	แสดงรูปภาพวัตถุประสงค์การเรียนรู้	171
ฉ.17	แสดงรูปภาพเมื่อใช้เม้าส์คลิกเพื่อเข้าศึกษาเนื้อหาระบบการควบคุมตำแหน่งและวงโคจร	172
ฉ.18	แสดงหน้าที่ 1 ในส่วนของเนื้อหาเรื่องระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร	172
ฉ.19	แสดงหน้าสุดท้ายในส่วนของเนื้อหาระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร	173
ฉ.20	แสดงแบบฝึกหัดในส่วนของเนื้อหาเรื่องระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรข้อที่ 1.	173
ฉ.21	แสดงตัวอย่างเมื่อตอบคำถามและเลือกคำตอบที่ถูกต้อง	174
ฉ.22	แสดงตัวอย่างเมื่อตอบคำถามและเลือกตอบคำตอบที่ผิด โปรแกรมจะแจ้งว่าคุณตอบผิดและจะเฉลยคำตอบถูกต้องให้ทราบ	174
ฉ.23	แสดงสรุปผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด	175
ฉ.24	แสดงสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ	175

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสารและเทคโนโลยีด้านข่าวสาร (information technology) มีบทบาทมากขึ้นในสังคม ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ ในชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไป หรือแม้แต่ทางการเมือง การศึกษา ทำให้ได้รับความรู้ และใช้ข่าวสารต่าง ๆ มากมาย เทคโนโลยีข่าวสารที่เอื้ออำนวยให้ประชากรโลก รับรู้ความเปลี่ยนแปลงของประเทศต่าง ๆ ได้ทันเหตุการณ์ทั่วโลกอย่างเป็นปัจจุบันมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีที่มีส่วนช่วยให้ข่าวสารมีการแพร่กระจาย และใช้กันอย่างกว้างขวางทันสมัยที่สุดในปัจจุบันคือ " เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียม " (บริษัท สามารถเทลคอม จำกัด. 2540 :5) การสื่อสารผ่านดาวเทียม เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของประชาชน และอยู่เบื้องหลังความสำเร็จหลายด้าน เช่น การถ่ายทอดข่าวสาร และรายการต่าง ๆ จากทั่วทุกมุมโลกผ่านดาวเทียม การรับรายการโทรทัศน์โดยตรงจากดาวเทียม มีความสะดวกสบายรวดเร็ว ตลอดเวลาที่ผ่านมาหลาย ๆ ประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย ได้มีและใช้ประโยชน์จากดาวเทียมในกิจการต่าง ๆ มากมายหลายอย่าง เช่น เพื่อการสื่อสารทั่วไป การศึกษา การสำรวจทรัพยากร การตรวจสภาพอากาศ เป็นต้น การสื่อสารผ่านดาวเทียม หรือเรียกสั้น ๆ ว่า " การสื่อสารดาวเทียม " (satellite communication) (วิวัฒน์ กิรานนท์. 2533 ก:124) การสื่อสารระบบนี้นอกจากจะใช้เพื่อการติดต่อสื่อสารโดยทั่วไปแล้ว ยังนำไปใช้สำหรับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของโลก ใช้เป็นเครื่องมือในการหาข้อมูลทางเศรษฐกิจและทางการทหาร ตลอดเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ทรงคุณค่า (สุเจตน์ จันทรังษี. 2541 ก : 2)

การศึกษาระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องเรียนรู้และเข้าใจถึงหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง กับเทคโนโลยีการสื่อสารดาวเทียม (วิวัฒน์ กิรานนท์. 2533 ข :124) ปัญหาและอุปสรรคสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งทางด้านการสื่อสารผ่านดาวเทียมและการสำรวจทรัพยากรผ่านดาวเทียมคือ การขาดนักวิทยาศาสตร์ และ วิศวกรที่มีความรู้ทางด้านนี้อย่างแท้จริง อันเนื่องมาจากขาดอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ทำการสอนโดยถูกต้อง ซึ่งประเทศไทยมีผู้เชี่ยวชาญด้านนี้น้อยมาก (สุเจตน์ จันทรังษี. 2541 ข : 2)

ดังนั้นการศึกษาวิชาทฤษฎีการสื่อสารดาวเทียม จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการตามพื้นฐานของการเรียนรู้ตามกระบวน การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี ที่จะทำให้เกิดการสร้างสรรค์ พัฒนาการ ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านนั้น

ต่อไป กรมอาชีวศึกษาจึงจัดให้มีการเรียนการสอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

การสื่อสารดาวเทียมเป็นวิชาหนึ่ง ในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ที่มีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมาโดยตลอดเนื่องจากผู้เรียนขาดความกระตือรือร้น ขาดความสนใจมองว่าเป็นเรื่องยากที่จะทำการศึกษาทำความเข้าใจ เป็นเรื่องที่ไกลตัวเกินไปไม่น่าสนใจ จึงทำให้ไม่ได้รับความรู้อย่างแท้จริง เนื้อหาส่วนมากเป็นเนื้อหาเชิงทักษะมีลักษณะเป็นนามธรรมยุ่งยากต่อการอธิบาย และยกตัวอย่างให้เข้าใจได้ หากใช้วิธีการสอนแบบอธิบายหรือบรรยายโดยทั่วไปเพียงอย่างเดียว ดังนั้นส่วนใหญ่ผู้สอนจะเลือกหัวข้อที่มีเนื้อหาให้เหมาะสมเข้ากับระดับความรู้ความสนใจของผู้เรียนเป็นหลัก ทำให้ขาดเนื้อหาความรู้บางส่วนที่จำเป็นจะต้องทำการศึกษาให้ถ่องแท้ ชัดเจนเสียก่อนอย่างต่อเนื่องตลอดไป เพื่อเป็นเสริมการเรียนการสอนให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยที่เป็นส่วนสนับสนุนในการเรียนได้มากที่สุดก็คือ จะต้องมี อุปกรณ์เครื่องมือและสื่อการศึกษาที่ทันสมัยและมีจำนวนเพียงพอ พร้อมทั้งจะต้องมีความเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนนั้น ๆ ด้วยเช่นเดียวกัน สื่อการเรียนการสอนนับว่ามีความสำคัญต่อความสำเร็จของผู้เรียน เพราะสื่อการเรียนสามารถสร้างความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว สื่อการศึกษามีความสำคัญในการเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจในการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องมีความพอเพียง มีคุณภาพ เอื้ออำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ การซ่อมแซม การจัดเก็บ การบำรุงรักษาให้มีสภาพคงที่

การนำเนื้อหา เรื่อง"ส่วนประกอบของดาวเทียม" มาจัดสร้าง และออกแบบทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและเหมาะสมกับการเรียนในวิชานี้ เพราะระบบการสื่อสารดาวเทียม (satellite communication system) เป็นอีกวิธีหนึ่งของการรับ-ส่งสัญญาณไมโครเวฟ การสื่อสารดาวเทียมอาจจะถือได้ว่าเป็นวงจรทวนสัญญาณไมโครเวฟ (repeating microwave circuit) ชนิดหนึ่ง (โกศล เพ็ชร์สุวรรณ์ . 2527 : 251) โดยมีดาวเทียมซึ่งลอยอยู่กับที่ในอวกาศเพื่อส่งสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ลงมายังสถานีภาคพื้นดินที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณอยู่บนพื้นโลกทำให้การรับ-ส่งสัญญาณ สามารถส่งไปได้ระยะทางไกลกว่าสถานีทวนสัญญาณที่อยู่บนพื้นโลก ตัวดาวเทียมสื่อสารจะมีความสลับซับซ้อน และราคาแพงมาก รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการควบคุม และบำรุงรักษาก็จะสูงด้วย (ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ.2536:23) ดาวเทียมดวงหนึ่ง ๆ จะมีอายการใช้งานประมาณ 7-15 ปี ดังนั้นการออกแบบดาวเทียมจะต้องให้ดาวเทียมสามารถรักษาตำแหน่งของตัวเอง และจะต้องมีพลังงานไฟฟ้าอย่างเพียงพอเพื่อนำไปใช้ในระบบต่าง ๆ ส่วนประกอบภายในที่สำคัญของดาวเทียมสื่อสารจะประกอบด้วย ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร ระบบตรวจจับ ติดตามและสั่งการดาวเทียม ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบสื่อสาร ดังนั้นผู้เรียนจะต้องทำการศึกษาให้เข้าใจในหลักการ วิธีการและการทำงาน ของส่วนประกอบภายในตัวดาวเทียม อย่างถูกต้อง เพื่อให้เกิดความรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ สำหรับการ

ศึกษาในเนื้อหาอื่น ๆ ของการเรียนรู้ในบทต่อไปของวิชาการสื่อสารดาวเทียม หรือเพื่ออธิบายให้ผู้สนใจทั่วไปที่อยากเรียนรู้ได้เข้าใจ และเห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา โดยใช้เป็นเครื่องมือและสื่อในการเรียนการสอนก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งของการจัดการศึกษาที่กำลังนิยมกันมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการจดจำ และการค้นหาได้ดีกว่าสื่ออื่น การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อนั้น จัดได้ว่าเป็นการสื่อสารแบบสองทาง ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน ใกล้เคียงสื่อบุคคลมากกว่าสื่ออื่น ๆ โดยเฉพาะการสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นต้น สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายเร็วขึ้น สะดวกสบาย สนุกสนานตามหลักการเสริมแรงในการเรียนการสอน มีผลดีกว่าการนำเอาตำราหรือสื่อสิ่งพิมพ์มาให้อ่าน เพราะการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนมีการโต้ตอบได้ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ส่วนของร่างกายมาใช้ในการเรียนรู้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการรับรู้ตลอดเวลา เกิดความสนใจและกระตือรือร้นต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน ทำได้โดยการบันทึกคำสอน คำบรรยาย รูปภาพ และเสียง จัดลำดับเนื้อหาความรู้ เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าอ่านเนื้อหาดูรูปภาพคำอธิบาย ทำความเข้าใจและตอบสนองด้วยการทำแบบฝึกหัดทดสอบ ตอบคำถามตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้แล้วตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง เป็นลักษณะของการเรียนการสอนแบบโปรแกรม และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (program and computer assisted instruction) ทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคลในการรับรู้และตอบสนองได้ มีความยืดหยุ่น ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น กระตุ้นให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางความคิด มีความเข้าใจอย่างถูกต้องในสิ่งที่ต้องการจะถ่ายทอดซึ่งกันและกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนเกิดความสนใจต้องการอยากจะเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ มากยิ่งขึ้นไป การใช้คอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบในการสอนของครูจะช่วยในการเรียน ทำให้ผู้เรียนสนุกและมีความสนใจมากขึ้น (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. 2534 : 110) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบพร้อมทั้งการได้รับผลป้อนกลับ (feedback) อย่างสม่ำเสมอกับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541:7) การได้รับผลป้อนกลับโดยทันทีจะทำให้เกิดการเสริมแรง (reinforcement) เพราะผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ สามารถตรวจสอบการเรียนของตนได้ ซึ่งถือว่าเป็นสื่อที่มีข้อได้เปรียบสื่อประเภทอื่น ๆ มีการประเมินผลของผู้เรียน พร้อมกับการป้อนกลับโดยฉับพลัน ส่วนนี้ในสื่ออื่น ๆ จะไม่มีเหมือนกับสื่อการสอนประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเมื่อผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนแล้ว จะทำให้เกิดแรงจูงใจที่อยากเรียนรู้และทราบข้อเท็จจริงของผลที่เกิดขึ้นนั้นมากไปอีกระดับหนึ่ง มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน นำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนได้ เกิดความมั่นใจเชื่อมั่นในความรู้ ความสามารถ มีความพร้อมที่จะศึกษาค้นคว้าต่อไปในเรื่องอื่น ๆ อย่างมุ่งมั่น

โดยไม่ย่อท้อ พร้อมทั้งมีสมาธิมากยิ่งขึ้น ทำให้ผลการเรียนดีหรือสูงขึ้นตามลำดับ มองเห็นความสำคัญของการเรียนรู้

ดังนั้นจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา ที่ผู้วิจัยได้พบปัญหามาคือ ผู้สอนบางคนอาจจะไม่เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งเร้าและสื่อการเรียนการสอนประเภทต่าง ๆ มาเสนอต่อผู้เรียน ที่จะเป็นการกระตุ้น ให้เกิดการตอบสนอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนบางคนอาจเลือกวิธีการสอน หรือใช้สื่อการสอนที่ไม่เหมาะกับสถานการณ์ในขณะนั้น เช่น การสอนโดยมีผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่จำนวนมาก ผู้สอนอาจดูแลไม่ทั่วถึงทุกคน ขาดการป้อนกลับที่ดี ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจ ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการเรียน ขาดการตอบสนอง และขาดความยืดหยุ่น ที่จะกระตุ้นทำให้ผู้เรียนพัฒนาทางความคิดได้ ทำให้มีผู้เรียนบางส่วนไม่ได้รับความรู้ เนื่องจากผู้เรียนมีความแตกต่างกันในการรับรู้ เลือกสื่อการเรียนการสอนที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาของวิชาและเรื่องที่จะสอน โดยเฉพาะวิชาการสื่อสารดาวเทียม ที่เป็นวิชาที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยก้าวหน้าในระบบการสื่อสารในยุคปัจจุบันอย่างมาก หากใช้สื่อการเรียนการสอนที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา ไม่น่าสนใจและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมทั้งมีเนื้อหาที่ไม่ทันต่อเหตุการณ์และเวลาขณะนั้น อาจจะทำให้ไม่บรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนชนิดต่าง ๆ แต่ละชนิดนั้นจะมีความเหมาะสมกับกิจกรรม หรือประสบการณ์ สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และความสนใจของผู้เรียนที่แตกต่างกัน การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน จะต้องทำให้ผู้สอนและผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่จะถ่ายทอดและมีผลตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน การนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ช่วยสอนในวิชานี้ จึงเป็นวิธีการสอนที่น่าจะเหมาะสมและคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เพราะเป็นการนำสื่อประเภทต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเครื่องมือ วัสดุและวิธีการ มาใช้ร่วมกันอย่างสัมพันธ์กันในลักษณะที่สื่อแต่ละอย่างส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

จากความสำคัญและความจำเป็นของการเรียนเรื่อง"ส่วนประกอบของดาวเทียม" รวมทั้งประสิทธิภาพและข้อได้เปรียบหลายประการของการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง"ส่วนประกอบของดาวเทียม" เพื่อนำมาใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนโดยมีคำบรรยาย รูปภาพประกอบ มีสี เสียง และการเคลื่อนไหว พร้อมทั้งการหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดสร้างและพัฒนาขึ้นมา ตามกระบวนการที่ถูกต้องเชื่อถือได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเรื่อง"ส่วนประกอบของดาวเทียม" ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ตลอดจนเป็นการพัฒนาประยุกต์เทคโนโลยีหลายอย่างมาใช้ในการจัดการศึกษาร่วมกันตามความเหมาะสม ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียน เกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนสูงสุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

2 . เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ระหว่างกลุ่มผู้เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มผู้เรียนโดยการสอนแบบปกติ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการสื่อสารดาวเทียม เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาและออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541:51-53) สรุปได้ดังนี้

1.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และการตอบสนองกับสิ่งเร้าของมนุษย์ จะเกิดควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้ จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้น (Linear)

1.2 ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) เกิดจากแนวคิดของชอมสกี้ (Shomsky) ซึ่งเชื่อว่า มนุษย์มีความนึกคิด มีอารมณ์จิตใจและความรู้สึกภายในที่แตกต่างกันออกไป การออกแบบการเรียนการสอนก็ควรที่จะคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยมนี้จึงมีลักษณะสาขา (Branching)

โดยสรุปการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบไม่ต้องยึดแนวคิดหรือทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว ผู้ออกแบบควรที่จะผสมผสานแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ตามลักษณะเนื้อหาและโครงสร้างขององค์ความรู้ในสาขาต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

2. แนวทางการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรจะต้องอาศัยวิธีการระบบ (system approach) เข้ามาช่วยและคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้การออกแบบบทเรียนนั้นด้วย มีองค์ประกอบอยู่ 4 ประการ คือ (Jonassen and Hannum.1987 :7-14)

2.1 การออกแบบสิ่งเร้า หรือ เนื้อหา (design of the stimulus) หลักการในการออกแบบ คือ ผู้เรียนสามารถเห็นเนื้อหาความรู้หรือข้อมูล ซึ่งเน้นการเสนอเนื้อหาบนจอภาพ

2.2 การตอบสนองของผู้เรียน (learner responses) การตอบสนองของผู้เรียนจะบ่งบอกถึงคุณภาพของผู้ออกแบบบทเรียน การสนองไม่จำเป็นที่จะต้องแสดงออกให้เห็นเสมอไป การตอบสนองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์จัดกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้

2.3 ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) การให้ข้อมูลย้อนกลับ หลังจากผู้เรียนมีการตอบสนองจัดได้ว่าเป็นขบวนการของการสื่อสารอย่างหนึ่ง การให้ข้อมูลย้อนกลับจะเป็นสิ่งดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือเนื้อหาความรู้ที่เสนอให้

2.4 การควบคุมบทเรียน (lesson control) สิ่งสำคัญที่สุดในการออกแบบบทเรียนให้ได้องค์ประกอบหนึ่งก็คือ การที่ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง สามารถตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่จะเรียน เลือกวิธีการเรียน ผู้เรียนเกิดความพอใจที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความรู้ ความสามารถของตนเอง เป็นการสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้ดี ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาที่จะนำมาวิจัยคือ เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ในแผนการสอนวิชาการสื่อสารดาวเทียม รหัส 31052307 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย ประชากรเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย จำนวน 80 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ (independent variables) คือ วิธีการสอนแบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ วิธีการสอนแบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม (dependent variables) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างทางด้านอายุ เพศ เศรษฐกิจ อารมณ์ สังคม รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน

2. ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้เรื่อง การสื่อสารผ่านดาวเทียม ในหน่วยที่ 1 มาก่อนแล้ว และไม่คำนึงถึงความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ของกลุ่มตัวอย่าง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นแบบเพื่อสอน (tutorial) โดยใช้โปรแกรม Authoring ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Thai Edition

4. การวิจัยครั้งนี้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉพาะด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เท่านั้น

5. คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะชี้วัดความสามารถทางการเรียนวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเพื่อสอน (tutorial) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา จำลองมาจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน รูปแบบการนำเสนอบทเรียนจึงมีการพัฒนามา จากบทเรียนการสอนโดยผู้สอนปกติ ทั้งขั้นสนใจปัญหา ขั้นบอกกล่าว ขั้นนำไปใช้ และขั้นประเมินผล ที่ได้ลำดับวิธีการสอนเก็บบันทึกไว้ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้มานำเสนออย่างเป็นระบบ เป็นแบบเส้นตรงหรือสาขาผู้เรียนสามารถเข้าสู่รายการเลือกเรียนได้ตลอดเวลา สามารถบันทึกชื่อ เลขที่ วันเวลาที่ใช้ในการเรียน แสดงผลคะแนน แต่ละข้อของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ รายงานผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง แบบประเมินที่ผู้ทรงคุณวุฒิใช้ประเมินแสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มตามระดับที่เห็นสมควร ทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. แบบฝึกหัด หมายถึง แบบฝึกหัดที่ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าทางการเรียน ในระหว่างที่ผู้เรียน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

4. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วได้ตามเกณฑ์กำหนด

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากการเรียนปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. นักศึกษาหรือผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2544 ของวิทยาลัยเทคนิคเลย

7. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนด ซึ่ง

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (E_1)

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบ หลังเรียน(E_2)

8. กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เป็นกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เป็นกลุ่มทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10. กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

11. วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนโดยครูผู้สอน ซึ่งได้เตรียมการสอนมาแล้ว สอนโดยใช้เทคนิควิธีการบรรยาย อธิบายและมีสื่อต่าง ๆ ประกอบในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์

12. ส่วนประกอบของดาวเทียม หมายถึง องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบร่วมกันเป็นตัวดาวเทียมสำหรับการสื่อสารโทรคมนาคม เพื่อทำหน้าที่ในการสื่อสารที่เป็นชนิดดาวเทียมค้างฟ้า

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยรวบรวมและแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

2.1 แผนการสอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม

2.2 ระบบการสื่อสารดาวเทียม

2.3 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล

2.4 คอมพิวเตอร์กับการศึกษา

2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ

2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 แผนการสอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม

2.1.1 แผนการสอนรายวิชา

ชื่อวิชา ทฤษฎีการสื่อสารดาวเทียม รหัสวิชา 31052307 ทฤษฎี 2 คาบ จำนวน 2 หน่วยกิต ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ทฤษฎี รวม 36 คาบ

2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการสื่อสารดาวเทียมในระบบโทรคมนาคม และมีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารดาวเทียม ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของดาวเทียม สถานีภาคพื้นดิน และอุปกรณ์ประจำสถานีภาคพื้นดิน จานสายอากาศ และ LNA ระบบส่งความถี่ย่านต่าง ๆ อุปกรณ์ในการรับสัญญาณ แยกสัญญาณ ถ่ายทอดสัญญาณ การคำนวณข่ายการสื่อสารดาวเทียม ระบบ FDMA TDMA และ PCM ระบบ VSAT และศึกษาดูงานสถานีดาวเทียม

2.1.4 หน่วยการสอนทฤษฎี

ชื่อวิชา การสื่อสารดาวเทียม ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ทฤษฎีรวม 36 คาบ

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวนคาบ
หน่วยที่ 1	หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารดาวเทียม	4 คาบ
หน่วยที่ 2	ส่วนประกอบของดาวเทียม	4 คาบ
	2.1 ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร	
	2.1.1 ระบบควบคุมตำแหน่ง	
	2.1.2 ระบบควบคุมวงโคจร	
	2.2 ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ	
	2.2.1 ระบบตรวจจับระยะไกล	
	2.2.2 ระบบติดตามดาวเทียม	
	2.2.3 ระบบสั่งการ	
	2.3 ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า	
	2.4 ระบบสื่อสาร	
	2.4.1 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Quasi linear	
	2.4.2 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Regenerative	
	2.4.3 ระบบสายอากาศ	
หน่วยที่ 3	ส่วนประกอบของสถานีภาคพื้นดิน	4 คาบ
หน่วยที่ 4	ระบบจานสายอากาศ	4 คาบ
หน่วยที่ 5	ระบบรับ-ส่งสัญญาณ	4 คาบ
หน่วยที่ 6	การคำนวณข่ายการสื่อสารดาวเทียม	4 คาบ
หน่วยที่ 7	ระบบ FDMA , TDMA และ PCM	4 คาบ
หน่วยที่ 8	ระบบ VSAT	4 คาบ
	วัดผล	4 คาบ
	รวม	36 คาบ

2.2 ระบบการสื่อสารดาวเทียม

การสื่อสารผ่านดาวเทียมเข้ามีบทบาทสำคัญต่อการสื่อสารโทรคมนาคม เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบดาวเทียม และสามารถส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจร เพื่อทดลองใช้ในการสื่อสารเป็นผลสำเร็จในปี ค.ศ. 1958 เมื่อ อาเธอร์ ซี. คลาร์ก (Athur C. Clarke) นักเขียนนิยายและสารคดีวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เสนอแนวความคิดง่ายๆ ที่จะนำเอาสถานีถ่ายทอดสัญญาณวิทยุไปลอยอยู่

ในท้องฟ้า เพื่อเชื่อมโยงระบบสัญญาณวิทยุจากสถานีภาคพื้นดิน ใน ปี ค.ศ. 1945 ซึ่งต่อมาแนวความคิดนี้ได้นำไปสู่วงโคจรที่สำคัญต่อการสื่อสารผ่านดาวเทียมในปัจจุบันนั้นคือ "วงโคจรค้างฟ้า" (Geostationary Orbit) (บริษัท สามารถเทลคอม จำกัด.2540: 6-7)

ดาวเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด จำแนกตามแนววงโคจรที่โคจรดังนี้

1. ดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรทั่วไป มีวงโคจรเป็นรูปวงรีมีระนาบไม่แน่นอน ตำแหน่งของตัวดาวเทียมเมื่อเทียบกับโลกก็ไม่แน่นอน มักใช้งานในการสำรวจสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ แหล่งทรัพยากรธรณี และงานจารกรรมทางทหาร

2. ดาวเทียมค้างฟ้า(Geostationary Satellite)หรือ "วงโคจรคลาร์ก" (Clarke Orbit) เป็นดาวเทียมที่อยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลกมีวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับเส้นศูนย์สูตร อยู่สูงจากผิวโลกประมาณ 36,000 กิโลเมตร

2.2.1 ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม

ดาวเทียมสำหรับการสื่อการโทรคมนาคมในปัจจุบันที่มีมากที่สุดในวงโคจร เป็นชนิดดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Satellite) ซึ่งจะต้องถูกส่งขึ้นไปสู่วงโคจรในอวกาศเหนือเส้นศูนย์สูตรที่ระดับความสูงจากพื้นโลก ประมาณ 36,000 กิโลเมตร โดยดาวเทียมในปัจจุบันถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานประมาณ 7-15 ปี และสามารถโคจรและรักษาตำแหน่งให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดเวลา รวมทั้งจะต้องมีระบบที่สามารถสร้างพลังงานไฟฟ้าจากพลังแสงอาทิตย์ เพื่อใช้สำหรับระบบสื่อสารบนตัวดาวเทียมตลอดอายุการใช้งาน

ระบบสื่อสารดาวเทียมที่แท้จริง คือระบบรับ-ส่งสัญญาณไมโครเวฟที่สามารถเดินทางไปได้ไกลในระยะทางหลายหมื่นกิโลเมตร โดยมีดาวเทียมเป็นสถานีทวนสัญญาณลอยอยู่เหนือพื้นผิวโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตรในระยะความสูงมาก

ขอบข่ายของระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถครอบคลุมทั่วโลกได้เนื่องจากใช้ดาวเทียม 3 ดวง ซึ่งถูกนำขึ้นไปให้โคจรอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรห่างจากพื้นผิวโลกประมาณ 36,000 กิโลเมตร (22,300 ไมล์) ในตำแหน่งที่ทำมุมซึ่งกันและกัน 120 องศา โดยจะโคจรไปพร้อม ๆ กับโลกด้วยความเร็วเท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง (Synchronous Orbit) ทำให้ตำแหน่งของดาวเทียมคงที่ตลอดเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับโลกโดยกำหนดให้มีตำแหน่งดังนี้คือ

1. ดาวเทียมดวงที่หนึ่ง โคจรอยู่เหนือมหาสมุทรแอตแลนติก ที่จุดเส้นรุ้ง 335 องศาตะวันออก ใช้ติดต่อระหว่างทวีปยุโรป แอฟริกา และอเมริกา

2. ดาวเทียมดวงที่สอง โคจรอยู่เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก ที่จุดเส้นรุ้ง 174 องศาตะวันออก ใช้ติดต่อระหว่างทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และอเมริกา

3. ดาวเทียมดวงที่สาม โคจรอยู่เหนือมหาสมุทรอินเดีย ที่จุดเส้นรุ้ง 60 องศาตะวันออก ใช้ติดต่อระหว่างทวีปเอเชีย แอฟริกา และยุโรป

2.2.2 ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ ภาคอวกาศ (Space Segment) และ ภาคพื้นดิน (Ground Segment) การทำงานร่วมกันขององค์ประกอบทั้งสองระบบดังกล่าว จะสามารถทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถสื่อสารกันได้เป็นผลสำเร็จ โดยภาคอวกาศ (Space Segment) จะหมายถึงตัวดาวเทียม ซึ่งจะถูกส่งขึ้นไปอยู่บนวงโคจรในอวกาศตามตำแหน่งที่ต้องการ ในตัวดาวเทียมมีส่วนประกอบสำคัญในการติดต่อสื่อสาร ที่ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณสื่อสารกับสถานีภาคพื้นดินได้แก่ Transponder และ Solar Cells ซึ่งเป็นส่วนที่สร้างพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในอุปกรณ์สื่อสารบนดาวเทียม และระบบการควบคุมให้ดาวเทียมสามารถโคจรอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจนกว่าจะหมดอายุการใช้งาน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงสถานีควบคุมการทำงานของดาวเทียมภาคพื้นดิน หรือที่เรียกว่า Telemetry Tracking and Command Facility (TT&C) ด้วย ส่วนภาคพื้นดิน (Ground Segment) ก็จะหมายถึงส่วนของสถานีรับส่งภาคพื้นดิน ที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับดาวเทียม และผู้ใช้งานโดยทั่วไปสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินมีวิธีการ หรือเทคนิค ในการใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมหลายรูปแบบ เช่น FDMA (Frequency Divison Mutiple Access) และ CDMA (Code Division Multiple Access) เป็นต้น จากเทคนิคดังกล่าวจึงมีการสร้างระบบการใช้งานสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นเครือข่ายขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานจำนวนมากใช้งานช่องสัญญาณร่วมกันได้ เช่น ระบบ VSAT Network ที่ถูกนำไปใช้งานในระบบสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เป็นต้น

การสื่อสารผ่านดาวเทียมถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย เช่น การสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างประเทศและภายในประเทศ การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ การติดต่อสื่อสารภายในเครือข่ายขององค์กรธุรกิจ การถ่ายทอดสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ และการศึกษาระยะไกล เป็นต้น ซึ่งความสามารถของการสื่อสารผ่านดาวเทียมในปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้รองรับเทคโนโลยีในด้านต่างๆ อยู่อย่างต่อเนื่อง เช่น การพัฒนาให้สามารถรองรับเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในระบบ LAN (Local Area Network) หรือระบบ WAN (Wide Area Network) การพัฒนาให้ใช้งานกับระบบการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ (Mobile Communications) ในรูปแบบต่างๆ เช่น ระบบ INMARSAT ที่ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารไปยังที่ต่างๆ ได้จากยานพาหนะในระหว่างเคลื่อนที่ เช่น จากเรือเดินสมุทร จากอากาศยานขณะที่เดินทางในอากาศเป็นต้น

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ดาวเทียมในกิจการโทรคมนาคมอย่างมาก ประเทศไทยเข้าเป็นสมาชิกขององค์การ Intelsat ในปี พ.ศ. 2509 และเริ่มมีการใช้การสื่อสารผ่านดาวเทียมในปี พ.ศ. 2510 โดยใช้สถานีภาคพื้นดินแบบเคลื่อนที่ ในปี พ.ศ. 2511 จึงได้มีการก่อสร้างสถานีภาคพื้นดินขึ้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยใช้บริการผ่านดาวเทียม Intelsat ต่อมาในปี พ.ศ. 2522 ได้มีการใช้ดาวเทียมในการถ่ายทอดรายการจากสถานีโทรทัศน์ช่อง 5 และ ช่อง 7 ไปยังส่วนภูมิภาค ใน

ปี พ.ศ. 2529 ได้มีการจัดตั้งศูนย์สื่อสารดาวเทียมขึ้นที่สี่แยกคลาย จังหวัดนนทบุรี ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ดาวเทียม Intelsat Palapa และ Asiasat ในกิจการต่างๆ

การใช้ดาวเทียมเหล่านี้จะใช้ในกิจการทั้งของราชการและเอกชน ซึ่งการใช้งานเหล่านี้มีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นอย่างมาก คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้มีการทำสัญญาส่งดาวเทียมของประเทศไทยเองขึ้นสู่วงโคจรโดยได้ลงนามในสัญญาเมื่อ 11 กันยายน 2534 โครงการดาวเทียมสื่อสารดวงแรกนี้จะเป็นตัวสร้างและสานต่อบริการทางการสื่อสารโทรคมนาคมให้สมบูรณ์ขึ้น โดยสามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้ทั้งทางด้านข้อมูล เสียง และภาพ

ในอนาคตการสื่อสารผ่านดาวเทียมจะได้รับการพัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่ง เพื่อให้การสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถใช้กับการสื่อสารระหว่างบุคคล (personal Communication) ทำให้มนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ทั่วทุกมุมโลกอย่างไร้ขอบเขตจำกัด เช่น ระบบดาวเทียม Low Earth Orbit ที่ได้รับการพัฒนามาใช้งานกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

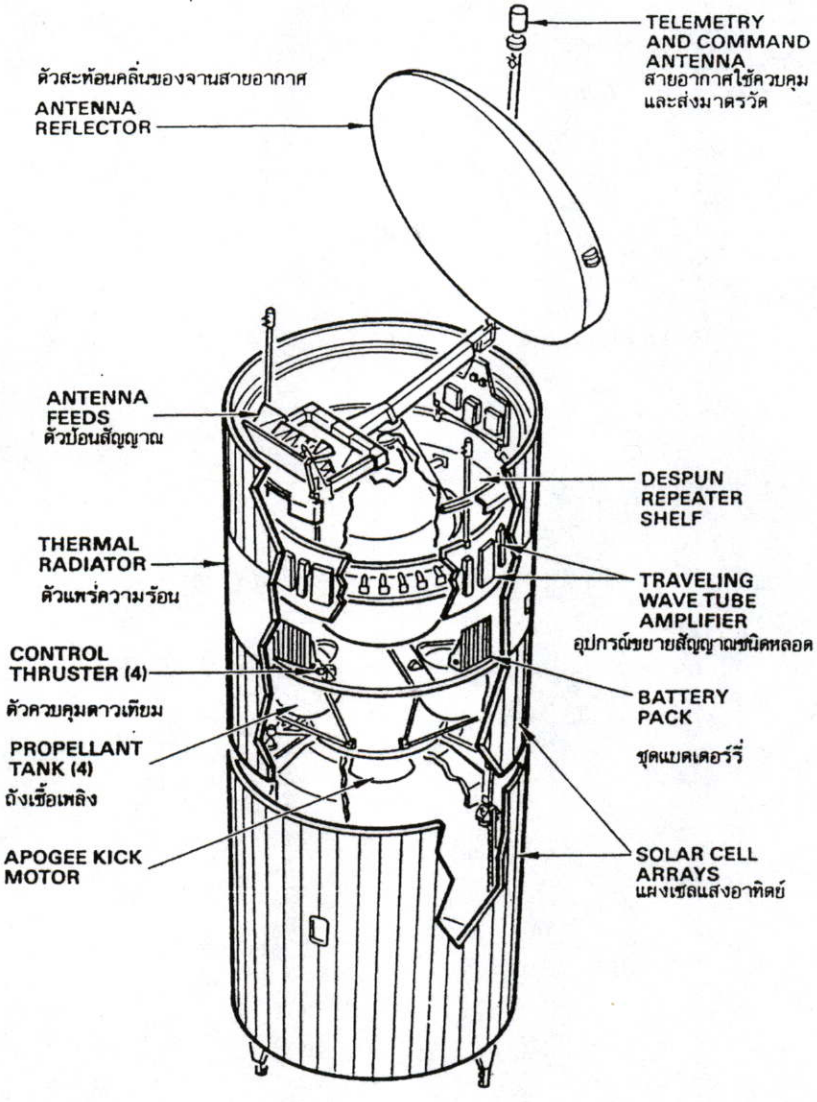
2.2.3 ดาวเทียม "ไทยคม"

ปี พ.ศ. 2533 รัฐบาลไทยโดยกระทรวงคมนาคมได้ประกาศเชิญชวนให้เอกชนเป็นผู้ลงในโครงการดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติดวงแรกของไทย ซึ่งต่อมาบริษัท ชินวัตรคอมพิวเตอร์ แอนด์ คอมมิวนิเคชั่นส์ จำกัด โดยบริษัท ชินวัตรแซทเทลไลท์ จำกัด เป็นผู้รับสัมปทานในการดำเนินโครงการนี้เป็นเวลา 30 ปี ทั้งนี้ บริษัทฯ จะได้ดำเนินการจัดส่งและให้บริการการสื่อสารดาวเทียมแก่ผู้ใช้ในประเทศไทยและภูมิภาคนี้โดยใช้เงินลงทุนกว่า 5,000 ล้านบาท บริษัท ชินวัตร แซทเทลไลท์ จำกัด ได้ลงนามในสัญญาดำเนินกิจการดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของไทยกับกระทรวงคมนาคมเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2534 โครงการนี้ตัวดาวเทียมและอุปกรณ์ต่างๆ จะเป็นสมบัติของกระทรวงคมนาคม ซึ่งต่อมาพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของไทยนี้ว่า "ไทยคม" ซึ่งมาจากคำว่า "ไทยคม (นาคม)" หรือเขียนเป็นภาษาอังกฤษว่า "Thaicom" สำหรับโครงการ "ไทยคม" มีดังนี้

1. รายละเอียดโครงการ

ดาวเทียม "ไทยคม-1" เป็นดาวเทียมรุ่น HS 376 ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับการยอมรับและใช้งานมากที่สุดในโลกที่สร้างโดยบริษัท Hughes Aircraft แห่งสหรัฐอเมริกา ดาวเทียม "ไทยคม" ประกอบด้วยวงจรดาวเทียม 12 ทรานส์พอนเดอร์ (Trandponder) ใช้ความถี่ย่าน C-Band จำนวนดวงละ 10 ทรานส์พอนเดอร์ และความถี่ย่าน Ku-Band จำนวนดวงละ 2 ทรานส์พอนเดอร์ สามารถให้พื้นที่บริการ (Footprint) ครอบคลุมประเทศไทยและทุกประเทศในแถบอินโดจีนจนถึงเกาหลี ญี่ปุ่น และแถบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของจีน ปลายปี พ.ศ. 2536 ดาวเทียม "ไทยคม-1" จะถูกจัดส่งโดยบริษัท Ariane Space แห่งฝรั่งเศสขึ้นสู่วงโคจรในอวกาศเหนือเส้นศูนย์สูตร ที่ระดับความสูง 35,768 กิโลเมตร หลังจากถูกส่งเข้าสู่วงโคจรเรียบร้อยแล้ว ดาวเทียม "ไทยคม-1" จะพร้อมให้

บริการได้ในราวต้นปี 2537 "ไทยคม-2" จะถูกส่งขึ้นอีกในราวหนึ่งปีถัดไป ซึ่งดาวเทียมทั้ง 2 จะอยู่ ณ Orbittal Slot ที่ 101 องศาตะวันออก และ 78.5 องศาตะวันออก ดาวเทียมทั้ง 2 ดวงจะทำหน้าที่สำรองซึ่งกันและกัน



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของดาวเทียมไทยคม 1 และ 2

"ไทยคม" ทั้งสองดวงจะอยู่ให้บริการแก่ชาวไทยเป็นเวลากว่า 15 ปี โดยมีศูนย์ควบคุมและติดตามดาวเทียม (TTC&M : Tracking Telemetry Control&Monitoring) ตั้งอยู่ ณ ที่ทำการของกรมไปรษณีย์โทรเลขในจังหวัดนนทบุรี ซึ่งจะเป็นศูนย์ควบคุมดาวเทียมและให้บริการวงจรดาวเทียมสมบูรณ์แบบของประเทศไทย ดาวเทียม "ไทยคม" จะช่วยพัฒนาความเจริญก้าวหน้าด้านสื่อสารโทรคมนาคมในด้านต่างๆ คือ

- ด้านโทรทัศน์ (TV Distribution Relay & Live Broadcasting) สถานีหลักสามารถส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมเพื่อการแพร่ภาพต่อ ณ สถานีทวนสัญญาณ (TV Distribution & Relay) ทั่วประเทศหรือการถ่ายทอดสดโดยใช้อุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณผ่านดาวเทียมเคลื่อนที่ (Live Broadcasting)

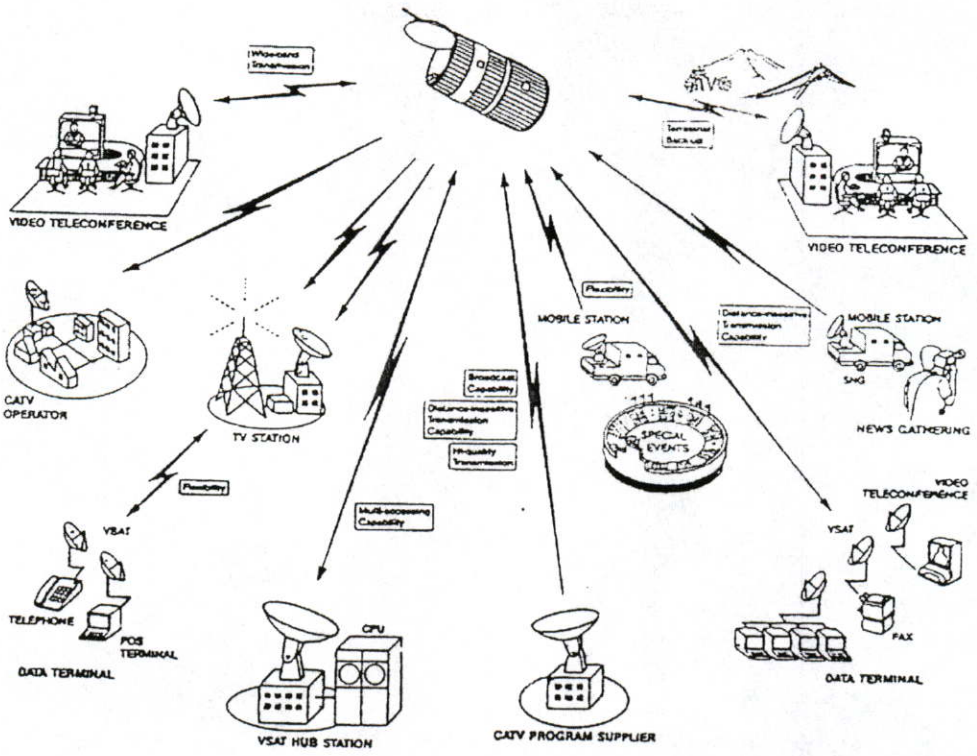
- ด้านวิทยุกระจายเสียง (Radio Distribution & Relay) "ไทยคม" สามารถถ่ายทอดสัญญาณไปมาระหว่างสถานีวิทยุ จากภูมิภาคที่ห่างไกลกัน เพื่อการรวบรวมข่าวหรือการแพร่สัญญาณเพื่อการถ่ายทอดต่อ ณ สถานีทวนสัญญาณ (Radio Rebroadcasting)

- ด้านโทรศัพท์ (Satellite Telephony) ดาวเทียมสามารถเชื่อมโยงเครือข่ายโทรศัพท์จากชุมสายทุกภูมิภาคที่ห่างไกลกัน ในพื้นที่ให้บริการทุกจุดเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าชุมสายโทรศัพท์เหล่านั้นจะอยู่ห่างไกลกันหรือมีภูมิประเทศที่ทุรกันดารเพียงใดโดยการใช้อุปกรณ์ขนาดเล็ก และประหยัด เป็นการเชื่อมโยงการสื่อสารสู่ทุกท้องถิ่นอย่างทั่วถึงได้ดียิ่ง

- ด้านสื่อสารข้อมูล (Satellite Communication Network & VSAT) "ไทยคม" สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์จากพื้นที่ห่างไกลเข้าหากันได้สะดวก และด้วยสื่อสารที่มีความเร็วและคุณภาพสูงซึ่งสามารถส่งผ่านได้ทั้งข้อมูล เสียง และภาพ (Data Voice & Video)

- บริการใหม่ Video conferencing การประชุมร่วมกันโดยสามารถเห็นทั้งภาพเคลื่อนไหว และเสียงผู้ประชุมที่อยู่ห่างไกลกัน ณ เวลาจริงผ่านจอภาพเป็นการลดปัญหาการเดินทาง และสามารถประชุมพร้อมกันจากหลายๆ แห่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- "ไทยคม" เสนอระบบการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมสู่จานสายอากาศของผู้รับในบ้านโดยตรงพร้อมกันทีเดียวทุกๆ จุดในประเทศ (Direct-To-Home Boradcasting) โดยการถ่ายทอดผ่านย่านความถี่ Ku-Band ซึ่งสามารถใช้จานขนาดเล็ก และประหยัด มีจำนวนช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นหลายๆ เท่าให้สัญญาณที่ชัดเจนด้วยภาพและเสียงในระบบดิจิตอล ซึ่งจะเป็นการนำความก้าวหน้าสู่เทคโนโลยีการถ่ายทอดโทรทัศน์ในเมืองไทยครั้งสำคัญ



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการใช้งานดาวเทียมไทยคม

2. ข้อมูลโดยย่อของดาวเทียม "ไทยคม"

กำหนดการสำหรับการส่งขึ้นสู่วงโคจร : ดาวเทียมไทยคม 1 จะถูกส่งขึ้นปฏิบัติในวงโคจรในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2536 โดยยานที่ใช้ในการจัดส่งนี้จะเป็นยาน Ariane 4 ของบริษัท Ariane แห่งประเทศฝรั่งเศส ซึ่งจะทำการส่งยานไทยคมนี้จากเมือง Kourou ใน Guiana ซึ่งเป็นอาณานิคมของฝรั่งเศส

ตำแหน่งในวงโคจรของดาวเทียม : ดาวเทียมไทยคม 1 จะมีตำแหน่งในวงโคจรที่ 101 องศาตะวันออก

ระยะห่างจากดาวเทียมถึงพื้นโลกที่เส้นศูนย์สูตร : 35,786 กิโลเมตร

อายุการใช้งาน : กำหนดไว้ต่ำสุด 13 ปี

บริษัทผู้ผลิต : Hughes Space & Communication Group สำหรับการสร้างตัวดาวเทียม และบริษัท Telespace สำหรับออกแบบรายละเอียดทางด้านเทคนิค

ทรานส์พอนเดอร์ (Transponder): มีการใช้งานความถี่ในสองย่านด้วยกันคือ C-Band และ Ku-Band

1. C-Band มี 10 ทรานส์พอนเดอร์ และสำรองอีก 2 ทรานส์พอนเดอร์ โดยใช้ภาคขยายกำลังแบบ SSPA (Solid State Power Amplifier) ซึ่งมีขนาดกำลังส่งออกสูงสุดในแต่ละทรานส์พอน

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เดอร์เท่ากับ 11วัตต์ สำหรับการใช้งานในย่านความถี่ 6/4 GHz และจะใช้บริการแก่พื้นที่ในประเทศไทยและประเทศในแถบทางตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก โดยมีค่า EIRP เท่ากับ 37 dBW ทั่วประเทศไทย และมีค่าเป็น 35 dBW ที่บริเวณของของบีม (Beam) ที่ให้บริการ สำหรับทรานส์พอนเดอร์ที่ใช้นั้นจะมีแบนด์วิดท์ 36 MHz และส่งสัญญาณที่เป็นโพลาไรเซชันเชิงเส้น (Line Polarization)

2. Ku-Band มี 2 ทรานส์พอนเดอร์และสำรองอีก 1 ทรานส์พอนเดอร์ โดยใช้ภาคขยายกำลังแบบ TWTA (Travelling Wave Tube Amplifier) ซึ่งมีขนาดกำลังส่งออกสูงสุดในแต่ละทรานส์พอนเดอร์เท่ากับ 47 วัตต์ สำหรับการใช้งานในย่านความถี่ 14/12 GHz โดยมีค่า EIRP เท่ากับ 50 dBW ทั่วประเทศไทย และมีค่าเป็น 51 dBW ที่บริเวณจุดศูนย์กลางของบีม (Beam) สำหรับทรานส์พอนเดอร์ที่ใช้นั้นมีแบนด์วิดท์ (Bandwidth) 54 MHz และส่งสัญญาณที่เป็นโพลาไรเซชันเชิงเส้น (Linear Polarization)

การใช้งานหลัก : สำหรับระบบโทรศัพท์ภายในประเทศ การถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ระบบเคเบิลทีวี (Cable T.V.) ระบบสัญญาณภาพ การสื่อสารข้อมูล และบริการ VSAT

โครงสร้างของดาวเทียม : เป็นดาวเทียมขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ของบริษัท Hughes Aircraft รุ่น HS-376 โดยมีกลไกการควบคุมตำแหน่งด้วยตัวเองแบบ Spinstabllized Bus ดาวเทียมมีขนาดความสูง 6.6 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.16 เมตร สำหรับแผงเซลล์รับแสงอาทิตย์ที่ใช้แบบ Drum Extended Stowed ขนาด 2.8 เมตร ส่วนสายอากาศที่ใช้ประกอบด้วย สายอากาศแบบ Offset Grid Reflectors สองอัน และระบบการป้อนแบบ Horizontal/Vertical ซึ่งตั้งอยู่บนฐานแบบ Despun Platform

น้ำหนักของดาวเทียม : มีน้ำหนัก 1,080 kg บนโลกก่อนทำการส่ง และเมื่อขึ้นวงโคจรแล้วมีน้ำหนักตอนเริ่มใช้งาน 629 kg และน้ำหนักจะเหลือเพียง 439 kg เมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน

ระบบควบคุมตำแหน่ง และวงโคจร (AOCS) : เป็นดาวเทียมที่มีการหมุนรอบตัวเองเพื่อควบคุมระบบสมดุลด้วยอัตราการหมุน 50 รอบต่อนาที และมีจรวดเพื่อปรับเปลี่ยนตำแหน่งชนิด Hydrazine Thrusters ขนาด 22.2 นิวตัน ของบริษัท Hughes จำนวน 2 ตัว และทำการยิงเข้าสู่วงโคจรปกติโดย Solid Apogee Motor รุ่น Thiokol Star 30 BP

ระบบติดตามและสั่งการดาวเทียม (TT&C) : ควบคุมจากสถานีพื้นดินที่กรุงเทพฯ

ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า : ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน (Silicon) บนพื้นผิวทรงกระบอกรอบตัวดาวเทียม ซึ่งจะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ 700 วัตต์เมื่อเริ่มทำการใช้งาน และจะลดเหลือ 634 วัตต์ เมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน สำหรับในช่วง Eclipses นั้น จะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ชนิด NiCd ซึ่งจ่ายกำลังงานได้ 13.5 Amp-hr ต่อแบตเตอรี่ 1 ตัว

43238

2.3 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล

การเรียนการสอนแบบรายบุคคล เป็นวิธีการสอนที่ใหม่ในปัจจุบันเป็นการจัดให้นักเรียนแต่ละคน ได้เรียนไปตามอัตราความสามารถในการเรียนของตัวเอง และทุกคนได้อ่านได้คิดไปตามเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นลักษณะวิธีที่ทำให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนรายบุคคลไว้ดังนี้

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2525: 3) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลเอาไว้ว่า เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถเล่าเรียน ได้ด้วยตนเองและก้าวไปตามขีดความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเป็นเทคนิคหรือวิธีการสอนที่ยึดความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้อย่างอิสระ

กิดานันท์ มลิทอง (2536: 163-164) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบรายบุคคลไว้ว่า เป็นการจัดการศึกษาที่พิจารณาถึงลักษณะความแตกต่าง ความต้องการ และความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจตามกำลัง และความสารมารถของตนตามวิธีการและสื่อการเรียนที่เหมาะสม เพื่อบรรลุถึงวัตถุประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้

วาสนา ชาวหา (2525 : 139) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนรายบุคคล หมายถึง ชุดการเรียนการสอนที่จัดเป็นโปรแกรมทางการเรียนสำหรับผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจเป็นรายบุคคล เพื่อส่งเสริมความสามารถแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปถึงขีดสุดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลาคอยผู้อื่น หรือทำให้ผู้อื่นต้องคอย

ศรีสด พานิช (2531 : 1) ให้ความหมายว่า คือสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหา วิชา หน่วย หัวข้อเรื่อง และจุดประสงค์ โดยจัดทำเป็นชุดอย่างมีระบบเพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า ชุดการเรียนหรือชุดการสอนรายบุคคล ก็คือสื่อประสมสำเร็จรูป ที่ได้รวบรวมจัดรูปแบบการศึกษามาจัดรวมกันไว้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองหรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย หรือใช้เรียนเสริมนอกเวลาเรียน โดยผู้เรียนจะเรียนตามอัตราความสามารถ ความชอบ ความถนัดของผู้เรียน และผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียน เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมในบทเรียนด้วยตนเอง ครูจะเป็นผู้คอยดูแลให้คำปรึกษาแนะนำอำนวยความสะดวกให้ ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้เกิดความรับผิดชอบต่อตนเองและมีผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนตามจุดมุ่งหมาย

ประเภทของการสอนการเรียนแบบรายบุคคล กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs, 1974 : 187) ได้แบ่งประเภทการเรียนการสอนแบบรายบุคคลออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. การศึกษาด้วยตนเอง (independent study) ซึ่งจะมีข้อตกลงระหว่างครูและนักเรียนในเรื่องจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ นักเรียนจะเตรียมตัวเอง ศึกษาเอง สำหรับการสอนครั้งสุดท้าย จะเตรียมอย่างไรหรือทำอย่างไรก็เป็นเรื่องของนักเรียน อาจจะมีขอบข่ายของวิชาหรือไม่ก็ได้

2. การศึกษาด้วยการควบคุมตนเอง (self-directed study) จะมีการตกลงในจุดมุ่งหมายเฉพาะกำหนดเอาไว้ แต่วิธีการศึกษานั้นเป็นเรื่องของนักเรียนเอง ครูอาจจะแนะการอ่านและวัสดุศึกษาให้แล้วแต่นักเรียนจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ หากเขาผ่านการทดสอบก็ถือว่าใช้ได้

3. โครงการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (learner centered programs) นักเรียนเลือกจุดมุ่งหมายเองวิธีการศึกษาเอง

4. การยึดจังหวะของนักเรียนเอง (self-pacing) มีการกำหนดจุดมุ่งหมายเอาไว้ตลอดจนเกณฑ์ต่าง ๆ เอาไว้ทุกคนเหมือนกัน ต่างกันเวลาศึกษาการสอนแบบโปรแกรมอยู่ในประเภทนี้

5. การสอนที่นักเรียนกำหนดเอง (student-determined instruction) นักเรียนเลือกจุดมุ่งหมาย วัสดุศึกษา กำหนดเวลาเอง ทดสอบเอง และมีเสรีที่จะทิ้งจุดมุ่งหมายใดก็ได้

การสอนรายบุคคลจึงมีความจำเป็น และต้องมีการพิจารณากันอย่างจริงจัง ซึ่งทำให้เกิดวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ขึ้น เช่น บทเรียนโปรแกรม การสอนด้วยเครื่องช่วยสอน ชุดการสอน และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 คอมพิวเตอร์กับการศึกษา

2.4.1 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับการศึกษา

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2530) ได้กล่าวไว้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษานั้นสามารถทำได้หลายด้าน ทั้งนี้เมื่อคำนึงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์แล้ว จะเห็นได้ว่าเมื่อนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ระบบงานอย่างมาก เท่าที่ปรากฏได้มีการนำเข้ามาระยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารงานการศึกษา ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์ในการทำบัญชีประเภทต่าง ๆ เช่น บัญชีเงินเดือนข้าราชการ บัญชีรายรับรายจ่ายของสถานศึกษา จัดทำระบบข้อมูลอาจารย์ ข้าราชการ คนงานภารโรง และข้อมูลนักเรียน จัดทำระบบควบคุมและตรวจสอบทรัพย์สิน จัดทำสถิติและอำนวยข้อมูลต่อผู้ปกครองหรือผู้อื่นทั่วไป จัดทำระบบลงทะเบียนเพื่อความสะดวกในการลงทะเบียนของผู้เรียน จัดตารางสอน ตารางสอบ จัดพิมพ์ข้อสอบ ตรวจข้อสอบ ตลอดจนพิมพ์ผลสอบประกาศแก่ผู้เรียน เป็นต้น การใช้งานในด้านนี้จะช่วยลดแรงงานและเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ ครู และผู้บริหารได้มาก อีกทั้งจะได้ข้อมูล ที่มีความถูกต้อง แม่นยำอีกด้วย

2. การใช้คอมพิวเตอร์ในงานศึกษาและวิจัย ได้แก่ การใช้เป็นเครื่องมือสำหรับให้อาจารย์-นิสิต นักศึกษา ใช้ช่วยในการคำนวณตัวเลข และหาค่าสถิติที่ต้องการ ใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งใช้ในการพิมพ์รายงานด้วย

3. การใช้คอมพิวเตอร์ในงานบริการ ได้แก่ งานบริการห้องสมุด การให้บริการค้นเอกสารหรือข้อมูล โดยนำข้อมูลเกี่ยวกับวิชาต่าง ๆ จำนวนมากมาจำแนก และเก็บลงธนาคารข้อมูลให้ผู้ต้องการได้เรียกค้นหาเรื่องที่อยากรู้ได้

4. การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนี้อาจแบ่งได้เป็นหลายลักษณะ ดังนี้

4.1 นำคอมพิวเตอร์เข้ามาสอนเพื่อให้รู้จักคอมพิวเตอร์ รู้เรื่องของคอมพิวเตอร์โดยตรง เช่น สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ประวัติ และความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ รู้ระบบการทำงาน สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์อย่างง่าย ๆ ได้ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสามารถเข้าใจภาษาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปได้ ให้เข้าใจว่าคอมพิวเตอร์ทำอะไรได้และเป็นประโยชน์อย่างไร นอกจากนี้ก็อาจเป็นการสอนให้รับรู้ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถอยู่ในสังคมคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นการสอนเพื่อให้รู้จักคอมพิวเตอร์ (computer literacy)

4.2 นำคอมพิวเตอร์มาใช้จัดการเรียนการสอน หรือบริหารการเรียนการสอน (computer managed instruction) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาจัดระเบียบการเรียนการสอนการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน วิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อให้ครูได้ติดตามเป็นรายบุคคลได้ ซึ่งเป็นแนวทางให้ครูนำมาประกอบการพิจารณาหายุทธวิธีสอนที่เหมาะสม สามารถเลือกและจัดลำดับเนื้อหาวิชาให้เหมาะสมกับลักษณะและความสามารถของนักเรียนแต่ละคนและยังช่วยในการแบ่งกลุ่มการเรียนของนักเรียนได้ด้วย

4.3 นำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน โดยความหมายนี้ก็คือคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหรือเป็นตัวกลางที่จะช่วยนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ลักษณะนี้จะต้องประกอบด้วยโปรแกรมวิชาต่าง ๆ ที่ถูกสร้างไว้แต่ละเนื้อหาหรือแต่ละวิชาแล้วนำเอาโปรแกรมใส่ลงไปสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันในชื่อ CAI (computer assisted instruction) หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้แล้วยังมีชื่ออื่น ๆ ที่ใช้เรียกกันหลายชื่อแต่ก็มีความหมายในลักษณะเดียวกันเช่น

CAL = Computer Assisted Learning

CBI = Computer Based Instruction

CBL = Computer Based Learning

CBE = Computer Based Education

CAE = Computer Administered Education

CAI = Computer Assisted Instruction

CAT = Computer Aided Teaching

CAE = Computer Assisted Education

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒณ์ (2531 : 8-9) ได้กล่าวไว้ว่าในประเทศไทยมีคอมพิวเตอร์ใช้กันตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ได้ติดตั้งที่ภาควิชาสถิติ คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเครื่อง IBM 1620 ได้รับจาก AID และ บริษัท IBM ส่วนใหญ่ใช้งานทางด้านการศึกษา แต่ปัจจุบันเครื่องดังกล่าว ได้หมดอายุการใช้งานแล้ว ต่อมาในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2507 คอมพิวเตอร์ IBM 1401 สำนักงานสถิตินำมาใช้งานทางด้าน การสำมะโนประชากร ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นรุ่น IBM 3031 ซึ่งใช้งานได้กว้างขวางขึ้น ในด้านการส่งเสริมการศึกษา ได้มีการบรรจุเนื้อหาในระดับมัธยม ซึ่งเป็นวิชาบังคับและวิชาเลือก และมีการนำมาใช้กับการศึกษาในระดับอนุบาล และประถมศึกษามากยิ่งขึ้น

สำหรับการยอมรับคอมพิวเตอร์เข้ามาในวงการศึกษานั้นในปัจจุบันนี้ราคาของคอมพิวเตอร์ลดลงมาก ประกอบกับพัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ ได้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น จนมีการประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วขึ้นมาหรือเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ (อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2530: 2) ซึ่งนอกจากจะมีข้อดีแบบเดียวกับคอมพิวเตอร์ขนาดอื่น ๆ แล้วไมโครคอมพิวเตอร์ ก็มีข้อดีพิเศษคือ สั่งงานง่าย เครื่องเล็กกระทัดรัด ราคาต่ำ และยิ่งกว่านั้นยังมี วิวัฒนาการใหม่ ๆ ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเสมอ (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532 ก : 12) ด้วยเหตุดังกล่าว วงการศึกษาจึงเริ่มมีการตื่นตัวที่จะนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในสถานศึกษามากขึ้นโดยเฉพาะไมโครคอมพิวเตอร์ สถานศึกษาไม่ว่าจะเป็นของรัฐหรือเอกชน ต่างก็มีแนวโน้มที่มีบทบาททางไมโครคอมพิวเตอร์ด้วย (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532 ข : 12) และจากการวิเคราะห์สภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษา พบว่ามีคอมพิวเตอร์ใช้ในการบริหารโรงเรียน และการจัดการเรียนการสอน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2530 : 17-21) การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษานั้นสามารถทำได้หลายด้านทั้งนี้เมื่อคำนึงถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์แล้ว จะเห็นได้ว่าการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ระบบงานอย่างมาก เท่าที่ปรากฏได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารการศึกษา (computer for educational administration) ใช้บริหารงานบุคลากรทางการศึกษาซึ่งประกอบด้วยครู นักเรียน เจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การบริหารอาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อมทางการศึกษา การบริหารการเงิน และพัสดุศึกษา

2. การใช้คอมพิวเตอร์ในงานบริการการศึกษา (computer for educational service) ใช้บริการการศึกษา ด้านการบริการสารสนเทศการศึกษา เช่น การบริการค้นหาสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์ทั้งในและต่างประเทศ

3. การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน (computer assisted instruction) หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในกิจกรรมการเรียนการสอน ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มีการเสนอบทเรียนในลักษณะการสื่อสารสองทาง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ในลักษณะที่จะต้องประกอบด้วยบทเรียนวิชาต่าง ๆ ที่ถูกสร้างไว้แต่ละเนื้อหา หรือแต่ละวิชาแล้วนำบทเรียนเหล่านี้ไปสอนผ่านคอมพิวเตอร์

2.4.2 การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนี้ อาจแบ่งได้เป็นหลายลักษณะดังนี้

2.4.2.1 การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาสอน เพื่อให้รู้จักคอมพิวเตอร์เรื่องของคอมพิวเตอร์โดยตรง มีตั้งแต่การรู้จักหน้าที่ส่วนประกอบการทำงานของคอมพิวเตอร์ ไปจนถึงการเรียนภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และใช้งานได้ นอกจากนี้ก็อาจเป็นการสอนให้ใช้คอมพิวเตอร์ได้เพื่อเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของผู้จบการศึกษาทั่ว ๆ ไป

2.4.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือบริหารการเรียนการสอน (computer managed instruction) ซึ่งคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่หลัก 4 ประการคือ

1. ช่วยบริหารการสอน
2. ช่วยบริหารงานประวัตินักศึกษา
3. ช่วยบริหารการให้คำปรึกษาและแนะแนว
4. ช่วยจัดทำเอกสารรายงานเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชานั้น ให้ทั้งตัวนักศึกษา อาจารย์ และผู้บริหารสถาบันการศึกษา

2.4.2.3 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณ และประมวลผลประกอบการเรียน (computer based learning aids หรือ CBLA) การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในกรณีนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อลดงานด้านคำนวณและประมวลผลบางอย่าง ที่จำเป็นจะต้องทำให้เสร็จเสียก่อนจึงจะเรียนรู้ เนื้อหาสาระวิชานั้นได้ แต่ถ้ามีใครมาช่วยประมวลผลส่วนนั้นแทนนักศึกษาจนเสร็จ นักศึกษาก็สามารถเรียนรู้เนื้อหาสาระนั้นได้เช่นกัน และอาจดีกว่าในแง่ที่ว่าไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณประมวลผลเอง ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษามีเวลาสำหรับการคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอน ของการแก้ปัญหาและเข้าใจตัวปัญหามากขึ้น (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532 : 22)

2.4.2.4 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน โดยให้ความหมายนี้ก็คือการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือหรือตัวกลางที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ในลักษณะที่จะต้องประกอบด้วยโปรแกรมวิชาต่าง ๆ ที่ถูกสร้างไว้แต่ละเนื้อหา หรือแต่ละวิชา แล้วนำโปรแกรมเหล่านี้ไปสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันดี ในชื่อของ CAI (computer assisted instruction) หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.3 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวนานนท์ (2530: 206) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเรื่องราวเป็นคำอธิบายบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่าน และแต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน

สมชัย ชินะตระกูล (2535 : 63) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการเรียนการสอน การที่ครูหรือนักเรียนใช้โปรแกรมที่ได้เตรียมไว้แล้ว เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนนั้น จะเน้นที่ผลลัพธ์ของโปรแกรมไม่ใช่ที่ตัวโปรแกรม โดยจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสร้างกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนครูจะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินผล

ยืน ภู่วรวรรณ (2531) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2533) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นโปรแกรมการสอนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวมระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนเข้าไว้ด้วยกัน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความหมายในตัวอยู่แล้ว นั่นคือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนมิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมดส่วนการทบทวน และการทดสอบความรู้ ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ และสำหรับผู้เรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรม ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนที่ได้จัดไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ ด้วยการนำเสนอเนื้อหา ที่ต้องการให้ผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ โดยตรงตามความสามารถ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดแบบทดสอบ ลักษณะการนำเสนออาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียงเพื่อเป็นสิ่งดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนให้ทราบทันทีด้วยข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ให้แก่ผู้เรียน และยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือ

กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนในการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหา ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

2.4.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน

ช่วงโชติ พันธ์เวช (2535 : 11-31) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน มีอยู่หลายประเภท จำแนกได้ตามลักษณะนำเสนอบทเรียน ออกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. การเสนอบทเรียนแบบฝึกหัด (drill and practice) โปรแกรมประเภทนี้ได้ออกแบบไว้สำหรับการทำแบบฝึกหัด และการฝึกทักษะ เช่น หลังจากเรียนเนื้อหามาแล้วก็สามารถทำแบบฝึกหัดกับโปรแกรม แต่ก็มักจะมีข้อจำกัดทางด้านวิธีสอน รูปแบบการนำเสนอ บทเรียนแบบฝึกฝนของ PLATO ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ คือ 1. ปก และบทนำ 2. ส่วนของคำถามหรือแบบฝึกหัด 3. ส่วนสรุปผล

2. การเรียนแบบสอนและติวเตอร์ (tutorial) ใช้บทเรียนนี้หลังจาก ที่เรียนเนื้อหาแล้วจะเป็นการฝึกทำแบบฝึกหัด เพื่อเป็นการฝึกทักษะ หรือความคิดรวบยอด ของเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และตอบคำถามได้ตามความสนใจ และความถนัดของตนเอง ขั้นตอนการทำงานบทเรียน แบบสอนเสริม สามารถสอนบทเรียนได้ 2 รูปแบบ คือ บทเรียนแบบเส้นตรง และบทเรียนแบบสาขา

3. บทเรียนแบบจำลอง (simulation) เป็นโปรแกรม ช่วยจำลองสิ่งแวดล้อม การสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งในบางครั้งการฝึก และทดลองจริงอาจจะแพง หรือมีความเสี่ยงสูง การทำโปรแกรมสถานการณ์จำลองขึ้น เพื่อเสนอเนื้อหาแบบจำลองอาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ แบบกฎตายตัว และแบบความน่าจะเป็นจริง

4. บทเรียนแบบแก้ปัญหา (problem solving) เป็นโปรแกรมการสอนที่ซับซ้อน ให้เทคนิคหลายวิธีการ เช่น แบบเกม (games) แบบจำลองสถานการณ์

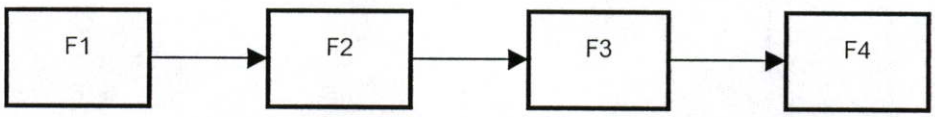
5. บทเรียนการสอนแบบเกม (instructional games) เป็นเครื่องมือที่มีอานุภาพมากอย่างหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับการสอนบทเรียน แบบการจำลอง ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนและเกิดทักษะต่าง ๆ โปรแกรมประเภทนี้มีลักษณะเด่นหลายประการ มีความท้าทาย มานะเพลิดเพลิน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทางด้านภาษาการคิดหาเหตุผลและด้านการอ่าน ฯลฯ

6. บทเรียนแบบชาญฉลาด (intelligence CAI) โปรแกรมนี้ ใช้หลักการปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (artificial intelligence) และวิธีการ ฐานความรู้ มาใช้งานเพื่อจัดการเตรียมเก็บข้อมูลและข้อเท็จจริงไว้ สำหรับโปรแกรมหาเหตุผล หรือโต้ตอบกับผู้เรียน นอกจากนี้ อาจจะสร้างโมเดล (model) ของการเรียนได้ โดยให้ผู้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนสามารถทราบความก้าวหน้าและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของตนเอง

2.4.5 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

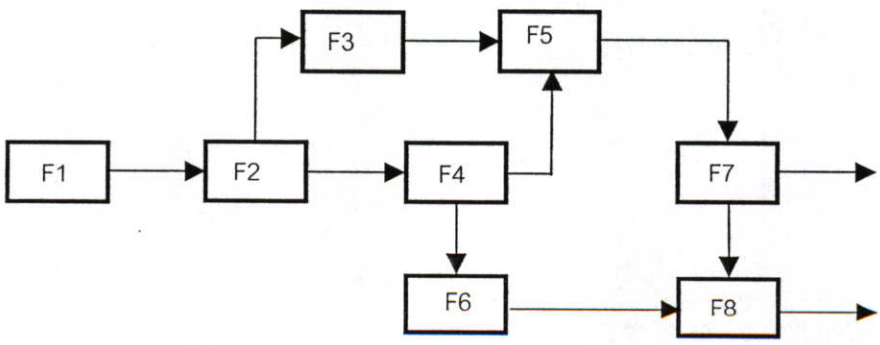
ครรชิต มาลัยวงศ์ (2531 : 122-123) การสร้างบทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบพื้นฐานจะนำเสนอต่อผู้เรียน 2 รูปแบบ

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปยาก ผู้เรียนทุกคนจะได้เห็นข้อความเดียวกันตามลำดับเหมือนกัน ตอบคำถามเดียวกัน ผู้เรียนจะต้องเรียนจากกรอบแรกก้าวไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป บทเรียนชนิดนี้มักจะให้ผู้เรียนตอบคำถามว่าถูกหรือผิด หรืออาจจะเป็นการเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่าง โดยทั่วไปการจัด CAI แบ่งเป็นกรอบเสมือนสไลด์โชว์ ซึ่งอาจผสมกับข้อความก็ได้ มองเห็นเป็นกรอบ ๆ ลักษณะของบทเรียนเชิงเส้น อาจแยกออกเป็นหลายบทได้ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น

2. บทเรียนโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น บทเรียนชนิดนี้คำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคนเป็นสำคัญ โดยให้มีการทดสอบผู้เรียนเพื่อหาระดับของผู้เรียนเพื่อเลือกบทเรียนให้เหมาะสม การจัดกรอบของบทเรียนจะต้องมีการกำหนดเชื่อมโยงระหว่างกรอบอย่างเหมาะสม จะเป็น เน็ตเวิร์ก ตามความสามารถของการเรียนรู้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น

2.4.6 โปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ

- ระบบนิพนธ์บทเรียน (authoring system) โปรแกรมระบบนี้เขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งออกแบบไว้สำหรับสร้างและนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างบทเรียน ก่อนหน้านี้เป็นเรื่องที่สร้างปัญหาในการใช้ภาษาไทยมาก เนื่องจากได้มีการประยุกต์ใช้ภาษาไทยกับระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีมาตรฐานรองรับ แต่ก็เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ตัวอย่างโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนได้แก่ ระบบ PLATO, Authorware, Multimedia, Toolbook, Icon Author, PINE, Ten CORE, Quest เป็นต้น ข้อดีของระบบนิพนธ์บทเรียนเหล่านี้ก็คือ ใช้งานง่ายและสะดวก ส่วนข้อจำกัดก็คือ ราคาค่อนข้างสูง และต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบที่มีขีดความสามารถค่อนข้างสูง

- ระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทั่วๆ ไป ได้แก่ PC Story Board, Show Partner, Paint Brush, Fatavision เป็นต้น เพื่อใช้ในการสร้างและพัฒนาบทเรียน ซึ่งมีข้อจำกัด และความสมบูรณ์ในหลายๆ ด้าน เนื่องจากเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างภาพทั่วๆ ไป เหมาะสำหรับการสร้างภาพเพื่อนำเสนอมากกว่าที่จะเป็นการโต้ตอบบทเรียน แม้ว่าบางโปรแกรมจะสามารถโต้ตอบได้ แต่ก็ยากเกินกว่าบุคคลทั่วไปที่จะทำได้ เนื่องจากการสร้างบทเรียนต้องใช้โปรแกรมจึงไม่เป็นที่นิยมใช้กัน

2.4.7 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอน ได้ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้อยู่ด้วยกันหลายทฤษฎี คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ ทฤษฎีการวางเงื่อนไขของสกินเนอร์ ทฤษฎีการเสริมแรงและแรงขับของฮัลล์ และทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดท์

Clark L.Hull เสนอ "ทฤษฎีการเสริมแรงและแรงขับไปใช้ในการเรียนการสอน"

- การเรียนรู้จะต้องมีประสิทธิภาพมากที่สุด ก็ต่อเมื่อจุดมุ่งหมายนั้น สนองความต้องการของผู้เรียน ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องคำนึงถึงความต้องการของเด็กแล้วหาวิธีการให้ความต้องการของเด็กได้รับการตอบสนอง โดยให้ความสัมพันธ์กับบทเรียน และกิจกรรมที่ครูได้กำหนดขึ้น

- ช่วงเวลาของการสอน ในเรื่องการเรียนการสอนนั้น ครูควรคำนึงถึงช่วงเวลาในการสอนหรือการฝึกหัดให้ได้ผลดีนั้น มีช่วงเวลาจำกัด ดังนั้น การสอนหรือการฝึกที่นานหรือล่วงเลยเวลาที่กำหนด จะทำให้การเรียนหรือการฝึกนั้นไม่ได้ผล เสียเวลาและเด็กเบื่อหน่าย เมื่อยล้า หมดความสนใจ ก็ทำให้การเรียนรู้การฝึกไม่ได้รับผลดี และฮัลล์ได้เสนอแนะว่า อย่าสอนผู้เรียน

เหนื่อย, เพลีย, ง่วงนอน, ไม่สบายใจหรือตื่นเต้นกับสิ่งอื่น เพราะมิฉะนั้น ผู้เรียนก็จะพยายามหลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่มีการเรียน

- กระบวนในการฝึก ในการเรียนการสอนครูควรจัดลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม และต้องใช้เวลาในแต่ละขั้นนานเพียงใด และสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้การเรียนเกิดผลดี ก็ต้องมีการเสริมแรงในแต่ละขั้นตอนอย่างเหมาะสม

- การถ่ายโยงการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้เน้นความเชื่อมโยงของบทเรียนหนึ่งกับบทเรียนหนึ่ง หรือระหว่างกิจกรรม ซึ่งเป็นไปตามหลักการเรียนรู้ของฮัลล์ ที่ว่า เมื่อมีสิ่งเร้าใหม่ ๆ ที่มีความคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าเก่า ที่เคยตอบสนองมาแล้ว ร่างกายย่อมมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่เหมือนสิ่งเร้าเดิม

- การเรียนรู้ทักษะ ครูควรสอนจากง่ายไปหายาก และคำนึงถึงความสัมพันธ์ของทักษะแต่ละทักษะด้วย ก็จะทำให้ผู้เรียนรู้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และมองเห็นความสัมพันธ์ของกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย

B. F. Skinner เสนอ "ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (operant conditioning)" เขาเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (operant learning) และการเสริมแรง (reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ

- การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่า มุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว

- การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน

- ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

- ควรเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน

- ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดี และตักเตือนเมื่อทำไม่ดี

- ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

- ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่อง มีความสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

- ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนแบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (self-management) และพึ่งตนเอง (self-reliance)

Edward L. Thorndike เสนอ "ทฤษฎีการเรียนรู้ (learning theory) " ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่าง สิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกัน และการ

เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ กฎแห่งความพร้อม(law of readiness) กฎแห่งความพอใจ (law of effect)และกฎแห่งการฝึกฝน (law of exercise) โดย

- ครูควรพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน
- ครูควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องจูงใจ
- ครูควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนให้เกิดขึ้นและกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนลงไปเสียก่อน
- การเรียนรู้ใด ๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมที่ได้แสดงออก และการรู้ผลการกระทำของตนในทางที่ถูกต้อง
- ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้น จำได้นานและมีความชำนาญ

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorial) โดยเน้นการผสมผสานทางกราฟฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ ดังนี้

- การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (gain attention) ทำได้โดยการใช้ ภาพ สี หรือเสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (title) ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิกภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะกับวัยของผู้เรียนด้วย
- บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (specify objectives) ในขั้นนี้ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกถึงเคร้าโครง ของเนื้อหาเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ต่อด้วยเมนู (menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟิกง่าย ๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย
- ทบทวนความรู้เดิม (active prior knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิมเตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา
- ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (present new information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระทัดรัด ง่ายและได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไป เข้าใจยากหรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วน เนื้อหา

ที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบ เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้นำ (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

- แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (guide learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์ กับส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนบางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้างถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

- การกระตุ้นการตอบสนอง (elicit responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งยิ่งทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่ง เป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนองหลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

- ให้ข้อมูลป้อนกลับ (provide feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลป้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงถึงด้วยว่าผลป้อนกลับควรให้ทันที หลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพ ที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้ ไกล จากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

- ทดสอบ (access performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงถึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบคำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถาม และควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบและต้องคำนึงถึงความแม่นตรง และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรคผิด ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

- การนำความรู้ไปใช้ (promote retention and transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้ และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ช่วงโชติ พันธุ์เวช (2535) ได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบ (instructional design)

- วิเคราะห์เนื้อหา เป็นเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะซ้ำบ่อย ๆ ประหยัดการสอนจำลองการสาธิตจริง

- ศึกษาความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงศักยภาพบุคลากร ระยะเวลาการทำ งบประมาณการจัดทำ

- กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณลักษณะและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน

- ลำดับขั้นตอนการทำงาน ทำเป็น storyboard และ flow chart โดยการเน้นเรื่องภาษาที่เหมาะสมกับผู้เรียน ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ ขนาดตัวอักษร การเสริมแรงจิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ แบบฝึกหัด ความสนใจ การประเมินผล

2. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา (instructional development)

- สร้างโปรแกรมการเรียน

- ทดสอบการทำงาน

- ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้งานและเพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพควรจัดทำคู่มือผู้เรียน คู่มือครู คู่มือการใช้เครื่อง

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (instructional implementation)

- ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน

- ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม

2.4.8 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน

จากการศึกษาเกี่ยวกับ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าทางด้านการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ดี เพราะสามารถทำในสิ่งที่สื่ออื่นไม่สามารถทำได้ เช่น การตัดสินใจในการเสนอเนื้อหาใหม่หรือให้ศึกษาเนื้อหาเดิมอีก

2. ลดปัญหาระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล

3. เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ให้คุณภาพการเรียนการสอนที่คงตัว

4. ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วและเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรม

5. สามารถให้การเสริมแรงได้อย่างรวดเร็วและมีระบบ โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีในรูปของคำอธิบาย สีสัน ภาพและเสียง

6. ผู้เรียน เรียนได้ดีและรวดเร็วกว่าปกติ สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา โดยจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่ไม่เข้าใจและใช้เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับเด็กเก่ง ให้ศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องรอเพื่อน ๆ

7. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น

8. ให้นักเรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบทำให้ไม่เบื่อหน่าย เช่น ถ้าเบื่อการอ่านหรือการฟังคำบรรยายก็เปลี่ยนเป็นเล่นเกมได้ ทำให้นักเรียนมีอิสระเสรีในการเรียนใครพร้อมก็เรียนได้ไม่ต้องคอยนัด

9. แนะกับเพื่อนร่วมชั้น และครู-อาจารย์ การเรียนกับคอมพิวเตอร์สามารถกระทำได้โดยอิสระ

10. สามารถควบคุมผลสัมฤทธิ์ได้ง่าย ถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการบันทึกการตอบคำถามและการทำงานของผู้เรียนเอาไว้ด้วยแล้ว ผู้สอนสามารถตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนตลอดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนได้อย่างละเอียด และสามารถนำไปปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้นได้

2.4.9 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.9.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531)

- ด้านสีสัน ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสันย่อมดึงดูด ความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว-ดำธรรมดา โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสันและยังมีผลในด้านความคงทนกว่าอีกด้วย

- ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ(feedback) ในการตอบถูกหรือผิด

- ด้านกราฟิก การใช้ภาพหรือกราฟิกประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย เช่นการทำให้เคลื่อนไหวช้า ๆ หรือ เร็ว ๆ พร้อมกับมีสีเปลี่ยนไป จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น และกราฟิกจะเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เรียน

- ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถ และความสนใจของตนเองแล้วการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดและได้เปรียบบทเรียนโปรแกรม คือสามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

- ด้านกิจกรรม เพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือกตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูล

- ด้านความรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกว่าเหมือนกับตนเองกำลังเรียนศึกษา หรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้

- ด้านการให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ตนเองทำไปหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร และเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีก็คือสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็นทั้งภาพและเสียง

- ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากเด็กไม่สามารถบอกได้ว่า เขาพบอะไรในหน้าต่อไป

- ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเอง ในการปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วกว่าสื่ออื่น ๆ เนื่องจากไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียนและไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

- สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน วิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้

- ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

2.4.9.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536)

- การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลา และความสามารถมากครูผู้รู้เนื้อหาวิชาแต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูง ๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

- เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์บางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับคอมพิวเตอร์

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคมเพราะผู้เรียนจะใช้เวลา และทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

- ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมาก จะมีหลักการการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

- คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลงแต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่

ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่นไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

- ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษาตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตุได้จากตลาดที่วางขายซอฟท์แวร์จะมีตัวคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยเมื่อเทียบกับซอฟท์แวร์ทางด้านธุรกิจ

- ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ลงทุนไปแต่ผลกลับคืนที่ได้อาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ จะประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างเสริม ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบผู้ที่สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

- ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกการตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องการความละเอียดรอบคอบผู้สร้างจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้จะทำการสอนโดยไม่มีครู อาจารย์ปรากฏต่อหน้าผู้เรียนไม่มีการกำกับการเรียนทีละขั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียน โดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น และที่สำคัญโปรแกรมต้องจัดเขียนขึ้นให้สัมพันธ์กัน เพื่อที่จะให้บรรลุจุดประสงค์ในวิชา เนื้อหาหรือหัวข้อที่ศึกษา ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2531 : 78-80) ได้เสนอขั้นตอนไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตร ว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใด ควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นความรู้อย่างไร ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษา ประสบการณ์การสอนวิชาที่กำหนดนี้ของตนเอง และของผู้สอนคนอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

2. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนด เป็นสิ่งที่สำคัญและจะต้องจัดเขียนขึ้นเอง ทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือที่จะได้จากการเขียนวิชานี้

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกันการจัดเรียบเรียงวัตถุประสงค์เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดีและกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสม จะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียนได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. วิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย จากเนื้อหาที่พิจารณาเลือกไว้แล้วจำเป็นต้องนำมาแยกเป็นหน่วยย่อย ๆ หรือเป็นตอนสั้น ๆ เรียงจากง่ายไปหายากหรือถ้าหากเนื้อหานั้นจะต้องต่อเนื่องกันเป็นลำดับก็จะต้องจัดลำดับไว้ โดยอาศัยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ ในแต่ละหน่วยย่อยควรมีความสมบูรณ์อยู่ภายในหน่วย เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ไม่สับสน

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมในขั้นนี้คือ ในบทเรียนหนึ่ง ๆ นั้นควรมีหน่วยหรือตอนที่เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หน่วยที่เป็นเนื้อหาหลัก และหน่วยสรุป สำหรับหน่วยนำเข้าสู่บทเรียนและหน่วยสรุปอาจมีเพียงหน่วยเดียวหรือสองหน่วยก็ได้ ส่วนหน่วยเนื้อหาหลักต้องมีจำนวนมากกว่าขึ้นอยู่กับเนื้อหาหลักสูตร

5. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ควรใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูป ปกติเข้ามาประยุกต์ใช้ด้วย โดยทั่วไปแล้วบทเรียนในแต่ละตอนต้องประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

5.1 คำแนะนำหรือชี้แนะว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้าง ในบทเรียนนี้จะต้องโต้ตอบอย่างไร คล้าย ๆ กับเป็นการแนะนำวิธีการเรียนนั้นเอ

5.2 การทดสอบก่อนเรียน ในแต่ละตอนจะต้องมีการทดสอบ เพื่อจะได้ทราบความสามารถหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผลการสอบจะได้เป็นตัวชี้บ่งว่าผู้เรียนจะต้องเรียนบทเรียนนี้ทั้งหมด หรือเรียนเพียงบางส่วน หรือข้ามไปตอนอื่นได้เลย

5.3 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ของแต่ละคนจะต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจก่อนเรียนว่าหลังจากเรียนบทเรียนนั้น ๆ แล้ว ผู้เรียนจะสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างไรบ้าง

5.4 เนื้อหาในแต่ละตอนจะต้องพยายามทำเนื้อหาให้น่าสนใจ ครอบคลุมเรื่องที่ต้องการจะสอนให้พอเหมาะ อธิบายขยายความในสิ่งที่ควรอธิบาย ตัดตอนบางส่วนที่ไม่สำคัญให้กระชับขึ้นหรือถ้าเป็นไปได้ เนื้อหานั้นควรช่วยให้ผู้เรียนเพลิดเพลิน และอยากเรียนต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ไม่รู้เบื่อ

5.5 แบบฝึกหัด จะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผู้เรียนรู้ในบทเรียนนั้นอย่างถูกต้องแม่นยำ แบบฝึกหัดแต่ละข้อควรให้ข้อมูลย้อนกลับทันที เพื่อเสริมแรงของการตอบสนองให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น

5.6 ทบทวนบทเรียน เพื่อเน้นหรือย้ำในสิ่งที่ผู้เรียนอาจจะยังจับจุดไม่ได้ หรือทำให้เกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

5.7 ทดสอบหลังเรียน เมื่อจบบทเรียนตอนหนึ่ง ๆ ควรให้มีการทดสอบ การทดสอบนี้ควรให้ผู้เรียนเข้าใจว่าไม่ใช่คะแนนตัดสินเรื่องสอบได้สอบตก แต่เป็นข้อมูลที่จะชี้แนะผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน

6. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแบบ เมื่อได้รูปแบบของบทเรียนแล้วขั้นต่อไปคือลงมือสร้างตามแบบ วิธีที่ง่ายคือร่างลงกรอบหรือเฟรมไว้ก่อน โดยเขียนหมายเลขกำกับไว้ในแต่ละกรอบว่าให้มีข้อความหรือรูปภาพอะไร ต้องเขียนไว้ให้ครบถ้วนตามที่ต้องการให้ปรากฏบนจอ

จากองค์ประกอบของการวางแผนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เห็นได้ว่าส่วนของกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำกรอบเรื่องราว (story board) บทเรียน การทำกรอบเรื่องราว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนสำคัญในการนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างบทเรียนให้เป็นไปตามที่ได้วางไว้ ไม่เยิ่นเย้อ การทำกรอบเรื่องราว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือการสร้างสคริปเนื้อหาบทเรียนเพื่อใช้กับโปรแกรมออเธอแวร์ อาจทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคล และยังขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ร่วมงาน การสร้างกรอบเรื่องราวอาจทำได้ดังต่อไปนี้ (บุปผาชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538 : 2-10)

6.1 สร้างกรอบหรือบอร์ดเรื่องราว โดยเขียนลงบนแผ่นกระดาษหรือเป็นแผ่นการ์ด

6.2 สร้างผังการดำเนินเรื่อง (flow chart)

6.3 เขียนลำดับของเนื้อหา (sequence)

7. เขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากแผนภูมิและบทเรียนที่ร่างไว้ในขั้นที่ 6 ก็สามารถนำเข้ามาเข้ารหัสคำสั่งคอมพิวเตอร์ได้เลย ส่วนเรื่องการเลือกใช้ภาษาหรือระบบใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับผู้เขียน และส่วนประกอบอื่น ๆ การเขียนโปรแกรมนี้อาจช่วยกันเขียนหลาย ๆ คน แล้วนำมาต่อกันก็ได้ สำหรับการเพิ่มรูปภาพหรือกราฟิกย่อมทำได้ถ้าจำเป็นและเหมาะสม

8. ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อได้โปรแกรมเรียบร้อยแล้ว มาถึงขั้นนี้ก็นำโปรแกรมป้อนเข้าเครื่องแล้วบันทึกไว้ในแผ่นดิสก์เก็ต หรืออุปกรณ์ข้อมูลสำรองอื่น ๆ ข้อควรระวังในการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ก็คือ ต้องพยายามพิมพ์ให้ถูก เครื่องหมายต่าง ๆ ควรสังเกตให้

ละเอียดรอบคอบ เมื่อป้อนไปได้ตอนหนึ่งแล้วก็ควรจะให้เครื่องประมวลผลให้ถูกก่อนเพื่อตรวจสอบว่ามีผิดพลาดหรือไม่ ถ้าผิดพลาดจะได้แก้ไขแล้วพิมพ์ตอนอื่นต่อไป

9. ทดลองหาประสิทธิภาพ ในกรณีที่ได้บทเรียนเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว ก่อนนำไปใช้กับนักเรียนควรนำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เมื่อได้รับการประเมินแล้ว อาจปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปทดลอง โดยหากลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 2-3 คน ก่อนเพื่อตรวจสอบในด้านการใช้ถ้อยคำสำนวนหรือคำสั่งว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณอย่างน้อย 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามกระบวนการการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

10. นำไปใช้หลังจากที่การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน และได้ผลว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์สูงสามารถนำไปใช้ได้ ถ้าไม่อยู่ในเกณฑ์ก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขและทดลองหาประสิทธิภาพใหม่จนกว่าจะเข้าเกณฑ์จึงนำไปใช้ได้ ไม่ควรนำบทเรียนโปรแกรมใด ๆ ที่ยังไม่ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพไปใช้กับนักเรียน เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี โดยเฉพาะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้เวลาสร้างนานเมื่อนำไปใช้ควรให้ได้ผลคุ้มค่าจริง ๆ

11. ประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไข การประเมินผลในขั้นนี้อาจทำหลังจากที่ได้นำบทเรียนโปรแกรมไปใช้ระยะหนึ่ง อาจประเมินว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ หรือไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป หรือถ้าหากผลการเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำ ต้องนำมาวิเคราะห์ระบบดูว่าบกพร่องตรงไหน ถ้าต้องปรับปรุงก็ต้องวิเคราะห์เป็นขั้น ๆ ไป เช่นไปดูเนื้อหายากง่ายเกินไปหรือไม่ บทเรียนนี้เป็นไปตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่

2.5.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การที่จะกล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นมานั้นใช้ได้ผลดี มีประสิทธิภาพหรือไม่นั้น พิจารณาจาก

1. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องใด ๆ ก็ตามจำเป็นจะต้องมีการประเมินผลเสียก่อน เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพบทเรียนนั้น ๆ

การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เพื่อที่จะรับประกันว่าสื่อนั้นมีคุณภาพจริง สำหรับเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

เกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่เหมาะสมนั้น นักการศึกษาได้ให้ความเห็นไว้หลายท่านตามความเห็นของ เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 291) สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของสื่อเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจควรใช้เกณฑ์ 90/90 และสำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะใช้เกณฑ์ 80/80 การวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 โดยที่การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ พบว่าเป็นเนื้อหาที่เป็นปัญหาต่อการเรียนการสอน

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ

2.6.1 ความหมายของข้อมูลป้อนกลับ

การให้ผลป้อนกลับในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นการประเมินการตอบสนองของผู้เรียนว่า ถูกหรือผิด จากข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ และสามารถให้ผลป้อนกลับของการตอบสนองได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบอันสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหนือกว่าการสอนรายบุคคลแบบอื่น ๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม (Gilman, David Alan. 1969 : 503)

ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) หมายถึง ข้อมูลที่บอกผู้เรียนให้ทราบผล หรือความสำเร็จของการกระทำที่ผู้เรียนกระทำ ทำให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองนั้นว่าถูกหรือผิด (Stolurow, Lawrence M. 1974 : 390-400)

ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง ข้อมูลที่ได้รับภายหลังที่ได้ทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Cohen, B. V. 1985 : 33)

ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง ข้อมูลที่ช่วยในการเรียนรู้ โดยผลป้อนกลับจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ประเมิน หรือช่วยตรวจแก้การตอบสนองที่ผู้เรียนจะกระทำต่อสิ่งเร้าในขั้นต่อไป (Carter, J. 1984 : 53)

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2526 : 42) ได้กล่าวถึงการให้ผลย้อนกลับว่าเป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำของอินทรีย์ซึ่งจะทำให้อินทรีย์รู้ว่าตนได้ทำพฤติกรรมที่เหมาะสมหรือไม่ อีกทั้งการกระทำก่อให้เกิดพฤติกรรมที่เหมาะสมย่อมจะได้รับการเสริมแรง การให้ผลย้อนกลับหรือการให้ผู้เรียนผลการตอบสนองของตนสอดคล้องกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขที่กล่าวว่า การที่อินทรีย์แสดงการตอบสนองของตนสอดคล้องกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขที่กล่าวว่า การที่อินทรีย์แสดงการตอบสนองแล้วได้ผลลัพธ์ออกมาทันที จัดว่าเป็นการเสริมแรงที่สำคัญในขบวนการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของข้อมูลป้อนกลับที่มีผลต่อการเรียนรู้ไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม แยกออกเป็น 2 แนว (Carter, J. 1984 : สุกัญญา นิมานนท์. 2533, 23-27)

1. นักการศึกษาที่เชื่อในทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ ก็เปรียบเทียบข้อมูลป้อนกลับกับการให้รางวัล และอธิบายบทบาทของข้อมูลป้อนกลับ ว่าเป็นข้อมูลที่ช่วยเสริมเพื่อสนับสนุนการตอบสนองที่ถูก หรือช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการตอบสนอง ข้อมูลป้อนกลับในลักษณะการสอนเสริมแรงนี้ จะให้หลังการตอบสนองที่ถูกเพื่อเน้นการตอบสนองที่ถูกและจูงใจให้เกิดการตอบสนองต่อไป

2. นักการศึกษาที่เชื่อว่าบทบาทของข้อมูลป้อนกลับนั้นไม่ใช่เพื่อสนับสนุน หรือเสริมแรงในการตอบสนองที่ถูกต้อง แต่เป็นการให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้ ข้อมูลป้อนกลับแบบนี้จะมีการบอกให้ผู้เรียนทราบว่า การตอบสนองของตนถูกหรือผิด หรือเป็นการให้ข่าวสาร ชี้แนะ อธิบายเพิ่มเติมที่ช่วยในการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น การให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการตอบสนองของตนเอง จะมีผลทำให้นักเรียนแก้ไขในสิ่งที่ผิดให้ถูกต้องในการทำงานครั้งต่อไป การที่ผู้เรียนได้ทราบผลโดยตรงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งไม่ใช่เฉพาะด้านพฤติกรรมเท่านั้น แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะเจาะจงบางอย่าง และการทราบผลยังช่วยให้นักเรียน รู้จักเลือกการตอบสนองสิ่งเร้า และทราบว่าในการเรียนแต่ละครั้งควรจะตอบสนองอย่างไรจึงจะก่อให้เกิดผลมากที่สุด

สรุปข้อมูลป้อนกลับ หมายถึงข้อมูลข่าวสารที่ย้อนกลับคืนสู่ผู้เรียนทำให้ทราบผล การกระทำพฤติกรรม ความสำเร็จ การประเมินหรือการตรวจสอบเกี่ยวกับการปฏิบัติ เกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้เรียนกระทำ

2.6.2 รูปแบบการให้ข้อมูลป้อนกลับ

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้มีการศึกษาค้นคว้าใน 2 ลักษณะ คือในด้านสาระเนื้อหาของผลป้อนกลับ และในด้านช่วงเวลาในการให้ข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ (Smith, Patricia L. 1988)

2.6.2.1 สาระเนื้อหาของผลป้อนกลับ

สาระเนื้อหาของผลป้อนกลับที่ให้แก่ผู้เรียนหลังการตอบคำถามในบทเรียนนั้น พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

2.6.2.1.1 ผลการป้อนกลับแบบแรงจูงใจหรือเสริมแรง (motivational feedback) เป็นการให้ผลป้อนกลับในรูปของคำชมเชย หรือการให้รางวัล เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการจำ และการสร้างกำลังใจในการตอบข้อต่อไป การให้ผลป้อนกลับแบบนี้ไม่ใช่การลงโทษต่อการตอบผิด

2.6.2.1.2 ผลป้อนกลับเชิงข้อมูล (informational feedback) เป็นการให้ผลป้อนกลับในรูปข้อความ ซึ่งอาจจะเป็นการแนะแนวทางในการตอบคำถามให้ถูกต้อง อธิบายคำตอบที่ถูกนั้นถูกอย่างไรหรือคำตอบที่ผิดนั้นทำไมจึงผิด การใช้รูปแบบผลป้อนกลับแบบนี้ใช้ได้ทั้งภายหลังการตอบถูกและภายหลังการตอบผิด

การให้ผลป้อนกลับเชิงข้อมูลนี้ สามารถแบ่งตามลักษณะ เนื้อหา หรือข้อมูลที่ให้ออกเป็นดังนี้คือ

- ให้ข้อความบอกว่าถูก / ไม่ถูก (correct 2 incorrect message) เป็นการให้ผลป้อนกลับ โดยการบอกว่าถูก หรือไม่ถูก ไม่มีรายละเอียดอื่น ๆ

- การแสดงคำตอบที่ถูก (presentation of correct answer) เป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับที่บอกคำตอบที่ถูก

- การให้ผลป้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (elaborate feedback) เป็นการให้ผลป้อนกลับที่มีการอธิบายรายละเอียดในรูปแบบต่าง ๆ คือ

- การให้ผลป้อนกลับแบบอธิบาย (explanatory feedback) เป็นการอธิบายคำตอบของข้อที่ถูกและข้อที่ผิด

- การให้ผลป้อนกลับแบบชี้แนะ (directive feedback)เป็นการให้ผลป้อนกลับที่มีการแนะวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ผลป้อนกลับชนิดนี้หลังจากการตอบที่ผิดในครั้งแรก เพื่อให้มีความพยายามตอบให้ถูกในครั้งต่อไป

- การให้ผลป้อนกลับแบบเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง(monitoring feedback) เป็นการให้คำแนะนำเพื่อเรียนให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.6.2.2 ช่วงเวลาในการให้ผลป้อนกลับ (scheduling) ลักษณะของช่วงเวลาในการให้ข้อมูลป้อนกลับ จากที่มีผู้ได้ทำการวิจัยศึกษาค้นคว้า พอจะแบ่งได้เป็น (Smith,Patricia L. 1988 ; Demsey, J. V., and S. U. Wager. 1988)

2.6.2.2.1 ผลป้อนกลับแบบให้ทันที (immediate feedback) เป็นผลการป้อนกลับเชิงข้อมูลในทันที หลังจากผู้เรียนตอบสนองหรือในระหว่างกำลังเรียน การให้ผลป้อนกลับในลักษณะนี้ ในทางปฏิบัติจะทำได้หลายลักษณะ ดังนี้

2.6.2.2.1.1 ให้ผลป้อนกลับในแต่ละข้อ (item-by-item) ควบคุมให้ผู้เรียน (learner-controlled) ให้ผลป้อนกลับตามที่ผู้เรียนต้องการ

2.6.2.2.1.2 หยุดตามเนื้อหาที่กำหนด (logical control break) เป็นการให้ผลป้อนกลับที่แสดงโดยอัตโนมัติ หรือตามที่ผู้เรียนต้องการ เช่น หลังการฝึกเรื่องที่ต้องการให้ฝึกเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ

2.6.2.2.1.3 เมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วย (end-of-module) เป็นการให้ผลป้อนกลับหลังจากจบในแต่ละตอนของบทเรียน หรือแต่ละตอนของแบบทดสอบ

2.6.2.2.1.4 หยุดโดยผู้เรียน (break by learner) เป็นการให้ผลป้อนกลับโดยเฉพาะการสรุป หลังจากที่ผู้เรียนต้องการดูบทเรียน หรือ การทำสอบ

2.6.2.2.2 ผลป้อนกลับแบบชะลอการให้ (delayed feedback)การให้ผลป้อนกลับแบบชะลอการให้ มีการทิ้งระยะเวลาหลังจากที่ผู้เรียนตอบคำถาม หรือหลังจากทดสอบ ระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงให้ผลป้อนกลับ ซึ่งมีรูปแบบในการให้ดังนี้

- การให้ผลป้อนกลับในแต่ละข้อ (item-by-item) เป็นการให้ผลป้อนกลับในทุกข้อแก่ผู้เรียนที่ตอบในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ แต่มีการตั้งโปรแกรมให้มีการชะลอเวลาให้ทิ้งช่วงเวลาไว้ระยะหนึ่ง

- ให้ผลป้อนกลับตามเนื้อหาเฉพาะ (logical content break) เป็นผลการให้ผลป้อนกลับจากการควบคุมโดยโปรแกรม เช่น หลังจากการฝึกทักษะเฉพาะหรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

- ชะลอเวลาน้อยกว่า 1-24 ชั่วโมง (1-24 hours) เป็นการให้ผลป้อนกลับจากการควบคุมโดยโปรแกรม หลังจากจบบทเรียนแต่ละตอน

- ชะลอเวลาน้อยกว่า 1-24 ชั่วโมง (1-24 hours) เป็นการให้ผลป้อนกลับจากการควบคุมโดยโปรแกรม หลังจากเรียนจบบทเรียนนั้นในช่วงเวลา 1 ถึง 24 ชั่วโมง

Carter, J. (1984 : 53-55) ได้พิจารณาลักษณะของข้อมูลป้อนกลับมที่ให้แก่ผู้เรียนหลังจากการตอบสนอง ซึ่งอาจจะแบ่งโดยพื้นฐานได้เป็น 3 ลักษณะ คือ การบอกผลการกระทำ (knowledge of result) หมายถึง การให้ข้อมูลป้อนกลับที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าการตอบสนองของตนถูกหรือผิด การบอกข้อถูก (knowledge of correct result) ซึ่งเป็นข้อมูลป้อนกลับที่บอกให้ผู้เรียนทราบถึงคำตอบที่ถูกหรือตัวเลือกที่ถูก และการเข้าใจผิด (error correction) ซึ่งเป็นข้อมูลที่บอกให้ผู้เรียน รู้ถึงข้อผิดพลาด และสาเหตุที่ผิดหรือที่ข้ออื่นถูก

Smith, Patricia L. (1988) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับกระทำได้ทั้ง การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะ และการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบรู้แจ้ง (monitoring) สำหรับการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะนั้น Smith ได้อธิบายว่า เป็นการให้คำชี้แนะ (cues) หรือการกระตุ้น (pomp) ผู้เรียน เพื่อให้เกิดกลยุทธวิธีในการที่จะตัดสินใจในคำตอบและสามารถให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาได้อีกด้วย

หากพิจารณาถึงเวลาในการให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback timing) แก่ผู้เรียน จะแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี (Carter, J. 1984 : 53-55 ; สุกัญญา นิมานนท์, 2533 : 23-27) คือ

- การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบทันที (immediate feedback) หลังจากที่ผู้เรียนตอบคำถามแต่ละครั้ง

- ชะลอการให้ข้อมูลป้อนกลับ (delays feedback) โดยอาจกำหนดเป็นระยะ เช่น หลังจากตอบคำถามแล้ว 5 ข้อ หรือสรุปให้หลังจากเรียนจากบทเรียนแล้ว เป็นต้น

- การให้ข้อมูลแบบป้อนกลับทันทีนั้น ใช้ได้ผลดีกับผู้ที่มีขีดความสามารถต่ำ เช่น การท่องจำบทเรียนที่ใช้เสริมความคงทนระยะสั้น ส่วนการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบชะลอการให้ได้ผลดีกับผู้เรียนที่มีขีดความสามารถสูง เหมาะสำหรับบทเรียนที่เกี่ยวกับความเข้าใจ และส่งเสริมความคงทนระยะยาว

เปรื่อง กุมุท (2519 : 52-53) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งได้มีการวิจัยในต่างประเทศ สามารถจัดแบ่งรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับได้หลายลักษณะ คือ การให้ข้อมูลป้อนกลับในลักษณะเป็นข้อความใด ๆ บอกเพียงว่าถูกหรือผิดเท่านั้น การให้ข้อมูลป้อนกลับในประโยคที่ทำให้เข้าใจเรื่องได้ การให้ข้อมูลป้อนกลับทำไมคำตอบจึงถูกหรือผิดบวกกับคำอธิบาย ซึ่งคำอธิบายประกอบนั้นยังแบ่งคำอธิบายที่เป็นคำจำกัดความ หรือคำอธิบายเกี่ยวกับตัวเลือกที่ถูกต้อง การอธิบายที่ชี้หลักเหตุผลว่าทำไมตัวเลือกที่ถูกจึงถูก และการอธิบายที่ชี้ให้เห็นผลของการกระทำที่อาจเกิดขึ้นจากการเลือกนั้น

Sales, G. C. and Corrier, A. C. (1987 : 172) แบ่งตามลักษณะตามแหล่งที่มาของผลป้อนกลับโดยพิจารณาจากผู้เรียนเป็นหลักคือ

- ผลป้อนกลับภายใน (internal feedback) คือ ผลป้อนกลับที่เกิดขึ้นได้ภายในตัวผู้เรียนเอง เช่น กำหนดว่าผลการตีลูกเทนนิสของตนผิดหรือถูกเป้าหมาย เป็นต้น

- ผลป้อนกลับแบบภายนอก (external feedback) คือ ผลป้อนกลับที่ผู้เรียนได้รับจากภายนอก เช่น คำชมของครูที่บอกว่าถูกต้อง หรือ การที่เครื่องคอมพิวเตอร์บอกว่าดีมาก เป็นต้น

2.6.3 ความสำคัญของการให้ข้อมูลป้อนกลับ

นักการศึกษาบางท่าน ได้เสนอแนะวิธีการที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Bloom, B. S. (1976 : 172) กล่าวว่า การให้ผลข้อมูลป้อนกลับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ การเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนทำกิจกรรม หรือตอบสนองสิ่งเร้านั้น ๆ กล่าวคือ จะต้องแจ้งผลการเรียน และข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนเพียงใด และครูจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนรู้นั้น ๆ ควบคู่ไปกับการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

การให้ผู้เรียนได้รับรู้ผลของการเรียนหรือการกระทำไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะใดก็ตามจะมีผลต่อกระบวนการเรียนที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับการตอบสนองของเขา มีผลทำให้ผู้เรียนได้แก้ไขสิ่งที่ผิดให้ถูกต้องในการทดสอบครั้งต่อไป การที่ผู้เรียนได้รู้ผลโดยตรงนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งไม่ใช่เฉพาะในด้านพฤติกรรมเท่านั้น แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะเจาะจงบางอย่าง ซึ่งจะทำให้การกระทำของผู้เรียนเข้าใกล้เกณฑ์ที่กำหนดไว้มากที่สุด (Deese, J. and Hulse, S. H. (1969

: 454) นอกจากนี้การให้ผลป้อนกลับยังช่วยให้ผู้เรียนได้รู้ตจักเลือกใช้การตอบสนองต่อสิ่งเร้า และรู้ว่าควรจะทำอย่างไรบ้างเมื่อพบสิ่งเร้าเดิมนั้น อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนรู้ว่าในการเรียนแต่ละครั้ง เขาควรจะตอบสนองอย่างไร จึงจะก่อให้เกิดผลมากที่สุด

2. การให้ผลป้อนกลับ อาจเป็นการเสริมแรงต่อการเรียนรู้ ทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ จะใช้คำว่า "ถูก" หรือ "ผิด" แทนการให้รางวัล หรือการลงโทษ ในการใช้คำเหล่านี้ในแง่ของการให้รู้ผลของการกระทำเป็นการเสริมแรงขั้นทุติยภูมิ ที่ได้รับอย่างทันทีทันใดก่อให้เกิดกำลังใจต่อผู้เรียนในการทำกิจกรรมการเรียนครั้งต่อ ๆ ไป (พรรณี ช.เจนติ. 2528 : 176)

นอกเหนือจากนั้นยังพบว่า ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะต้องมีการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน การเรียนรู้จะไม่สมบูรณ์หากไม่มีการป้อนกลับ หรือการให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำของตน Croubach, J. J. (1963 : 277) ซึ่งการให้ข้อมูลป้อนกลับจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีแรงจูงใจ ลดความวิตกกังวลในการเรียน Krikland, M. C. (1971 : 303-305); Fricdman, Lueilli T. (1974 : 62-65) และเมื่อผู้เรียนรู้ว่า การตอบสนองของตอนถูกต้องก็จะเป็นการเสริมแรงในการตอบสนองครั้งต่อไป ถ้าการตอบสนองผิดก็จะสามารถแก้ไขการเข้าใจผิดนั้นได้ทันที เพราะพฤติกรรมที่ถูกเสริมแรงจะทำให้ผู้เรียนมีความกระฉับกระเฉง และมีความเพียรพยายามอย่างต่อเนื่อง

2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการให้ข้อมูลป้อนกลับ มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

เจษฎา ชนะโรค (2530 : 41) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพ กับการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยตัวแปรด้านวิธีการเรียนก็คือ การเรียนแบบรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยวิธีเรียนเป็นกลุ่มย่อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนตามลำพังคนเดียว

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 30) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคล และระหว่างเรียนแบบเป็นกลุ่มย่อย 3 คน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผลการเรียนรู้จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกัน

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน

ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู สสวท.โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 16 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มที่ 2 จำนวน 18 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยและกลุ่มควบคุมมี 16 คน เรียนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทาการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือ ไม่แตกต่างกัน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู แตกต่างกัน

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อย และนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับคู่มือครูไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

สมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : 43-44) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง " การใช้ซอฟแวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ" ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล โดยสร้างขึ้นแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย หน่วยที่ 1 (A) เรื่อง AutoCAD เบื้องต้น หน่วยที่ 2 (B) เรื่อง AutoCAD กับการเขียนภาพแยกชิ้น หน่วยที่ 3 (C) เรื่องอักษรกำหนดขนาด และ หน่วยที่ 4 (D) เรื่อง AutoCAD กับการเขียนภาพประกอบ พบว่า

บทเรียนหน่วยที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 96.96/84.55

บทเรียนหน่วยที่ 2 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.79/83.48

บทเรียนหน่วยที่ 3 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 87.10/81.25

บทเรียนหน่วยที่ 4 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.19/80.12

บทเรียนโปรแกรมภาคปฏิบัติ (E_3/E_4) เท่ากับ 93.70/95.11

ภาคทฤษฎี บทเรียนโปรแกรมรวมทั้ง 4 หน่วย มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 88.93/82.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ภาคปฏิบัติ บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพ (E_3/E_4) เท่ากับ 93.7./95.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ธีระ โสภณจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวิธีเขียนแบบภาพตัด วิชาเขียนแบบเครื่องกล 2 (APM 512) ตามหลังสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2531 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน ชั้นที่ 1 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบทันทีหลังจากเรียนด้วยตนเองผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวิธีเขียนแบบภาพตัด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของขบวนการร้อยละ 83.3 และประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ร้อยละ 81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนปรากฏว่า มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 แสดงว่านักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

วิรัช กล้าหาญ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการทดลองใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ สอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยการเปรียบเทียบวิธีการสอน 2 วิธี คือ วิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับ วิธีการสอนเป็นรายบุคคลแบบตัวต่อตัว มีการสื่อความหมายทางสายตา การใช้ท่าทาง ภาษามือ การสะกดนิ้วมือ ตลอดจนนำกระบวนการเรียนการสอน ที่มีการถ่ายโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่แบบลูกโซ่ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มสูงขึ้น

มาลินท์ อิทธิรส (2530 : 41) ได้ศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถใช้สอนซ่อมเสริมได้ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ (2530 : 57) ได้ศึกษาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์และศึกษาเจตคติ ของผู้เรียนและการเรียนซ่อมเสริม โดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน พบว่า นักเรียนที่เรียนเพิ่มเติมจาก บทเรียนโปรแกรมที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริม ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนซ่อมเสริม

มณฑล อนันตรศิริชัย (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 46 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการจับคู่จากคะแนนสอบก่อนการทดลอง แบ่ง 2 กลุ่ม ออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แต่ละกลุ่มมีนักเรียน 23 คน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนโดยบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ พบว่า

1. หลังการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมจิตร สงสาร (2534 : 52) ได้ทำการวิจัยรูปแบบของผลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและระดับผลการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีรูปแบบการให้ผลย้อนกลับเหมือนกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียน ที่มีระดับผลการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีรูปแบบการให้ผลย้อนกลับต่างกันคือ แบบให้ผลย้อนกลับแบบตอบถูก ถามคำถามใหม่ ตอบผิด อธิบายและทบทวนคำถามเดิม แล้วถามคำถามใหม่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพงษ์ วงศ์ชัยประทุม (2534 : 54-55) ได้ทำการวิจัยศึกษา ผลของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่านักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่มีผลการเรียนต่ำ นักศึกษาทุกระดับผลการเรียนเมื่อเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีรูปแบบของการให้ผลย้อนกลับที่แตกต่างกัน จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ไม่ว่าการสนองตอบต่อคำตอบของนักศึกษาเป็นเพียงการบอกถูกหรือหรืออธิบายเหตุผล ไม่ว่าการตอบทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด

ประสิทธิ์ โตอ่อน (2526 : 51-52) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ จากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ผลป้อนกลับแบบปกติ แบบให้เหตุผลและแบบให้เหตุผลและสรุป วิชากลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 105 คน พบว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลป้อนกลับแบบให้เหตุผลและสรุปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลป้อนกลับแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนจากชุดเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลแบบป้อนกลับแบบให้เหตุผล และแบบให้เหตุผลและสรุปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

สมบูรณ์ สุวรรณชาติ (2535 : 33) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผลย้อนกลับ 2 ลักษณะ ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาดิจิตอลเทคนิคของนักศึกษาระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกรุงเทพฯ จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที กับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญสำคัญ .05

สุจิตรา เผื่อนอารีย์ (2532 : 43-46) ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองและรูปแบบผลย้อนกลับในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน แบ่งความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองเป็น 2 ลักษณะ คือ สูงและต่ำ รูปแบบของผลย้อนกลับแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบคือ แบบออกผลการกระทำ แบบบอกผลการกระทำและคะแนนสะสม แบบบอกข้อถูก และแบบบอกข้อถูกและคะแนนสะสม ผลการศึกษาพบว่า

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง กับรูปแบบของผลย้อนกลับ

2. นักเรียนที่มีความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองต่างกัน เมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบผลย้อนกลับ ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาทิต มีสนุ่น (2533 : 26-27) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบชี้แนะคำตอบ และข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบชี้แนะคำตอบ มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบคำอธิบาย

ยุพดี เฉลาภักดิ์ (2536 : 57) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนทางการเรียนวิชาวงจรดิจิตอล 1 ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยาจำนวน 3 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 18 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายคำตอบ และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่อธิบายคำตอบ ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบาย และไม่อธิบายตอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประภา ยิ้มดี (2521 : 43-44) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน วิชาภาษาอังกฤษ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบให้ข้อมูลป้อนกลับตามปกติ กับบทเรียนโปรแกรมแบบให้ข้อมูลป้อนกลับเป็น

คำอธิบาย พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทางภาษาสูง และต่ำมีผลการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้จากการเรียนทั้งสองแบบไม่ต่างกัน

นาวิน จันทร์อับ (2526 : 52-53) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน ในการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเส้นตรงชนิดเลือกคำตอบที่มี และไม่มีการอธิบายเหตุผลตัวเลือกที่ถูกต้อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 พบว่านักเรียนที่เรียน โดยการใช้บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงชนิดเลือกคำตอบที่มีการอธิบายเหตุผลตัวเลือกที่ถูกต้อง และไม่อธิบายเหตุผลตัวเลือกที่ถูกต้อง ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์กิจ (2532 : 28-29) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะ มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ

พรพิไล ทองหยด (2538 : 55) ได้ทำการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ให้การป้อนกลับเป็นข้อความและรูปภาพ ในการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สาขาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคประทุมธานี จำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ผลป้อนกลับเป็นข้อความ และให้ผลป้อนกลับรูปภาพ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Lee. (1975 : 1363-A- 1364-A) ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสอนทักษะการออกเสียงแลฟังดนตรี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักศึกษาวิชาดนตรีจากมหาวิทยาลัยอีสต์ เท็กซัส สเตท (East Texas State University) โดยใช้การสุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย แล้วแบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดการรับรู้คำศัพท์เฉพาะเกี่ยวกับดนตรีได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

Liu. (1975 :1411-A- 1412-A) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยจัดตั้งโครงการ เพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ด้วยวิธีการปฏิบัติช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในการเรียนหัวข้อที่อ่อน และทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติ ที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์นอกจากนี้

ยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Casner. (1979 : 7106-A) ศึกษาทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนโดยการสอนปกติ ทำการทดลองกับโรงเรียน 2 แห่ง โดยให้โรงเรียนแห่งหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้ง 2 โรงเรียนมีทัศนคติ ไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ แต่จากแบบสอบถาม 5 ใน 20 ราย พบว่านักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนมากกว่านักเรียนชายที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีความอยากทำมากกว่าและเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีความอยากทำมากกว่า และเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุก

Eichel. (1988 : 3032-A) ศึกษาผลกระทบของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ 2 ในวิทยาลัยชุมชน 38 แห่ง พบว่าจากการวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ตามมาตรฐาน ALFA test of grammar proficiency และทดสอบสมมุติฐานด้วย The Mann-whitney U Test และ t-test การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีความแตกต่างกับการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักศึกษาสเปน กับนักศึกษาจีนก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางความสามารถในการเรียนภาษาอังกฤษ

Noonan, John Vincent. (1984 : 131-A) ได้ศึกษาการให้ข้อมูลป้อนกลับ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสภาพการให้ข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกันออกไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนไฮสคูล ชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวน 90 คน แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ให้ทุกคนเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในกรณีที่ตอบผิดแต่ละกลุ่มจะได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกันเป็น 6 แบบ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 บอกคำตอบที่ถูกทันที
กลุ่มที่ 2 บอกคำตอบที่ถูกในคำตอบถัดไป
กลุ่มที่ 3 บอกคำตอบที่ถูกพร้อมคำอธิบายทันที
กลุ่มที่ 4 บอกคำตอบที่ถูกพร้อมคำอธิบาย ในคำถามถัดไป
กลุ่มที่ 5 บอกผลว่าผิดทันที
กลุ่มที่ 6 บอกผลว่าผิดพร้อมคำอธิบายทันที

ผลจากการวิจัย พบว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับ โดยการบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ประโยชน์มากกว่าบอกผลว่าผิดเท่านั้น แต่การบอกผลว่าผิด (แบบที่ 6) ให้ผลดีเท่ากับการเฉลยคำตอบที่ถูก ส่วนการบอกผลว่าผิดโดยไม่มีการอธิบายมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการอธิบายเพิ่มเติมหลังจากให้คำตอบที่ถูกต้องนั้น ไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลป้อนกลับ

Meisberger, Ronald T. (1986 : 3684-A) ได้ทำการศึกษาผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเด็กที่มีความคิดผิดปกติทางอารมณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความคิดผิดปกติทางอารมณ์ จำนวน 27 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม รูปแบบของข้อมูลป้อนกลับมี 2 รูปแบบ คือ แบบบอกว่าถูกหรือผิด และแบบให้ผู้เรียนตีความหมายผลการกระทำของตนเอง และนำมาศึกษาร่วมกับการให้คะแนนสะสมและไม่มีการให้คะแนนสะสมผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลป้อนกลับ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บอกว่าถูกหรือผิด และแบบให้ผู้เรียนตีความหมายผลการกระทำของตนเอง แต่การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบมีคะแนนสะสมนั้น มีผลช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Gilman, David Alan. (1969 : 503-508) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม ได้รับข้อมูลป้อนกลับดังนี้ คือ ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ แบบบอกว่าถูกหรือผิด แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง แบบมีการอธิบายชี้แจง แบบผสมโดยรวม ข้อมูลป้อนกลับของกลุ่มที่ 2, 3 และ4 เข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิด กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายชี้แจงที่ตอบถูกหรือผิด ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบสั้น ๆ กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบผสม และมีคำอธิบาย ชี้แจง เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพทางด้านความคงทนในการจำดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ

Sickler, Nancy Gibbs. (1988 : 3045-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบบรรยายตามปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 102 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้

กลุ่มที่ 1 เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

กลุ่มที่ 2 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูก

กลุ่มที่ 3 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่ม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งสองแบบนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Dempsey, J. V. (1988 : 1434-A) ได้ทำการศึกษาผลของข้อมูลป้อนกลับ 4 รูปแบบคือ ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิด และให้แก้ตัวใหม่ ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง เชื่อมโยงกับข้อมูลป้อนกลับสำหรับการตอบผิดและข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง และให้แก้ตัวใหม่ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลป้อนกลับแบบ

บอกคำตอบที่ถูกต้องให้ผลการเรียนรู้ที่สูงกว่า และใช้เวลาในการศึกษาน้อยกว่าข้อมูลป้อนกลับรูปแบบอื่น ๆ และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง และให้คำตอบใช้เวลามากกว่า กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและแก้ตัวใหม่ ส่วนในด้านการวัดความคงทนในการจำให้ผลไม่แตกต่างกัน

Richards, D. R. (1988 : 2528-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกี่ยวกับเรื่องส่วนต่าง ๆ และการทำงานของหัวใจกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2 แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิด หากผิด กลุ่มที่ 1 จะได้รับคำตอบที่ถูกต้องทันที กลุ่มที่ 2 ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดเวลาให้ผู้เรียนคิดคำตอบก่อนที่จะบอกคำตอบที่ถูกต้อง กลุ่มที่ 3 ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่พิมพ์ นั้นจะปรากฏให้เห็นเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดเวลาให้ผู้เรียนคิดคำตอบก่อนที่จะบอกคำตอบที่ถูกต้องมีผลการเรียนรู้สูงสุด

จากเอกสารและงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสอนวิชาการต่าง ๆ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาช่างอุตสาหกรรม ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผลการเรียนสูงกว่าการสอนปกติ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงกว่าก่อนการเรียน และยังเป็นการเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเอง เป็นการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนการสอนได้อย่างดี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนทางช่างอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดผลดีมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และยังเป็นแนวทางสำหรับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างเหมาะสมกับวิชาช่างอุตสาหกรรม โดยที่เครื่องมือที่จะนำมาใช้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาและสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) ผู้วิจัยได้ศึกษาดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 80 คน ปีการศึกษา 2544 โดยกลุ่มประชากรจะต้องเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาทฤษฎีการสื่อสารดาวเทียม ในหน่วยที่ 1 มาก่อน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย รวม 60 คน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จำนวน 60 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง จะต้องเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียน วิชาทฤษฎี การสื่อสารดาวเทียม ในหน่วยที่ 1 มาก่อน

2. จับฉลากเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 เรียนจากบทเรียนโดยวิธีสอนปกติ ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาแผนการสอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม รหัสวิชา 31052307 ของแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ในแผนการสอนของแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา

3.2.1.3 ทำการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.1.4 วางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาวิชาเพื่อจัดลำดับเรียงลำดับก่อน-หลังแล้วนำมาเขียนบท (script) เป็นบทเรียนโปรแกรมตามกระบวนการเขียนบทเรียนโปรแกรม

3.2.1.5 นำบท(script) ของบทเรียนที่จะสร้างให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.6 นำบท (script) ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาดำเนินการเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท Authoring system เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถประยุกต์ให้โต้ตอบกับผู้เรียนได้

3.2.1.7 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.8 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1.9 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชา การสื่อสารดาวเทียม มาก่อน จำนวน 3 คน

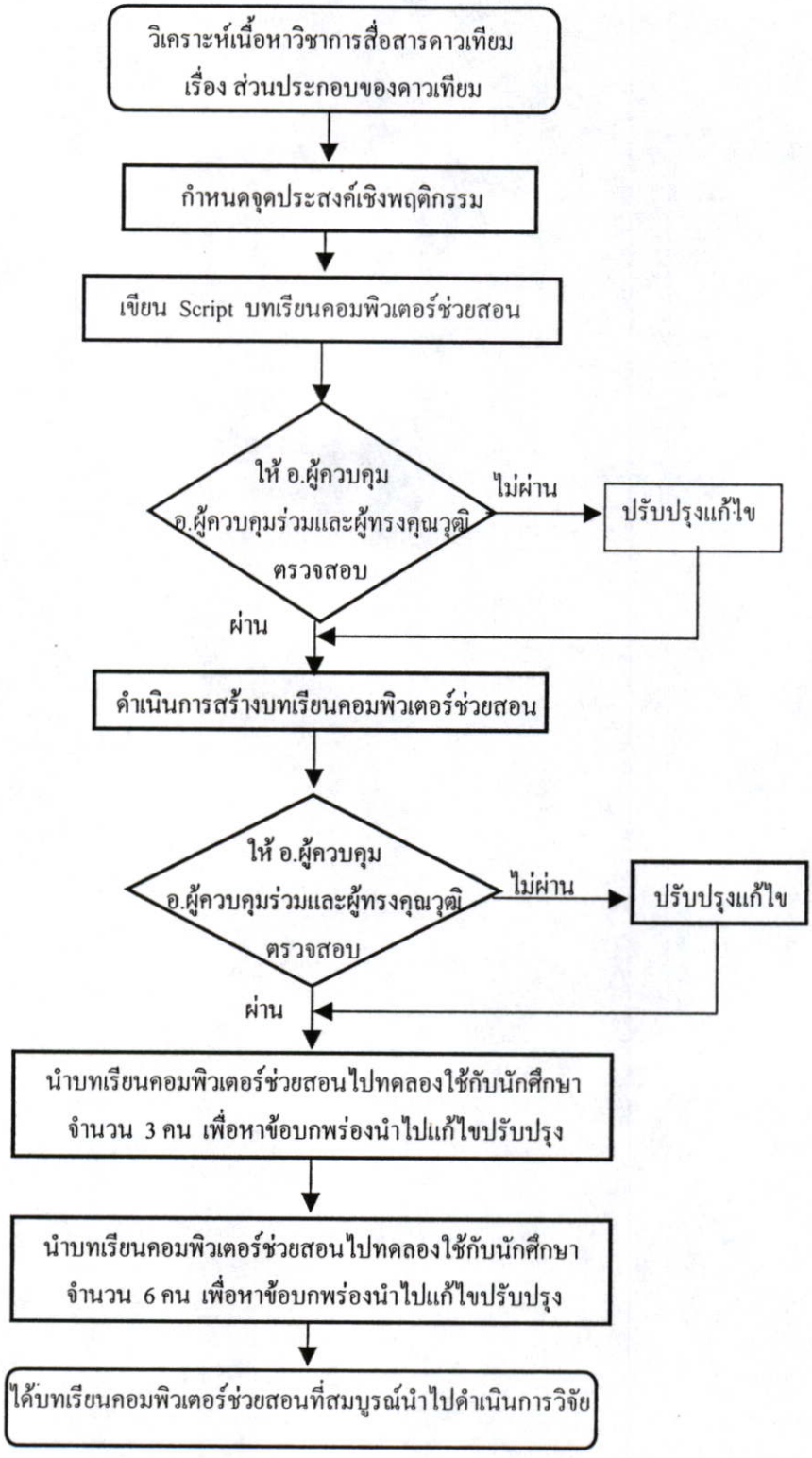
โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกจากผลการเรียนคะแนนเฉลี่ยสะสม 2 ภาคเรียน โดยเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 1 คน และเรียนอ่อน 1 คน เพื่อประเมินสื่อที่สร้าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.10 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มิใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง และยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อนนักศึกษาจำนวน 6 คน โดยเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่ง 2 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 2 คน โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกจากผลการเรียนคะแนนเฉลี่ยสะสม 2 ภาคเรียน เพื่อประเมินคุณภาพสื่อที่สร้างแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3.2.1.11 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.12 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ทำการทดลอง และปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์แล้ว นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน หลังจากนั้นให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.2.1.13 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และวิธีการสร้างแบบทดอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียนโดยสร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมทางเนื้อหาและพฤติกรรม

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมที่จะวัด			
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	รวม
		จำนวนข้อสอบ			
1. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร	1.1 อธิบายหน้าที่และบอกส่วนประกอบของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรได้	6	4	-	10
2. ระบบตรวจจับระยะไกลและสั่งการ	2.1 อธิบายหน้าที่และบอกส่วนประกอบของระบบตรวจจับระยะไกลติดตามและสั่งการได้	5	5	-	10
3. ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าของดาวเทียม	3.1อธิบายหน้าที่และ บอกส่วนประกอบของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าของดาวเทียมได้	6	3	1	10
4. ระบบสื่อสารของดาวเทียม	4.1 อธิบายหน้าที่และบอกส่วนประกอบของระบบสื่อสารดาวเทียมได้	3	4	3	10
	รวม	20	16	4	40

จากตารางการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าว ได้นำไปสร้างข้อสอบตามจำนวนที่วิเคราะห์ได้ เพื่อนำไปเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวนข้อสอบที่ครอบคุมทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด และสามารถสรุปเป็นข้อสอบตามจำนวนของลักษณะการวัดผลได้ คือ

1. วัดความรู้ความจำ	จำนวน	20	ข้อ
2. วัดความเข้าใจ	จำนวน	16	ข้อ
3. วัดการนำไปใช้	จำนวน	4	ข้อ
รวมทั้งหมด	จำนวน	40	ข้อ

จากข้อสอบจำนวนทั้งหมดที่จะใช้วัดแบ่งตามลักษณะที่วัดจะเห็นว่ามี พฤติกรรมที่จะวัด คือ วัดความรู้ความจำ 20 ข้อ วัดความเข้าใจ 16 ข้อ และวัดการนำไปใช้ 4 ข้อ แต่เป็นการวัดผลว่าผู้เรียนมีความสารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ มีความรู้ความเข้าใจในทฤษฎี เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ดีเพียงใด

จากแบบทดสอบรวมทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วแบ่งข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธ์ทางการเรียนได้ดังนี้

1. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร 10 ข้อ
2. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบระบบตรวจจับระยะไกล ติดตาม สั่งการ 10 ข้อ
3. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าของดาวเทียม 10 ข้อ
4. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบระบบสื่อสารดาวเทียม 10 ข้อ

3.2.2.3 นำผลที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก(ก, ข, ค และ ง) ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชา และสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของบทเรียน จำนวน 40 ข้อ

3.2.2.4 นำแบบทดสอบจากข้อ 3.2.2.3 ไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ทางเนื้อหาวิชาจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ถ้าข้อใดสอดคล้องกับจุดประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง IOC (Index Of Congruence) ดังนี้คือ

$$IOC = \sum R / N$$

เมื่อ R แทน คะแนนความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.2.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง +0.83 - +1 ซึ่งหมายความว่าข้อสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่าความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่ ค 5

3.2.2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย ปีการศึกษา 2544 ที่เคยผ่านการเรียนวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม มาแล้ว จำนวน 40 คน เสร็จแล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกันให้เป็น 0 คะแนน เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

3.2.2.7 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.2.2.6 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (difficulty : P) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211) โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และให้ค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 85) กำหนดให้เกณฑ์ค่าความยากง่าย หรือกำหนดค่า P = .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก(discrimination power : D) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยแบ่งเป็นกลุ่มสูง (R_U) 50 % และกลุ่มต่ำ (R_L) 50 % (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211) ใช้สูตรดังนี้

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก
R_U คือ จำนวนคนที่เลือกตัวเลือกถูกในกลุ่มเก่ง
R_L คือ จำนวนคนที่เลือกตัวเลือกถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์อำนาจในการจำแนก หรือกำหนดค่าอำนาจจำแนก D = .20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 85) ถ้าแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ต้องปรับปรุงแก้ไขโดยทำการปรับเปลี่ยนตัวเลือกหรือคำถามใหม่

- ผลการหาค่าดัชนีความยากง่าย (P) ของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าที่คำนวณได้ อยู่ระหว่าง 0.35 - 0.78 ในแบบทดสอบชุดนี้ทั้งฉบับ มีข้อทดสอบที่มีความยากง่ายปานกลางลงไปจนถึงข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ตามตารางที่ ค 1

- ผลการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าที่คำนวณได้อยู่ระหว่าง 0.10– 0.90 ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่มีอำนาจจำแนกได้ดี (ดังตารางที่ ค 1)

3.2.2.8 นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ใช้สูตร KR- 20 ของ Kuder-Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 210 -211) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

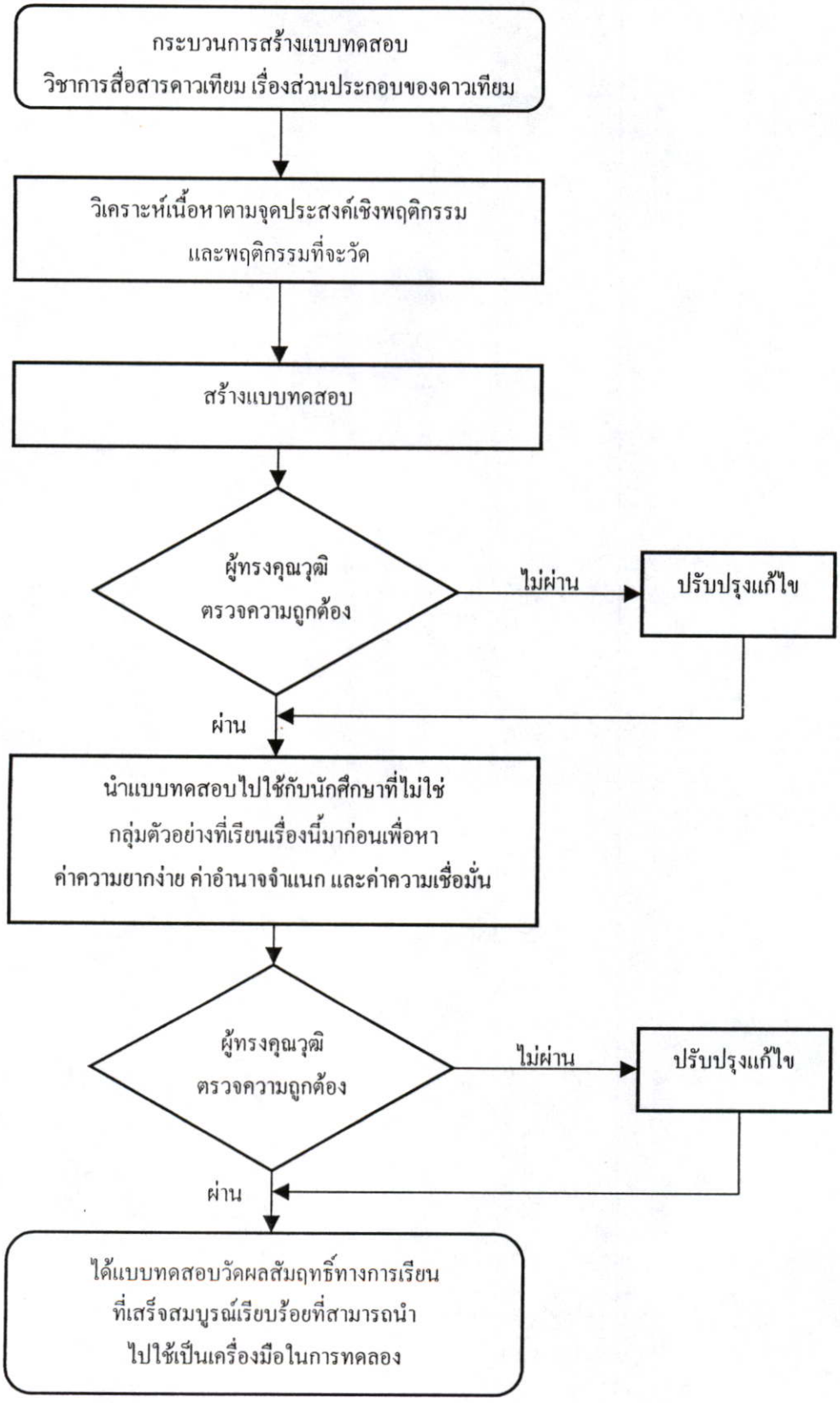
p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทำทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-P)

n คือ จำนวนข้อสอบ

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่า (r_{tt}) ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.88 หมายความว่า แบบทดสอบชุดนี้ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้ ตามวิธีคำนวณในหน้า 109

3.2.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จสมบูรณ์แล้ว มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่จะทำการประเมินใน 2 ด้านคือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.3.1 กำหนดหัวข้อที่จะทำการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งสองด้านตาม ตารางในหน้า 93-94

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน โดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า และให้น้ำหนักคะแนนในระดับความคิดเห็น 5 ระดับคือ

ดีมาก	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	5	คะแนน
ดี	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	4	คะแนน
ปานกลาง	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	3	คะแนน
พอใช้	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	1	คะแนน

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในแต่ละด้านจะมีช่องให้ ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 5ระดับ (Scale) ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยมีระดับเป็นบวก มีคะแนนเป็น 5 4 3 2 และ1 ตามลำดับ ในแบบประเมินตามตารางในหน้า 93-94

โดยมีเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W. Best. ซึ่งได้นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินหาค่าระดับความคิดเห็นดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์ ($\overline{X}$)	ระดับความคิดเห็น
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ นั้นจะทำการประเมินแยกกันระหว่างด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้านต้องมีค่า ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.3.3 นำแบบประเมินสื่อการสอนที่ได้ออกแบบไว้ทั้งสองชุด ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงแก้ไข เมื่อได้แบบประเมินสื่อการสอนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แสดงความคิดเห็น เพื่อประเมินคุณภาพสื่อการสอนต่อไป

3.2.4 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อย่างละ 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็น สรุปได้ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม (ด้านเนื้อหา)

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	หมายเหตุ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และหัวเรื่อง	4.66	0.57	ดีมาก
2. เนื้อหามีความง่ายต่อความเข้าใจและไม่ซับซ้อน	4.33	0.57	ดี
3. ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกิน	4.33	0.57	ดี
4. เนื้อหามีความต่อเนื่องและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	5.00	0.00	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหา มีความชัดเจนง่ายและได้ใจความ	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.57	ดีมาก
7. ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	0.00	ดี
8. ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.50	0.35	ดีมาก

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	หมายเหตุ
1. ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
2. การเร้าความสนใจภาพ	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความชัดเจนของภาพ	4.66	0.57	ดีมาก
4. ขนาดของภาพและความสมดุลย์ ของภาพกับหน้าจอ	4.33	0.57	ดี
5. ภาพเคลื่อนไหว	5.00	0.00	ดีมาก
6. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ	4.00	0.00	ดี
7. รูปแบบของตัวอักษรมีความสวยงามอ่านง่ายและชัดเจน	4.66	0.57	ดีมาก
8. สีของอักษรมีความสวยงาม และสะดวกในการอ่าน	4.33	0.57	ดี
9. ความหนาแน่นของข้อความในแต่ละกรอบ	4.66	0.57	ดีมาก
10. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์	4..00	0.00	ดี
11. การให้ข้อมูลย้อนกลับและมีการเสริมแรงอย่างเหมาะสม	4.00	0.00	ดี
12. เวลาในการนำเสนอมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
13. บทเรียนมีคำอธิบายการใช้งานอย่างชัดเจน	4.66	0.57	ดีมาก
14. บทเรียนมีการนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4.33	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49	0.33	ดี

จากการลงความคิดเห็นในการประเมินทุกหัวข้อที่ผู้ทรงวุฒิทั้ง 6 ท่าน ได้ประเมินให้ระดับความคิดเห็น โดยด้านเนื้อหาค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินเท่ากับ 4.50 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินเท่ากับ 4.49 กล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่สร้างขึ้นจัดอยู่ในเกณฑ์ ดี

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ ตามขั้นตอนคือ นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล ขอใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของศูนย์ปฏิบัติการกลาง 1 ห้อง ที่สอนวิชาปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 25 เครื่อง และห้องเรียนของแผนกวิชาช่าง

อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย และขอความอนุเคราะห์ จากครู-อาจารย์ในแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 3 ท่าน ช่วยดำเนินการทดลองภาคสนาม ดังนี้

1. ประกาศรายชื่อนักศึกษาที่จะเข้าทดลอง และวัน เวลา สถานที่ ที่จะทำการทดลองให้นักศึกษาทราบล่วงหน้า

2. จัดสภาพห้อง และตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งติดตั้งโปรแกรมที่จะใช้ในการทดลอง ลงใน harddisk drive ของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ครบตามจำนวนนักศึกษาที่จะเข้าทำการทดลอง และสำรองไว้จำนวน 5 เครื่อง แล้วทำการทดสอบโปรแกรมที่ติดตั้งลงไปแล้วให้มีสภาพสมบูรณ์พร้อมที่จะดำเนินการทดลอง

3. อธิบายวิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งแจ้งจุดมุ่งหมายในการเรียน และเงื่อนไขต่างๆในการเรียนให้กลุ่มตัวอย่างทราบในวันที่ทำการทดลอง ให้เป็นที่เข้าใจ แล้วจึงทำการทดลองใช้เวลาโดยประมาณ 2 ชั่วโมงครึ่ง

3.3.1 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน

3.3.1.1 การดำเนินการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนและศึกษาด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละหน่วยแล้วผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัด (E_1)

3. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนทุกหน่วยแล้วให้ผู้เรียน ทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_2)

4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (E_1 / E_2)

3.3.1.2 การดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนและศึกษาด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนทุกหน่วยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากจบบทเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติจำนวน 20 คน

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนโดยวิธีการสอนปกติ

2.2 ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนตามลำดับขั้นวิธีการสอนของผู้สอน

2.3 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนทุกหน่วยแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน

3. นำผลที่ได้นำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร E_1 / E_2

ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของขบวนการ และ

E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร E_1/E_2(ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 :136)

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X}{N}}{A} \ 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \ 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทำจากแบบฝึกหัด

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทำจากแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหลังเรียน

3.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้สูตร t-test (independent sample) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 210-211)

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

เมื่อ $\overline{X_1}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนแบบปกติ)

$\overline{X_2}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (กลุ่มเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

S_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

S_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

n_1 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

3.4.2.1 การหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 216-217)

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

3.4.2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma\left(X - \overline{X}\right)^2}{n-1}}$$

3.4.2.3 การหาค่าความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{\Sigma\left(X - \overline{X}\right)^2}{n-1}$$

เมื่อ S = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X = คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n = จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง (ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ๆ ละ 20คน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	n	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (40 คะแนน)(E1)	20	674	33.70	84.25
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (40 คะแนน)(E2)	20	684	34.20	85.50

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนนำไปคำนวณหาค่า E_1/E_2 ได้ดังนี้ ค่าประสิทธิภาพของขบวนการ(E_1) มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 84.25 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 85.50

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test independent พบความแตกต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่ม

ตัวอย่าง ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกตินำคะแนนที่ได้มาวิเหราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

รายการ	N	$\bar{X}$	S.D	t
กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	30.60	4.85	1.655
กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ	20	27.90	5.45	

จากตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตร t-test ซึ่งค่า t ที่หาค่าได้จากการคำนวณคือ t=1.655 และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เปิดจากตาราง t ที่ระดับนัยสำคัญ(α) = .05 (df = 38) ได้ค่า t = 2.021 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันด้วยความมั่นใจร้อยละ 95

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรายวิชาการสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีรายละเอียดในการวิจัยดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

5.2 สมมุติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย จำนวน 80 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้โดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จำนวน 60 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ตามลำดับดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทดสอบหาค่าประสิทธิภาพ

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นแบบเพื่อสอน (tutorial)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม มีจำนวน 40 ข้อ เป็นข้อสอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.88

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่มีผลจากการประเมินทุกหัวข้อแล้วทั้งสองด้าน อยู่ในเกณฑ์ดี ตามกำหนด

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ทางสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

5.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยได้ทำการทดลองใน ปีการศึกษา 2544 โดยใช้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลย โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดย

1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

2. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และการทำแบบทดสอบ

3. ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 โดยให้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 เพื่อเรียน เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบท้ายบทเพื่อเก็บคะแนนไว้

5. ให้ครู-อาจารย์ ที่สอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำแผนการสอนในวิชานี้แล้วทำการสอนเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ตามปกติ โดยใช้สื่อต่างๆ เมื่อจบการเรียนการสอนแล้วให้ครู-อาจารย์ผู้สอนใช้แบบทดสอบทำการทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหลังเรียน

6. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3 มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

7. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 4 และข้อ 5 มาวิเคราะห์หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอน์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

5.7 สรุปผลของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ได้ผลจากการพัฒนาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

5.7.1 ประสิทธิภาพของบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากการทดลองภาคสนามได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ E_1/E_2 : 84.25/85.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.7.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่ม

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.8 อภิปรายผลของการวิจัย

5.8.1 ด้านการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลของการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ E_1/E_2 :80/80 ซึ่งได้ผลจากการนำไปทดลองภาคสนามกับนักศึกษา จำนวน 20 คน ปรากฏว่าประสิทธิภาพของขบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ มีค่าเท่ากับ E_1/E_2 : 84.25/85.50 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบพัฒนาและสร้างขึ้นครั้งนี้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด อาจเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีระบบการออกแบบตามขั้นตอน และเตรียมพร้อมในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง.2541:27-31) กำหนดวิธีการประเมินผล และแก้ไขปรับปรุงโดยผ่านผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ จนกระทั่งได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้จัดบทเรียนเป็นหน่วยย่อยและมีเนื้อหาจัดเรียงเป็นขั้นตอนตาม ลำดับ มีรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และคำอธิบายพร้อมเสียงบรรยายประกอบ มีแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบหลังจากได้ศึกษาบทเรียนนั้นจบแล้ว เพื่อที่จะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใด(บุญเกื้อ ควรหาเวช.2542 :70) การให้ทำแบบฝึกหัดเป็นการเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ประเมินตนเองเกิดความรู้ความจำ ความเข้าใจและความชำนาญมากยิ่งขึ้น จึงทำให้นักศึกษามีผลการเรียนดีขึ้น และสื่อการเรียนการสอนชนิดนี้สามารถนำมาสอนเสริมในสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติที่ดีอยู่แล้ว ของวิทยาลัยเทคนิคเลย ให้มีประสิทธิภาพการเรียนการสอนดียิ่งขึ้น เพราะสื่อที่สร้างขึ้นนี้ได้ผ่านการตรวจหาประสิทธิภาพแล้วจากผู้ทรงคุณวุฒิ

5.8.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่าผลที่ได้จากการคำนวณหาค่า t-test ของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวิธีการเรียนทั้งสองวิธี ได้ค่า t-test ที่คำนวณ เท่ากับ 1.655

แต่ค่าที่เปิดได้จากตาราง t ซึ่งเป็นการทดสอบแบบสองทาง (two-tailed test) ที่ระดับนัยสำคัญ (∝) เท่ากับ .05 มีค่าเท่ากับ 2.021 ค่าที่คำนวณได้จึงน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง t ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้จากผลต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนและหลังเรียน ที่มีค่าสูงกว่าโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระพงษ์ เชษฐสมบัติ (2544 : 51) ที่ทำการวิจัยหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น เรื่อง ออสซิลโลสโคป สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. ม.6) ผลการทดลองพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนสูงกว่าหลังเรียน และผลสัมฤทธิ์ระหว่างการเรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ วีรพจน์ ปรีพูล (2544 : 40) ได้ทำการวิจัยหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.00/ 83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ การเรียนการสอนทั้งสองวีธีไม่แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

ผลจากการเปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สาเหตุที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจมีสาเหตุมาจากครูผู้สอน โดยวิธีการสอนแบบปกติของวิทยาลัยเทคนิคเลย มีเทคนิค วิธีสอนและ จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอน นำสื่อการเรียนการสอนมาใช้อย่างเหมาะสม ซึ่งทางสถานศึกษาได้กำหนดให้ครูผู้สอนทุกคนจะต้องมีแผนการสอนและสื่อการสอน ไว้ใช้ประกอบการสอนทุกครั้ง ครูผู้สอนได้จัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทต่าง ๆ มาใช้ประกอบการสอนเป็นอย่างดี และนักศึกษามีความตั้งใจศึกษาหาความรู้มากขึ้นเนื่องจากครูผู้สอนเคร่งครัด ดูแลเอาใจใส่มากขึ้นจัดการสอนเป็นกลุ่มย่อยมีการควบคุมกำกับอย่างใกล้ชิด จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันในทางสถิติ จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.9.1.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรวิเคราะห์ ศึกษาสภาพแวดล้อมของการใช้บทเรียนที่จะสร้างขึ้น รวมทั้งจะต้องศึกษาและกำหนดจุดมุ่งหมาย ในลักษณะจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม บอกเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ด้วย

5.9.1.2 ควรมีจุดประสงค์ของการเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ และให้ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนอย่างเต็มบทเรียนหรือเรียนเฉพาะเนื้อหาส่วนที่สำคัญเท่านั้น รวมทั้งสามารถควบคุมบทเรียน ตัดสินใจเรียนได้ตามความสนใจและความต้องการ

5.9.1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงบรรยายประกอบ อาจมีการบรรยายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มจากเนื้อหาที่มีในบทเรียนขณะนั้นด้วย และควรจัดเตรียมหูฟังไว้ใช้ฟังเสียงเฉพาะส่วนบุคคล เพื่อไม่ให้เสียงไปรบกวนสมาธิผู้เรียนคนอื่น

5.9.1.4 ควรบันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงในแผ่น CD-ROM ไว้ให้พอเพียงกับความต้องการของผู้ต้องการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนหรือบุคคลทั่วไปสามารถยืมไปศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเมื่อมีเวลาว่าง

5.9.1.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรสร้างให้มีโครงสร้างและรูปแบบที่ถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความรู้ความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใดและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนมากที่สุด เร้าความสนใจผู้เรียนตลอดเวลา และเกิดความเพลิดเพลิน

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.9.2.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นควรจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสม เช่น เสียงรบกวน ความแออัด และแสงสว่างของห้อง และเตรียมอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ให้ครบถ้วนเพียงพอ และควรศึกษาตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย

5.9.2.2 ก่อนทำการทดลองผู้สอนควรชี้แจง วัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนได้เข้าใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเลือกระดับผู้เรียนไม่ควรให้มีแต่กลุ่มเก่งหรืออ่อนมาก แต่ควรเลือกกลุ่มที่อยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด

5.9.2.3 ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีเนื้อหาต่อเนื่องกัน เป็นชุดวิชาเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนให้ครบถ้วนตามหลักสูตรรายวิชาอย่างมีประสิทธิภาพ

5.9.2.4 การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักศึกษา ในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและพื้นฐานความรู้แตกต่างกันน่าจะมีผลแตกต่างกัน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บรรณานุกรม

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กิดานันท์ มลิทอง. 2531. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกศล เพ็ชร์สุวรรณและชิเงกิ โชจิ.2527. **เทคโนโลยีโทรคมนาคม.** กรุงเทพฯ :บริษัท สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด.

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2531. "อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน." **ไมโครคอมพิวเตอร์. 36** (กุมภาพันธ์ 2531) : 142-147.

เจษฎา ชนะโรค. 2530. "ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี." วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, อัดสำเนา.

ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535 " การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน." **เอกสารการประชุมทางวิชาการ หมายเลข 10.** มหาวิทยาลัยรามคำแหง. เอกสารอัดสำเนา

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. **เทคโนโลยีการศึกษา** : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง.2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ:บริษัท วงกมลโปรดักชั่น จำกัด

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

ธีระ โสภณจิตต์. 2533. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีเขียนภาพตัด วิชาเขียนแบบเครื่องกล 2 (APM 152) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ พุทธศักราช 2531. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, อัดสำเนา.

นาวิน จันทร์อับ. 2526. " การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้กลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเส้นตรงชนิดเลือกคำตอบที่มีการอธิบายเหตุผลตัวเลือกที่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายเหตุผลตัวเลือกที่ถูกต้อง." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2533. **นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา.** นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูรณ์กิจ. 2532. " การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538. " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," **ในเอกสารประกอบการบรรยาย.** กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา, 2 ; มีนาคม.

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม. 2536 . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู สสวท." ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อัดสำเนา.

ประภา ยิ้มดี. 2521. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 1 วิชาภาษาอังกฤษ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมป้อนกลับผลย้อนกลับปกติกับบทเรียนโปรแกรมแบบป้อนกลับเป็นคำอธิบายในโรงเรียนราษฎร์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประสิทธิ์ โตอ่อน. 2526. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชากลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เกิดจากการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลย้อนกลับแบบต่าง ๆ ."ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ. 2536. **การสื่อสารดาวเทียม.** กรุงเทพฯ : บริษัทส. เอเซียเพรส(1989) จำกัด.

เปรื่อง กุมุท. 2519. **การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน**. กรุงเทพฯ : บูรพาสาสน์.

พรพิไล ทองหยด. 2538. "การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ผลป้อนกลับเป็นข้อความและรูปภาพในการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสาขาวิชาช่างก่อสร้าง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2531. **ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. **Satellite Comunication.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร,อัดสำเนา.

มณฑล อนันตรศิริชัย. 2534 . " การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่." วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, อัดสำเนา.

มานะ ออพานิชกิจ. 2530 . "ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, อัดสำเนา.

มาลินทร์ อิทธิรส. 2530. " การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, อัดสำเนา.

ยุพดี เฉลาภักดิ์. 2536. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนการในการเรียน วิชาวงจรดิจิตอล 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลแบบป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบและไม่อธิบายคำตอบ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2527. "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน." **วารสารจันทรเกษม** (มีนาคม-เมษายน) :1-11.

ยืน ภู่วรวรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529. "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน." **วิทยาศาสตร์**. (พฤศจิกายน) : 563-569.

ลัดดา ศุขปรีดี. 2523. **เทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. 2534. **คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการเขียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย.

วาทิต มีสนุ่น. 2533. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

วิรัช กล้าหาญ. 2529. " การทดลองใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณกับ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 . " ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, อัดสำเนา.

วิวัฒน์ กิรานนท์. 2533. **พื้นฐานการสื่อสาร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระพงษ์ เชษฐสมบัติ.2544."บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องออสซิลโลสโคป." วิทยานิพนธ์ครุศาสาตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีระพจน์ ปรีพูล.2544."บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์." วิทยานิพนธ์ครุศาสาตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. " การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาวิทยาศาสตร์ ค.204 เรื่อง สมการ. " วิทยานิพนธ์ ศศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, อัดสำเนา.

ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532. " การใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษา," ในเอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียนเอกชน. กรุงเทพฯ : 12-27.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2536. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2540 .** กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สมบัติ น้อยประเสริฐ. 2532 ."การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "การใช้ซอฟแวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ" ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง." วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, อัดสำเนา.

สามารถเทลคอม,บริษัทจำกัด. 2540. **เปิดโลกทัศน์สู่การสื่อสารผ่านดาวเทียมเล่ม1-3** . กรุงเทพฯ : บริษัทเนชั่นพับลิชชิ่ง กรุ๊ป จำกัด.

สุเจตน์ จันทรังษ์ . 2541. **TMSAT ดาวเทียมไทยทำดวงแรก.** กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และบริษัท ยูไนเต็ดคอมมูนิเกชั่น อินดัสตรี จำกัด (มหานคร).

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

สมจิต สงสาร. 2534. "รูปแบบของผลย่อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและระดับผลการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมชัย ชินะตระกูล.2535."บทคัดย่อเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" เอกสารประกอบการประชุม **ครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน**.กรุงเทพฯ:สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

สมบูรณ์ สุวรรณชาติ. 2535. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผลย้อนกลับ 2 ลักษณะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาดิจิตอลเทคนิคของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมพงษ์ วงชัยประทุม. 2534. "ผลของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีผลการเรียนต่างกัน." วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. 2526. **การปรับพฤติกรรม**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. "การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน." กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. เอกสารอัดสำเนา.

สุกัญญา นิมานนท์. 2533. "ข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน." **วิทยาบริการ.** 12 (1 พฤษภาคม) : 23-27.

สุจิตรา เผื่อนอารีย์. 2532. "ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองและรูปแบบย้อนกลับในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารอัดสำเนา.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528.**เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.

อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : บริษัทดราฟแมนเพรส จำกัด.

อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย. 2540. สถิติสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ. เอกสารอัดสำเนา.

Bloom, B. S. 1976. **Human Characteristics and School Learning.** New York : McGraw Hill Book

Casner, Jack Leroy. 1978." A Study of attitudes Toward Mathematics of Eighth Grade Students Receiving Computer-Assisted Instruction and Students receiving conventional Classroom Instruction," **Dissertation Abstact international .** 38 (June): 4106-A.

Carter, J. 1984. "Instructional Leaner Feedback : A Literature Review with Implication upon retention of Software Development." **The Computer Teaching.** (October) : 53-55

Cohen, B. V. 1985. "A Re-examination of Feedback in Computer-Base Instructional Design. **Educational Technology.** 25(1) (January) : 33-36

Croubach, J. J. 1963. **Educational Psychology.** New York : Harcourt Barce

Deese, J. and Hulse, S. H. 1969. **The Psychology of Learning.** New York : McGraw Hill Book

Demsey, John Vaugerhn. 1988. "The Effect of Four Methods of immediate Corrective Feedback on Retention, Discrimination Error, and Feedback Study Time in Computer-Based Instruction." **Dissertation Abstention Abstracts International.** 49 (December) : 1434-A

Demsey, J. V. and S. U. Wager. 1988. "Defining and Classifying the Timing of Feedback in Computer 3 Vase instruction." **In Paper Presented at the Annual Meeting of the Association for Educational Communication and Technology**. New Orleans. Los Angeles; (January)

Eichel, Bett lynn. 1988. " The Effects of Computer-Assisted cloze Procedure on the Acquisition of English as a Second language ," **Dissertion Abstract international.** 48 (June) : 3032-A .

Friedman, Lueille T. 1974. "Programmed Lesion in Computer Programming for New York City HighSchool Senior."**Dissertation Abstracts International.** 29(August) : 799-A.

Gagne , R.M. and Leslie J . Briggs. 1974. **Principles of Instructional Design.** Holt: Rinehart And Winston. Gilman, David Alan. 1969. "Compression of Several Feedback Methods for Correcting Errors by Computer-Assisted instruction." **Journal of Educational Physchology.** 60 (December) : 503-508.

Jonassen, David H. and Wallace H. Hannum. 1987. "Research Based Principle for Designing Computer Software, " **Education Technology.** 27(12) (December): 7-14 .

Krikland, M. C. 1971. "The Effect of Test on Student and School." **Review of Educational Research.** 41(October) : 303-350.

Lee, James Lawrence. 1975. " The Effectiveness of a Computer - Assisted Program Designed to Teach Verbal-Descriptive Skills upon an Aural Sensation of Music, " **Dissertation Abstract international.** 36 (September) : 1363-A -1364-A.

Liu, His-chiu. 1975. " Computer-Assisted Instruction and Teaching College Physics," **Dissertation Abstract international.** 42 (March) : 1411A- 1412A.

Meisberger, Ronald T. 1986. "the Effects of Varied Conditions of CAI-Generated Feedback on the Performance of Emotionally Disturbed Adolescents (Computer- Assisted Instruction)." **Dissertation Abstracts International.** 42(12) (June) : 3684-A.

Noonan, John Vincent. 1984. "Feedback Procedures in Computer-Assisted Instruction : Knowledge-of Results, Knowledge-of-Current-Response, Process Explanation and Scone Attempts After Errors,"**Dissertation Abstracts International.** 45 (July) :131-A

Richards, D. R. 1988. "Am experimental Assent of the Relative Effectiveness of Varied Types of Computer- Generated Feedback Strategies in Facilitating Achievement of Different Educational Objectives as Measure by Verbal and visual Texts." **Dissertation Abstracts International.** 48 (10) (April) : 2528-2529-A

Sales, G. C., and Corrier A. C. 1978. "**The Effect of Learning Style and Type of Feedback on Achievement in A Compute-Based Learning."** International Journal Instructional Media. : 171-183

Sickler, Nancy Gibbs. 1988. "The Effects of Different Modes of instruction and Feedback On the Achievement of Students with Differing levels of Locus of Control." **Dissertation Abstracts international.** 48 (June) : 3045-A

Smith, Patricia L. 1988. "Toward a Taxonomy of Feedback Content and Scheduling." **In Paper Presented at the Annual Meeting of the Association of Educational Communications and Technology.** New Orleans, Los Angeles; January.

Stolurow, Lawrence M. 1971. **Computer in The Encyclopedia of Education.** New York : Macmillan.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการต่าง ๆ

- หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพสื่อการสอน
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2543

นายบรรจง สุรพุทธ รหัสประจำตัว 42064421 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON SATELLITE COMPONENTS)" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และ ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ.2543

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. โทร. 3679

ที่ ทม 1504/ 4599 วันที่ 22 กันยายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 335 /2543 แต่งตั้งท่านเป็นกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายบรรจง สุรพุทธ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม "

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2543 เวลา 15.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

ที่ ทม 1504/ 5649

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

8 ธันวาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดสอบ เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199,7373000 ต่อ 3679
โทรสาร 3269040

ที่ ทม 1504/ 5739

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

13 ธันวาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. เค้าโครงวิทยานิพนธ์
2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2543 ในการทำวิจัยเรื่องนี้นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบและทดลองสอน ในสถานศึกษาของท่าน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199,7373000 ต่อ 3679
โทรสาร.3269040

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพสื่อการสอน
วิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพสื่อการสอน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังมีรายนามต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม วุฒิการศึกษา วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า
   ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. นายวิลพ หาญประกอบ วุฒิการศึกษา ค.อ.ม. บริหารการศึกษาทางการอาชีวะ
   และเทคนิคศึกษา ตำแหน่ง หัวหน้างานศูนย์ข้อมูลเพื่อการอาชีพและตลาดแรงงาน
   วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
3. นายพีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ วุฒิการศึกษา วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า
   ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบริหาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. นางจริยา โพธิสาร วุฒิการศึกษา ค.อ.ม เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและ
   เทคนิคศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี
2. นายธานินทร์ ทองเผ้า วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. วิศวกรรมโทรคมนาคม
   ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกคอมพิวเตอร์พื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
3. นายสาโรจน์ เพ็งบุญ วุฒิการศึกษา อส.บ. คอมพิวเตอร์
   ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

ที่ ทม 1504/ 5569

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

พฤศจิกายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสาโรจน์ เพ็งบุญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการวิจัย

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายบรรจง สุรพุทธ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

ที่ ทม 1504/ 5569

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓ พฤศจิกายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายธานินทร์ ทองเผ้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการวิจัย

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายบรรจง สุรพุทธ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

ที่ ทม 1504/ 5569

คณะครุ ศาสตร์อุ ตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๐ พฤศจิกายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางจริยา โพธิสาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการวิจัย

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายบรรจง สุรพุทธ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

ที่ ทม 1504 / 5214

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

11 ธันวาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวิลพ หาญประกอบ

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายบรรจง สุรพุทธ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ "

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของ นายบรรจง สุรพุทธ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร 02-3269040

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

ผู้ออกแบบบทเรียน : นายบรรจง สุรพุทธ โปรแกรมที่ใช้สร้าง : Authorware

ผู้ประเมิน (นาย, นาง, นางสาว) .....

ตำแหน่ง.....สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และหัวเรื่อง					
2	เนื้อหามีความง่ายต่อความเข้าใจและไม่ซับซ้อน					
3	ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกิน					
4	เนื้อหามีความต่อเนื่องและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก					
5	การนำเสนอเนื้อหา มีความชัดเจนง่ายและได้ใจความ					
6	ความถูกต้องของเนื้อหา					
7	ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
8	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ผู้ออกแบบบทเรียน : นายบรรจง สุรพุทธ โปรแกรมที่ใช้สร้าง : Authorware

ผู้ประเมิน (นาย, นาง, นางสาว) .....

ตำแหน่ง.....สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา					
2	การเร้าความสนใจของภาพ					
3	ความชัดเจนของภาพ					
4	ขนาดของภาพและความสมดุลย์ ของภาพกับหน้าจอ					
5	ภาพเคลื่อนไหว					
6	ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ					
7	รูปแบบของตัวอักษรมีความสวยงามอ่านง่ายและชัดเจน					
8	สีของตัวอักษรมีความสวยงาม และสะดวกในการอ่าน					
9	ความหนาแน่นของข้อความในแต่ละกรอบ					
10	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์					
11	การให้ข้อมูลย้อนกลับและมีการเสริมแรงอย่างเหมาะสม					
12	เวลาในการนำเสนอมีความเหมาะสม					
13	บทเรียนมีคำอธิบายการใช้งานอย่างชัดเจน					
14	บทเรียนมีการนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์พฤติกรรม ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 50 นาที

2. ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย (/) ในช่องข้อความที่เห็นว่าถูกต้องเหมาะสมที่สุด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบข้อที่
1. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรได้	1-10
2. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการได้	11-20
3. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าของดาวเทียมได้	21-30
4. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบสื่อสารดาวเทียมได้	31-40

แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
1. ถ้าไม่มีการควบคุมการโคจรของดาวเทียมจะทำให้วงโคจรเอียงเพิ่มขึ้นปีละกี่องศา ก. 0.75 องศา/ปี ข. 0.85 องศา/ปี ค. 0.95 องศา/ปี ง. 1.25 องศา/ปี			
2. ดาวเทียมที่มีโครงสร้างเป็นรูปร่างคล้ายกล่อง มักจะใช้ระบบการรักษาเสถียรแบบใด ก. Spin stabilized ข. Two axis stabilized ค. Three axis stabilized ง. Sping stabilized			
3. ระบบรักษาเสถียรแบบ Spin stabilized มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ ก. ส่วนที่หมุน, ส่วนที่อยู่กับที่ ข. ส่วนที่อยู่กับที่,แกนหมุน ค. ส่วนที่หมุน,แกนหักเห ง. แกนหมุน,แกนหักเหและแกนตั้ง			
4. ระบบรักษาเสถียรแบบ Three axis stabilized มีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ก. ส่วนที่หมุน, ส่วนที่อยู่กับที่ ข. ส่วนที่อยู่กับที่,แกนหมุน ค. ส่วนที่หมุน,แกนหักเห ง. แกนหมุน,แกนหักเหและแกนตั้ง			
5. สนามโน้มถ่วงที่มีอิทธิพลมากจนทำให้ตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมผิดไปจากเดิมคือ ก. ดวงอาทิตย์ ข. ดวงจันทร์ ค. ดวงดาวต่าง ๆ ง. แรงดันสุริยะ			
6. วิธีการเร่งดาวเทียมในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ด้วยชุด Thruster เป็นการแก้ปัญหา ก. รักษาวงโคจรของดาวเทียม ข. รักษาเสถียรภาพของดาวเทียม ค. รักษาตำแหน่งของดาวเทียม ง. รักษาระดับความสูงของดาวเทียม			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
7. ส่วนที่อยู่กับที่ได้แก่ระบบใด ก. ระบบสายอากาศ ข. ระบบจ่ายกำลังงานไฟฟ้า ค. ระบบตรวจจับตำแหน่ง ง. ระบบสื่อสาร			
8. การทำให้ระบบสายอากาศหันหน้าเข้าหาโลกในตำแหน่งที่ต้องการตลอดเวลาจะทำอย่างไร ก. ใช้จรวดขับดันหมุนในทิศทางกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ข. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของตัวถัง ค. ใช้ล้อดุลถ่วงให้ดาวเทียมหมุนช้าลง ง. ใช้ล้อดุลถ่วงให้ดาวเทียมหมุนเร็วขึ้น			
9. ถ้าสนามโน้มถ่วง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเป็นผลให้เกิดอะไรขึ้นกับดาวเทียม ก. เกิดความเร่งบนตัวดาวเทียม ข. ระบบขับดันทำงานผิดปกติ ค. ดาวเทียมหมุนช้าลง ง. ดาวเทียมหมุนเร็วขึ้นเป็น 3 เท่า			
10. ระบบรักษาเสถียรภาพจะทำหน้าที่อย่างไร ก. รักษาความเร็วในการโคจร ข. รักษาระดับความสูงของวงโคจร ค. รักษาโมเมนต์การทรงตัว ง. รักษาระนาบการโคจรให้ถูกต้อง			
11. สัญญาณที่ได้จากจุดตรวจจับจะถูกแปลงอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลแล้วรวบรวมโดยใช้เทคนิคอะไร ก. FDMA ข. PCM ค. TDM ง. CDM			
12. ข้อใดไม่ใช่เทคนิคที่ใช้ในการติดตามวงโคจรของดาวเทียม ก. การตรวจจับการ Doppler shift ของสัญญาณตรวจจับระยะไกล ข. การส่งสัญญาณพัลซ์ขึ้นไปบนดาวเทียมและรับลงมา ค. การรับสัญญาณจากชุดตรวจจับความเร็วและความเร่งของดาวเทียม ง. การส่งสัญญาณ Beacon ที่สถานีภาคพื้นดินไปดาวเทียม			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
13. ระบบติดตามดาวเทียมจะอยู่ที่ส่วนใดของระบบการสื่อสารดาวเทียม ก. ดาวเทียม ข. สถานีควบคุมภาคพื้นดิน ค. สถานีสื่อสารภาคพื้นดิน ง. ถูกทุกข้อ			
14. ระบบติดตามดาวเทียมมีหน้าที่ ก. ตรวจจับความเร็วของดาวเทียม ข. ตรวจจับความเร่งของดาวเทียม ค. ตรวจจับการโคจรของดาวเทียม ง. ตรวจจับระยะทางของดาวทียม			
15. ระบบสั่งการมีหลักการทำงานอย่างไร ก. นำสัญญาณจากการตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล ข. นำสัญญาณจากระบบติดตามดาวทียมมาประมวลผล ค. นำสัญญาณจากระบบติดตามและระบบตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล ง. นำสัญญาณจากสถานีควบคุมภาคพื้นดินไปประมวลผล			
16. ระบบสั่งการมีประโยชน์กับดาวเทียมเพื่อ ก. รักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม ข. รักษาทิศทางการหมุนรอบตัวเองของดาวเทียม ค. ควบคุมการทำงานของระบบสื่อสารในดาวเทียม ง. ควบคุมตรวจจับระยะไกลในตัวดาวเทียม			
17. ถ้าไม่มีระบบสั่งการจะทำให้ดาวเทียมเกิดปัญหาใดขึ้น ก. ดาวเทียมหลุดจากวงโคจร ข. ดาวเทียมลดระดับความสูงลง ค. ดาวเทียมไม่สามารถสื่อสารได้ ง. ไม่สามารถรักษาตำแหน่งวงโคจรได้ถูกต้อง			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
18. ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ (TT&C)บนตัวดาวเทียมจะทำหน้าที่หลักคือ ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster			
19. ระบบ TT&C ระบบสำรองบนดาวเทียมจะทำหน้าที่ ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster			
20. การเชื่อมโยงสัญญาณของระบบ TT&C กับสถานีควบคุมภาคพื้นดินใช้ความถี่ในย่าน ก. VHF และ UHF ข. VHF และ S-band ค. UHF และ S-band ง. UHF และ Ku-band			
21. ในดาวเทียมสื่อสารส่วนประกอบที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากที่สุดคือ ก. มอเตอร์ไฟฟ้าขับดัน ข. ระบบ TT&C ค. ระบบสื่อสาร ง. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
22. กำลังงานไฟฟ้าหลักส่วนใหญ่ของดาวเทียมสื่อสารได้มาจากแหล่งใด ก. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน ค. เทอร์โมนิวเคลีย ง. แผงโซล่าเซล			
23. ในระดับความสูงของวงโคจรค้างฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อตัวดาวเทียมมีความเข้มของกำลังงานประมาณ ก. ประมาณ 1.39 Kw/m^2 ข. ประมาณ 1.93 Kw/m^2 ค. ประมาณ 3.19 Kw/m^2 ง. ประมาณ 3.91 Kw/m^2			
24. แผงโซล่าเซล สามารถแปลงพลังงานแสงให้เป็นกำลังงานไฟฟ้าได้คือ ก. 10-15 เปอร์เซ็นต์ ข. 10-20 เปอร์เซ็นต์ ค. 15-20 เปอร์เซ็นต์ ง. 15-30 เปอร์เซ็นต์			
25. กำลังงานไฟฟ้าสำรองของดาวเทียมรุ่นใหม่ปัจจุบันได้มาจากแหล่งใด ก. แบตเตอรี่ นิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน ค. เทอร์โมนิวเคลีย ง. แผงโซล่าเซล			
26. ข้อดีของแบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียมคือ ก. จ่ายกระแสได้มากกว่าและน้ำหนักเบา ข. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและอายุการใช้งานนาน ค. จ่ายกระแสได้มากกว่าและอายุการใช้งานนาน ง. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและน้ำหนักเบา			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
27. ข้อดีของแบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจนคือ ก. จ่ายกระแสได้มากกว่าและน้ำหนักเบา ข. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและอายุการใช้งานนาน ค. จ่ายกระแสได้มากกว่าและอายุการใช้งานนาน ง. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและน้ำหนักเบา			
28. ระบบกำลังไฟฟ้าสำรองจะถูกนำมาใช้ประมาณ 70 นาทีจนต้องปิดการใช้งานบางส่วนในกรณี ก. ระหว่างส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรแผงโซล่าเซลยังไม่กางออก ข. ขณะเกิดปรากฏการณ์ Eclipses ค. ขณะดาวเทียมถูกดวงจันทร์บดบังแสงอาทิตย์ ง. ขณะดาวเทียมอยู่ในช่วงตอนกลางคืน			
29. แบตเตอรี่ ที่นิยมนำมาใช้ในดาวเทียมสื่อสารรุ่นใหม่คือ ก. นิกเกิลแคดเมียม ข. นิกเกิลไฮโดรเจน ค. อัลคาไลน์ ง. ลิเทียมไอออน			
30. แผงโซล่าเซลจะรับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องโดยมีพื้นที่รับเท่ากับ ก. 1 ใน 3 ส่วนพื้นที่ทั้งหมด ข. 2 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมด ค. รับได้เต็มพื้นที่ทั้งหมด ง. รับได้ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด			
31. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากทางด้านรับในทรานสปอนเดอร์คือ ก. ชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ข. ชุดแปลงความถี่ ค. ชุดขยายกำลังสูง ง. ชุดกรองความถี่			
32. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ป้องกันความถี่นอกย่านการใช้งานมารบกวนในทรานสปอนเดอร์คือ ก. ชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ข. ชุดแปลงความถี่ ค. ชุดขยายกำลังสูง ง. ชุดกรองความถี่			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
33. ข้อใดไม่ใช่ระบบสายอากาศดาวเทียมที่แบ่งตามขนาดและรูปร่างพื้นที่บริการ ก. Global beam ข. Zone beam ค. Spot beam ง. Dipole beam			
34. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้มากถึง 1 ใน 3 ของพื้นที่โลก ก. Global beam ข. Zone beam ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam			
35. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้น้อยที่สุด ก. Global beam ข. Zone beam ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam			
36. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการอยู่ในย่านภูมิภาคหรือภายในประเทศ ก. Global beam ข. Zone beam ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam			
37. ระบบสายอากาศที่ใช้กับดาวเทียมสื่อสารแบ่งตามรูปร่างลักษณะของการสร้างได้ ก. 2 แบบ ข. 3 แบบ ค. 4 แบบ ง. 5 แบบ			
38. สายอากาศแบบใดที่นำมาใช้งานย่านความถี่ VHF และ UHF แพร่กระจายคลื่นแบบรอบตัว ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์			
39. สายอากาศที่นำไปใช้สำหรับระบบ TT&C ในดาวเทียมยุคแรกได้แก่ ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
40. ต้องการให้ลำคลื่นของความถี่ย่านไมโครเวฟครอบคลุมพื้นที่บริการแบบ Global ต้องเลือก สายอากาศ ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์			

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง

- แสดงการคำนวณหาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น(r_{tt})
- แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม
- แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ

ตารางที่ ค 1 แสดงการคำนวณหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

ข้อที่	R_u	R_l	p	r	q	pq
1	16	10	0.65	0.30	0.35	0.23
2	17	8	0.63	0.45	0.38	0.23
3	9	2	0.28	0.35	0.73	0.20
4	14	8	0.5	0.30	0.45	0.25
5	11	2	0.33	0.45	0.68	0.22
6	18	9	0.68	0.45	0.33	0.22
7	9	8	0.43	0.05	0.58	0.24
8	14	6	0.50	0.40	0.50	0.25
9	14	9	0.58	0.25	0.43	0.24
10	20	7	0.68	0.65	0.33	0.22
11	12	2	0.35	0.50	0.65	0.23
12	12	4	0.40	0.40	0.60	0.24
13	17	10	0.68	0.35	0.33	0.22
14	12	7	0.48	0.25	0.53	0.25
15	21	8	0.73	0.65	0.28	0.20
16	13	4	0.43	0.45	0.58	0.24
17	13	8	0.53	0.25	0.48	0.25
18	21	10	0.78	0.55	0.23	0.17
19	15	10	0.63	0.25	0.38	0.23
20	18	12	0.75	0.30	0.25	0.19
21	10	4	0.35	0.30	0.65	0.23
22	16	12	0.70	0.20	0.30	0.21
23	20	4	0.60	0.80	0.40	0.24
24	11	3	0.35	0.40	0.65	0.23
25	19	11	0.75	0.40	0.25	0.19

ตารางที่ ค 1 (ต่อ)

ข้อที่	R_u	R_l	p	r	q	pq
26	14	10	0.60	0.20	0.40	0.24
27	15	11	0.65	0.20	0.35	0.23
28	13	6	0.48	0.35	0.53	0.25
29	16	10	0.65	0.30	0.35	0.23
30	12	5	0.43	0.35	0.58	0.24
31	13	9	0.55	0.20	0.45	0.25
32	15	9	0.70	0.10	0.30	0.24
33	11	6	0.43	0.25	0.58	0.24
34	16	11	0.68	0.25	0.33	0.22
35	20	2	0.55	0.90	0.45	0.25
36	20	11	0.78	0.45	0.23	0.17
37	20	8	0.70	0.60	0.30	0.21
38	19	9	0.70	0.50	0.30	0.21
39	15	6	0.53	0.45	0.48	0.25
40	11	3	0.35	0.40	0.65	0.23
รวม	602	298	22.50	15.20	17.50	9.05

ตารางที่ ค 2 แสดงคะแนนจากกการทดลองใช้ (Try out) เพื่อทดสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง ส่วนประกอบดาวเทียม

คนที่	X	X^2
1	36	1296
2	33	1089
3	31	961
4	38	1444
5	25	625
6	27	729
7	20	400
8	29	841
9	21	441
10	38	1444
11	23	529
12	37	1369
13	28	784
14	29	841
15	35	1225
16	13	169
17	22	484
18	30	900
19	34	1156
20	10	100
21	35	1225
22	29	841
23	33	1089
24	19	361
25	20	400
26	34	1156
27	31	961

ตารางที่ ค 2 (ต่อ)

คนที่	X	X^2
28	28	784
29	35	1225
30	28	784
31	22	484
32	15	225
33	38	1444
34	15	225
35	31	961
36	23	529
37	9	81
38	35	1225
39	22	484
40	17	289
รวม	1078	31600

$$S^2 = \frac{N \quad x^2 - \left(\quad x \right)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{40(31600) - (1078)^2}{40(40-1)}$$

$$= \frac{1264000 - 1162084}{1560}$$

$$= 65.33$$

$$S = 8.08$$

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \; 1 - \frac{pq}{s^2}$$

$$= \frac{40}{40-1} \; 1 - \frac{9.05}{65.33}$$

$$= \frac{40}{39} \; 0.861$$

$$= 0.88$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.88

ตารางที่ ค 3 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองกับนักเรียนจำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (40 คะแนน)	E_1	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	E_2
1	30	75	31	77.5
2	32	80	34	85
3	36	90	29	72.5
4	35	87.5	32	80
5	35	87.5	34	85
6	36	90	33	82.5
7	35	87.5	35	87.5
8	32	80	36	90
9	34	85	34	85
10	29	72.5	35	87.5
11	31	77.5	37	92.5
12	32	80	38	95
13	32	80	33	82.5
14	38	95	34	85
15	37	92.5	36	90
16	33	82.5	36	90
17	34	85	35	87.5
18	36	90	35	87.5
19	35	87.5	34	85
20	32	80	33	82.5
รวม	674	1685	684	1710
เฉลี่ย	33.70	84.25	34.20	85.50

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X}{N}}{A} \quad 100 \qquad = \frac{674 \ / 20}{40} \quad 100$$

$$= 84.25$$

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \quad 100 \qquad = \frac{684/20}{40} \quad 100$$

$$= 85.50$$

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ประสิทธิภาพของขบวนการ ต่อ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ E_1/E_2 : 84.25/85.50 มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้

ตารางที่ ค 4 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

คนที่	กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนโดยการสอบแบบปกติ
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คะแนน 40 คะแนน
1	35	32
2	35	31
3	29	25
4	26	20
5	25	22
6	20	35
7	26	39
8	24	22
9	29	28
10	25	22
11	33	23
12	31	20
13	34	26
14	36	32
15	36	31
16	33	35
17	36	32
18	35	29
19	34	28
20	30	26
$\sum X$	612	558
$\bar{X}$	30.60	27.90
SD.	4.85	5.45
S^2	23.52	29.67
N	20	20

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทั้งสองกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

สมมุติฐาน $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

ให้ $\alpha = .05$

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t = \frac{30.6 - 27.9}{\sqrt{\frac{(20-1)23.52 + (20-1)29.67}{20+20-2}\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{20}\right)}}$$

$t = 2.70/1.63$

$t = 1.655$

$df = n_1 + n_2 - 2 = 20+20-2 = 38$

จากการเปิดตาราง t : $t_{.05,38} \cong t_{.05,40}$ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 (two-tailed) ได้ค่า t = 2.021 ค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่า จึงยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1 นั่นคือคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ด้วยความมั่นใจร้อยละ 95

แสดงว่าวิธีการเรียน โดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติให้ผลไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ ค 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						รวม	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ICO)
	ด้านเนื้อหา			ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
3	0	+1	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
4	+1	0	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
5	+1	+1	+1	0	+1	+1	+5	+0.83
6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
7	+1	+1	0	+1	+1	+1	+5	+0.83
8	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
9	0	+1	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
12	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
14	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
16	+1	+1	+1	0	+1	+1	+5	+0.83
17	+1	+1	0	+1	+1	+1	+5	+0.83
18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
20	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
22	+1	0	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
23	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
24	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
26	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1

ตารางที่ ค 5 (ต่อ)

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						รวม	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ICO)
	ด้านเนื้อหา			ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
27	+1	0	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
28	+1	+1	+1	+1	+1	0	+5	+0.83
29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
30	+1	+1	0	+1	+1	+1	+5	+0.83
31	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
32	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
33	+1	0	+1	+1	+1	+1	+5	+0.83
34	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
35	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1
36	+1	+1	+1	0	+1	+1	+5	+0.83
37	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
38	+1	+1	+1	+1	0	+1	+5	+0.83
39	+1	+1	+1	+1	+1	0	+5	+0.83
40	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+6	+1

แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน โดยใช้เทคนิค IOC (Index of Congruence)

$$IOC = \sum R \ / \ N$$

เมื่อ R แทน คะแนนความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากตารางแสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา

ข้อสอบที่ 1 $R = +5$

$N = 6$

แทนค่า IOC $= \frac{+5}{6}$

$= +0.83$

ข้อสอบที่ 2 $R = +5$

$N = 6$

แทนค่า IOC $= \frac{+5}{6}$

$= +0.83$

ข้อสอบที่ 3 $R = +6$

$N = 6$

แทนค่า IOC $= \frac{+6}{6}$

$= +1$

ข้อสอบที่ 4 $R = +5$

$N = 6$

แทนค่า IOC $= \frac{+5}{6}$

$= +0.83$

ข้อสอบที่ 5 $R = +5$

$N = 6$

แทนค่า IOC $= \frac{+5}{6}$

$= +0.83$

ข้อสอบข้อที่ 6 – 40 จะคำนวณหาค่า IOC เหมือนกับข้อสอบที่ 1- 5

ตารางที่ ค 6 แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด					แบบทดสอบ
	ตอนที่ 1 (10)	ตอนที่ 2 (10)	ตอนที่ 3 (10)	ตอนที่ 4 (10)	รวม	(40)
1	10	5	8	7	30	31
2	8	8	9	7	32	34
3	9	8	10	9	36	29
4	10	6	10	9	35	32
5	9	9	8	9	35	34
6	10	9	9	8	36	33
7	9	9	8	9	35	35
8	8	7	10	7	32	36
9	7	10	8	9	34	34
10	7	7	8	7	29	35
11	8	8	8	7	31	37
12	8	7	10	7	32	38
13	9	9	7	7	32	33
14	9	9	10	10	38	34
15	10	9	9	9	37	36
16	9	8	9	7	33	36
17	9	9	7	9	34	35
18	10	9	8	9	36	35
19	10	10	7	8	35	34
20	10	8	7	7	32	33
N = 20					$\sum X=674$	$\sum F=684$

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
- แบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน
- เฉลยแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน

แบบทดสอบวิชา การสื่อสารดาวเทียม (31052307)

เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

ระดับชั้น ปวส.2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 50 นาที

<u>คำสั่ง</u> จงกาเครื่องหมาย (X) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ถ้าไม่มีการควบคุมการโคจรของดาวเทียมจะทำให้วงโคจรเอียงเพิ่มขึ้นปีละกี่องศา

ก. .75 องศา/ปี ข. .85 องศา/ปี

ค. .95 องศา/ปี ง. 1.25 องศา/ปี

2. ดาวเทียมที่มีโครงสร้างเป็นรูปร่างคล้ายกล่อง มักจะใช้ระบบการรักษาเสถียรแบบใด

ก. Spin stabilized ข. Two axis stabilized

ค. Three axis stabilized ง. Sping stabilized

3. ระบบรักษาเสถียรแบบ Spin stabilized มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่

ก. ส่วนที่หมุน, ส่วนที่อยู่กับที่ ข. ส่วนที่อยู่กับที่,แกนหมุน

ค. ส่วนที่หมุน,แกนหักเห ง. แกนหมุน,แกนหักเหและแกนตั้ง

4. ระบบรักษาเสถียรแบบ Three axis stabilized มีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

ก. ส่วนที่หมุน, ส่วนที่อยู่กับที่ ข. ส่วนที่อยู่กับที่,แกนหมุน

ค. ส่วนที่หมุน,แกนหักเห ง. แกนหมุน,แกนหักเหและแกนตั้ง

5. สนามโน้มถ่วงที่มีอิทธิพลมากจนทำให้ตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมผิดไปจากเดิมคือ

ก. ดวงอาทิตย์ ข. ดวงจันทร์

ค. ดวงดาวต่าง ๆ ง. แรงดันสุริยะ

6. วิธีการเร่งดาวเทียมในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ด้วยชุด Thruster เป็นการแก้ปัญหา

ก. รักษาวงโคจรของดาวเทียม ข. รักษาเสถียรภาพของดาวเทียม

ค. รักษาตำแหน่งของดาวเทียม ง. รักษาระดับความสูงของดาวเทียม

7. ส่วนที่อยู่กับที่ได้แก่ระบบใด

ก. ระบบสายอากาศ ข. ระบบจ่ายกำลังงานไฟฟ้า

ค. ระบบตรวจจับตำแหน่ง ง. ระบบสื่อสาร

8. การทำให้ระบบสายอากาศหันหน้าเข้าหาโลกในตำแหน่งที่ต้องการตลอดเวลาจะทำอย่างไร

ก. ใช้จรวดขับดันหมุนในทิศทางกับการหมุนรอบตัวเองของโลก

ข. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของตัวถัง

ค. ใช้ล้อดุลถ่วงให้ดาวเทียมหมุนช้าลง

ง. ใช้ล้อดุลถ่วงให้ดาวเทียมหมุนเร็วขึ้น

9. ถ้าสนามโน้มถ่วง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเป็นผลให้เกิดอะไรขึ้นกับดาวเทียม

ก. เกิดความเร่งบนตัวดาวเทียม

ข. ระบบขับดันทำงานผิดปกติ

ค. ดาวเทียมหมุนช้าลง

ง. ดาวเทียมหมุนเร็วขึ้นเป็น 3 เท่า

10. ระบบรักษาเสถียรภาพจะทำหน้าที่อย่างไร

ก. รักษาความเร็วในการโคจร

ข. รักษาระดับความสูงของวงโคจร

ค. รักษาโมเมนต์การทรงตัว

ง. รักษาระนาบการโคจรให้ถูกต้อง

11. สัญญาณที่ได้จากจุดตรวจจับจะถูกแปลงอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลแล้วรวบรวมโดยใช้เทคนิคอะไร

ก. FDMA

ข. PCM

ค. TDM

ง. CDM

12. ข้อใดไม่ใช่เทคนิคที่ใช้ในการติดตามวงโคจรของดาวเทียม

ก. การตรวจจับการ Doppler shift ของสัญญาณตรวจจับระยะไกล

ข. การส่งสัญญาณพัลซ์ขึ้นไปบนดาวเทียมและรับลงมา

ค. การรับสัญญาณจากชุดตรวจจับความเร็วและความเร่งของดาวเทียม

ง. การส่งสัญญาณ Beacon ที่สถานีภาคพื้นดินไปดาวเทียม

13. ระบบติดตามดาวเทียมจะอยู่ที่ส่วนใดของระบบการสื่อสารดาวเทียม

ก. ดาวเทียม

ข. สถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. สถานีสื่อสารภาคพื้นดิน

ง. ถูกทุกข้อ

14. ระบบติดตามดาวเทียมมีหน้าที่

ก. ตรวจจับความเร็วของดาวเทียม

ข. ตรวจจับความเร่งของดาวเทียม

ค. ตรวจจับการโคจรของดาวเทียม

ง. ตรวจจับระยะทางของดาวทียม

15. ระบบสั่งการมีหลักการทำงานอย่างไร

ก. นำสัญญาณจากการตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล

ข. นำสัญญาณจากระบบติดตามดาวทียมมาประมวลผล

ค. นำสัญญาณจากระบบติดตามและระบบตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล

ง. นำสัญญาณจากสถานีควบคุมภาคพื้นดินไปประมวลผล

16. ระบบสั่งการมีประโยชน์กับดาวเทียมเพื่อ

ก. รักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม

ข. รักษาทิศทางการหมุนรอบตัวเองของดาวเทียม

ค. ควบคุมการทำงานของระบบสื่อสารในดาวเทียม

ง. ควบคุมตรวจจับระยะไกลในตัวดาวเทียม

17. ถ้าไม่มีระบบสั่งการจะทำให้ดาวเทียมเกิดปัญหาใดขึ้น

ก. ดาวเทียมหลุดจากวงโคจร ข. ดาวเทียมลดระดับความสูงลง

ค. ดาวเทียมไม่สามารถสื่อสารได้ ง. ไม่สามารถรักษาตำแหน่งวงโคจรได้ถูกต้อง

18. ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ (TT&C)บนตัวดาวเทียมจะทำหน้าที่หลักคือ

ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster

19. ระบบ TT&C ระบบสำรองบนดาวเทียมจะทำหน้าที่

ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster

20. การเชื่อมโยงสัญญาณของระบบ TT&C กับสถานีควบคุมภาคพื้นดินใช้ความถี่ในย่าน

ก. VHF และ UHF ข. VHF และ S-band

ค. UHF และ S-band ง. UHF และ Ku-band

21. ในดาวเทียมสื่อสารส่วนประกอบที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากที่สุดคือ

ก. มอเตอร์ไฟฟ้าขับดัน ข. ระบบ TT&C

ค. ระบบสื่อสาร ง. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

22. กำลังงานไฟฟ้าหลักส่วนใหญ่ของดาวเทียมสื่อสารได้มาจากแหล่งใด

ก. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน

ค. เทอร์โมนิวเคลียร ง. แผงโซล่าเซล

23. ในระดับความสูงของวงโคจรค้างฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อตัวดาวเทียมมีความเข้มของ กำลังงานประมาณ

ก. ประมาณ 1.39 Kw/m^2 ข. ประมาณ 1.93 Kw/m^2

ค. ประมาณ 3.19 Kw/m^2 ง. ประมาณ 3.91 Kw/m^2

24. แผงโซล่าเซล สามารถแปลงพลังงานแสงให้เป็นกำลังงานไฟฟ้าได้คือ

ก. 10-15 เปอร์เซ็นต์ ข. 10-20 เปอร์เซ็นต์

ค. 15-20 เปอร์เซ็นต์ ง. 15-30 เปอร์เซ็นต์

25. กำลังงานไฟฟ้าสำรองของดาวเทียมรุ่นใหม่ปัจจุบันได้มาจากแหล่งใด

ก. แบตเตอรี่ นิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน

ค. เทอร์โมนิวเคลีย ง. แผงโซล่าเซล

26. ข้อดีของแบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียมคือ

ก. จ่ายกระแสได้มากกว่าและน้ำหนักเบา

ข. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและอายุการใช้งานนาน

ค. จ่ายกระแสได้มากกว่าและอายุการใช้งานนาน

ง. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและน้ำหนักเบา

27. ข้อดีของแบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจนคือ

ก. จ่ายกระแสได้มากกว่าและน้ำหนักเบา

ข. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและอายุการใช้งานนาน

ค. จ่ายกระแสได้มากกว่าและอายุการใช้งานนาน

ง. ไม่เกิดแก๊สเมื่อประจุไฟเข้าไปและน้ำหนักเบา

28. ระบบกำลังไฟฟ้าสำรองจะถูกนำมาใช้ประมาณ 70 นาทีจนต้องปิดการใช้งานบางส่วนในกรณี

ก. ระหว่างส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรแผงโซล่าเซลยังไม่กางออก

ข. ขณะเกิดปรากฏการณ์ Eclipses

ค. ขณะดาวเทียมถูกดวงจันทร์บดบังแสงอาทิตย์

ง. ขณะดาวเทียมอยู่ในช่วงตอนกลางคืน

29. แบตเตอรี่ ที่นิยมนำมาใช้ในดาวเทียมสื่อสารรุ่นใหม่คือ

ก. นิกเกิลแคดเมียม ข. นิกเกิลไฮโดรเจน

ค. อัลคาไลน์ ง. ลิเทียมไอออน

30. แผงโซล่าเซลจะรับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องโดยมีพื้นที่รับเท่ากับ

ก. 1 ใน 3 ส่วนพื้นที่ทั้งหมด ข. 2 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมด

ค. รับได้เต็มพื้นที่ทั้งหมด ง. รับได้ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด

31. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากทางด้านรับในทรานสปอนเดอร์คือ

ก. ชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ข. ชุดแปลงความถี่

ค. ชุดขยายกำลังสูง ง. ชุดกรองความถี่

32. ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ป้องกันความถี่นอกย่านการใช้งานมารบกวนในทรานสปอนเดอร์คือ

ก. ชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ข. ชุดแปลงความถี่

ค. ชุดขยายกำลังสูง ง. ชุดกรองความถี่

33. ข้อใดไม่ใช่ระบบสายอากาศดาวเทียมที่แบ่งตามขนาดและรูปร่างพื้นที่บริการ

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Dipole beam

34. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้มากถึง 1 ใน 3 ของพื้นที่โลก

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam

35. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้น้อยที่สุด

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam

36. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการอยู่ในย่านภูมิภาคหรือภายในประเทศ

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam

37. ระบบสายอากาศที่ใช้กับดาวเทียมสื่อสารแบ่งตามรูปร่างลักษณะของการสร้างได้

ก. 2 แบบ ข. 3 แบบ

ค. 4 แบบ ง. 5 แบบ

38. สายอากาศแบบใดที่นำมาใช้งานย่านความถี่ VHF และ UHF แพร่กระจายคลื่นแบบรอบตัว

ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น

ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์

39. สายอากาศที่นำไปใช้สำหรับระบบ TT&C ในดาวเทียมยุคแรกได้แก่

ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น

ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์

40. ต้องการให้ลำคลื่นของความถี่ย่านไมโครเวฟครอบคลุมพื้นที่บริการแบบ Global ต้องเลือกสายอากาศ

ก. สายอากาศแบบเส้นลวด ข. สายอากาศแบบฮอร์น

ค. สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น ง. สายอากาศแบบอาร์เรย์

ตารางเฉลยแบบทดสอบวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

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

แบบฝึกหัด

วิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา

<u>คำสั่ง</u> จงกาเครื่องหมาย (X) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

แบบฝึกหัดตอนที่ 1 เรื่องระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

1. หน้าที่หลักของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมคือ
   - ก. ควบคุมดาวเทียมไปยังตำแหน่งที่ต้องการ
   - ข. รักษาตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้าให้ถูกต้อง
   - ค. รักษาทิศทางของดาวเทียมให้อยู่ในวงโคจร
   - ง. ควบคุมบังคับทิศทางการหมุนรอบตัวเองของดาวเทียม
2. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมจะทำหน้าที่อย่างไร
   - ก. รักษาความเร็วในการโคจร
   - ข. รักษาระดับความสูงของวงโคจร
   - ค. รักษาระนาบการโคจรให้ถูกต้อง
   - ง. ถูกทุกข้อ
3. วงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียมค้างฟ้ามีลักษณะเป็นอย่างไร
   - ก. วงรีตามระนาบเส้นรุ้ง
   - ข. วงรีตามระนาบเส้นแวง
   - ค. วงกลมตามระนาบเส้นศูนย์สูตร
   - ง. วงกลมตามระนาบเส้นรุ้งและแวง
4. ดาวเทียมใช้เวลาในการโคจรครบรอบใช้เวลากี่ชั่วโมง
   - ก. 12 ชั่วโมง
   - ข. 18 ชั่งโมง
   - ค. 24 ชั่วโมง
   - ง. 30 ชั่วโมง
5. ถ้าไม่มีการควบคุมการโคจรของดาวเทียมจะทำให้วงโคจรเอียงเพิ่มขึ้นปีละกี่องศา
   - ก. .75 องศา/ปี
   - ข. .85 องศา/ปี
   - ค. .95 องศา/ปี
   - ง. 1.25 องศา/ปี
6. ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรประกอบด้วย
   - ก. ระบบบังคับทิศทางและระบบขับดัน
   - ข. ระบบควบคุมความสูงและระบบขับดัน
   - ค. ระบบรักษาเสถียรภาพและระบบขับดัน
   - ง. ระบบการสื่อสารภายในและระบบขับดัน

7. องค์ประกอบที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัว คือ

ก. แรงโน้มถ่วงของโลก แรงดันสุริยะ

ข. แรงโน้มถ่วงดวงอาทิตย์ แรงดันสุริยะ

ค. ดาวเทียมหมุนรอบตัวเองมากกว่าความเร็วปกติ

ง. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรไม่เสถียร

8. โลกไม่กลมอย่างแท้จริงเป็นปัจจัยที่ทำให้มีผลต่อตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมคือ

ก. ดาวเทียมลดระดับต่ำลงมา 2-3 องศาของวงจรค้างฟ้า

ข. ดาวเทียมเลื่อนตำแหน่งไปทางทิศตะวันออกของวงจรค้างฟ้า

ค. ดาวเทียมมีความเร่งเข้าหาตำแหน่งที่เสถียรของวงจรค้างฟ้า

ง. ดาวเทียมมีความเร็วเร่งเข้าหาตำแหน่งระนาบศูนย์สูตรของวงจรค้างฟ้า

9. การรักษาโมเมนต์การทรงตัวของดาวเทียมมีอยู่ด้วยกัน

ก. 1 วิธี ข. 2 วิธี

ค. 3 วิธี ง. 4 วิธี

10. ระบบรักษาเสถียรของดาวเทียมสื่อสารที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้าที่ถูกต้องได้แก่

ก. Spin stabilized ข. Two axis stabilized

ค. Three axis stabilized ง. ถูกทั้ง ข้อ. ก.และ ข้อ. ค.

แบบฝึกหัดตอนที่ 2 เรื่อง ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ

11. สัญญาณที่ได้จากจุดตรวจจับจะถูกแปลงอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลแล้วรวบรวมโดยใช้เทคนิคอะไร

ก. FDMA ข. PCM

ค. TDM ง. CDM

12. ข้อใดไม่ใช่เทคนิคที่ใช้ในการติดตามวงโคจรของดาวเทียม

ก. การตรวจจับการ Doppler shift ของสัญญาณตรวจจับระยะไกล

ข. การส่งสัญญาณพัลซ์ขึ้นไปบนดาวเทียมและรับลงมา

ค. การรับสัญญาณจากชุดตรวจจับความเร็วและความเร่งของดาวเทียม

ง. การส่งสัญญาณ Beacon ที่สถานีภาคพื้นดินไปดาวเทียม

13. ระบบติดตามดาวเทียมจะอยู่ที่ส่วนใดของระบบการสื่อสารดาวเทียม

ก. ดาวเทียม ข. สถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. สถานีสื่อสารภาคพื้นดิน ง. ถูกทุกข้อ

14. ระบบติดตามดาวเทียมมีหน้าที่

ก. ตรวจจับความเร็วของดาวเทียม

ข. ตรวจจับความเร่งของดาวเทียม

ค. ตรวจจับการโคจรของดาวเทียม

ง. ตรวจจับระยะทางของดาวทียม

15. ระบบสั่งการมีหลักการทำงานอย่างไร

ก. นำสัญญาณจากการตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล

ข. นำสัญญาณจากระบบติดตามดาวทียมมาประมวลผล

ค. นำสัญญาณจากระบบติดตามและระบบตรวจจับระยะไกลมาประมวลผล

ง. นำสัญญาณจากสถานีควบคุมภาคพื้นดินไปประมวลผล

16. ระบบสั่งการมีประโยชน์กับดาวเทียมเพื่อ

ก. รักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม

ข. รักษาทิศทางการหมุนรอบตัวเองของดาวเทียม

ค. ควบคุมการทำงานของระบบสื่อสารในดาวเทียม

ง. ควบคุมตรวจจับระยะไกลในตัวดาวเทียม

17. ถ้าไม่มีระบบสั่งการจะทำให้ดาวเทียมเกิดปัญหาใดขึ้น

ก. ดาวเทียมหลุดจากวงโคจร ข. ดาวเทียมลดระดับความสูงลง

ค. ดาวเทียมไม่สามารถสื่อสารได้ ง. ไม่สามารถรักษาตำแหน่งวงโคจรได้ถูกต้อง

18. ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ (TT&C)บนตัวดาวเทียมจะทำหน้าที่หลักคือ

ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster

19. ระบบ TT&C ระบบสำรองบนดาวเทียมจะทำหน้าที่

ก. ส่งสัญญาณตรวจจับระยะไกลมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ข. คำนวณระยะทางการโคจรส่งมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ค. ส่งข้อมูลการตรวจสอบสถานะของชุดตรวจจับมายังสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ง. ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster

20. การเชื่อมโยงสัญญาณของระบบ TT&C กับสถานีควบคุมภาคพื้นดินใช้ความถี่ในย่าน

ก. VHF และ UHF ข. VHF และ S-band

ค. UHF และ S-band ง. UHF และ Ku-band

แบบฝึกหัดตอนที่ 3 เรื่อง ระบบจ่ายกำลังงานไฟฟ้า

21. ในดาวเทียมสื่อสารส่วนประกอบที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากที่สุดคือ

ก. มอเตอร์ไฟฟ้าขับดัน ข. ระบบ TT&C

ค. ระบบสื่อสาร ง. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

22. กำลังงานไฟฟ้าหลักส่วนใหญ่ของดาวเทียมสื่อสารได้มาจากแหล่งใด

ก. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน

ค. เทอร์โมนิวเคลียร ง. แผงโซล่าเซล

23. ในระดับความสูงของวงโคจรค้างฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อตัวดาวเทียมมีความเข้มของ กำลังงานประมาณ

ก. ประมาณ 1.39 Kw/m^2 ข. ประมาณ 1.93 Kw/m^2

ค. ประมาณ 3.19 Kw/m^2 ง. ประมาณ 3.91 Kw/m^2

24. แผงโซล่าเซล สามารถแปลงพลังงานแสงให้เป็นกำลังงานไฟฟ้าได้คือ

ก. 10-15 เปอร์เซ็นต์ ข. 10-20 เปอร์เซ็นต์

ค. 15-20 เปอร์เซ็นต์ ง. 15-30 เปอร์เซ็นต์

25. กำลังงานไฟฟ้าสำรองของดาวเทียมรุ่นใหม่ปัจจุบันได้มาจากแหล่งใด

ก. แบตเตอรี่ นิกเกิลแคดเมียม ข. แบตเตอรี่ ชนิดนิกเกิลไฮโดรเจน

ค. เทอร์โมนิวเคลียร ง. แผงโซล่าเซล

26. ดาวเทียมรูปทรงกระบอกมีแผงโซล่าเซล สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

ก. 900 วัตต์ / 20 ตารางเมตร ข. 1000 วัตต์ / 20 ตารางเมตร

ค. 1100 วัตต์ / 20 ตารางเมตร ง. 1220 วัตต์ / 20 ตารางเมตร

27. ดาวเทียมรูปคล้ายกล่องกระดาษมีแผงโซล่าเซล สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

ก. 900 วัตต์ / 20 ตารางเมตร ข. 1000 วัตต์ / 20 ตารางเมตร

ค. 1100 วัตต์ / 20 ตารางเมตร ง. 1220 วัตต์ / 20 ตารางเมตร

28. ระบบกำลังไฟฟ้าสำรองจะถูกนำมาใช้ประมาณ 70 นาทีจนต้องปิดการใช้งานบางส่วนในกรณี

ก. ระหว่างส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรแผงโซล่าเซลยังไม่กางออก

ข. ขณะเกิดปรากฏการณ์ Eclipses

ค. ขณะดาวเทียมถูกดวงจันทร์บดบังแสงอาทิตย์

ง. ขณะดาวเทียมอยู่ในช่วงตอนกลางคืน

29. เมื่อแผงโซล่าเซลรับแสงเต็มที่จะทำให้แต่ละเซลล์มีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ

ก. 50-60 องศาเซลเซียส ข. 50-70 องศาเซลเซียส

ค. 50-80 องศาเซลเซียส ง. 50-90 องศาเซลเซียส

30. แผงโซล่าเซลจะรับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องโดยมีพื้นที่รับเท่ากับ

ก. 1 ใน 3 ส่วนพื้นที่ทั้งหมด ข. 2 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมด

ค. รับได้เต็มพื้นที่ทั้งหมด ง. รับได้ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด

แบบฝึกหัดตอนที่ 4 เรื่อง ระบบสื่อสารและระบบสายอากาศ

31. ระบบสื่อสารของดาวเทียมทำหน้าที่

ก. ถ่ายทอดสัญญาณโทรศัพท์และโทรทัศน์

ข. ควบคุมติดตามวงโคจรดาวเทียม

ค. ตรวจจับสั่งการระบบสื่อสารดาวเทียม

ง. ตรวจจับควบคุมรักษาตำแหน่งดาวเทียม

32. ระบบสื่อสารในตัวดาวเทียมแบ่งส่วนสำคัญออกเป็น

ก. HPA และ LNA ข. ANTENNA และ HPA

ค. ANTENNA และ LNA ง. ANTENNA และ TRANSPONDER

33. ทรานส์พอนเดอร์ มีส่วนประกอบที่ทำหน้าเปลี่ยนความถี่ คือ

ก. LNA ข. HPA ค. BPF ง. DOWN CONVERTER

34. ข้อใดไม่ใช่ระบบสายอากาศดาวเทียมที่แบ่งตามขนาดและรูปร่างพื้นที่บริการ

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Dipole beam

35. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้มากถึง 1 ใน 3 ของพื้นที่โลก

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam

36. สายอากาศชนิดใดที่ครอบคลุมพื้นที่บริการได้น้อยที่สุด

ก. Global beam ข. Zone beam

ค. Spot beam ง. Hemi-spherical beam

37. ย่านความถี่ที่ใช้ในการเชื่อมโยงทางขาขึ้นสำหรับย่าน C-BAND ในทรานส์พอนเดอร์ คือ

ก. 5,900- 6,400 Mhz ข. 3,700-4,200 Mhz

ค. 10,760-11700 Mhz ง. 14,000-14,500 Mhz

38. การใช้ความถี่ซ้ำกันเป็นเทคนิคการใช้เพื่อประโยชน์ใด

ก. เพิ่มแบนด์วิดธ์ช่องดาวเทียม ข. ป้องกันการรบกวนกันจากช่องข้างเคียง

ค. เพิ่มพื้นที่การกระจายคลื่นวิทยุ ง. เพิ่มอัตราขยายของสายอากาศ

39. เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำกันแบบจัดโพลาไรซ์มีหลักและวิธีการได้อย่างไร

ก. สายอากาศชุดเดียวกันใช้ความถี่เท่ากัน ข. สายอากาศชุดเดียวกันใช้ความถี่ต่างกัน

ค. พื้นที่บริการแยกกันความถี่เท่ากัน ง. พื้นที่บริการเดียวกันความถี่เท่ากัน

40. การจัดโพลาไรซ์แบบใดอยู่ในการจัดแบบวงกลม

ก. แบบแนวตั้ง ข. แบบแนวนอน

ค. แบบหมุนทางซ้าย-ขวา ง. แบบเชิงเส้น

ตารางเฉลยแบบฝึกหัดวิชา การสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

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

ภาคผนวก จ

- แผนการสอนรายวิชา ระบบการสื่อสารดาวเทียม
- เนื้อหารายวิชา ระบบการสื่อสารดาวเทียม เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

แผนการสอนรายวิชา

รหัสวิชา 31052307 ชื่อวิชา ทฤษฎีการสื่อสารดาวเทียม ท-ป-น 2-0-2

ระดับชั้น ปวส. สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์

ทฤษฎีรวม 36 คาบ ปฏิบัติรวม - คาบ

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการสื่อสารดาวเทียมในระบบโทรคมนาคม และมีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารดาวเทียม ส่วนประกอบ และลักษณะการทำงานของดาวเทียม สถานีภาคพื้นดิน และอุปกรณ์ประจำสถานีภาคพื้นดิน จานสายอากาศ LNA ระบบรับ-ส่งความถี่ย่านต่าง ๆ อุปกรณ์ในการรับสัญญาณ แยกสัญญาณ ถ่ายทอดสัญญาณ การคำนวณข่ายการสื่อสารดาวเทียม ระบบ FDMA TDMA และ PCM ระบบ VSAT และศึกษาดูงานสถานีดาวเทียม

หน่วยการสอนทฤษฎี

รหัสวิชา 31052307 ชื่อวิชา การสื่อสารดาวเทียม 2-0-2

ทฤษฎีรวม 36 คาบ

หน่วยที่	**ชื่อหน่วย**	**จำนวนคาบ**
หน่วยที่ 1	หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารดาวเทียม	4 คาบ
หน่วยที่ 2	ส่วนประกอบของดาวเทียม	4 คาบ
หน่วยที่ 3	ส่วนประกอบของสถานีภาคพื้นดิน	4 คาบ
หน่วยที่ 4	ระบบจานสายอากาศ	4 คาบ
หน่วยที่ 5	ระบบรับ-ส่งสัญญาณ	4 คาบ
หน่วยที่ 6	การคำนวณข่ายการสื่อสารดาวเทียม	4 คาบ
หน่วยที่ 7	ระบบ FDMA TDMA PCM	4 คาบ
หน่วยที่ 8	VSAT	4 คาบ
	วัดผล	4 คาบ
	รวม	36 คาบ

หน่วยการสอนทฤษฎี ชื่อหน่วย ส่วนประกอบของดาวเทียม จำนวน 2 คาบ

รหัสวิชา 31052307	**ชื่อวิชา** การสื่อสารดาวเทียม	**ท–ป–น** (2-0-2)
หน่วยที่ 2	**ชื่อหน่วย** ส่วนประกอบของดาวเทียม	**สอนครั้งที่** 3 - 4
2.1 – 2.4	**เรื่อง** ส่วนประกอบของดาวเทียม	**จำนวนคาบ** 4

จุดประสงค์การสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้เข้าใจหน้าที่ โครงสร้าง และหลักการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม **หน่วยที่ 2** 1. บอกหน้าที่ของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรได้ 2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรได้ถูกต้อง 3. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าของดาวเทียมได้ 4. บอกหน้าที่และอธิบายส่วนประกอบของระบบสื่อสารดาวเทียมได้	หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบของดาวเทียม 2.1 ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร 2.1.1 ระบบควบคุมตำแหน่ง 2.1.2 ระบบควบคุมวงโคจร - หน้าที่ของระบบ - ส่วนประกอบและหลักการทำงาน 2.2 ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตาม และสั่งการ 2.2.1 ระบบตรวจจับระยะไกล 2.2.2 ระบบติดตามดาวเทียม 2.2.3 ระบบสั่งการ - หน้าที่ของระบบ - ส่วนประกอบและหลักการทำงาน 2.3 ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า - หน้าที่และหลักการทำงานของระบบ - ส่วนประกอบและชนิดของระบบ 2.4 ระบบสื่อสาร 2.4.1 ทรานสปอนเดอร์แบบ Quasi linear 2.4.2 ทรานสปอนเดอร์แบบ Regenerative - หน้าที่ของระบบ - ส่วนประกอบและหลักการทำงาน 2.4.3 ระบบสายอากาศ - หน้าที่ของระบบ - ส่วนประกอบและหลักการทำงาน

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการสอนหน่วยที่ 2 เรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม ทั้งหมดจำนวน 4 หัวข้อ ในแผนการสอนรายวิชาการสื่อสารดาวเทียม ที่จะนำมาใช้ทำบทเรียนคอมพิวเตอช่วยสอน แบบ ติวเตอร์ (Tutorial) เป็นวิธีการสอนที่จะอธิบายถึงส่วนประกอบต่าง ๆ โครงสร้าง หน้าที่หลักการทำงานและการนำไปใช้งานอย่างถูกต้องของส่วนประกอบหลักในตัวดาวเทียม เพื่อที่จะให้นักศึกษาได้เรียนรู้และเข้าใจอย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้ ตามความพร้อม และความสามารถของตนเอง จนเกิดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบางกรณี ที่จะเป็นพื้นฐาน และเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นหรือนำไปใช้สำหรับการปฏิบัติงานในส่วนที่เกียวข้องต่อไป

เนื้อหา วิชาการสื่อสารดาวเทียม

หน่วยที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบดาวเทียม (Satellite Components)

ส่วนประกอบดาวเทียม

การออกแบบดาวเทียมสื่อสารนั้นเป็นการรวบรวมของเกือบทุกๆ สาขาของวิศวกรรมและฟิสิกส์ ค่าใช้จ่ายของระบบการสื่อสารปกติจะอยู่ในช่วงประมาณ 20% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นค่าใช้จ่ายของระบบสนับสนุนและการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (Launch) โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะเป็นตัวเลขหลักร้อยล้านดอลลาร์

จากหน่วยที่ 1 ที่มีการกล่าวมาแล้วบ้างถึงองค์ประกอบทั่วไปของดาวเทียมสื่อสารที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้า ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวอย่างละเอียดถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่ประกอบร่วมกันเป็นดาวเทียมสื่อสารภายในของดาวเทียมประกอบไปด้วยระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบสื่อสาร ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม ระบบ TT&C เป็นต้น

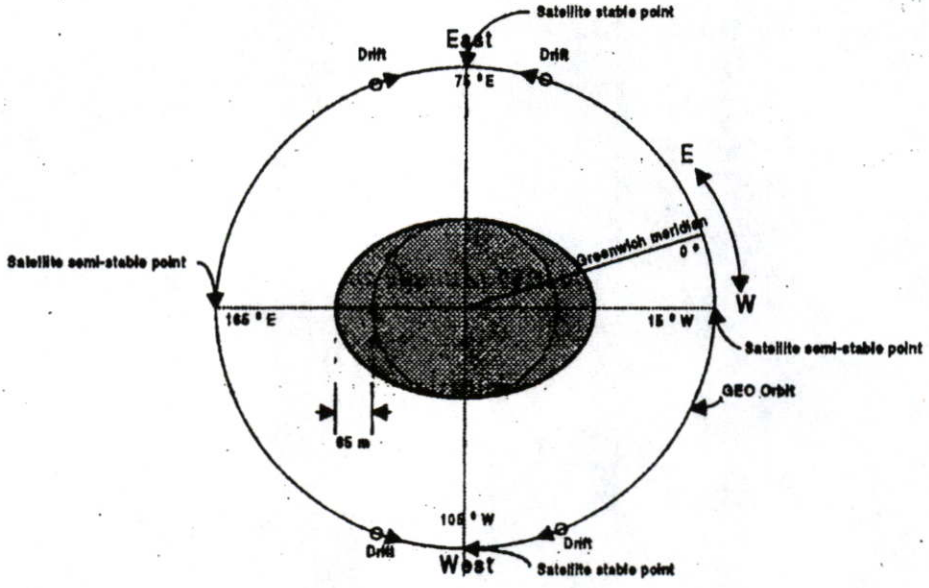
ระบบสื่อสารเป็นระบบที่ทำหน้าที่หลักของดาวเทียมสื่อสาร ส่วนระบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วเป็นเพียงระบบที่คอยสนับสนุนให้ดาวเทียมสื่อสารทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ

1. ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร(Attitude and Orbit Control System)

หน้าที่หลักของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมก็คือการรักษาตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้าให้ถูกต้องตลอดจนรักษาการโคจรของดาวเทียม เช่น ความเร็วในการโคจรระดับความสูงของวงโคจร (Altitude) และระนาบการโคจรให้ถูกต้อง โดยที่ระบบการควบคุมตำแหน่งและวงโคจรประกอบไปด้วยระบบรักษาเสถียรภาพ (Stabilized System) ซึ่งจะทำการรักษาโมเมนต์การทรงตัวของดาวเทียมและระบบขับดันซึ่งประกอบไปด้วยชุด Thruster

เนื่องจากดาวเทียมลอยอยู่ในอวกาศจึงมีหลายองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุทำให้ดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัว ซึ่งทำให้ทิศทางของสายอากาศระบบสื่อสารหันผิดไปจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ เป็นผลให้การติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมไม่มีเสถียรภาพเท่าที่ควร สาเหตุเหล่านั้นได้แก่ แรงโน้มถ่วงจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และกลุ่มดาวต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของแรงโน้มถ่วงเหล่านั้น ถ้าเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะมีผลทำให้ดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัวผิดไปจากตำแหน่งเดิม แต่ถ้าหากสนามโน้มถ่วงเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเป็นผลให้เกิดความเร่งบนตัวดาวเทียม ซึ่งเป็นเหตุให้วงโคจรผิดไปจากเดิม โดยเฉพาะสนามโน้มถ่วงที่เกิดจากดวงจันทร์จะมีอิทธิพลต่อตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม ซึ่งมีค่าประมาณ 3 เท่าของดวงอาทิตย์ แรงดันสุริยะ(Solar pressure) ที่เกิดจากการประทุบนดวงอาทิตย์แล้วแพร่กระจายมากระทบกับสายอากาศ ตัวถังของดาวเทียม และแผงโซล่าเซลก็อาจจะมีผลทำให้ดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัวได้เช่นกัน

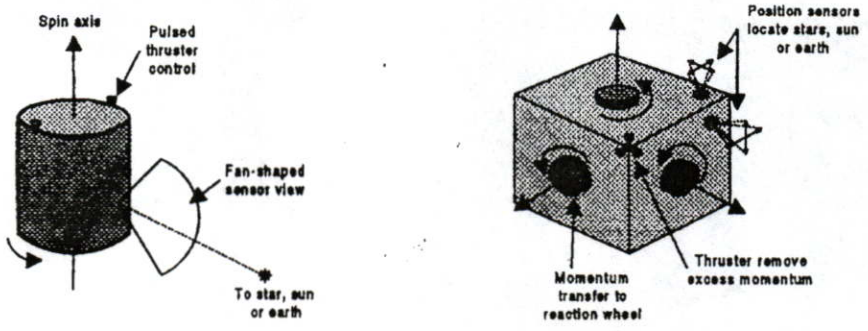
มีอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมผิดไปจากเดิม เนื่องจากโลกไม่ได้กลมอย่างแท้จริง โดยมีส่วนที่โป่งออกมาที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรประมาณ 65 เมตร ที่ลองจิจูด 15 องศาตะวันตกและลองจิจูดที่ 165 องศาตะวันออก ปรากฏการณ์นี้ทำให้ดาวเทียมมีความเร่งเข้าหาตำแหน่งที่เสถียรของวงโคจรค้างฟ้าที่ลองจิจูด 75 องศาตะวันออก และลองจิจูดที่ 105 องศาตะวันตก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการเลื่อน (Drift) เข้าสู่เสถียร แสดงดังรูปที่ จ.1 การรักษาตำแหน่งของดาวเทียมให้ถูกต้องกระทำได้ด้วยการเร่งดาวเทียมในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ด้วยชุด Thruster นอกจากนี้ที่บริเวณขั้วโลกก็มีความราบแบนเช่นกันประมาณ 20 กิโลเมตร แต่สิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลน้อยมาต่อดาวเทียมค้างฟ้าเพราะดาวเทียมโคจรไปตามระนาบเส้นศูนย์สูตร



รูปที่ จ.1 ปรากฏการณ์เลื่อนของดาวเทียมเข่าสู่จุดเสถียร

1.1 ระบบควบคุมตำแหน่ง(Attitude Control Sudsystem)

อาจกล่าวได้ว่าหน้าที่ของระบบควบคุมตำแหน่งก็คือการรักษาทิศทางของสายอากาศระบบสื่อสารให้หันยังไปตำแหน่งที่ได้กำหนดเอาไว้แล้วบนพื้นโลก(เนื่องจากสายอากาศส่วนใหญ่เป็นชนิดพาราโบลา) และขณะเดียวกันให้แผงโซล่าเซลหันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์เพื่อรับพลังงานแสงสูงสุด (สำหรับดาวเทียมแบบ Three axis) จากที่กล่าวมาแล้วระบบการควบคุมตำแหน่งประกอบไปด้วยระบบรักษาเสถียรและชุด Thruster โดยระบบรักษาเสถียรดาวเทียมสื่อสารที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้านั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีได้แก่ ระบบ Spin stabilized และระบบ Three axsis stabilized



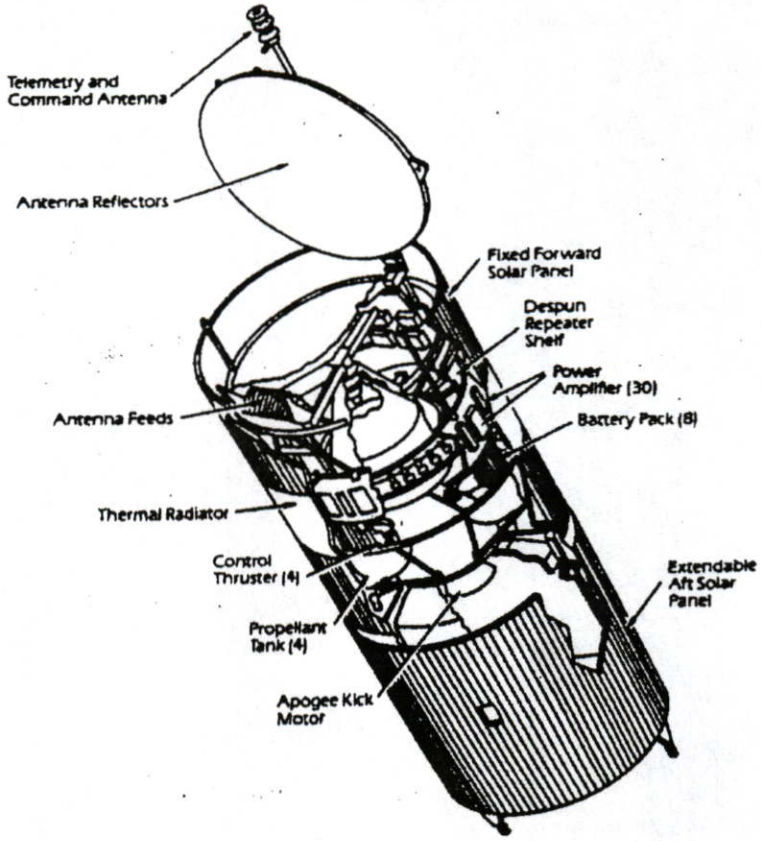
a). Spin stabilized

b). Three axis stabilized

รูปที่ จ.2 ระบบรักษาเสถียรภาพของดาวเทียม

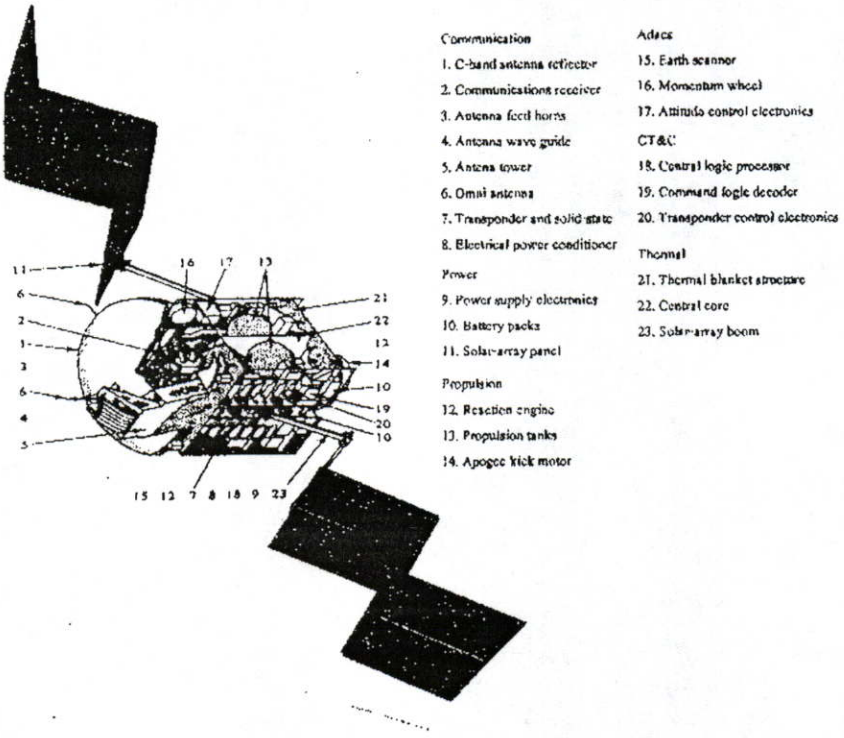
ดาวเทียมทีมีการรักษาเสถียรแบบ Spin stabilized จะมีลักษณะโครงสร้างเป็นทรงกระบอก โดยประกอบไปด้วยสองส่วนได้แก่ส่วนที่หมุน (Spinning) และส่วนที่อยู่กับที่ (Depinning) ส่วนที่หมุนตลอดเวลาได้แก่ตัวถังภายนอกโดยหมุนรอบแกนตัวเองอยู่ในช่วง 30 ถึง 100 รอบต่อนาที เพื่อให้เกิดโมเมนต์ของความเฉื่อยสูงสุดและต้านกับแรงที่กระทำจากภายนอกซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัมเชิงมุม ทำให้ดาวเทียมเกิดการทรงตัวอยู่ในอวกาศได้ซึ่งคล้ายๆ กับการหมุนลูกข่าง โดยที่อัตราการหมุนของตัวถังสามารถควบคุมได้ด้วยชุด Thruster ซึ่งเป็นจรวดขับดันขนาดเล็กที่มีชื่อว่า Radial thruster ที่ติดตั้งบริเวณรอบนอกของตัวถังของดาวเทียม จรวดชุดนี้สามารถควบคุมการทำงานได้จากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

สำหรับส่วนที่อยู่กับที่ได้แก่ระบบสายอากาศ ระบบทรานส์พอนเดอร์และระบบอื่นๆ ที่ติดตั้งอยู่บนฐาน (Platform) อุปกรณ์ตรงส่วนนี้จะถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าให้หมุนในทางตรงข้ามกับการหมุนของตัวถังเพื่อต้องการให้ระบบสายอากาศหันหน้าเข้าหาโลกในตำแหน่งที่ต้องการตลอดเวลา กล่าวคือถ้าเรามองจากพื้นโลกไปยังดาวเทียมก็จะเห็นสายอากาศอยู่กับที่ สำหรับชุดโซล่าเซลจะถูกติดตั้งอยู่บริเวณรอบๆ ตังถังส่วนที่หมุน ทำให้ 1 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมดของโซล่าเซลได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องบ่อยครั้งที่มักจะเรียกดาวเทียมที่มีโครงสร้างแบบนี้ว่าดาวเทียมแบบ Spinner ตัวอย่างของดาวเทียมแบบนี้ได้แก่ ดาวเทียมอินเทลแซท IV-A ดาวเทียมไทยคม I และ II เป็นต้น



รูปที่ จ.3 ดาวเทียมแบบ Spinner

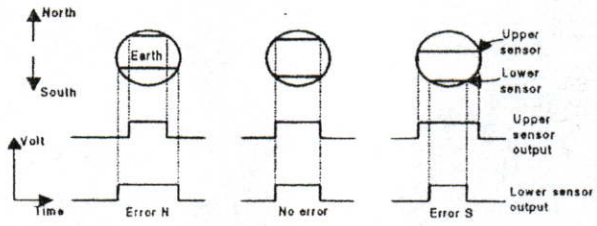
สำหรับดาวเทียมที่มีการรักษาเสถียรภาพแบบ Three axis stabilized นั้นดาวเทียมมีลักษณะโครงสร้างคล้าย กล่องโดยมีชุดโซล่าติดตั้งอยู่บนแผงที่กางเป็นปีกออกไป ทางด้านข้าง (คล้ายปีกนก) ระบบรักษาเสถียรแบบ Three axis นี้ประกอบไปด้วยล้อดุลสามวงล้อที่ยึดอยู่บนแกนที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ได้แก่แกนหักเห (Yaw) แกนตั้ง (Pitch) และแกนหมุน (Roll) โดยล้อดุลทั้งสาม ถูกขับด้วยมอเตอร์ให้หมุนด้วยความเร็วสูง การที่ล้อดุลหมุนด้วยความเร็วสูงนั้นทำให้เกิดโมเมนตัมเชิงมุมซึ่งทำให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามที่สอดคล้องกับหลักการรักษาโมเมนตัมเชิงมุม เมื่อล้อสมดุลทั้งสามหมุนพร้อมกันจึงทำให้เกิดการทรงตัวเพื่อรักษาตำแหน่งให้คงที่ได้ เมื่อดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัวเนื่องจากแรงกระทำจากภายนอกระบบควบคุมอัตโนมัติจะสั่งการผ่านระบบเซอร์โวให้วงล้อเกิดการหมุนเร็วขึ้นหรือช้าลงตามความเหมาะสมเพื่อให้ดาวเทียมมีตำแหน่งที่ถูกต้อง



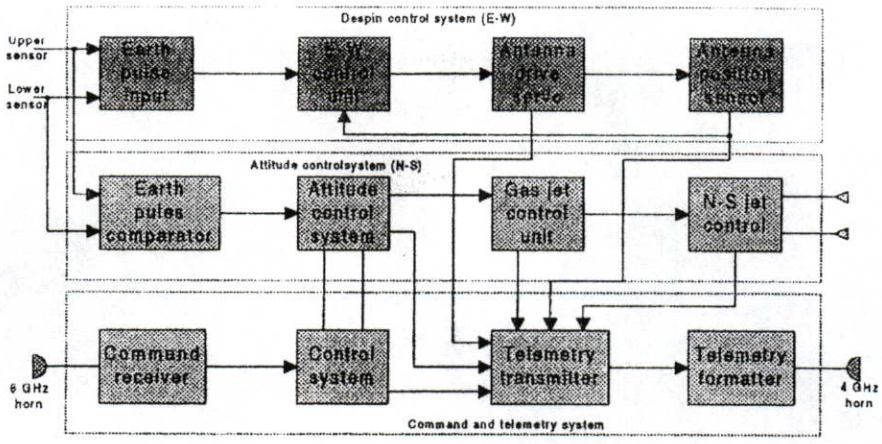
รูปที่ จ.4 ดาวเทียมแบบ Three axis

บางครั้งดาวเทียมอาจจะได้รับแรงกระทำจากภายนอกที่รุนแรงจนทำให้ดาวเทียมเกิดการเบี่ยงตัวมาก ระบบรักษาเสถียรภาพทั้งแบบ Spinner และ Three axis อาจจะไม่สามารถที่จะควบคุมให้ดาวเทียมหันกลับมายังตำแหน่งที่ถูกต้องได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยชุด Thruster อาจจะนำไฮดราซีน (Hydrazine) (N_2H_4) หรือโพรเพน (Propane) มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการขับดัน

การควบคุมตำแหน่งของดาวเทียมให้ถูกต้องนั้นจำเป็นต้องมีระบบการตรวจจับตำแหน่งของดาวเทียมโดยอาศัยตัวตรวจจับ (Sensor) ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ของดาวเทียม ระบบการตรวจจับตำแหน่งนั้นอาจจะต้องอาศัยการตรวจจับจากดวงอาทิตย์ ดวงดาว หรือจากโลก โดยอาศัยการตรวจจับด้วยแสง(อาจจะเป็นแสงสีขาวหรือแสงอินฟราเรด) หรือคลื่นวิทยุ ดังรูปที่ จ.5 เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบตรวจจับและชุดตรวจจับทางด้านขอบล่างของโลก แล้วนำสัญญาณพัลส์ที่ได้จากชุดตรวจจับทางด้านขอบบนและชุดตรวจจับทางด้านขอบล่างของโลก แล้วนำสัญญาณพัลซ์ ที่ได้จากชุดตรวจทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน ถ้าดาวเทียมมีตำแหน่งที่ผิดไปจากตำแหน่งปกติ ที่เอาท์พุทของชุดเปรียบเทียบจะให้ค่าแรงดันอยู่ค่าๆหนึ่ง ซึ่งค่าแรงดันที่ได้นี้จะนำไปควบคุมการหมุนของตัวถังที่เหมาะสมเพื่อให้ดาวเทียมหันกลับเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง



a). Earth sensor for N-S control

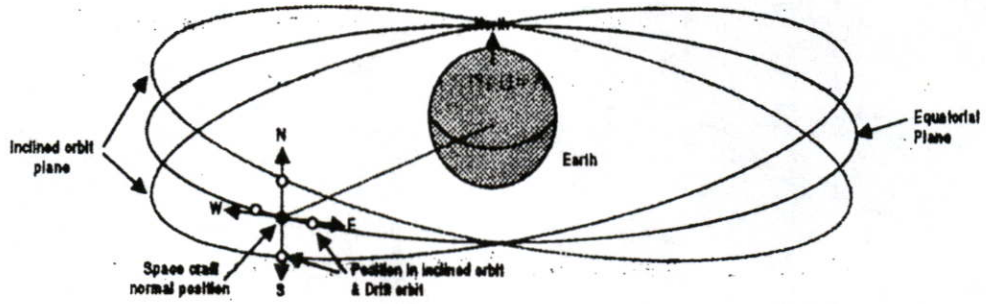


b). Block diagram attitude control

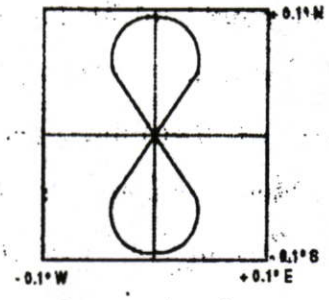
รูปที่ จ.5 ระบบตรวจจับและควบคุมตำแหน่งของดาวเทียมแบบ Spinner

1.2 ระบบควบคุมวงโคจร(Orbit Control Subsystem)

วงโคจรของดาวเทียมค้างฟ้าที่ถูกต้องนั้นมีลักษณะการโคจรเป็นวงกลมไปตามระนาบของเส้นศูนย์สูตรและมีระดับความสูงประมาณ 35,864 กิโลเมตร ทำให้ดาวเทียมใช้เวลาในการโคจรรอบประมาณ 24 ชั่วโมง ดังนั้นถ้ามองจากพื้นโลกไปยังดาวเทียมจะเห็นดาวเทียมอยู่กับที่ แต่ในทางปฏิบัติดาวเทียมจะเกิดการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากมีแรงกระทำจากภายนอกโดยเฉพาะสนามโน้มถ่วงจากดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ และกระทบเนื่องมาจากโลกไม่กลมโดยสมบูรณ์ทำให้เกิดความเร่งในการโคจรของดาวเทียมเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ระนาบการโคจร ดาวเทียมเกิดความเอียง(Inclined) และมีลักษณะการโคจรเป็นวงรี ถ้าไม่มีการควบคุมการโคจรของดาวเทียม ความเอียงของโคจรจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.85 องศาต่อปี ดังนั้นตำแหน่งของดาวเทียมเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทางด้านเหนือ – ใต้ และทางด้านตะวันออก – ตะวันตก กล่าวคือเมื่อมองจากพื้นโลกจะเห็นดาวเทียมเคลื่อนที่คล้าย ๆ เลขแปด ซึ่งแสดงดังรูป จ.6



a). Inclined orbit



b)

รูปที่ จ.6 การเปลี่ยนแปลงวงโคจรของดาวเทียม

การเปลี่ยนแปลงวงโคจรของดาวเทียมในลักษณะแบบนี้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธี spinner และ Three axis ได้เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ความเร่งแบบเชิงเส้น ดังนั้นจึงต้องอาศัยการขับดันของจรวดไอพ่นจากชุด Thruster ที่ติดตั้งบนตัวดาวเทียม โดยประกอบไปด้วย 2 ชุด ทางด้านเหนือ-ใต้ และทางด้านตะวันออก-ตะวันตก ชุด Thruster เหล่านี้ถูกควบคุมการทำงานจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

การสั่งการให้ชุด Thruster ทำงานเพื่อขับดันดาวเทียมให้กลับเข้าสู่วงโคจรและตำแหน่งที่ถูกต้องนั้นไม่กระทำกับบ่อย ๆ เนื่องจากปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่จำกัด ดังนั้นจึงมีการกำหนดขอบเขตการเคลื่อนที่ของดาวเทียมทั้งทางด้านเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก และขอบเขตที่ยอมรับได้นั้นอยู่ภายในกรอบ ± 0.1 องศา ฉะนั้นในทุก ๆ 2 ถึง 4 สัปดาห์จึงจะมีการสั่งการให้ชุด Thruster ทำงานเพื่อขับดันให้ดาวเทียมเคลื่อนที่กลับเข้าสู่ตำแหน่งและวงโคจรที่ถูกต้อง อาจจะกล่าวได้ว่าอายุการใช้งานของดาวเทียมขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ขับดันดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งและวงโคจรที่ถูกต้อง โดยเฉพาะการขับดันทางด้านเหนือ- ใต้ ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงประมาณ 95% ของปริมาณที่ใช้ในการขับดันเพื่อรักษาตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ จ.6 b จะเห็นได้ว่าทางด้านเหนือ-ใต้ มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า โดยทั่วไปดาวเทียมค้างฟ้ามีอายุการใช้งานอยู่ในช่วง

ประมาณ 10 ถึง 15 ปี แต่ในทางปฏิบัติเมื่อดาวเทียมครบกำหนดอายุการใช้งานแล้วนั้น ดาวเทียมอาจจะยังสามารถใช้งานได้อีกหลายปี โดยการเพิ่มกรอบการเคลื่อนที่ของดาวเทียมให้ใหญ่ขึ้น ทำให้ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่มาขับดันน้อยลง แต่ที่สถานีสื่อสารภาคพื้นดินจะต้องมีระบบติดตามดาวเทียม (tracking system) เพื่อให้จานสายอากาศของสถานีสื่อสารภาคพื้นดินสามารถติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียมได้ตลอดเวลา

2. ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ (Telemetry Tracking and Command Subsystem)

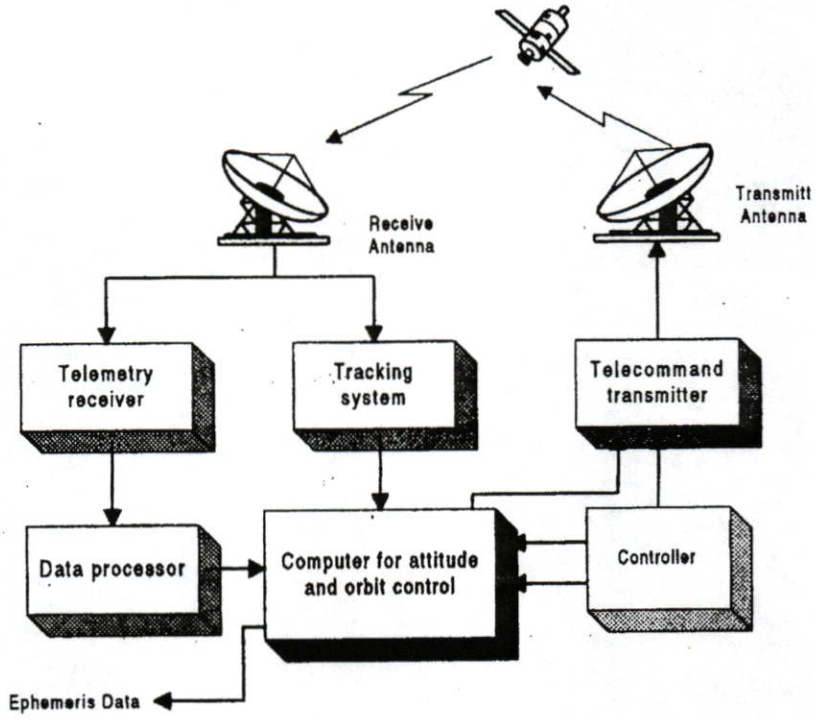
ระบบ TT&C นี้ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของระบบรักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมให้ถูกต้อง อาจจะกล่าวได้ว่า TT&C เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในระบบการจัดการ (Management) ของการรักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียม โดยที่ระบบ TT&C เป็นการทำงานที่อาศัยความสัมพันธ์กันระหว่างระบบจัดการบนตัวดาวเทียม (Space craft TT&C) กับระบบจัดการที่สถานีควบคุมภาคพื้นดิน หน้าที่หลักของระบบ TT&C บนตัวดาวเทียมได้แก่ การมอนิเตอร์สถานะของชุดตรวจจับที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ของดาวเทียมและสภาวะต่าง ๆ ของสวิทซ์ในระบบสื่อสาร จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ส่งกลับลงมาแจ้งให้กับสถานีควบคุมภาคพื้นดินรับทราบ ในขณะเดียวกันระบบ TT&C จะคอยรับคำสั่งจากสถานควบคุมภาคพื้นดินและนำคำสั่งเหล่านี้ไปควบคุมการหมุนของตัวถังหรือระบบล้อดุลของดาวเทียมแบบ Spinner และ Three axis ตามลำดับ

2.1 ระบบตรวจจับระยะไกล (Telemetry subsystem)

หน้าที่หลักของระบบตรวจจับระยะไกลได้แก่การมอนิเตอร์และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มาจากตัวตรวจจับที่ติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ ของดาวเทียม เช่น ชุดตรวจจับความดันของถังเชื้อเพลิง ชุดตรวจจับแรงดันและกระแสของหน่วย Power regulator ชุดตรวจจับแรงดันและกระแสภายในวงจรของอุปกรณ์สื่อสาร ชุดตรวจจับค่าอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่เกิดจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ชุดตรวจจับสถานะการทำงานของระบบต่าง ๆ และชุดตรวจจับสภาวะตำแหน่งของสวิทซ์ในระบบสื่อสาร ตลอดจนชุดตรวจจับดวงอาทิตย์และตำแหน่งของโลก เป็นต้น

สัญญาณที่ได้จากชุดตรวจจับเหล่านี้จะถูกนำมาแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลแล้วรวบรวมโดยใช้เทคนิคของ TDM (Time Division Multiples) แล้วนำมามอดูเลทแบบ FSK หรือ PSK ที่อัตราความเร็วต่ำ ๆ ซึ่งจะให้ค่าแบนด์วิดธ์ที่แคบจึงทำให้สามารถที่จะส่งสัญญาณกลับลงมายังโลกด้วยกำลังต่าง ๆ เพื่อประหยัดกำลังของแหล่งจ่ายไฟ ในขณะเดียวกันยังคงรักษาอัตราส่วนระหว่างสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไว้ได้อย่างพอเหมาะ

ที่สถานีควบคุมการภาคพื้นดินจะคอยรับสัญญาณที่ดาวเทียมส่งลงมาผ่านช่องสัญญาณตรวจจับระยะไกล แล้วนำไปดีมาดูเลทและดีมัลติเพล็กซ์ จากนั้นจึงนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และนำผลที่ได้ส่งขึ้นไปควบคุมการทำงานภายในของตัวดาวเทียม



รูปที่ จ.7 การทำงานของระบบ TT&T

2.2 ระบบติดตามดาวเทียม (Tracking subsystem)

ระบบติดตามดาวเทียมที่อยู่สถานีควบคุมภาคพื้นดินมีหน้าที่คอยตรวจจับการโคจรของดาวเทียมซึ่งมีหลาย ๆ เทคนิคที่ใช้ในการติดตามการโคจรของดาวเทียม เช่น การตรวจจับการ Doppler shift ของสัญญาณตรวจจับระยะไกลหรือจากสัญญาณ Beacon ที่ดาวเทียมส่งลงมายังพื้นโลก แล้วนำไปคำนวณหาช่วงการเปลี่ยนแปลงของวงโคจร อีกวิธีหนึ่งได้แก่การส่งสัญญาณพัลส์ขึ้นไปบนดาวเทียมและรับลงมาแล้วนำสัญญาณที่ได้จากทั้งสองมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาผลต่างทางด้านเวลาและนำไปคำนวณหาระยะทางของดาวเทียมได้ ถ้ามีหลาย ๆ สถานีควบคุมภาคพื้นดินอยู่ตามจุดต่าง ๆของพื้นโลกในลักษณะสามเหลี่ยมก็สามารถคำนวณหาตำแหน่งของดาวเทียมได้อย่างแม่นยำ หรืออีกวิธีหนึ่งได้แก่การรับสัญญาณจากชุดตรวจจับความเร็วและความเร่งของดาวเทียมที่ส่งผ่านสัญญาณตรวจจับระยะไกลจึงทำให้สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดาวเทียม

สำหรับระบบการติดตามดาวเทียมของสถานีสื่อสารภาคพื้นดินโดยทั่วไปจะรับสัญญาณ Beacon ที่ส่งลงมาจากดาวเทียมซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค ได้แก่ Monopulse Steptrack และ Programtrack เป็นต้น

2.3 ระบบสั่งการ (Command subsystem)

ระบบสั่งการซึ่งอยู่ที่สถานีควบคุมภาคพื้นดินนำสัญญาณที่มาจากระบบตรวจจับระยะไกลและระบบติดตามดาวเทียมแล้วนำมาประมวลผลเพื่อสร้างสัญญาณควบคุม แล้วส่งขึ้นไปควบคุมระบบการทำงานภายในของตัวดาวเทียมให้ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาวะสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ เพื่อให้ดาวเทียมสามารถรักษาตำแหน่งและวงโคจรอย่างถูกต้อง ทำให้ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมค้างฟ้าสามารถดำเนินการได้อย่างมีเสถียรภาพและมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างของคำสั่งจะต้องมีการป้องกันความผิดพลาดเนื่องมาจากการรับคำสั่งผิดพลาดทางด้านรับของดาวเทียม ปกติระบบจะมีการสั่งการมาจากคอมพิวเตอร์ที่สถานีควบคุมภาคพื้นดินโดยรหัสควบคุม (Control code) จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของรหัสคำสั่ง (Command word) แล้วส่งขึ้นไปบนดาวเทียมในลักษณะเป็นเฟรม TDM จากนั้นดาวเทียมจึงทำการตรวจจับความถูกต้องของคำสั่งที่รับได้และส่งสัญญาณกลับลงมาแจ้งให้ทางสถานีควบคุมภาคพื้นดินทราบ โดยผ่านช่องสัญญาณตรวจจับระยะไกลเพื่อนำไปตรวจจับอีกครั้งที่ระบบคอมพิวเตอร์ หลังจากทำการตรวจจับแล้วว่าดาวเทียมรับคำสั่งได้ถูกต้อง สถานีควบคุมภาคพื้นดินจึงส่งคำสั่งประมวลผล (Execute) ให้ดาวเทียมทำงานตามโปรแกรมคำสั่งต่างๆ ที่รับได้ในตอนแรก ซึ่งกระบวนการสั่งการนี้ใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 10 นาที

ดาวเทียมรุ่นแรก ๆ นั้นการเชื่อมโยงสัญญาณของระบบ TT&C จะแยกออกมาต่างหากจากระบบสื่อสาร โดยใช้ความถี่ย่าน VHF และ S-band สำหรับดาวเทียมรุ่นใช้ความถี่ในย่านเดียวกันกับช่องสัญญาณสื่อสาร (6 และ 4 GHz) เช่นดาวเทียมอินเทลแซท ใช้ช่วงระหว่างช่องสัญญาณมาใช้สำหรับการเชื่อมโยงสัญญาณ TT&C โดยเฉพาะดาวเทียมอินเทลแซทรุ่นใหม่ ๆ มีการส่งสัญญาณ Beacon ทั้งย่านความถี่ C-band และ Ku-band ลงมายังพื้นโลก ดังนั้นจึงอาจจะใช้สายอากาศร่วมกันกับสายอากาศของระบบสื่อสาร

ในช่วงระหว่างที่ทำการส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรนั้น ระบบ TT&C จะถูกใช้สำหรับควบคุมการทำงานของชุด AKM และควบคุมการหมุนของชุดควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมแบบ Spinner หรือการกางปีกออกของแผงโซล่าเซลสำหรับดาวเทียมแบบ Three axis โดยทั่วไปแล้วระบบ TT&C มีระบบหลักและระบบสำรอง ในช่วงระหว่างที่ทำการส่งดาวเทียมอยู่ใน Transfer orbit และช่วงการขับดันดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้า ระบบ TT&C หลักยังไม่ได้นำมาใช้งานเนื่องจากดาวเทียมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งและวงโคจรที่ถูกต้อง ระบบสำรองจะถูกนำมาใช้งานในขณะนี้ซึ่งอาจจะเชื่อมโยงสัญญาณกับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในย่านความถี่ VHF หรือ S-band โดยเป็นการควบคุมในส่วนที่จำเป็นต่อกระบวนการนี้เท่านั้น ระบบ TT&C สำรองนี้จะมีลักษณะการทำงานแบบ Redundancy กล่าวคือ เมื่อมีชุดใดชุดหนึ่งขัดข้องอุปกรณ์สำรองทำงานแทนทันทีเพื่อไม่ให้การทำงานติดขัด และขณะเดียวกันสายอากาศแบบรอบตัว (Omnidirectional) ที่ใช้งานในย่านความถี่ VHF หรือ S-band (2-4 GHz) ถูกนำมาใช้งานเช่นกัน ระบบควบคุมสำรองมีหน้าที่ในการ

ควบคุมการขับดันของชุด AKM ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมตำแหน่งและการขับดันของชุด Thruster ควบคุมกลไกการทำงานของแผงโซล่าเซล ตลอดจนหน่วยปรับกำลังงานเป็นต้น

ด้วยการควบคุมเหล่านี้ดาวเทียมจึงสามารถเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้าได้และหลังจากนั้นระบบควบคุมสำรองจึงโอนการควบคุมมาให้กับระบบ TT&C หลักทำหน้าที่ควบคุมต่อไป (ใช้การเชื่อมโยงสัญญาณในย่านความถี่เดียวกันกับช่องความถี่สื่อสาร) ระบบควบคุมสำรองนี้สามารถที่จะนำมาใช้งานในยามฉุกเฉินเมื่อระบบ TT&C หลักเกิดเหตุขัดข้องเพื่อรักษาตำแหน่งและวงโคจรของดาวเทียมให้ถูกต้อง นอกจากนี้ระบบควบคุมสำรองยังทำหน้าที่ในการสั่งการให้ดาวเทียมดีดตัวออกจากวงโคจรเมื่อดาวเทียมหมดอายุการใช้งาน

3.ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power System)

ดาวเทียมสื่อสารนั้นส่วนใหญ่ระบบที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากที่สุดได้แก่ระบบสื่อสาร เนื่องจากดาวเทียมลอยอยู่ในอวกาศ ดังนั้นกำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้มาจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยแผงโซล่าเซลรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาตกกระทบและแปลงให้อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้า ดาวเทียมทางทหารบางดวงใช้เทอร์โมนิวเคลีย (Thermonuclear) ผลิตกำลังงานไฟฟ้าเช่นดาวเทียมของสหภาพโซเวียต (USSR) แต่การผลิตกำลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีนี้อันตรายมาก ถ้าหากดาวเทียมเกิดความเสียหายในระหว่างการส่งดาวเทียมสู่วงโคจร เชื้อเพลิงนิวเคลียจะแพร่กระจายปกคลุมพื้นที่ไปทั่วบริเวณนั้นจึงเป็นอันครายต่อประชาชนและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดังนั้นดาวเทียมสื่อสารจึงไม่ใช้การผลิตกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีนี้

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งของพลังงาน ที่ระดับความสูงของวงโคจรค้างฟ้าแสดงที่ตกกระทบต่อตัวดาวเทียมมีความเข้มของกำลังงานประมาณ 1.39 Kw/m^2 แผงโซล่าเซลสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของกำลังงานไฟฟ้าได้เพียงประมาณ 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์

ดาวเทียมแบบ Spinner มีโครงสร้างเป็นรูปทรงกระบอกแผงโซล่าเซลจึงติดตั้งอยู่บริเวณรอบ ๆ ตัวถังของดาวเทียมส่วนที่หมุน จึงมี 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมดเท่านั้นที่ได้รับแสงอาทิตย์ เช่น ดาวเทียมอินเทลแซท IV-A มีพื้นที่รับแสงอาทิตย์ประมาณ 20 ตารางเมตร สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 900 วัตต์

ดาวเทียมแบบ Three axis สามารถให้กำลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าแบบ Spinner ในขณะที่ดาวเทียมมีขนาดเท่ากัน โดยโครงสร้างของโซล่าเซลมีลักษณะเป็นแผงปีกกางออกด้านข้างตัวถัง ซึ่งแผงโซล่าเซลนี้ถูกขับด้วยมอเตอร์ให้หันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ตลอดเวลาเพื่อรักษาระดับของแสงที่ตกกระทบให้คงที่ ดังนั้นดาวเทียมแบบ Three axis จึงมีขนาดเล็กกว่าดาวเทียมแบบ Spinner ที่ขนาดของการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากัน เช่นดาวเทียมอินเทลแซท V ให้กำลังไฟฟ้าประมาณ 1,220 วัตต์

การที่แผงโซล่าเซลได้รับแสงอย่างเต็มที่ทำให้แต่ละเซลล์ที่ได้รับแสงมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 50 ถึง 80 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการแตกกระเจิงของโปรตอนและอิเล็กตรอนและเป็นเหตุให้แรงดันที่เอาท์พุทเกิดการตกลง (Drop out) ในอัตรา 2 mV/^{0} C อาจจะแก้ไขด้วยใส่แผ่นกรองแสงเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของโซล่าเซล แต่อาจจะเพิ่มน้ำหนักของตัวดาวเทียมมากขึ้น

นอกจากนี้ดาวเทียมจะต้องมีกำลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ โดยทั่วไปเป็นชนิดนิกเกิล แคดเมียม (Sealed nickel cadmium) ซึ่งไม่เกิดแก๊สเมื่อทำการประจุไฟเข้าไปและมีอายุการใช้งานที่นานระบบกำลังไฟฟ้าสำรองนี้สามารถจ่ายแรงดันประมาณ 20 ถึง 50 โวลท์ และจ่ายกระแสได้ 20 ถึง 50 แอมแปร์ต่อชั่วโมง

ปัจจุบันดาวเทียมรุ่นใหม่หันมาใช้แบตเตอรี่ชนิดนิเกิลไฮโดรเจน (Nickel hydrogen) ซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้ได้รับการพัฒนามาจากบริษัท RCA เพื่อใช้งานกับดาวเทียม ADVANCED SATCOM แบตเตอรี่ชนิดนี้มีข้อดีกว่าหลายประการเมื่อเทียบกับชนิดนิเกิลแคดเมียมได้แก่ สามารถจ่ายกระแสได้มากกว่าและขณะเดียวกันมีน้ำหนักที่เบากว่า

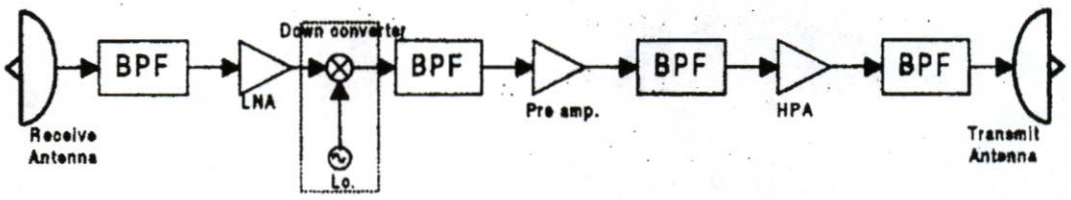
ระบบกำลังไฟฟ้าสำรองถูกนำมาใช้งานเมื่อดาวเทียมอยู่ในระหว่างการส่งเข้าสู่วงโคจร เนื่องจากแผงโซล่าเซลยังไม่สามารถที่จะกงออกมาใช้งานได้ในขณะนี้ นอกจากนี้เมื่อเกิดปรากฏการณ์ Eclipses ขึ้น (ปรากฏการณ์ที่ดาวเทียมถูกโลกบดบังแสงอาทิตย์) ระบบกำลังไฟฟ้าสำรองก็ถูกนำมาใช้งานเช่นกัน Eclipses จะเกิดขึ้นสองครั้งในหนึ่งปี โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน จะกินเวลาประมาณ 70 นาที ดังนั้นระบบสื่อสารอาจจะต้องปิด (Shut down) การใช้งานบางทรานสพอนเดอร์เพื่อให้แบตเตอรี่สามารถจ่ายกำลังไฟฟาได้เพียงพอ เช่น ช่องสัญญาณโทรทัศน์บางช่องอาจจะหยุดการส่ง แต่ช่องสัญญาณโทรศัพท์หรือช่องสัญญาณการสื่อสารข้อมูลอาจจะไม่ปิดเพราะมีความจำเป็นต่อการติดต่อสื่อสารและขณะเดียวกันกินกำลังไฟฟ้าน้อยกว่าช่องสัญญาณโทรทัศน์

4.ระบบสื่อสาร(Communication Subsystem)

ระบบสื่อสารนับว่าเป็นระบบหลักของดาวเทียมสื่อสารที่อยู่ในวงโคจรค้างฟ้า ซึ่งมีหน้าที่ในการถ่ายทอดสัญญาณต่างๆ เช่นสัญญาณเสียง โทรศัพท์ โทรทัศน์ หรือการสื่อสารข้อมูล จากสถานีสื่อสารภาคพื้นดินที่หนึ่งไปยังสถานีภาคพื้นดินอีกที่หนึ่งของพื้นโลก ระบบสื่อสารสามารถแบ่งออกมาพิจารณาได้สองส่วนได้แก่ ระบบสายอากาศและทรานส์พอนเดอร์แสดงดังรูปที่ จ8

ภายในทรานส์พอนเดอร์ประกอบไปด้วยส่วนหลักๆได้แก่ ชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำ ซึ่งขยายสัญญาณที่มาจากสายอากาศทางด้านรับ โดยเป็นย่านความถี่การเชื่อมโยงทางด้านขาขึ้น (5900 ถึง 6400 MHz สำหรับย่าน C-band) ชุดแปลงความถี่จะทำการแปลงความถี่สัญญาณทางด้านขาขึ้นให้เป็นความถี่ทางด้านขาลง (3700 ถึง 4200 MHz) จากนั้นจึงนำไปขยายกำลังด้วยชุดขยายกำลังเพื่อให้เพียงพอที่จะส่งกลับลงมายังพื้นโลกและสถานีสื่อสารภาคพื้นดินสามารถรับสัญญาณเหล่านี้ได้

โดยให้ค่า S/N สูงอย่างเพียงพอนอกจากนี้ภายในทรานสพอนเดอร์ประกอบไปด้วยชุดกรองความถี่เพื่อป้องกันความถี่นอกย่านการใช้งาน(Out of band) ไม่ให้เข้ามารบกวน



รูปที่ จ.8 ระบบสื่อสารของดาวเทียม

ช่วงการเชื่อมโยงสัญญาณของการสื่อสารผ่านดาวเทียมค้างฟ้าที่วิกฤติที่สุดได้แก่ช่วงการเชื่อมโยงทางด้านขาลง เพราะดาวเทียมลอยอยู่ในอวกาศจึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถออกแบบให้ระบบเครื่องส่งมีกำลังสูงๆ ได้ ขณะเดียวกันระยะทางระหว่างดาวเทียมค้างฟ้ากับสถานีสื่อสารภาคพื้นดินไกลกันมากจึงมีค่า Free space loss ที่ค่อนข้างสูง ระดับกำลังสัญญาณจากดาวเทียมลงมายังพื้นดินจึงมีค่าต่ำมากๆ ที่สถานีสื่อสารภาคพื้นดินจึงต้องมีการชดเชยด้วยการใช้จานสายอากาศที่มีขนาดใหญ่และเช่นกันการใช้ความถี่การเชื่อมโยงทางด้านขาลงต่ำกว่าทางด้านขาขึ้นนั้นเพื่อลด Free space loss ของสัญญาณ จึงเป็นข้อดีของการใช้ความถี่ระหว่างการเชื่อมโยงขาขึ้นและขาลงที่แตกต่างกันอีกประการหนึ่งก็คือการหลีกเลี่ยงการรบกวนกันระหว่างสัญญาณ (Interference)

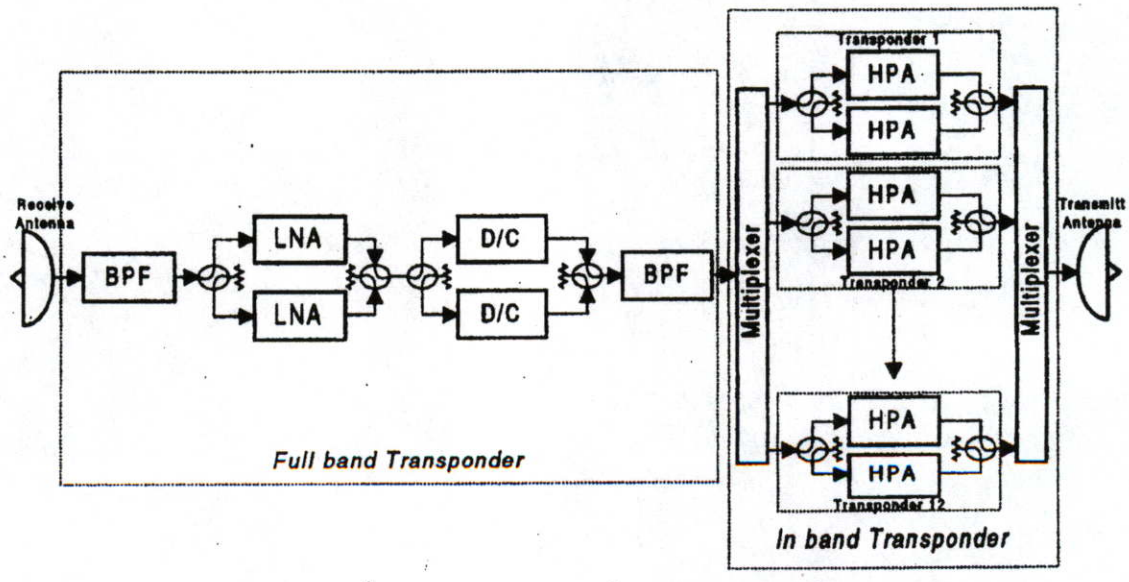
ทรานส์พอนเดอร์ของดาวเทียมสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทได้แก่ ทรานส์พอนเดอร์แบบQuasi linear และแบบ Regenerative ซึ่งแต่ละประเภทพิจารณาได้ดังนี้

4.1 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Quasi linear

ทรานส์พอนเดอร์แบบนี้มีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับรูปที่ จ8 ถ้าดูจากโครงสร้างของทรานสพอนเดอร์แบบนี้จะเห็นได้ว่ามีหน้าที่สองอย่างได้แก่การแปลงความถี่จากการเชื่อมโยงทางด้านขาขึ้นให้อยู่ในทางด้านขาลงและขยายกำลังสัญญาณ ข้อดีของทรานสพอนเดอร์แบบนี้ก็คือการมีโครงสร้างที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่อาจจะมีข้อด้อยตรงที่การเชื่อมโยงด้านขาขึ้นมีผลโดยตรงกับการเชื่อมโยงทางด้านขาลง กล่าวคือสัญญาณที่เข้ามาในทรานสพอนเดอร์อย่างไรก็ตามสัญญาณที่ออกมาจากทรานสพอนเดอร์ก็เป็นอย่างงั้น ดังนั้นถ้าเกิดการสอดแทรกของสัญญาณรบกวนเข้าไปทางด้านการเชื่อมโยงขาขึ้น ทรานสพอนเดอร์ไม่สามารถที่จะลดระดับของสัญญาณรบกวนเหล่านี้ได้และจะปะปนเข้าไปในสัญญาณทางด้านขาลงด้วยเช่นกัน

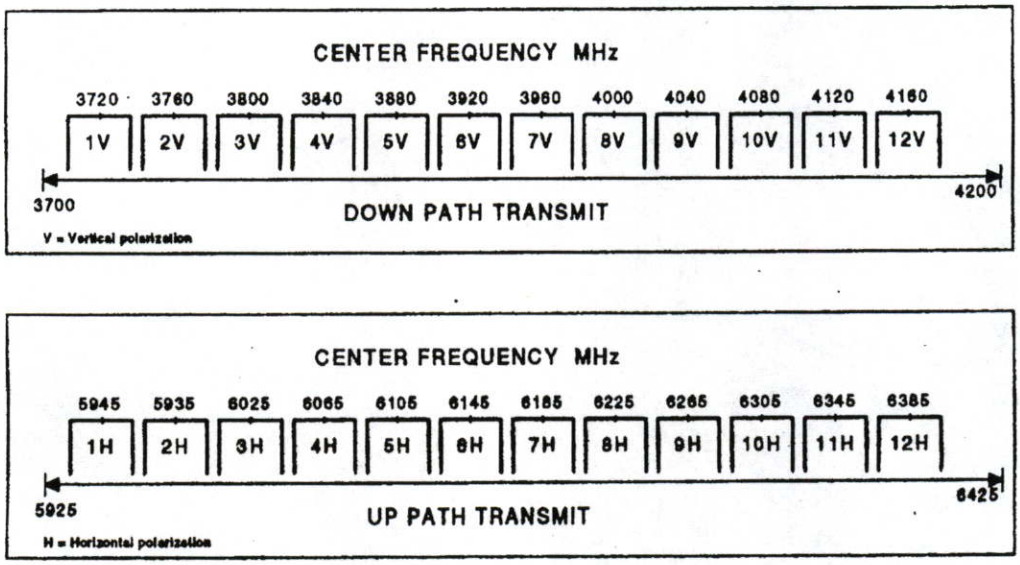
การเลือกจุดการทำงานของคุณลักษณะทางด้านอินพุตและเอาท์พุต (Input-Output characteristic) ของทรานส์พอนเดอร์ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ถ้ามองโดยรวมแล้วทรานสพอนเดอร์ก็คือเครื่องขยายชุดหนึ่งที่มีคุณสมบัติการทำงานที่ไม่เชิงเส้น เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตที่มากกว่าสองความถี่เข้าไปและมีความแรงใกล้กับระดับอินพุต (Maximum input)ทำให้จุดการทำงานของเครื่องขยายใกล้กับจุดอิ่มตัว(Saturation) ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการ Intermodulation product ขึ้นในทรานส์พอนเดอร์ได้(เช่นในระบบ FDMA) ดังนั้นจึงต้องลดจุดการทำงานของทรานสพอนเดอร์ให้ต่ำกว่าจุดอิ่มตัวโดยการลดระดับสัญญาณทางด้านอินพุต(Input back off)และจะทำให้ระดับสัญญาณทางด้านเอาท์พุทลดลง(Output back off)โดยปกติ Output back off อยู่ในช่วงประมาณ3 - 7 dB

โดยทั่วไปภายในทรานส์พอนเดอร์แบ่งออกเป็นสองชุดได้แก่ Full band ทรานส์พอนเดอร์ และ Channel band ทรานส์พอนเดอร์ โดยที่ชุด Full band ประกอบไปด้วยชุดขยายสัญญาณรบกวนต่ำและชุดแปลงความถี่ ชุด Channel band ประกอบไปด้วยชุด Multiplexer และชุดขยายกำลังสัญญาณ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดที่เข้ามาจากจานสายอากาศทางด้านรับจะผ่านชุด Full band ที่มีแบนด์วิดธ์ 500MHz และชุด Input multiplexer เพื่อแยกสัญญาณออกเป็นช่วงๆ แล้งนำไปเข้าชุดขยายกำลังซึ่งอาจจะเป็นหลอดสูญญากาศชนิด TWT (Travelling Wave Tube) หรือ SSPA(Solid Power Amplifier) ที่มีแบนด์วิดธ์ 36 MHz หรือ 72 MHz ดังนั้นจึงต้องมีชุดขยายกำลังทั้งหมด 12 ชุด (โดยทั่วไปมักจะเรียกว่า 12 ทรานส์พอนเดอร์) สำหรับแบนด์วิดธ์ 36 MHz สัญญาณที่ออกจากแต่ละทรานส์พอนเดอร์ถูกรวบรวมด้วยชุด Output multiplexer และป้อนเข้าสู่สายอากาศทางด้านส่ง



รูปที่ จ.9 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Quasi linear

การใช้จำนวนทรานสพอนเดอร์ที่มากและในแต่ละทรานสพอนเดอร์มีแบนด์วิดธ์แคบลง นั้นมีข้อดีหลายประการได้แก่ สามารถลดการเกิด Intermodulation product และควบคุมการทำงานของแต่ละทรานสพอนเดอร์ได้ง่ายกว่าการใช้ทรานสพอนเดอร์น้อยๆ แบบดาวเทียมรุ่นแรกๆ เช่น เมื่อเกิด Eclipses ขึ้นสามารถปิดการทำงานบางทรานส์พอนเดอร์ได้ เพื่อให้แบตเตอรี่จ่ายกำลังไฟฟ้าได้เพียงพอ ดังแสดงตามรูปที่ จ10 เป็นผังความถี่ของแต่ละทรานส์พอนเดอร์



รูปที่ จ.10 ผังของแต่ละทรานส์พอนเดอร์ในย่านความถี่ C-band

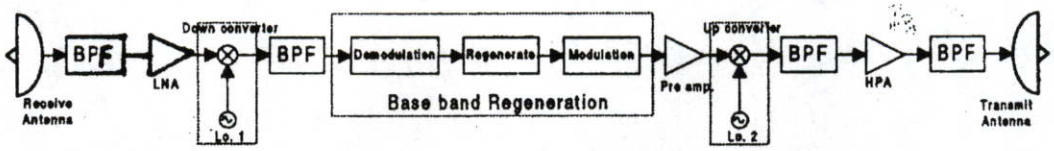
เนื่องจากมีข้อดีหลายประการในการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมจึงมีความต้องการใช้งานกันมากขึ้นแต่เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องแบนด์วิดธ์ของดาวเทียมที่มี 500 MHz (ในที่นี้หมายถึง C-band) จึงมีแนวความคิดที่จะเพิ่มจำนวนทรานส์พอนเดอร์ให้มากขึ้น วิธีแรกได้แก่การนำความถี่ย่าน Ku-band มาใช้งาน และอีกวิธีหนึ่งได้แก่การใช้ความถี่ซ้ำ(Frequency reuse) ซึ่งวิธีนี้จะขอกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

ในทางปฏิบัติแล้วทั้งชุด Full band และ Channel band ทรานส์พอนเดอร์ จะต้องมีการทำงานแบบ Redundancy แสดงดังรูปที่ จ9เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือสูง เช่น เมื่อระบบทำวานหลักเกิดขัดข้องออกจากระบบและต่อชุดสำรองเข้ามาทำงานแทนทันที ทำให้ระบบติดต่อสื่อสารไม่มีการติดขัดและขาดช่วง

4.2 ทรานส์พอนเดอร์ แบบ Regenerative

ทรานสพอนเดอร์ลักษณะแบบนี้มีหน้าที่การทำงานเช่นเดียวกับทรานส์พอนเดอร์แบบ Quasilinear นั่นคือการทวนสัญญาณ แต่ทรานส์พอนเดอร์แบบ Reqenerative มีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามา

ได้แก่ส่วนดีมอดูเลชั่นที่ทำการดีมอดูเลทสัญญาณทางด้านขาขึ้นให้เป็นสัญญารเบสแบนด์ชุด Reqneration นำสัญญาณเบสแบนด์ที่ได้มาสร้างเป็นสัญญาณเบสแบนด์ขึ้นมาใหม่แล้วนำไปมอดูเลทที่ชุดมอดูเลเตอร์เพื่อเปลี่ยนให้เป็นความถี่ทางด้านขาลง แล้วนำไปขยายกำลังด้วยชุดขยายกำลังซึ่งอาจจะเป็น TWT หรือ SSPA และส่งกลับมาสู่พื้นโลกด้วยสายอากาศด้านขาส่ง



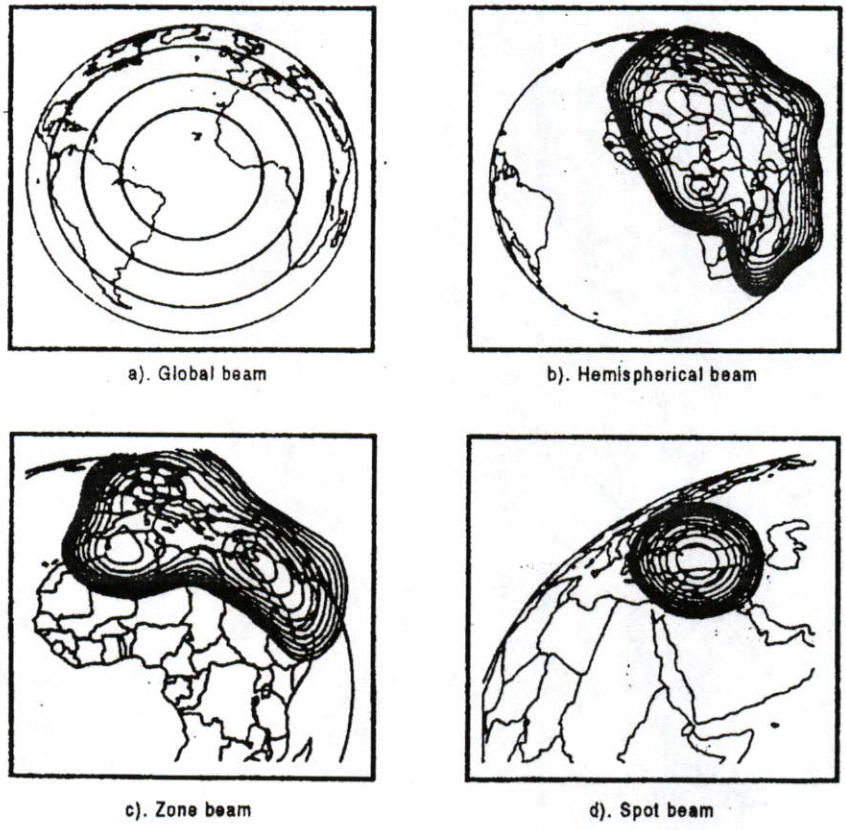
รูปที่ จ.11 ทรานส์พอนเดอร์แบบ Regenerative

ทรานสพอนเดอร์แบบนี้มีข้อดีตรงที่สามารถแยกการทำงานระหว่างการเชื่อมโยงขาขึ้นและขาลงได้อย่างมีประสิทธิผล กล่าวคือสัญญาณรบกวนที่สอดแทรกเข้ามากับการเชื่อมโยงสัญญาณทางด้านขาขึ้นนั้นสามารถทำให้ลดลงได้ด้วยการสร้างสัญญาณขึ้นใหม่ของชุด Reqeneration ทำให้สัญญาณรบกวนเหล่านี้ไม่มีผลกระทบต่อการเชื่อมโยงสัญญาณทางด้านขาลง ดังนั้นระบบนี้จึงให้ค่าอัตราส่วนระหว่างแคเรียกับสัญญาณรบกวน (Carrier to noise ratio) หรือ C/N ที่ดีกว่าทรานส์พอนเดอร์แบบ Quasi linear แต่ระบบทรานส์พอนเดอร์แบบนี้มีความซับซ้อนมากกว่าแบบ Quasi linear และต้องใช้กับการสื่อสารแบบดิจิตอลเท่านั้น

4.3 ระบบสายอากาศ (Antenna subsystem)

ระบบสายอากาศถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญส่วนหนึ่งของระบบสื่อสารดาวเทียม สายอากาศมีหน้าที่รับคลื่นที่ส่งขึ้นมาจากสถานภาคพื้นดินของการเชื่อมโยงทางด้านขาขึ้น ขณะเดียวกันทำหน้าที่แพร่กระจายคลื่นกลับมายังพื้นโลกสำหรับการเชื่อมโยงทางด้านขาลง การออกแบบสายอากาศของดาวเทียวนั้นมีเงื่อนไขอยู่ว่าลำคลื่นหลัก(Main beam) จะต้องชี้ทิศทางมายังพื้นที่บริการ (Foot print) อย่างถูกต้องและมีพื้นที่ครอบคลุม (Coverage area) ตามที่ได้ออกแบบไว้ ขณะเดียวกันมีขนาดของ Side lobe ที่ต่ำมากๆ เพื่อไม่ให้ไปรบกวนพื้นที่บริการข้างเคียงของดาวเทียมดวงอื่นๆ

ขนาดและรูปร่างของพื้นที่บริการขึ้นอยู่กับลักษณะการแพร่กระจายคลื่นของระบบสายอากาศโดยทั่วไปพื้นที่บริการแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะลำคลื่นของสายอากาศดาวเทียมได้แก่ Global beam,Hemispherical beam,Zone beamและ Spot beam



รูปที่ จ.12 พื้นที่บริการแบบต่างๆ

Global beam เป็นลำคลื่นที่ให้พื้นที่ครอบคลุมแบบกว้างโดยกินเนื้อที่ประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่โลก นั่นหมายถึงพื้นที่บริการสามารถครอบคลุมได้มากกว่า 2 ทวีป ดาวเทียมรุ่นแรกๆ ได้แก่ ดาวเทียมอินเทลแซล I,II และ III เป็นต้น มีลำคลื่นแบบ Global โดยที่ดาวเทียมอินทลแซทมีตำแหน่งประจำอยู่เหนือมหาสมุทรแอตแลนติก มหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรอินเดีย ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศผ่านข่ายของอินเทลแซทกระทำได้ทั่วโลก พื้นที่ของดาวเทียมในลักษณะแบบนี้จะให้ค่า EIRP ค่อนข้างต่ำ แต่สามารถชดเชยด้วยการใช้จานสายอากาศที่มีขนาดใหญ่ที่สถานีสื่อสารภาคพื้นดิน

ลำคลื่นแบบ Hemispherical beam ให้พื้นที่บริการที่ครอบคลุมเล็กกว่าแบบ Global โดยครอบคลุมพื้นที่เป็นซีกโลกหรืออาจจะเป็นทวีป ดังนั้นลำคลื่นแบบนี้จึงให้ EIRP ที่แรงกว่าซึ่งจานสายอากาศที่สถานีสื่อสารภาคพื้นดินสามารถลดให้มีขนาดเล็กลงได้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ดาวเทียมอินเทลแซทรุ่นใหม่ได้นำลำคลื่นแบบนี้มาใช้งานโดยแบ่งลำคลื่นเป็น 2 พื้นที่บริการได้แก่พื้นที่ทางซีกตะวันออกและพื้นที่ทางซีกตะวันตก(ใช้สายอากาศ 2 ชุดแยกกัน)ทำให้สามารถติต่อสื่อสารกันระหว่างซีกโลกได้

Zone beam เป็นลำคลื่นที่ให้พื้นที่บริการครอบคลุมอยู่ในย่านภูมิภาค ดาวเทียมสื่อสารขนาดเล็กหรือดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ (Domestic satellite) ส่วนใหญ่พื้นที่บริการแบบนี้ (สำหรับย่านความถี่ C-band) เช่นดาวเทียมไทยคม I และ II มีพื้นที่บริการในย่าน C-band ครอบคลุมภูมิภาคอินโดจีนตลอดไปจนถึงแถบเอเชียตะวันออก

สำหรับลำคลื่นแบบ Spot beam ให้พื้นที่บริการครอบคลุมเล็กที่สุด โดยเฉพาะความถี่ย่าน Ku-band ส่วนใหญ่มีพื้นที่ให้บริการแบบ Spot เพื่อต้องการให้ EIRP สูงเป็นการชดเชยการลดทอนของสัญญาณจากปริมาณน้ำฝน ดาวเทียมไทยคม I,II และ III มีพื้นที่บริการย่านความถี่ Ku-band ครอบคลุมประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่

-ชนิดของสายอากาศ(Antenna type)

สายอากาศที่นำมาใช้กับดาวเทียมนั้นมีหลายชิดได้แก่ สายอากาศแบบเส้นลวด(Wire antenna) สายอากาศแบบฮอร์น (Horn atenna) สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น (Reflector antenna) และสายอากาศแบบอาร์เรย์ (Array antenna)

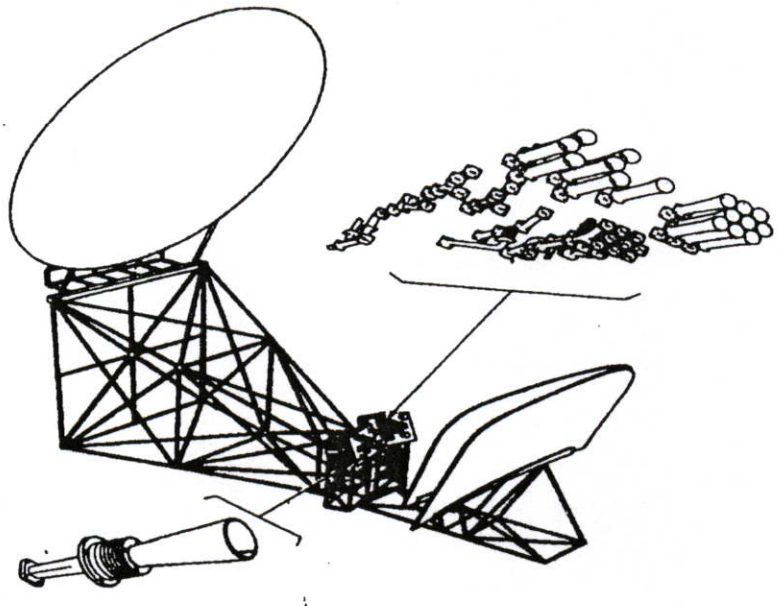
สายอากาศแบบเส้นลวดซึ่งอาจจะเป็นสายอากาศแบบโมโนโพล(Monopole)หรือไดโพล(Dipole)เป็นสายอากาศที่ใช้งานในย่านความถี่VHF และ UHF โดยให้แพทเทอร์นการแพร่กระจายคลื่นแบบรอบตัว(Omni directional)ดาวเทียมสื่อสารในยุคแรกนำสายอากาศชนิดนี้มาใช้งานกับระบบ TT&C แต่สำหรับดาวเทียมสื่อสารรุ่นใหม่นำมาใช้กับระบบ TT&C สำรอง สำหรับระบบ TT&C หลักจะไปใช้งานร่วมกันกับสายอากาศของระบบสื่อสาร

สายอากาศแบบฮอร์นเป็นสายอากาศที่ใช้งานในย่านความถี่ไมโครเวฟและให้ลำคลื่นแบบ Global beam ดังนั้นสายอากาศแบบนี้จึงนำมาใช้งานสำหรับพื้นที่บริการแบบ Global โดยทั่วไปสายอากาศแบบฮอร์น ให้อัตราขยายไม่เกิน 23 dB หรือมีบีมวิดธ์แคบที่สุดไม่ต่ำกว่า 10 องศา

สายอากาศแบบสะท้อนคลื่นประกอบไปด้วยชุดป้อนสัญญาณที่เป็นสายอากาศแบบฮอร์นหรือที่เรียกว่าฟีดฮอร์น และตัวสะท้อนคลื่นที่เป็นพาราโบลอยด์ (Paraboloid) โดยที่จุดเป็นสัญญาณจะอยู่ที่จุดโฟกัสของพาราโบลอยด์ สายอากาศแบบนี้ให้อัตราขยายที่สูงกว่าชี้ทิศทางที่ดีกว่า (Directivity) และให้บีมวิดธ์ที่แคบกว่าสายอาศพื้นฐานที่ใช้งานสำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยเฉพาะที่สถานีสื่อสารภาคพื้นดินส่วนใหญ่เป็นสายอากาศชนิดนี้ ซึ่งจะต้องให้ลำคลื่นที่มีบีมวิดธ์แคบที่สุดและให้ Side lobe ที่ต่ำเพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกับดาวเทียมดวงข้างเคียง (ดาวเทียมห่างกันต่ำสุด 2 องศา)

สายอากาศอาร์เรย์ประกอบไปด้วยกลุ่มของสายอากาศซึ่งอาจจะทำงานที่เฟสเดียวกันหรือแตกต่างกันของสายอากาศแต่ละตัว ทำให้การชี้ทิศทางที่ดีกว่าอัตราขยายสูงกว่าและให้บีมวิดธ์แคบกว่าสายอากาศแบบตัวเดียวสำหรับสายอากาศอาร์เรย์ที่นำมาใช้งานในระบบสื่อสารของดาวเทียมได้แก่สายอากาศสะท้อนคลื่นแบบพาราโบลานั่นเอง เพียงแต่ตัวป้อนคลื่นไม่ใช่ฮอร์นเพียงตัวเดียว

แต่เป็นกลุ่มของฮอร์นเล็ก ๆ ที่เป็นอาร์เรย์และลักษณะของตัวพาราโบลอยด์ เป็นการสะท้อนคลื่นแบบออฟเซ็ท (Offset) กล่าวคือจุดโฟกัสอยู่นอกแกนของพาราโบลอยด์ นั่นหมายถึงชุดฟีดอาร์เรย์อยู่บริเวณนอกขอบพาราโบลอยด์ทำให้หลีกเลี่ยงปัญหาเกิดการบังคลื่นจากชุดฟีดอาร์เรย์



รูปที่ จ.13 สายอากาศสะท้อนคลื่นแบบอาร์เรย์

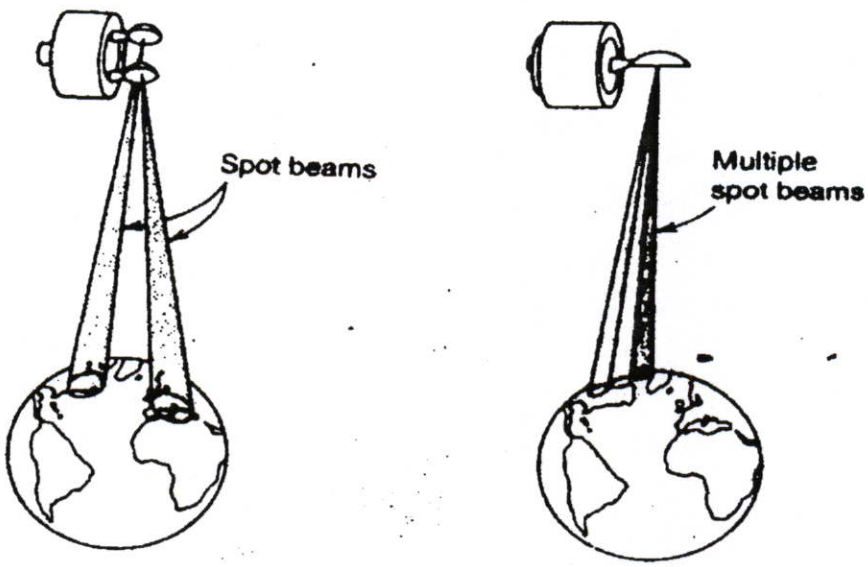
สายอากาศสะท้อนคลื่นแบบฟีดอาร์เรย์สามารถจัดรูปร่างของคลื่น (Shaped beam) ให้ครอบคลุมตามลักษณะรูปร่างของพื้นที่บริการ ด้วยการจัดลักษณะการป้อนคลื่นของฟีดอาร์เรย์เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ นอกจากนี้สายอากาศแบบนี้สามารถให้ลำคลื่นแบบ Multiple spot beam ทำให้มีพื้นที่บริการแบบ Spot หลายๆ พื้นที่แยกจากกัน ด้วยการจัดจุดฟีดอาร์เรย์หลายๆ ชุดซึ่งแต่ละชุดจะให้แต่ละลำคลื่นออกมาโดยอาศัยตัวสะท้อนคลื่นตัวเดียวร่วมกัน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและลดน้ำหนักตรงส่วนนี้ลงได้ ดังนั้น ดาวเทียมรุ่นใหม่ๆ จึงนิยมนำสายอากาศแบบนี้มาใช้งาน แต่สายอากาศชนิดนี้มีความยุ่งยากตรงที่การจัดชุดฟีดอาร์เรย์ซึ่งต้องเป็นจุดโฟกัสอย่างแท้จริงมิฉะนั้นจะเกิดการรบกวนกันระหว่างลำคลื่นได้

การใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency reuse)

จากที่กล่าวมาในหัวข้อที่แล้วแบนด์วิดธ์ของดาวเทียมประมาณ 500 MHz (สำหรับ C-band) ซึ่งมีอยู่จำกัด มีอีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มแบนด์วิดธ์ของดาวเทียม ด้วยเทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำ โดยไม่มี

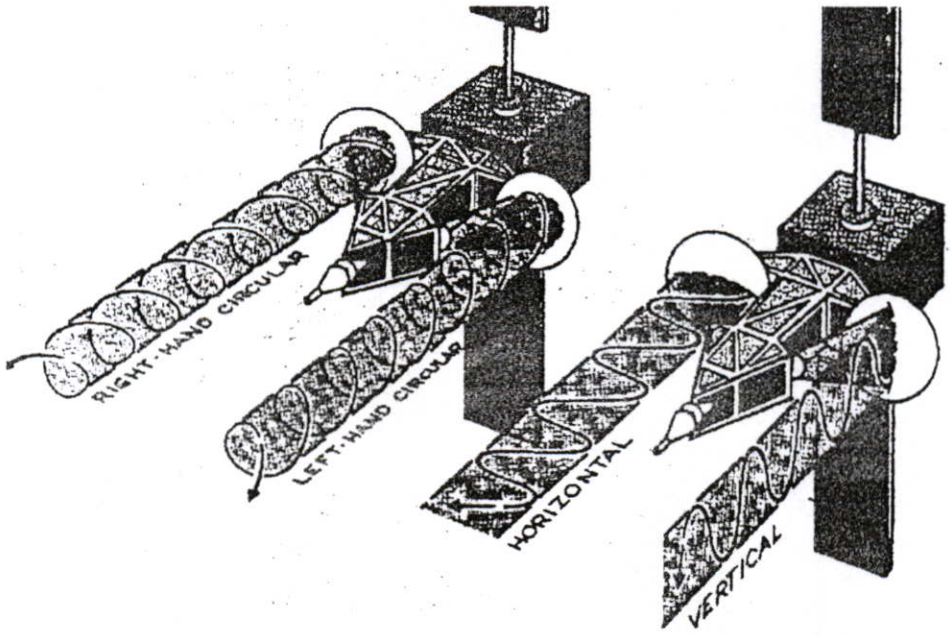
การรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณ มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่ การแยกลำคลื่น (Spatial beam separation) และการจัดโพลาไรเซชันของคลื่น (Orthogonal polarization)

วิธีแยกลำคลื่นนั้นเป็นการนำย่านความถี่ที่เหมือนกันมาใช้ซ้ำกันแต่พื้นที่บริการแยกจากกัน ซึ่งกระทำได้ด้วยการนำสายอากาศสะท้อนคลื่นแบบฟีดอาร์เรย์หลายๆ ชุด จะให้ลำคลื่นแบบ Multiple beam ออกมา เพื่อให้มีพื้นที่บริการที่แยกกัน โดยในแต่ละพื้นที่ใช้ความถี่ในย่านเดียวกัน ทำให้สามารถเพิ่มช่องสัญญาณสื่อสารได้เป็นสองเท่า



รูปที่ จ.14 เทคนิคความถี่ซ้ำด้วยวิธีแยกลำคลื่น

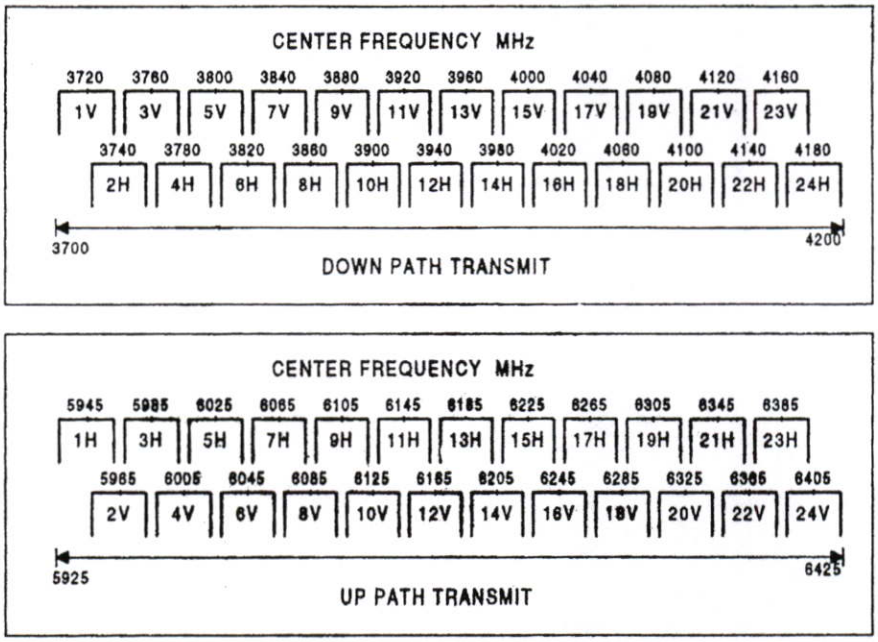
วิธีจัดโพลาไรซ์ของลำคลื่นเป็นการนำความถี่ในย่านเดียวกันมาใช้งานซ้ำกันที่พื้นที่บริการเดียวกันหรือใกล้เคียงกันโดยมีโพลาไรซ์ของลำคลื่นแตกต่างกัน ด้วยการนำสัญญาณมาจัดโพลาไรซ์ด้วยชุดโพลาไรเซอร์ทำให้คลื่นที่แพร่กระจายออกมาจากสายอากาศให้สองโพลาไรซ์ที่แตกต่างกันของคลื่นออกมาครอบคลุมพื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียงโดยไม่เกิดการรบกวนกันทำให้สามารถเพิ่มช่องสัญญาณสื่อสารได้เป็นสองเท่าเช่นกัน การจัดการโพลาไรซ์ของคลื่นสามารถกระทำได้ 2 วิธีได้แก่ โพลาไรซ์แบบวงกลม (Circular polarization) และโพลาไรซ์แบบเชิงเส้น (Linear polarization)



รูปที่ จ.15 เทคนิคความถี่ซ้ำด้วยวิธีจัดโพลาไรซ์

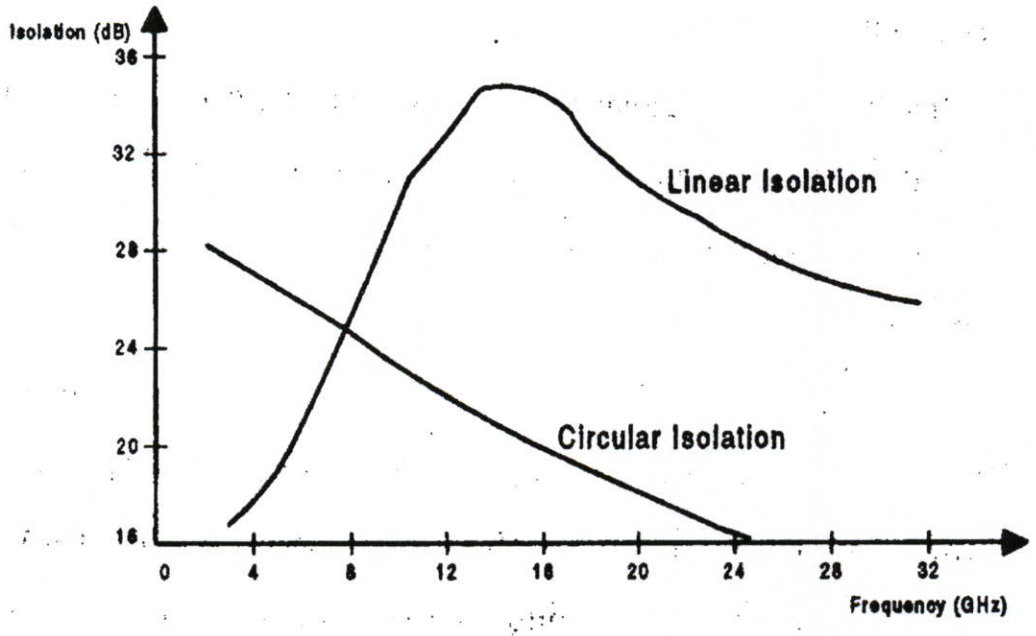
การจัดโพลาไรซ์แบบวงกลมนั้นคลื่นที่แพร่กระจายออกมาระบบสายอากาศโพลาไรซ์ของคลื่นจะมีลักษณะการหมุนเกลียวซึ่งมีการหมุน 2 แบบ ได้แก่การหมุนทางซ้าย(Left hand circular polarization)หรือ LHCP และการหมุนทางขาว (Right hand circular polarization) หรือRHCP ดังนั้นถ้าสายอากาศของสถานีภาคพื้นดินมีการ โพลาไรซ์ที่เหมือนกันกับสายอากาศของดาวเทียม ก็สามารถรับส่งสัญญาณผ่านระบบสื่อสารนี้ได้โดยไม่มีการรบกวนกัน ตัวอย่างของดาวเทียมที่นำเทคนิคการจัดโพลาไรซ์มาใช้ได้แก่ดาวเทียมอินเทลแซท และดาวเทียมไทยคม III เป็นต้น นำมาใช้กับย่านความถี่ C- band

การจัดโพลาไรซ์แบบเชิงเส้นนั้นคลื่นที่แพร่กระจายออกมามีโพลาไรซ์สองแบบได้แก่แนวตั้ง (Vertical Linear polarization) และแนวนอน(Horizontal Linear polarization)เช่น ดาวเทียมไทยคม I และII นำเทคนิคการจัดโพลาไรซ์แบบนี้มาใช้งานทั้งย่านความถี่ C- band และKu - band



รูปที่ จ.16 ผังของทรานส์พอนเดอร์ด้วยเทคนิคความถี่ซ้ำ

ด้วยการใช้เทคนิคเหล่านี้ทำให้สามารถเพิ่มทรานส์พอนเดอร์ขึ้นเป็นสองเท่า ดังรูปที่ จ16 เป็นผังของทรานส์พอนเดอร์ในย่านความถี่ C-band ที่ใช้เทคนิคการจัดโพลาไรซ์ ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถที่จะทำการแยกโพลาไรซ์ของคลื่นได้อย่างเด็ดขาด เช่น สถานี A ใช้การรับส่งคลื่นแบบนอนและสถานี B รับส่งคลื่นแบบตั้ง ซึ่งแน่นอนว่าโพลาไรซ์แนวนอนอาจจะเข้าไปรบกวนที่ด้านรับของสถานี B และทำนองเดียวกัน สถานี A อาจจะรับโพลาไรซ์แนวตั้งเข้ามาได้เช่นกัน ปัญหาเหล่านี้ไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ แต่สามารถที่จะทำให้ลดลงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ซึ่งกำหนดเป็นค่า Isolation ระหว่างโพลาไรซ์ของสัญญาณ โดยทั่วไปมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 27 ถึง 30 dB ช่วงที่ยอมรับได้ของช่วงที่ H รวมกับ V คือค่า Isolation



รูปที่ จ.17 Polarized Isolation ที่ย่านความถี่ต่างๆ

การจัดโพลาไรซ์แบบวงกลมนั้นจะให้ค่า Isolation ระหว่างโพลาไรซ์ได้ดีในย่านความถี่ C- band และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น สำหรับย่านความถี่ Ku - band การจัดโพลาไรซ์แบบเชิงเส้นจะให้ค่าการ Isolation ที่ดีกว่าดังรูปที่ จ17 ดาวเทียมอินเทลแซทรุ่นใหม่จะใช้เทคนิคการใช้ความถี่ซ้ำทั้งแบบแยกลำคลื่นและการจัดโพลาไรซ์ทั้งแบบวงกลมและเชิงเส้นร่วมกัน โดยให้บริการทั้งแบบ Global Hemispherical Zone และ Spot พร้อมกันเพื่อรองรับความต้องการใช้ช่องสัญญาณสื่อสารที่เพิ่มขึ้น

ภาคผนวก ฉ

- คู่มือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องส่วนประกอบของดาวเทียม
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

คู่มือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม ที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้น บรรจุอยู่ในแผ่นซีดี (CD-ROM) จำนวน 1 แผ่น ประกอบด้วยไฟล์ที่เป็นส่วนของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรายละเอียดในตารางที่ ฉ1

ตารางที่ ฉ 1 แสดงรายละเอียดไฟล์ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแผ่นซีดีรอม (CD-ROM)

ลำดับที่	ชื่อไฟล์	ลักษณะของโปรแกรม
1	D:\Run\Satellite.exe	ไฟล์ที่ใช้รันบทนำเข้าสู่โปรแกรม
2	D:\Run\SatelliteCai.exe	ไฟล์ที่ใช้รันโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3	D:\Run\SatelliteLib.a6e	ไฟล์อ้างอิงสำหรับไฟล์ SatelliteCai.exe ต้องเรียกใช้
4	D:\Run\xtras\	เป็นโฟลด์เดอร์เก็บไฟล์ข้อมูล ที่โปรแกรมประยุกต์ (*.exe และ *.a6r) ต่างๆที่สร้างจากโปรแกรม Authorware 6 ต้องเรียกใช้

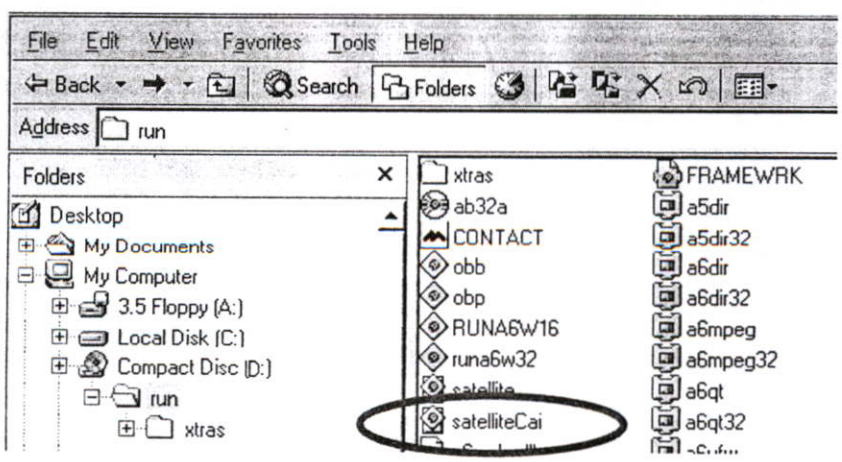
หมายเหตุ : ในที่นี้ช่องซีดี-รอม (CD-ROM Drive) ของผู้วิจัยเป็นไดรฟ์ D:\

วิธีการเรียกใช้โปรแกรม

โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของดาวเทียม เป็นโปรแกรมที่บรรจุในแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) ที่เป็นแบบ AutoRun ซึ่งหมายความว่า เมื่อนำแผ่นซีดีรอม(CD-ROM)ใส่เข้าไปในเครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกเรียกขึ้นมาเองโดยอัตโนมัติ จากนั้นโปรแกรมจะเข้าหน้าจอแรกของโปรแกรม ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ ฉ1

รูปที่ ฉ 1 หน้าจอแรกของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในกรณีที่ใส่แผ่นซีดีรอม(CD-ROM)เข้าไปในเครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม (CD-ROM)แล้ว โปรแกรมยังไม่เรียกโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมา อาจมีสาเหตุมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกยกเลิกการทำ AutoRun ดังนั้นจำเป็นจะต้องเข้าไปดูรายชื่อไฟล์ต่าง ๆ ในแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) แผ่นนี้ แล้วเข้าไปในไดรฟ์ของเครื่องอ่านซีดีรอม(CD-ROM)อาจจะเป็นไดรฟ์ D:\ หรือ ไดรฟ์ E:\ ซึ่งในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัยเครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม(CD-ROM) เป็นไดรฟ์ D:\ เข้าไปใน **D:\Run\SatelliteCai.exe** จากนั้น ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ **SatelliteCai.exe** ดังแสดงในรูปที่ ฉ2



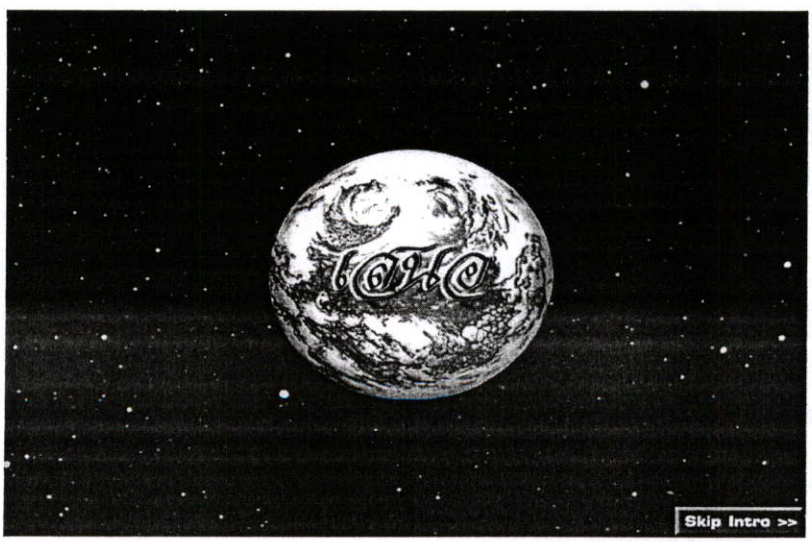
รูปที่ ฉ 2 แสดงวิธีการเรียกโปรแกรมในกรณีที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ถูกยกเลิก AutoRun

หลังจากที่เรียกโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ **SatelliteCai.exe** โปรแกรมจะถูกเรียกขึ้นมา สังเกตที่ TaskBar จะต้องปรากฏเป็นไอคอนของ Authorware 6 ดังรูปที่ ฉ3

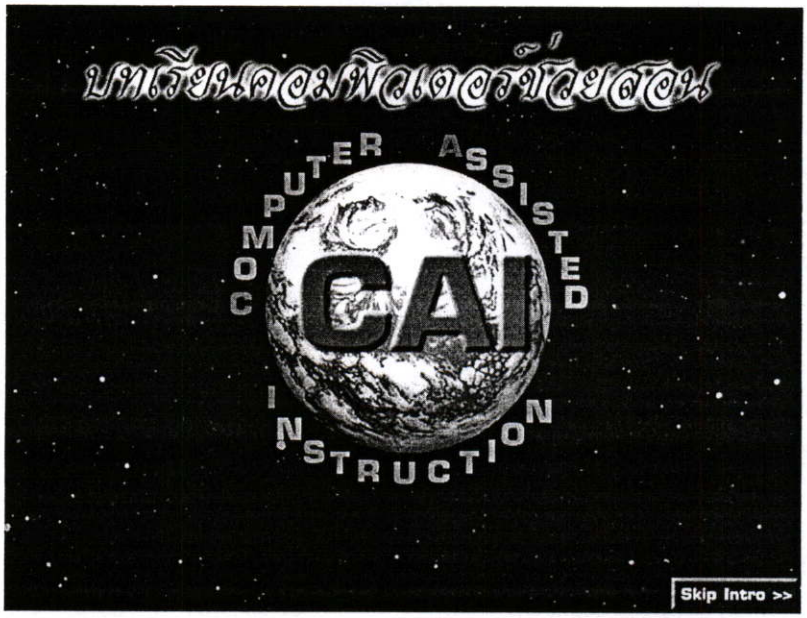
รูปที่ ฉ 3 แสดงสถานะบน Tastbar ขณะโปรแกรมกำลังเรียกขึ้นมา

เมื่อโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถูกเรียกขึ้น โปรแกรมจะนำเสนอในช่วงไตเติ้ล ของโปรแกรม ตามลำดับจากรูปที่ ฉ4-ฉ9

รูปที่ ฉ 4 แสดงหน้าจอแรก เมื่อโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกเรียกขึ้นมา



รูปที่ ฉ 5 แสดงหน้าจอที่ 2 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ ฉ 6 แสดงหน้าจอที่ 3 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปที่ ฉ 7 แสดงหน้าจอที่ 4 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปที่ ฉ 8 แสดงหน้าจอที่ 5 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปที่ ฉ 9 แสดงหน้าจอที่ 6 ของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปที่ ฉ 10 แสดงการกรอกข้อมูลรายละเอียดของนักศึกษา

วิธีการกรอกรายละเอียดของนักศึกษา ทำได้ดังนี้

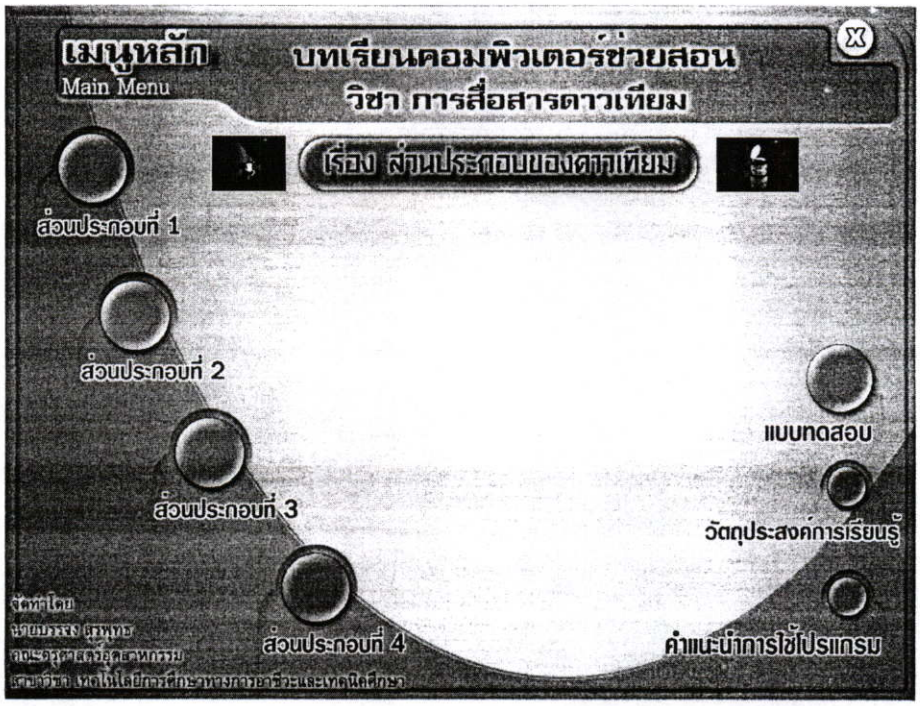
1. ให้นักศึกษา พิมพ์ชื่อของนักศึกษา เมื่อพิมพ์เสร็จให้นักศึกษากดปุ่ม ENTER

2. ให้นักศึกษา พิมพ์นามสกุลของนักศึกษา เมื่อพิมพ์เสร็จให้นักศึกษากดปุ่ม ENTER

3. ให้นักศึกษา พิมพ์ระดับชั้น ของนักศึกษา เมื่อพิมพ์เสร็จให้นักศึกษากดปุ่ม ENTER

4. ให้นักศึกษา พิมพ์เลขที่ ของนักศึกษา เมื่อพิมพ์เสร็จให้นักศึกษากดปุ่ม ENTER

5. โปรแกรมจะเข้าสู่ "เมนูหลัก" ดังรูปที่ ฉ11



รูปที่ ฉ 11 แสดง เมนูหลัก เพื่อคลิกเข้าสู่เนื้อหาของโปรแกรม

วิธีการใช้ "เมนูหลัก" ทำได้ดังนี้

เลื่อนเคอร์เซอร์ของเมาส์ไปบน หัวข้อที่ต้องการเลือก

สังเกตเคอร์เซอร์ของเมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ แสดงว่า สามารถคลิกเมาส์เข้าไปได้

จาก "เมนูหลัก" ดังแสดงในรูปที่ ฉ11 สามารถแบ่งเป็นหัวข้อหลักได้ดังนี้

1. คำแนะนำในการใช้โปรแกรม
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้
3. ส่วนประกอบที่ 1 เนื้อหา เรื่อง ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร
4. ส่วนประกอบที่ 2 เนื้อหา เรื่อง ระบบตรวจจับระยะไกล ติดตามและสั่งการ
5. ส่วนประกอบที่ 3 เนื้อหา เรื่อง ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า
6. ส่วนประกอบที่ 4 เนื้อหา เรื่อง ระบบสื่อสารและระบบสายอากาศ
7. แบบทดสอบ

วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของ ดาวเทียม อธิบายตามลำดับของ หัวข้อหลักได้ดังนี้

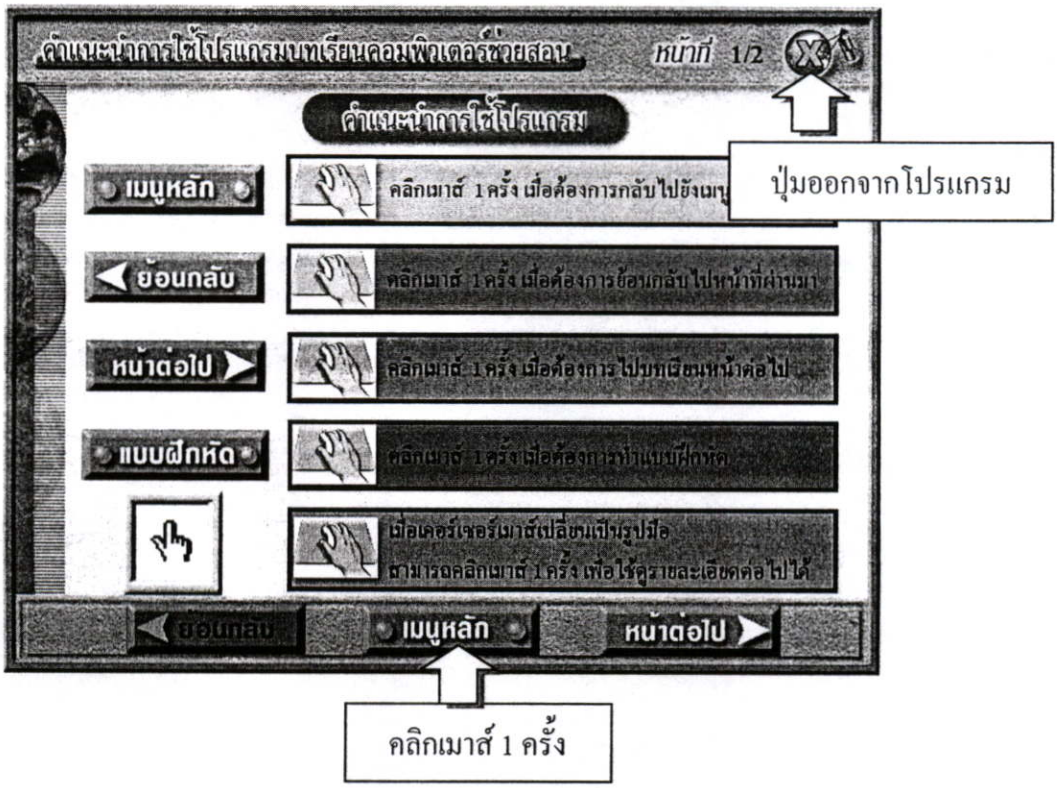
1. คำแนะนำการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 คลิกเมาส์ที่ ปุ่ม

ดังรูปที่ ฉ12

รูปที่ ฉ 12 แสดงรูปภาพก่อนใช้เมาส์คลิกเพื่อเข้า "คำแนะนำในการใช้โปรแกรม"

1.2 โปรแกรมจะแสดง คำแนะนำในการใช้ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรูปที่ ฉ13



รูปที่ ฉ 13 แสดงภาพคำแนะนำในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากรูปที่ ฉ13 หน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ มีดังนี้

ปุ่ม "เมนูหลัก" ใช้เมาส์ คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการกลับเมนูหลัก

ปุ่ม"ย้อนกลับ"ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการย้อนกลับไปหน้าที่ผ่านมา

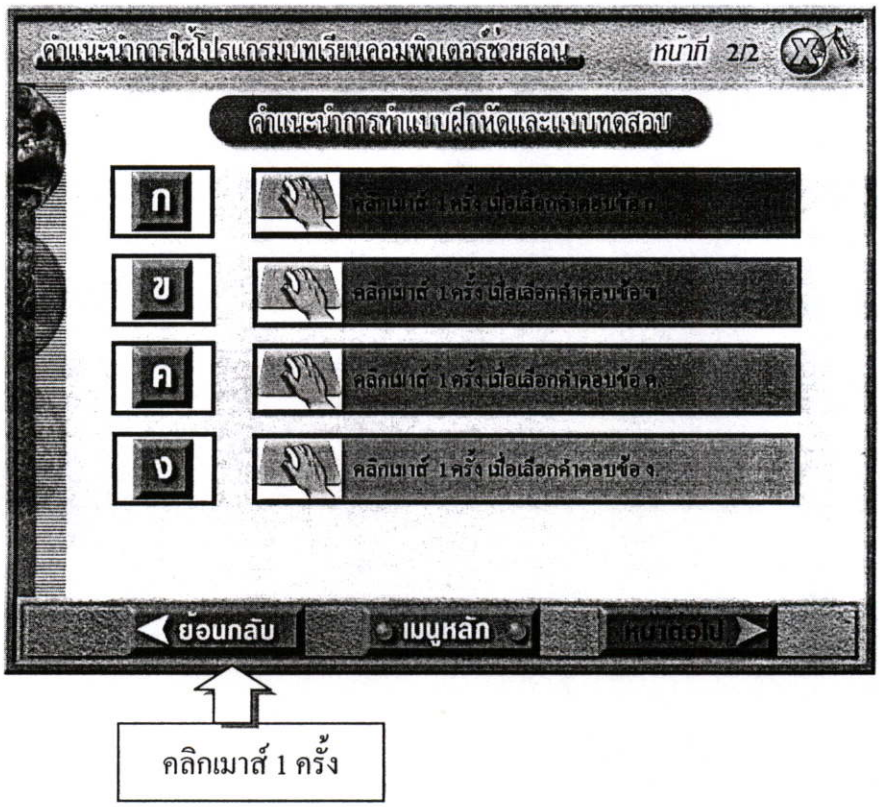
ปุ่ม"หน้าต่อไป"ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการไปหน้าบทเรียนหน้าต่อไป

ปุ่ม "แบบฝึกหัด" เมื่อศึกษาเนื้อหาครบทุกหน้าแล้วให้นักศึกษากดปุ่มแบบฝึกหัด เพื่อเข้าทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

ปุ่ม "ออกจากโปรแกรม" ใช้เมาส์ คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการออกจากโปรแกรม

1.3 เมื่อคลิกที่ปุ่ม

โปรแกรมจะแสดงคำแนะนำในการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ดังรูปที่ ฉ14



รูปที่ ฉ 14 แสดงคำแนะนำในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

1.4 จากรูปที่ ฉ14 คำแนะนำการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ซึ่งหน้าที่ของแต่ละปุ่มมีดังนี้

ปุ่ม ก. ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อคำตอบข้อ ก.

ปุ่ม ข. ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อคำตอบข้อ ข.

ปุ่ม ค. ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อคำตอบข้อ ค.

ปุ่ม ง. ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง เมื่อคำตอบข้อ ง.

1.5 เมื่อต้องการย้อนกลับไปหน้าที่ผ่านมา คลิกเมาส์ที่ปุ่ม

16. เมื่อต้องการกลับสู่หน้า "เมนูหลัก" ใช้เมาส์คลิกที่ ปุ่ม

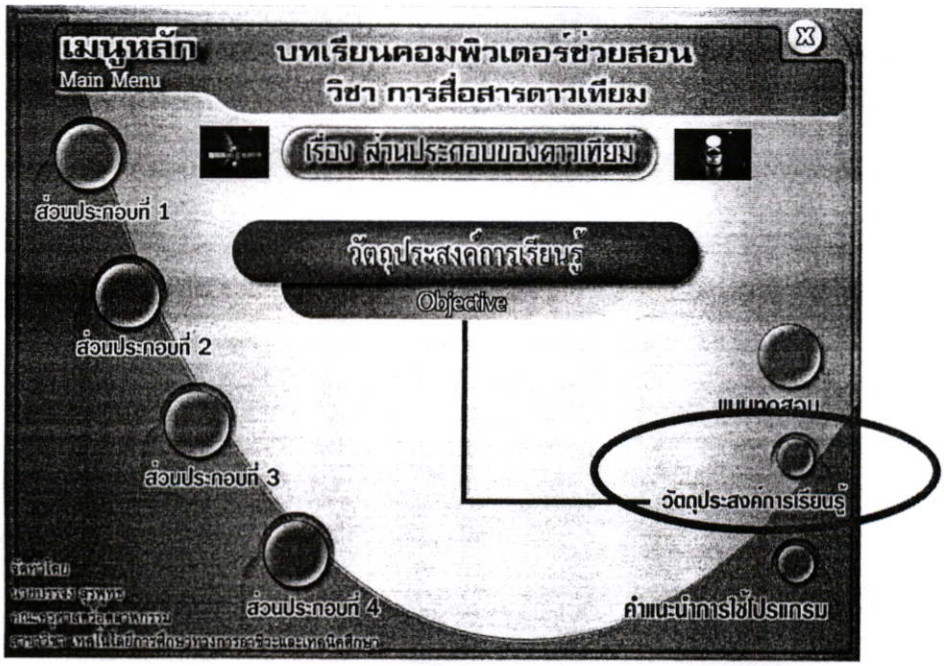
17. หรือ ต้องการออกจากโปรแกรม กดปุ่ม

หมายเหตุ : วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น มีวิธีการใช้เช่นเดียวกันกับการเข้าศึกษาทุกเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้

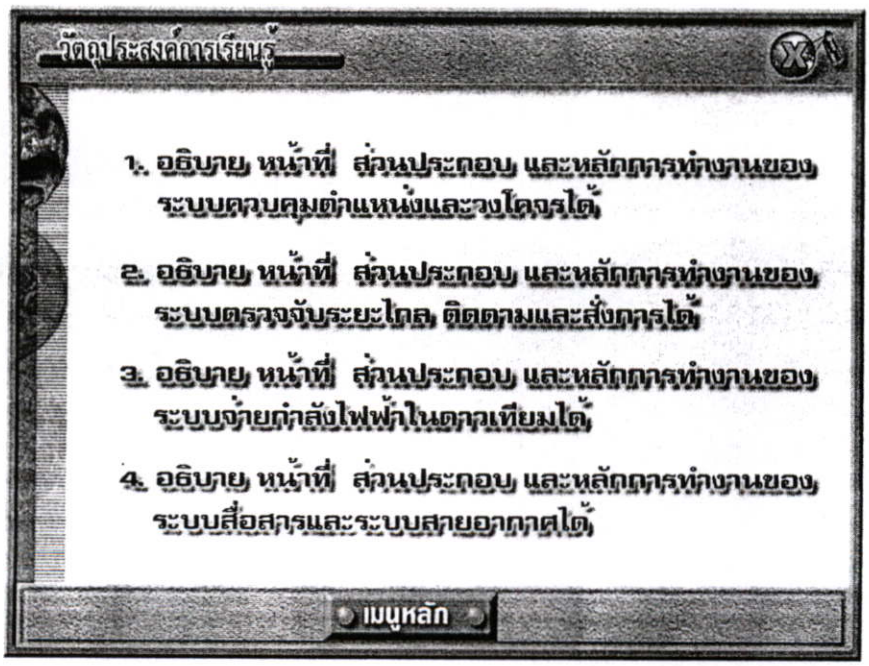
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.1 คลิกเมาส์ที่ ปุ่ม

ดังรูปที่ ฉ15



รูปที่ ฉ 15 แสดงรูปภาพเมื่อใช้เมาส์คลิกเพื่อดูวัตถุประสงค์การเรียนรู้

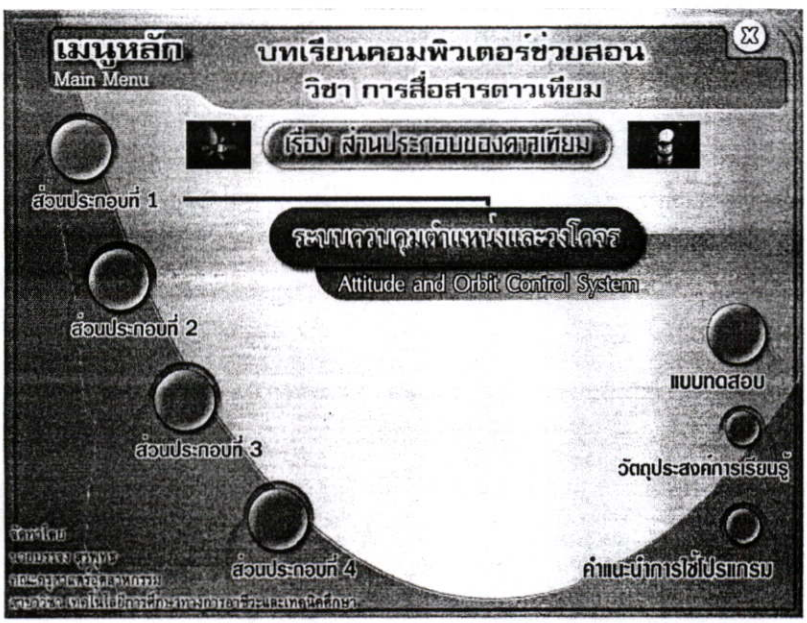


รูปที่ ฉ 16 แสดงรูปภาพวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.2 เมื่อต้องการกลับ “เมนูหลัก” กดปุ่ม

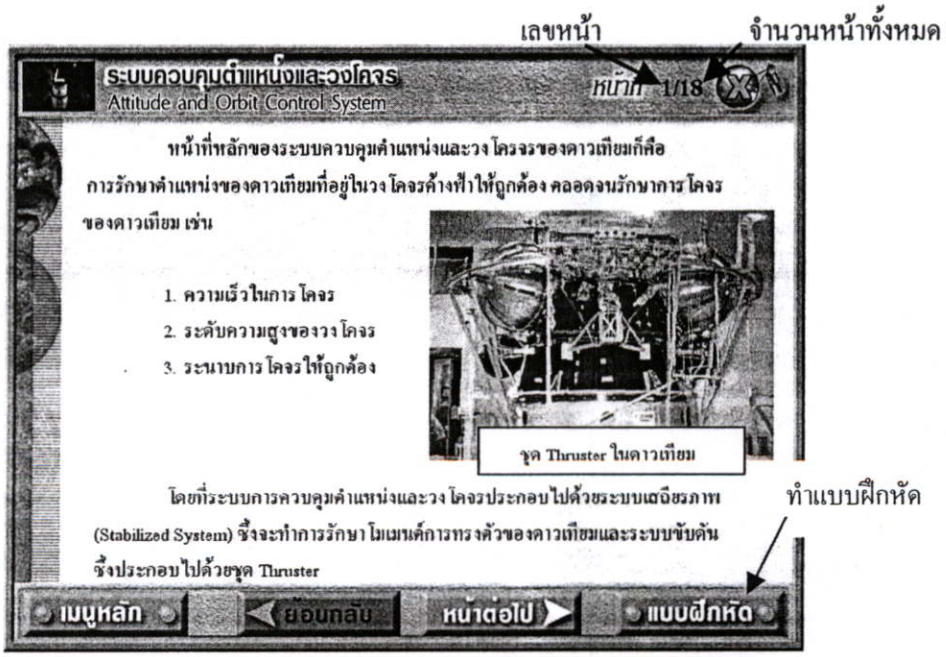
3. ส่วนประกอบที่ 1 เนื้อหาเรื่อง ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

3.1 คลิกเมาส์ที่ ปุ่ม ดังรูปที่ ฉ17



รูปที่ ฉ 17 แสดงรูปภาพเมื่อใช้เมาส์คลิกเพื่อเข้าศึกษาเนื้อหาระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

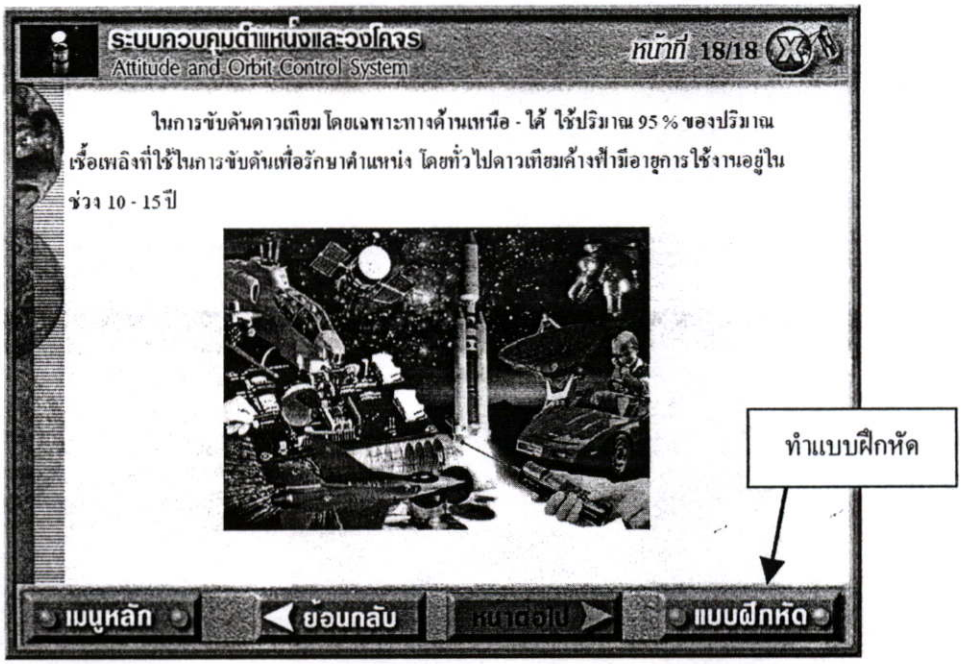
3.2 โปรแกรมจะเข้ามาในเนื้อหาของระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร



รูปที่ ฉ 18 แสดงหน้าที่ 1ในส่วนของเนื้อหาเรื่อง ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

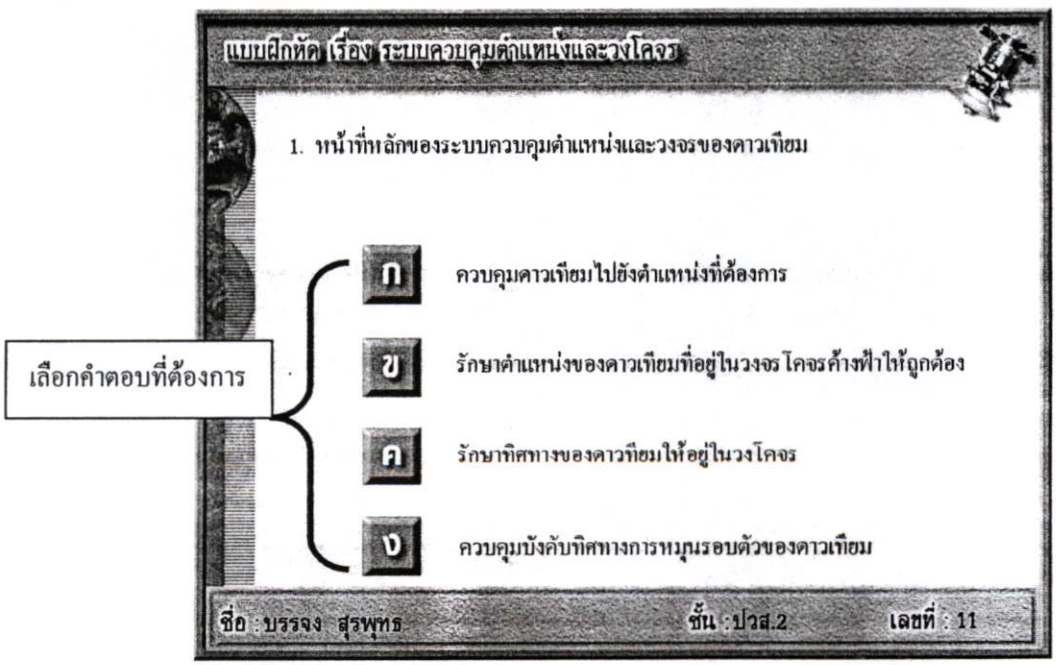
3.3 เมื่อศึกษาเนื้อหาครบทุกหน้าให้นักศึกษากดปุ่ม

เพื่อเข้าทำแบบฝึกหัด

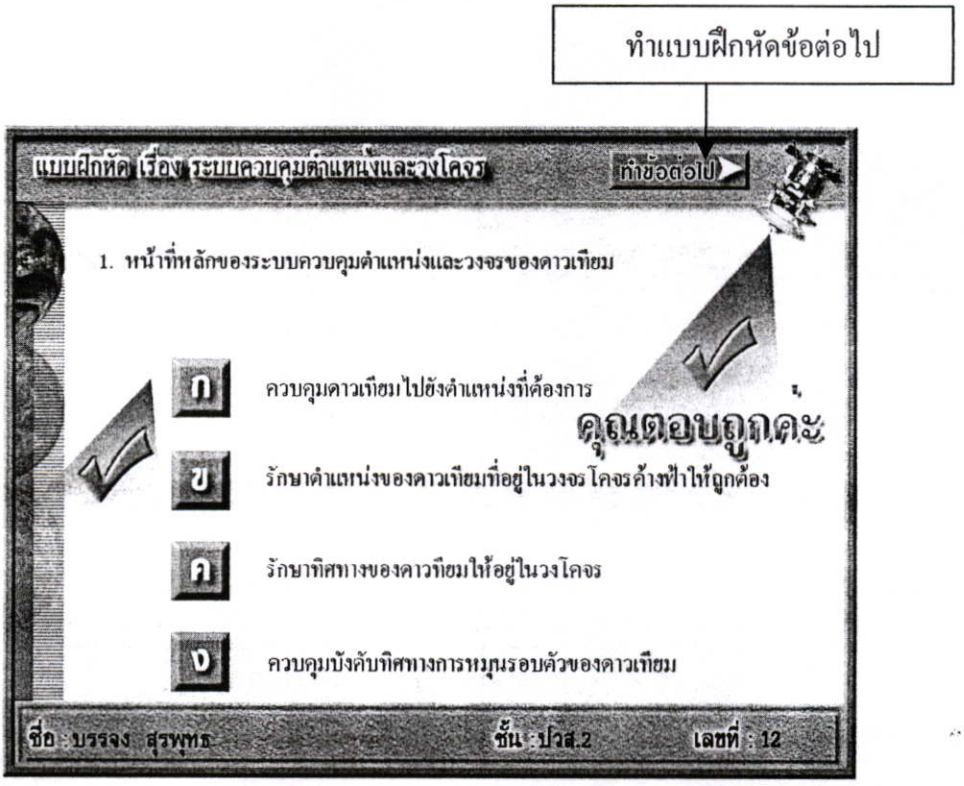


รูปที่ ฉ 19 แสดงหน้าสุดท้ายในส่วนของเนื้อหา ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร

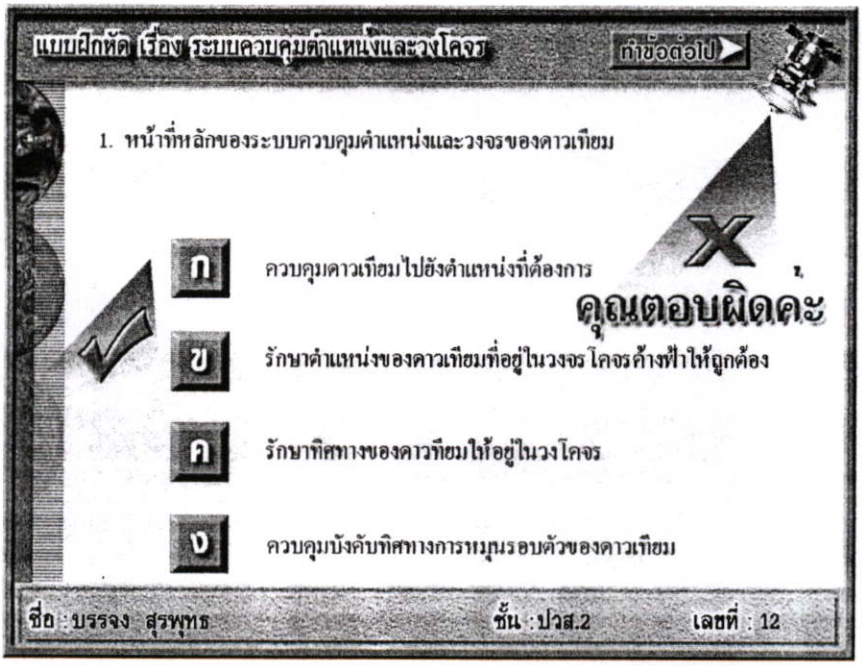
3.4 จำนวนแบบฝึกหัดในส่วนของเนื้อหาระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรมีทั้งหมด 10 ข้อ ในแต่ละคำถาม ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ต้องการเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น



รูปที่ ฉ 20 แสดงแบบฝึกหัดในส่วนของเนื้อหา เรื่อง ระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจร ข้อที่ 1



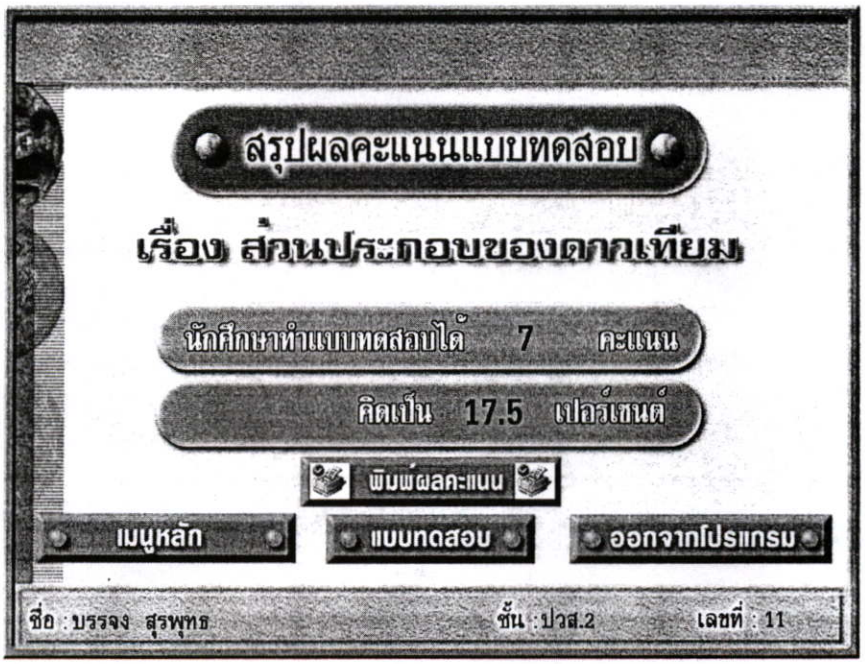
รูปที่ ฉ 21 แสดง ตัวอย่างเมื่อตอบคำถามและเลือกคำตอบที่ถูกต้อง



รูปที่ ฉ 22 แสดง ตัวอย่างเมื่อตอบคำถามและเลือกคำตอบที่ผิด โปรแกรมจะแจ้งว่าคุณตอบผิด และจะเฉลยคำตอบถูกต้องให้ทราบ

3.5 เมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ โปรแกรมจะทำการสรุปผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด ดังรูปที่ ฉ23

รูปที่ ฉ 23 แสดงสรุปผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด



รูปที่ ฉ 24 แสดงสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ

วิธีการใช้โปรแกรมในส่วนเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ มีหลักการและวิธีการใช้เช่นเดียวกับ เนื้อหาเรื่องระบบควบคุมตำแหน่งและวงโคจรทุกประการ และสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาเรื่องใดก่อนก็ได้

ประวัติผู้เขียน

นายบรรจง สุรพุทธ เกิดเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2502 ที่จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมโทรคมนาคม) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2531 และ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (อิเล็กทรอนิกส์) จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตขอนแก่น ปีการศึกษา 2523

ปี พ.ศ. 2524 เข้ารับราชการในตำแหน่ง ครู 2 ระดับ 2 และปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 สังกัดวิทยาลัยเทคนิคเลย กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ