

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
เรื่อง แผนภูมิสมิท

DEVELOPMENT OF THE COMPUTER TUTORIAL INSTRUCTION ON THE  
SMITH CHART



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-833-1

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

DEVELOPMENT OF THE COMPUTER TUTORIAL INSTRUCTION ON THE  
SMITH CHART



รัฐพล จินะวงศ์

RATTAPON JEENAWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-833-1

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน... 48926  
วัน, เดือน, ปี... 13 ส.ค. 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT OF THE COMPUTER TUTORIAL INSTRUCTION ON  
THE SMITH CHART**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRICAL  
COMMUNICATIONS ENGINEERING  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2003**

**ISBN 974-324-833-1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2003**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ สอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์
นักศึกษา	รัฐพล จินะวงศ์
รหัสประจำตัว	41064611
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมโท
สาขาวิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นต้องมีคุณภาพในระดับดี คิดได้จากค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ในทุกด้าน

การสร้างครั้งนี้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม บรรจุอยู่ในซีดีรอมจำนวน 1 แผ่น ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วน คือ บทที่ 1. ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทซ์ บทที่ 2. การนำแผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้งาน บทที่ 3. การเมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สลับ

ผลการทดลองหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่างๆ จำนวน 21 คน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

1. คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.15 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73
2. คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.22 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65
3. คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ด้านซอร์ฟแวร์ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.04 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.15 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.67 จากผลการประเมินของผู้กลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 ด้าน มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน สามารถนำไปใช้ในการสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ได้



<b>Thesis Title</b>	Development of The Computer Tutorial Instruction On The Smith Chart
<b>Student</b>	Mr. Rattapon Jeenawong
<b>Student ID.</b>	41064611
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Programme</b>	Electrical Communication Engineering
<b>Year</b>	2003
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Wisuit Atiporntum
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom

### ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and to find quality a Computer Tutorial Instruction on the Smith Chart. The hypothesis was the Computer Tutorial Instruction On The Smith Chart develop was that the instruction could be at good quality evaluated by 21 experts. Those 21 experts, chosen by purposive random sampling, composed seven media production experts, seven software experts, and 7 content experts. The mean score of all factors evaluated the experts was higher than 3.50.

The three units of study , developed by the researcher , written in one CD-ROM , which consisted of : Unit 1 Components of The Smith Chart , Unit 2 Using Smith Chart , Unit 3 Transmission Lines Matching Use For Stub.

The findings were as follow :

1. The quality of the Computer Tutorial Instruction on the Smith Chart was evaluated by the content experts was at the good level ( $\bar{X}=4.15$  , S.D=0.73)
2. The quality of the Computer Tutorial Instruction on The Smith Chart evaluated by the media production experts was at the good level ( $\bar{X}=4.22$  , S.D=0.65)
3. The quality of the Computer Tutorial Instruction on The Smith Chart evaluated by the soft ware experts was at the good level ( $\bar{X}=4.04$  , S.D=0.59)

The grand mean of the developed instruction was 4.15 with the standard deviation of 0.67, which was at the good level. This could be interpreted that the Instruction developed by the researcher could be used as a supplementary tutorial instruction on the Smith Chart.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตั้งแต่ต้น และช่วยทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการจัดทำเครื่องมือ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นจริงขึ้นมาได้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจน ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการดำเนินงานวิจัย และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ความเข้าใจในศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านฮาร์ดแวร์ ที่กรุณาตรวจหาข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งทำการประเมินเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อชม คุณแม่วิเชียร จินะวงศ์ ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษา ความรัก และกำลังใจ แก่ผู้วิจัยอย่างดีมาตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ทั้งหลายทั้งปวงที่เกิดขึ้นจนสามารถสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจน ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ก็เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านทั้งหลาย ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมาก คุณค่าและประโยชน์อันได้อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัย ขอให้เป็นกุศลผลบุญแก่ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน

รัฐพล จินะวงศ์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญรูป.....	IX
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>7</b>
2.1 บทเรียนสำเร็จรูป.....	7
2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
2.3 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	34
2.4 แผนภูมิสมิทซ์.....	46
2.5 เครื่องมือสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	60
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>69</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	69
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>88</b>
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์.....	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	96
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	96
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	99
5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	107
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป.....	108
<b>บรรณานุกรม</b> .....	109
<b>ภาคผนวก</b> .....	112
ภาคผนวก ก...หนังสือราชการที่ใช้ในการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	113
ภาคผนวก ข...แบบประเมินคุณภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	142
ภาคผนวก ค...ผลการประเมินคุณภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	157
ภาคผนวก ง...รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทร์.....	174
<b>ประวัติผู้เขียน</b> .....	214

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 หัวข้อบทเรียนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แผนภูมิสมิทซ์.....	74
3.2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	85
4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	89
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	91
4.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์จำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์.....	94

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างบทรเย็นสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับ.....	10
2.2 โครงสร้างบทรเย็นสำเร็จรูปแบบแตกแขนง.....	11
2.3 โครงสร้างบทรเย็นสำเร็จรูปแบบแอ็ดจังก์ทีฟ.....	11
2.4 ขั้นตอนการพัฒนา IMMCAI สมิทธ์.....	17
2.5 ตำแหน่ง P บนสายส่งเมื่อมองไปทางด้านโหลดอาจแทนได้ด้วยอิมพีแดนซ์สมมูลย์ ที่มีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์บนสายส่งที่จุดใด ๆ.....	36
2.6 การเขียนกราฟระนาบ $u$ และ $v$ เมื่อให้ $r$ และ $x$ เป็นค่าคงที่.....	38
2.7 ลักษณะของแผนภูมิสมิทธ์.....	39
2.8 เส้นกลางแนวนอนของคาร์ชีสแตนซ์คงที่หรือค่าคอนดักแตนซ์คงที่.....	40
2.9 วงกลมรีชีสแตนซ์และคอนดักแตนซ์คงที่.....	41
2.10 เส้นโค้งแทนคาร์รีแอกแตนซ์คงที่.....	41
2.11 สเกลคาร์รีแอกแตนซ์เป็นบวกและเป็นลบ.....	42
2.12 ลักษณะของสเกลเรเดี่ยลลิสเกลพารามิเตอร์.....	43
2.13 ตำแหน่งคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์บนแผนภูมิสมิทธ์.....	43
2.14 ตำแหน่งของวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ ที่อ่านจากแผนภูมิสมิทธ์.....	44
2.15 การหาค่าแอดมิแตนซ์.....	45
2.16 ตำแหน่งที่หาค่าแอดมิแตนซ์.....	45
2.17 ตำแหน่งปลายปิดหรือเปิด.....	46
2.18 ระยะห่างจาก $+jX$ ถึงปลายเปิด.....	47
2.19 วิธีหาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายต่อโหลด.....	48
2.20 ตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดของคลื่นนิ่งที่เกิดบนสายนำสัญญาณ.....	48
2.21 การหาระยะห่างจากโหลดถึงจุดสูงสุดและต่ำสุดโดยใช้แผนภูมิสมิทธ์.....	49
2.22 การต่อสตั๊ปเดี่ยวอนุกรมเข้ากับสายนำสัญญาณ.....	50
2.23 จุดตัดกันของวงกลม VSWR และวงกลม Constant $R = 1.0$ .....	52
2.24 ตำแหน่งจุดตัดทั้งสองบนแผนภูมิสมิทธ์.....	53
2.25 การต่อสตั๊ปคู่ขนานเข้ากับสายสัญญาณแบบสายสองเส้น และแบบโคแอกเซียล.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 โหลดแอดมิตแดนซ์และวงกลมกลมคอนดัคแดนซ์คงที่ $\frac{G}{Y_0}$ .....	55
2.27 การหมุนวงกลมคอนดัคแดนซ์คงที่ $\frac{G}{Y_0}$ ด้วยระยะทางเท่ากับ $\frac{3}{8}\lambda$ .....	56
2.28 การตัดกันของวงกลมคอนดัคแดนซ์คงที่ $\frac{G}{Y_0}$ และวงกลมแทนค่า รีซิสแดนซ์คงที่เท่ากับ 1.0.....	57
2.29 การหมุนที่จุด A มาถึง B ด้วยระยะทาง $\frac{3}{8}\lambda$ ค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ที่จุด A มาจาก โหลดแอดมิตแดนซ์ $Y_L$ รวมตัวกับค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของสตาบ 2.....	58
2.30 หน้าจอโปรแกรม Macromedia Authware Professional 6.5.....	62
2.31 หน้าจอโปรแกรม Visio Technical Version 2000.....	63
2.32 หน้าจอหน้าจอโปรแกรม Macromedia Flash MX.....	64
2.33 หน้าจอโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0.....	65
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทธ์.....	71
3.2 แผนภูมিরะคสมองของเนื้อหาบทเรียน.....	72
3.3 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน.....	73
3.4 แผนภูมิโครงข่ายของเนื้อหาบทเรียน.....	76
3.5 แผนภูมิลำดับการไหลของเนื้อหาบทเรียน.....	77
3.6 แผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนหน่วยการเรียน.....	78
3.7 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ.....	79

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านโทรคมนาคม กำลังมีบทบาทอย่างกว้างขวางในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การบริการ สังคม สิ่งแวดล้อม ไปจนถึงด้านการศึกษา เหตุที่เทคโนโลยีโทรคมนาคม (Telecommunication Technology) มีบทบาทมากมายเช่นนี้ เพราะเป็นเสมือนเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนให้ทุกสิ่งทุกอย่างที่มาจากข้อจรูคหน้า ไปอย่างรวดเร็ว

ในด้านการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ได้จัดการศึกษาที่เกี่ยวกับโทรคมนาคม 3 หลักสูตร คือหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีโทรคมนาคม และหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ได้รับมอบหมายให้เปิดการสอนในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในหลักสูตรดังกล่าวนักศึกษาทุกคนจะต้องเรียนตาม โปรแกรมที่ภาควิชาฯ จัดให้ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ เป็นวิชาหนึ่งที่จะต้องลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 4 ของหลักสูตร และในแต่ละปี การศึกษาจะมีทั้งนักศึกษาหลักสูตรภาคปกติและหลักสูตรภาคสมทบจะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาดังกล่าว ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับคลื่น ไมโครเวฟ ระบบสื่อสารไมโครเวฟ การออกแบบสื่อสารด้วยไมโครเวฟ และการแพร่กระจายคลื่น คุณสมบัติต่างๆ ของท่อนำคลื่น และอุปกรณ์แอกทีฟและพาสซีฟ สายอากาศไมโครเวฟ ระบบไมโครเวฟ ดิจิตอล การประยุกต์ใช้งานความถี่ไมโครเวฟ

ในขณะที่ทำการเรียนการสอนวิชาดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นอาจารย์ผู้สอน ได้พบว่า นักศึกษาแต่ละคนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ในขณะที่ทำการเรียนการสอน เป็นเหตุให้นักศึกษาบางคนไม่เข้าใจเนื้อหาขณะเรียนในชั้นเรียน ทำให้ผู้วิจัยจะต้องทบทวนหรือสอนเนื้อหาในวิชาที่เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อนำเอาความรู้มาประยุกต์ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องแผนภูมิสมิทท์ ที่จะต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยไมโครเวฟ ในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ซึ่งจะต้องนำเอาท่อนำคลื่น อุปกรณ์แอกทิฟ และอุปกรณ์พาสซีฟความถี่ไมโครเวฟ มาออกแบบระบบสื่อสารดังกล่าว เนื่องจากการใช้แผนภูมิสมิทซ์เป็นวิธีที่ง่าย และเป็นที่ยอมรับของผู้ออกแบบระบบสื่อสารไมโครเวฟ กล่าวคือผู้ออกแบบสามารถเห็นภาพรวมของพารามิเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่เครื่องกำเนิด ผ่านท่อนำคลื่น อุปกรณ์แอกทิฟ หรือ อุปกรณ์พาสซีฟ จนถึงโหลด เป็นต้น ด้านการเรียนการสอนในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม นักศึกษาได้เรียนเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ผ่านมาแล้วในภาคการศึกษาที่ 3 ของหลักสูตร ในวิชาวิศวกรรมสายส่งและโครงข่ายสื่อสาร ผู้วิจัยพบว่ามึ้นักศึกษาจำนวนมากที่ลืมเนื้อหาเรื่องดังกล่าวไป จากปัญหาข้างต้นเป็นเหตุทำให้ทำการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟเป็นไปด้วยความยากลำบาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาสื่อที่สามารถทบทวนความรู้ในเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ซึ่งจะต้องเป็นสื่อที่ทันสมัย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับบทเรียนได้ตลอดเวลา และเป็นการจัดศึกษาที่เน้นที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้

ในด้านการศึกษานั้น ธรรมชาติ มาลัยวงศ์ (2540 : 39-47) กล่าวถึงบทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศกับการศึกษาว่า สามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ระบบสื่อประสม (Multimedia) ระบบสารสนเทศ (Information System) ระบบฐานข้อมูล (Database System) ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) และระบบ Internet เป็นต้น จากผลกระทบของความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้รูปแบบหรือวิธีการจัดการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป จากการจัดการศึกษาในรูปแบบเดิมที่ยึดครูหรือผู้สอนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ไปเป็นการจัดการศึกษาในลักษณะเป็นระบบเปิดมากขึ้น ส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต เน้นการศึกษาเป็นรายบุคคล เน้นเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นคุณธรรมและจริยธรรม ส่งเสริมนันทนาการและการพักผ่อนหย่อนใจมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการจัดการศึกษาในอนาคตจะเป็นการจัดการศึกษาเน้นที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคล (Individual Study) โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่อันได้แก่เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และ เทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมเข้ามาประยุกต์ใช้ทางการศึกษา ซึ่ง กิดานันท์ มะลิทอง (2535 : 163-198) ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษารายบุคคลว่าเป็นการจัดการศึกษาที่พิจารณาถึงความแตกต่าง ความต้องการ และความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจตามกำลังความสามารถของตนตามวิธีการและสื่อการสอนที่เหมาะสม เพื่อบรรลุถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และการที่จะสำเร็จได้นั้นย่อมต้องอาศัยการจัดระบบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการ และการวางแผนการสอนที่ดี โดยจัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน มีการจัดเตรียมทรัพยากร คือ สื่อการเรียนประเภทต่างๆ ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ โสตทัศนวัสดุ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิดีโอ เป็นต้น โดยเฉพาะสื่อที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนับเป็นสื่อที่กำลังมีบทบาทสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหนือกว่าสื่อการเรียนประเภทอื่น คือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ กับบทเรียนที่ได้ตลอดเวลา

ในด้านคุณค่าของ CAI นั้น กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 163-198) ได้สรุปคุณค่าของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่ดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้แบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนได้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่ง โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องมือเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI นับว่ามีประโยชน์และมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง แต่การพัฒนา CAI ในเมืองไทยยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ที่ได้กล่าวมา การศึกษาวิจัยเพื่อสร้าง CAI ที่มีเนื้อหารายวิชา ตรงตามหลักสูตรในลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบสอนซ่อมเสริมหรือทบทวน (Tutorial) เป็นบทเรียนเพื่อทบทวนการเรียนจากห้องเรียน จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจทำการศึกษาวิจัยอย่างยิ่งในปัจจุบัน

จากสภาพปัญหาและเหตุผลตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ (The Computer Tutorial Instruction on the Smith Chart) สำหรับใช้เพื่อเป็นบทเรียนสอนเสริม วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ จะเป็นการแก้ปัญหาการ

จัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าวได้ในระดับหนึ่ง โดยนำเนื้อหาเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ มาจากการวิเคราะห์หน่วยเรียน บทเรียน หัวข้อ วิชาวิศวกรรมสายส่งและโครงข่ายสื่อสาร มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เน้นการนำเสนอบทเรียนด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยายมากกว่าตัวอักษร เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน ลดภาระการอ่านเนื้อหาบทเรียนบนจอภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์
2. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นต้องมีคุณภาพในระดับดี คิดได้จากค่าเฉลี่ยหรือคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ในทุกด้าน

## 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ไพโรจน์ ตรีธนะกุล และไพบุลย์ เกียรติโกมล (2541:14-18) ในลักษณะของการสอน(Instruction) เนื้อหาแบบ Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction : IMMCAI โดยเริ่มจากหัวเรื่องเป้าหมายที่กำหนด วัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมาย ผู้ใช้บทเรียน มาเป็นกรอบแนวคิด อันจะนำไปสู่การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)
3. ขั้นตอนการพัฒนา (Development)
4. ขั้นตอนการสร้าง (Implementation)
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

#### 1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านต่างๆ

ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท หรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม หรือสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา หรือสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท หรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หรือสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการแบบเจาะจง จำนวน 21 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในด้านต่างๆ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 7 คน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 7 คน
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 7 คน

### 1.5.2. ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทร์ ที่ได้จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง

### 1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องแผนภูมิสมิทร์ เพื่อสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทซ์
2. การนำแผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้งาน
3. การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัป

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างบทเรียนขึ้น มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปนำไปทำการสอนซ่อมเสริม หรือ ทบทวน (Tutorial) เนื้อหาวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ในบทเรียนมีรูปแบบการนำเสนอเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้แก่ ข้อความ (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพวิดีโอ (Video) และเสียง (Audio) แต่ละหน่วยเรียนมีขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนจริง ได้แก่ มีขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหา และการสรุปเนื้อหาบทเรียน

2. แผนภูมิสมิทซ์ หมายถึง เครื่องมือทางด้านกราฟฟิก ที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความต้านทาน ( $Z$ ) และสัมประสิทธิ์การสะท้อนของคลื่น (Coefficient of Reflection)

3. แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

4. คุณภาพของบทเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อความเข้าใจหลักการและทฤษฎี ตลอดจนผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัยมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 บทเรียนสำเร็จรูป
- 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 แผนภูมิสมิทซ์
- 2.5 เครื่องมือสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 บทเรียนสำเร็จรูป

##### 2.1.1 ความหมายของบทเรียนสำเร็จรูป

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของบทเรียนสำเร็จรูปไว้หลายทฤษฎีที่คล้ายคลึงกันดังนี้ สำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับชาติ ชัยขงค์ พรหมวงค์ (2539 : 1-15) ได้กล่าวว่าบทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง การจัดระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามเนื้อหา ซึ่งจัดไว้เป็นขั้นตอนเล็กๆ ผู้เรียนมีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการดูจากผลสะท้อนกลับอยู่เสมอ และบางครั้งก็อาจจะได้ความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาที่นักเรียนยังมีความรู้ไม่ดีพอผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ตามความสนใจและก้าวไปตามความสามารถของแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 9-83) กล่าวว่า บทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียนโปรแกรม หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง จะเร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคลด้วยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหลายๆ กรอบแต่ละกรอบจะมีเนื้อหาที่ เรียบเรียงไว้ มุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับ โดยส่วนที่ผู้เรียนจะต้องตอบสนองด้วยการเขียนคำตอบซึ่งอาจอยู่ข้างหน้าของกรอบนั้นหรือกรอบถัดไป หรืออยู่ในส่วนอื่นของบทเรียนก็ได้ บทเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์ จะมีแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของการเรียน โดยทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนแล้วพิจารณาว่าหลังเรียนผู้เรียนแต่ละคนมีคะแนนมากกว่าก่อนเรียนมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพโรจน์ ตีรณชนากุล (2528:63-89) กล่าวว่า บทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง การจัดระบบ การเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามเนื้อหาที่จัดไว้ เป็นขั้นตอนโดยผู้เรียนมีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองด้วยการดูจากผลสะท้อนกลับและ บางครั้งอาจได้รับความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาที่ผู้เรียนยังไม่ดีพอ ผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ตามความ สนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

กล่าวโดยสรุป บทเรียนสำเร็จรูป คือ บทเรียนที่กำหนดขึ้นโดยมีการนำเสนอเนื้อหาที่ ต่อเนื่องกันเป็นเฟรม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนเป็นลำดับขั้นทีละน้อยๆ ซึ่งจะมีการทำกิจกรรมโต้ตอบ ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนตลอดเนื้อหา มีการประเมินผลการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบผล ความก้าวหน้าทันทีเพื่อเป็นการเสริมแรงทางการเรียนอีกด้วย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง

### 2.1.2 หลักการและทฤษฎีพื้นฐานของบทเรียนสำเร็จรูป

ขวัญจิต ภิญโญชีพ (2534 : 66-83) กล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้เป็นหลักการและพื้นฐานของ การใช้บทเรียนสำเร็จรูปในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

#### 2.3.2.1 ทฤษฎีความต่อเนื่อง (Connectionism) ของ Thorndike

การเรียนรู้เกิดจากความเชื่อมโยงของสถานการณ์ (สิ่งเร้า) และพฤติกรรม (การ ตอบสนอง) และความต่อเนื่องนั้น อยู่บนรากฐานของการประสบความสำเร็จที่เป็นผลจากการ ตอบสนอง ทฤษฎีของ Thorndike มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า S-R board หรือทฤษฎีที่เน้น ความสำคัญของสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) เขากล่าวว่าพฤติกรรมของมนุษย์ เป็นไปเพื่อตอบสนองสิ่งเร้าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านสติปัญญา บุคลิกลักษณะ และทักษะ นั้นเป็นไปตามกฎแห่งการเปลี่ยนแปลง (Law of Change) เขาเชื่อว่าความสำเร็จหรือการตอบสนอง ที่ถูกต้องจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ต่อไป บทเรียนสำเร็จรูปยึดหลักการเร้าและการตอบสนอง โดยใช้ บทเรียนและคำถามเป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนตอบสนองโดยลงมือกระทำหรือ ตอบคำถาม การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปสอดคล้องกับกฎของ Thorndike 3 กฎคือ

1. กฎแห่งผล (Law of Effect) รางวัลและความสำเร็จจะช่วยให้การ ตอบสนองมีกำลังขึ้น แต่ความผิดหวังจะทำให้การตอบสนองอ่อนกำลัง
2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การตอบสนองสิ่งเร้า บ่อยครั้งเท่าใด สิ่งนั้นจะอยู่คงทนนานขึ้น
3. กฎแห่งความใหม่ (Law of Regency) คำตอบที่ถูกต้องเป็นสิ่ง ที่ ผู้เรียนกระทำเป็นสิ่งสุดท้ายของการเรียนแต่ละช่วง จึงช่วยให้จดจำได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.2 ทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ (Operant Conditioning)

กฎของ Operant Conditioning กล่าวว่า หาก Operant เกิดขึ้นมาแล้วจะต้องตามด้วยสิ่งเร้าซึ่งเป็นแรงเสริม หากเป็นเช่นนี้แล้วกำลังย่อมจะเพิ่มขึ้น Operant Learning นั้น สิ่งเร้าที่สำคัญคือ สิ่งเร้าที่ตามมาภายหลังการตอบสนองทันที เช่น เมื่อกระทำแล้วสิ่งเร้าคือ คุกกี้บอกว่า “ถูก” นี้เป็น Reinforcing Stimulus แต่หากเป็นในทางตรงข้าม ทำการตอบสนองครั้งใดก็ได้ สิ่งเร้าว่า “ไม่ถูก” นี้เป็น Extinction จะลดการกระทำให้อ่อนลงจนเลิกกระทำ

ทฤษฎีของสกินเนอร์ สนับสนุนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Learning) และเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) โดยที่การสอนแบบโปรแกรมที่เสนอนั้นเป็นการสอนประเภทที่แบ่งเนื้อหาวิชาที่ตั้งไว้แล้วออกเป็นส่วนย่อยๆ เป็นขั้น จัดลำดับให้เป็นเหตุ เป็นผล เพื่อให้เรียนได้ง่าย แต่ละขั้นนั้นสร้างขึ้นโดยขั้นก่อนเป็นหลัก นักเรียนจะเรียนได้ตามจังหวะของตน และเมื่อสำเร็จแต่ละขั้น เขาก็จะได้รับการเสริมแรงทันที

### 2.1.3 ลักษณะสำคัญของบทเรียนสำเร็จรูป

ขวัญจิต ภิญโญชีพ (2534 : 66-83) ได้สรุปลักษณะสำคัญของบทเรียนสำเร็จรูปไว้ 10 ประการดังนี้

1. เนื้อหาวิชาแบ่งเป็นความรู้ย่อย ๆ เรียงลำดับไว้อย่างดี มีความต่อเนื่องกัน จากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเร้าความสนใจผู้เรียน
2. ผู้เรียนต้องปฏิบัติหรือตอบคำถามไปตามวิธีที่กำหนดให้ตามลำดับบทเรียนที่จัดไว้แล้วเป็นการเรียนรู้ไปทีละขั้น
3. ผู้เรียนจะได้ทราบผลการตอบสนองทันทีโดยในบทเรียนจะมีคำตอบไว้
4. ผู้เรียนจะตอบข้อความรู้ ได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก เพราะคำถามสัมพันธ์กับคำอธิบายในเนื้อหา
5. การทราบผลว่าตอบได้ถูกต้อง ก่อให้เกิดการเสริมแรงในการตอบสนองครั้งต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้แก้ไขความเข้าใจได้ทันที
6. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดเวลา การใช้เวลาศึกษาบทเรียนช้า-เร็วตามสติปัญญา และความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน
7. มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน เพื่อสามารถประเมินผลการใช้บทเรียนได้ถูกต้อง
8. การเลือกเนื้อหา คำอธิบาย และจัดลำดับ ได้มีการวางแผนเป็นอย่างดี
9. เนื้อหาและกิจกรรมนั้นต้องจัดลำดับอย่างดี ให้ผู้เรียนสามารถที่จะกระทำ
10. ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.4 ประเภทของบทเรียนสำเร็จรูป

ไพโรจน์ ศิรฉัตรนากุล (2528 : 63-89) กล่าวถึงบทเรียนสำเร็จรูปที่พบอยู่ในลักษณะ 3 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของหนังสือบทเรียนสำเร็จรูป (Program Text) ในรูปแบบเครื่องมือช่วยสอน (Teaching Machine) ซึ่งรวมถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย และในรูปของส่วนหนึ่งของชุดสทื่อ (Multimedia Package) บทเรียนสำเร็จเหล่านี้ จะเป็นบทเรียนแบบใดแบบหนึ่งในสามแบบ ดังนี้

#### 2.1.4.1 บทเรียนสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับเส้นตรง (Linear Program)

รูปแบบบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหาสิ่งยาก ผู้เรียนจะเรียนไปที่ละหน่วยจากหน่วยแรกและก้าวต่อไปตามลำดับจะข้ามหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่ได้เด็ดขาด สิ่งที่เรียนจากหน่วยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป ลักษณะของบทเรียนประเภทนี้ มักจะเป็นแบบให้ตอบคำถามแบบถูกผิด หรือให้เติมคำในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจคำตอบในหน่วยถัดไป

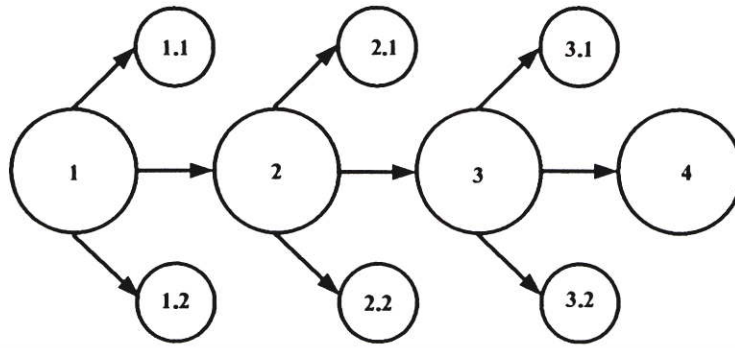


#### รูปที่ 2.1 โครงสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับ

ลักษณะโครงสร้างบทเรียนเป็นการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบด้วยตนเองหรือเป็น Constructed Response type จากคำถามและคำตอบที่เติมลงไปจะสร้างเป็นข้อความที่สมบูรณ์ที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้

#### 2.1.4.2 บทเรียนสำเร็จรูปแบบแตกแขนง (Branching Program)

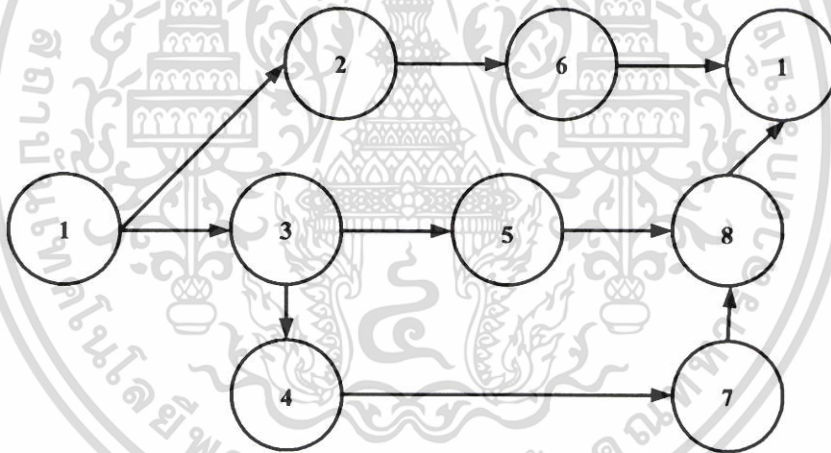
เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเป็นหลัก โดยการแบ่งบทเรียนเป็นหน่วยย่อยและจะมีหน่วยที่เป็นกรอบหลักหรือกรอบขึ้น (Home Pages) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียนนอกจากนี้ จะมีหน่วยย่อยแตกแขนงออกไปเพื่อเสริมความเข้าใจสำหรับบุคคลบางคนที่ต้องการเมื่อผ่านไปยังหน่วยแขนง แล้วจะกลับมายังหน่วยหลักอีกและจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง บทเรียนแบบ Intrinsic นี้จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างของบทเรียนแบบนี้จะสลับซับซ้อน และยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับเป็นเส้นตรง



รูปที่ 2.2 โครงสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบแตกแขนง

#### 2.1.4.3 บทเรียนสำเร็จรูปแบบแอดจังก์ทีฟ (Adjunctive program)

เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่มีลักษณะแบบแตกแขนง แต่การเสนอเนื้อหาจะมากกว่า และการตอบคำถามจะกระทำในตอนท้ายบทเรียนแล้วอาจข้ามไปยังหน่วยย่อยอื่นเลข ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงให้รู้ว่ามีความรู้ในส่วนที่จะข้ามไปนั้นแล้ว



รูปที่ 2.3 โครงสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบแอดจังก์ทีฟ

ผู้วิจัยได้เลือกใช้บทเรียนสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับเส้นตรง (Linear Program) เป็นหลัก โดยเริ่มบทเรียนจากง่ายไปหาสิ่งยาก และใช้ บทเรียนสำเร็จรูปแบบแตกแขนง (Branching Program) เสริมในบางกรอบเนื้อหาที่มีเนื้อหายาก เพื่อเสริมความเข้าใจให้เพิ่มขึ้น

## 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction ) หรือ (CAI) มีผู้รวบรวมและให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน ดังนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือโปรแกรมช่วยสอน คือสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนอันหนึ่ง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คล้ายกับสื่อการสอนอื่นๆ เช่น วิดีโอช่วยสอน บัตรคำช่วยสอน โปสเตอร์ แต่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะดีกว่าตรงที่ตัวสื่อการสอน ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์นั้น สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้ ไม่ว่าจะเป็นการรับคำสั่งเพื่อมาปฏิบัติ ตอบคำถามหรือไม่เช่นนั้นคอมพิวเตอร์ก็จะเป็นฝ่ายป้อนคำถาม (นัยนา เอกบูรณาวัฒน์. 2539 : 28-29)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) หมายถึง การประยุกต์นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเพื่อเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ เช่น การเสนอแบบสอนเสริม (Tutorial) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulations) หรือแบบการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) เป็นต้น การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือเป็นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม วัสดุทางการสอนคือโปรแกรมหรือ Courseware ซึ่งปกติจะถูกจัดเก็บไว้ในแผ่นดิสก์หรือหน่วยความจำของเครื่อง พร้อมทั้งจะเรียกใช้ได้ตลอดเวลา การเรียนในลักษณะนี้ ในบางครั้งผู้เรียนจะต้องโต้ตอบ หรือตอบคำถามเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการพิมพ์ การตอบคำถามจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์และจะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนขั้นต่อไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ (ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534 : 137-176)

Hannafin and Peck (1988 : 5-13) กล่าวถึง CAI ว่าเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรมการเรียน การเรียนการสอนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ประเภทใดก็ตาม กล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกัน ได้แก่ Computer Assisted Learning (CAL) ,Computer Aided Instruction (CAI) ,Computer Aided Learning (CAL) เป็นต้น

สรุปความหมายของ “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ CAI คือ การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนออาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพ กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียง เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันทีด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน และยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนการในการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน คำที่ใช้เรียกคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ Computer Assisted Instruction (CAI) , Computer Aided Instruction (CAI) , Computer Assisted Learning (CAL) , Computer Aided Learning (CAL) , Computer Based Instruction (CBI) , Computer Based Training (CBT) , Computer Administered Education (CAE) , Computer Aided Teaching (CAT) คำที่นิยมใช้ทั่วไปในปัจจุบัน ได้แก่ Computer Assisted Instruction หรือ CAI (สรพัส ยืนนวล. 2536 : 18-21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และไพบูลย์ เกียรติโกมล (2541 : 14-18) ได้เสนอรูปแบบหรือประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. Instruction แบบการสอน เพื่อใช้สอนความรู้ใหม่แทนครู ซึ่งจะเน้นการพัฒนาแบบ Self Study Package เป็นรูปแบบของการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จะเป็นชุดการสอนที่จะต้องใช้เวลาและความระมัดระวัง และทักษะในการพัฒนาที่สูงมาก เพราะจะยากเป็นทวีคูณกว่าการพัฒนาชุดการสอนแบบโมดูลหรือแบบโปรแกรมที่เป็นตำรา ซึ่งคาดว่าจะมีบทบาทมากในอนาคตอันใกล้นี้ โดยเฉพาะ IMMCAI บน Internet

2. Tutorial แบบสอนซ่อมเสริมหรือทบทวน เป็นบทเรียนเพื่อทบทวนการเรียนรู้จากห้องเรียน หรือจากผู้สอนโดยวิธีใดๆ จากทางไกล หรือทางใกล้ก็ตาม การเรียนมักจะไม่ใช่ความรู้ใหม่ หากแต่จะเป็นความรู้ที่เคยได้รับมาแล้วในรูปแบบอื่นๆ แล้วใช้บทเรียนซ่อมเสริมเพื่อตอกย้ำความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถใช้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

3. Drill and Practice แบบฝึกหัดและฝึกปฏิบัติ เพื่อใช้เสริมการปฏิบัติหรือเสริมทักษะ กระทำบางอย่างให้เข้าใจยิ่งขึ้นและเกิดทักษะที่ต้องการได้ เป็นการเสริมผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถใช้ในห้องเรียน เสริมขณะที่สอนหรือนอกห้องเรียน ณ ที่ใด เวลาใดก็ได้ สามารถใช้ฝึกหัดทั้งทางด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ รวมทั้งทางช่างอุตสาหกรรมด้วย

4. Simulation แบบสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ หรือทดลองจากสถานการณ์ที่จำลองจากสถานการณ์จริง ซึ่งอาจจะหาไม่ได้หรืออยู่ไกล ไม่สามารถนำเข้ามาในห้องเรียนได้ หรือมีสภาพอันตราย หรืออาจสิ้นเปลืองมากที่ต้องใช้ของจริงซ้ำๆ สามารถใช้สาธิตประกอบการสอน ใช้เสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ซ่อมเสริมภายหลังการเรียนนอกห้องเรียน ที่ใด เวลาใด ก็ได้

5. Games แบบสร้างเป็นเกมส์ การเรียนรู้บางเรื่อง บางระดับ บางครั้งการพัฒนาเป็นลักษณะเกมส์ สามารถเสริมการเรียนรู้ได้ดีกว่า การใช้เกมส์เพื่อการเรียน สามารถใช้สำหรับการเรียนรู้ความรู้ใหม่หรือเสริมการเรียนรู้ในห้องเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถสอนทดแทนครูในบางเรื่องได้ด้วย จะเป็นการเรียนรู้จากความเพลิดเพลิน เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีระยะเวลาความสนใจสั้น เช่น เด็ก หรือในภาวะสภาพแวดล้อมที่ไม่อำนวย เป็นต้น

6. Problem Solving แบบการแก้ปัญหา เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ สามารถใช้กับวิชาการต่างๆ ที่ต้องการให้สามารถคิด แก้ปัญหา ใช้เพื่อเสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ในการฝึกทั่วๆ ไป นอกห้องเรียนก็ได้ เป็นสื่อสำหรับการฝึกผู้บริหารได้ดี

7. Test แบบทดสอบ เพื่อใช้สำหรับตรวจวัดความสามารถของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นประโยชน์ในด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้ประกอบการสอนในห้องเรียน หรือใช้ตามความต้องการของครู หรือของผู้เรียนเอง รวมทั้งสามารถใช้นอกห้องเรียน เพื่อตรวจวัดความสามารถของตนเองได้ด้วย

8. Discovery แบบสร้างสถานการณ์เพื่อให้ค้นพบ เป็นการจัดทำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง โดยการลองผิดลองถูกหรือเป็นการจัดระบบนำร่องเพื่อชี้นำสู่การเรียนรู้ สามารถใช้เรียนรู้ความรู้ใหม่หรือเป็นหารทบทวนความรู้เดิม และใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนหรือการเรียนนอกห้องเรียน สถานที่ใด เวลาใด ก็ได้

วีระ ไทยพานิช (ม.ป.ป. : 9-19) สรุปลักษณะของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แยกเป็นประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังต่อไปนี้

1. ด้านการฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) คือนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนที่จะต้องฝึกหรือปฏิบัติซ้ำๆ นับว่าเหมาะสมมาก ทั้งนี้ ก็เพราะเหตุผลที่ว่าคอมพิวเตอร์มีความสามารถทำงานด้วยความสม่ำเสมอ ไม่รู้เบื่อ ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย และให้ผลสูงสูด นักเรียนสามารถโต้ตอบ (Interact) กับคอมพิวเตอร์โดยปราศจากความกลัว

2. ด้านสถานการณ์จำลอง (Simulation) คอมพิวเตอร์จะเสนอสถานการณ์การเรียน ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของความเป็นจริง หรือคล้ายสถานการณ์จริง ผู้เรียนจะต้องตัดสินใจ เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับคำตอบ ก็จะตอบผู้เรียนว่าที่ตอบไปนั้น เหมาะสมถูกต้องกับความ เป็นจริงแค่ไหน สถานการณ์จำลองเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับสร้างประสบการณ์ มีประโยชน์ทั้งด้านเพิ่มประสบการณ์ ประหยัด ปลอดภัยทั้งผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง และเป็นที่ยอมรับในด้านการสอนฝึกทักษะ (Motor Skills) เช่น การฝึกบิน นักบินอวกาศ ฯลฯ

3. ด้านเป็นผู้สอนพิเศษหรือสอนเสริม (Tutorials) คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่สอนพิเศษแก่ผู้เรียน คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาหรืออาจเป็นรูปภาพ ถามคำถาม รับคำตอบ และแจ้งผลคำตอบ คอมพิวเตอร์จะปรับเนื้อหาและวิธีการให้เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

4. ด้านการสอนโดยผู้เรียนควบคุมการเรียน (Learner Controlled Instruction) คอมพิวเตอร์เสนอนำรายการที่จะเรียนต่อผู้เรียนว่ามีอะไรเรียนบ้าง และผู้เรียนจะเป็นผู้เลือก จุดมุ่งหมายและกลวิธีการเรียนตามที่ต้องการ คอมพิวเตอร์จะเสนอเรื่อง เนื้อหา ให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายที่ผู้เรียนเลือก ตลอดจนการเสนอเรื่องเนื้อหา ก็จะเป็นไปตามกลวิธีที่ผู้เรียนเลือกเช่นกัน ผู้เรียนถามและตอบคอมพิวเตอร์

5. ด้านสอบสวนสืบสวน (Inquiry) ผู้สอนรวบรวมเนื้อหาเขียนเป็นโปรแกรม (Software) ขึ้น โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ผู้เรียนจะตั้งปัญหา หาทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) ป้อนคำถามเข้าคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ก็จะให้คำตอบ การเรียนดำเนินไปเช่นนี้จนกว่าผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาหรือเข้าใจปัญหา

6. ด้านการฝึกเกมส์ (Training Games) คอมพิวเตอร์สามารถทำให้นักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่นเกมส์กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือเล่นแข่งกับเพื่อน เกมที่เล่นจะรับการออกแบบไว้อย่างดีแล้ว เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ คอมพิวเตอร์จะเก็บคะแนนไว้ และปรับระดับความยากง่ายของเกมส์ ให้เหมาะกับระดับทักษะของนักเรียน

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206-255) กล่าวถึงวิธีการและประเภทของงานการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ สรุปได้ดังนี้

1. การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด (Drill) วิธีการนี้เป็นที่รู้จักกันดีมาตั้งแต่ต้น มักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจทบทวนและช่วยเพิ่มพูน ความรู้ หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดในลักษณะนี้ มักจะเป็นบทเรียนสั้นๆ ที่นิยมกันมาก แบบหนึ่งก็คือ จับคู่ ซึ่งว่าถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3-5 ตัว การสอนในลักษณะนี้ จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อย ๆ เพิ่มเนื้อหา โดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก

2. การเจรจา (Dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ถึงแม้วิธีการทำจะค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาตามลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีให้ป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

3. การจำลองสภาพ (Simulation) วิธีการนี้เป็นการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไปหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิชขบเครื่องบินโดยใช้สถานการณ์จำลองจากคอมพิวเตอร์แทนการปฏิบัติจริงก่อนจนกว่าจะชำนาญเป็นต้น การจำลองสภาพจริงมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่นการจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การจำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงคู่ว่า จะมีปัญหาอย่างไรหรือไม่ก่อนจะลงมือทำถนนจริงๆ

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริงๆ อาจยังไม่เกิดผล แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เกมส์ (Games) ได้แก่ การเรียนรู้จากการเล่น การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนานและหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมสันั้นจะช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เกมสัที่นำมาใช้ต้องมีเป้าหมายที่แน่นอนเพื่อให้ผู้เล่นจะต้องพยายามบรรลุเป้าหมายคือชัยชนะ โดยต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่างๆ ประกอบด้วยตลอดเวลา โดยทั่วไปเกมสัที่ใช้ประกอบการเรียนมี 2 ประเภท คือ ประเภทการแข่งขันและประเภทความร่วมมือ เกมสัประเภทแข่งขันมองแต่ชัยชนะสอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมสัความร่วมมือ มักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็น CAI ที่เน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เพื่อนำคะแนนของแต่ละเกณฑ์ไปรวมกันเพื่อการตัดสินใจ

6. การค้นพบของใหม่ ได้แก่ CAI ประเภทที่ให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนในด้านต่างๆ แล้วผู้เรียนจะสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ หรือค้นพบสิ่งใหม่ในลักษณะที่เกิดการเรียนรู้

7. การทดสอบ คือ การใช้ CAI ในการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไปด้วย ซึ่งจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

สรุปประเภทของ CAI โดยทั่วไป แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ แบบการสอน (Instruction) แบบสอนเสริม (Tutorial) แบบฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) แบบเกมส์ (Games) แบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) แบบทดสอบ (Testing) แบบสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักค้นพบ (Discovery or Investigation) และแบบเจรจา (Dialogue)

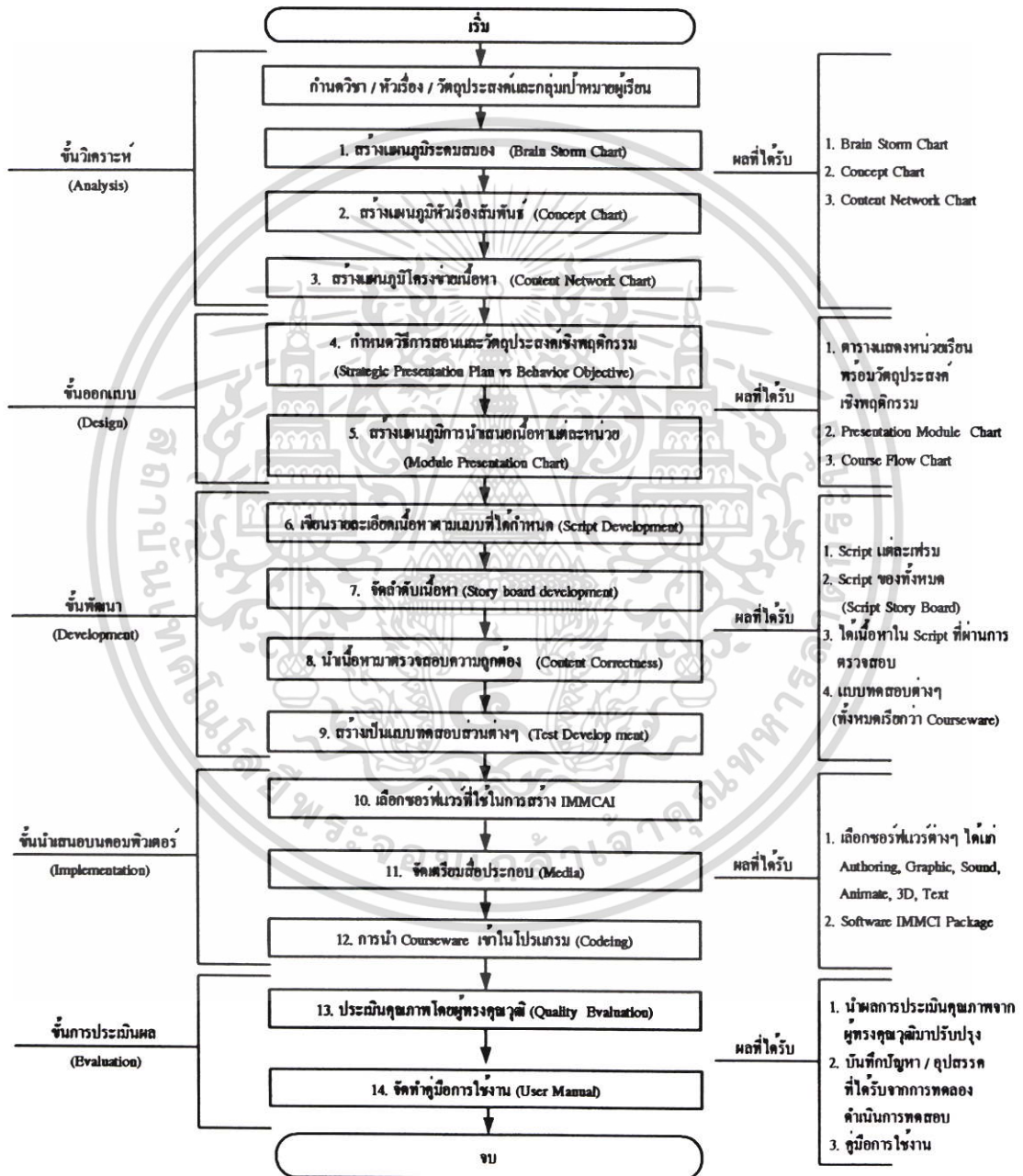
### 2.2.3 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทต่างๆ ได้มีผู้เสนอขั้นตอนหรือวิธีการพัฒนาหลายแนวคิด มีขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันบ้าง

ไพโรจน์ ติรณชนากุล และไพบุลย์ เกียรติโกมล (2541 : 14-18) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในลักษณะของการสอนเนื้อหาหรือความรู้ใหม่ แบบ Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction : IMMCAI โดยเริ่มจากหัวข้อเป้าหมายที่กำหนด วัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้บทเรียน การพัฒนาควรจะดำเนินได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)
3. ขั้นตอนการพัฒนา (Development)
4. ขั้นตอนการสร้าง (Implementation)
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการพัฒนา IMMCAI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำบทเรียนออกเผยแพร่ (Publication) และควรจะมีการติดตามผล (Follow up) เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาครั้งต่อไป รายละเอียดของการพัฒนา IMMCAI ทั้ง 5 ขั้นตอนหลักสามารถพัฒนาเป็นขั้นตอนย่อยๆ แบ่งเป็น 14 ขั้นตอน ดังนี้

ก) เริ่มจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด โดยมีวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายกำกับ

ข) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) มีขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างแผนภูมิ (Brain Storm Chart) ของเนื้อหาที่ควรจะมีตามหัวข้อเรื่องที่กำหนด โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใดๆ เลย
2. สร้างแผนภูมิหัวข้อเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ภายหลังการวิเคราะห์ที่ละเอียด ตัด-เพิ่มหัวข้อเรื่องตามเหตุ-ผล และความเหมาะสม
3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis)

ค) ขั้นตอนออกแบบ (Design) มีขั้นตอน ดังนี้

4. กำหนดวิธีการนำเสนอ แล้วเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน (Strategic Presentation Plan VS Behavior Objective) แล้วลำดับแผนการนำเสนอบทเรียนเป็นแผนภูมิ (Course Flow Chart)
5. สร้างแผนภูมิกำหนดนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) เป็นรูปแบบและลำดับการนำเสนอบทเรียนตามหลักการสอน

ง) ขั้นตอนพัฒนา (Development) มีขั้นตอน ดังนี้

6. เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบๆ จะต้องเขียนไปตามที่ได้วางแผนไว้
7. จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำเอากรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script มาเรียงเรียงลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมากเมื่อเป็นแบบ active
8. นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มาหาค่าความถูกต้อง (Content Correctness)
9. สร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ ผลที่ได้ทั้งหมดจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

จ) ขั้นตอนสร้าง (Implementation) มีขั้นตอน ดังนี้

10. เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์
11. จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption

เอกสารไว้ให้พร้อมที่จะใช้งานสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรมด้วยความประณีตและด้วยทักษะที่ดี ซึ่งได้เป็นบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ [(Subject) CAI Software]

ฉ) ชั้นประเมินผล (Evaluation) มีขั้นตอน ดังนี้

13. ประเมินคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดการให้คณะผู้ทรงคุณวุฒิทาง IMMCAI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

14. จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package เมื่อได้พัฒนาตาม 14 ขั้นตอน และเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ตามที่ได้มุ่งหวังไว้เป็นอันว่าได้พัฒนา Instruction IMMCAI Package ที่มีคุณภาพสำเร็จและสามารถนำออกเผยแพร่ (Publication) ใช้งานต่อไปได้ แต่ควรจะมีระบบติดตามผล (Follow Up) เพื่อนำผลมาประกอบการปรับปรุงพัฒนางานต่อไป

ในเรื่องขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ อำนวย เดชชัยศรี (2539: 46-50) ได้กล่าวว่าขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาที่เช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรม การสร้างบทเรียนจึงใช้วิธีการเดียวกับการสร้างบทเรียน โปรแกรม เมื่อได้บทเรียน โปรแกรมแล้ว ซึ่งบางตำราเรียกว่าบทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Text) จากนั้นจึงนำไปแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จเพื่อสร้างเป็นคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามเนื้อหาที่เขียนโปรแกรมออกแบบ ดังนั้น ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อเข้าใจผู้เรียนแต่ละระดับและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ฉะนั้นในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ว่า เนื้อหาวิชานั้นจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อคุ้มค่าการลงทุน และสามารถช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนได้

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ จะเป็นแนวทางแก่ผู้ออกแบบบทเรียน เพื่อทราบว่าคุณเรียนหลังจากจบแล้ว จะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน การกำหนดวัตถุประสงค์ จึงกำหนดได้ทั่วไปและเชิงพฤติกรรม สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องคำนึงถึง

- ผู้เรียน (Audience) ว่ามีพื้นฐานความรู้แค่ไหน
- พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุ

เป้าหมาย การวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำถาม นับแยกแยะ แต่งประโยค

- เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสภาวะที่พฤติกรรมของ

ผู้เรียนจะเกิดขึ้น เช่น เมื่อนักเรียนดูภาพแล้วจะต้องวาดภาพนั้นส่งครู เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว เช่น อ่านคำควมกล้าได้ถูกต้อง 20 คำ จาก 25 คำ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยต้องย่อยเนื้อหาเป็นเนื้อหาหลัก มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) ว่าจะเริ่มขั้นตอนไหนและดำเนินการไปทางใด

4. การสร้างแบบทดสอบ ต้องสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบจะเป็นตัวบ่งชี้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

5. การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนต้องกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของบทเรียนเสียก่อน จะทราบว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีสัดส่วนอย่างไร บทเรียนจึงจะมีขั้นตอนที่ดี

#### 2.2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตีรณานกุล และคณะ (2542 : 4-13) กล่าวถึงการนำหลักการสอน 9 ข้อของกาเย่ (Gagne) มาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบบทเรียนแบบ IMMCAI : Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะของการสอนจริง (Live Instruction) ดังนี้

##### 2.2.4.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Pre-view or Warm-up)

การนำเข้าสู่บทเรียนเป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งที่มุ่งหมายที่จะสอน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ในการนำเข้าสู่บทเรียนควรดำเนินการ ดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ (Inform the learner of the Objectives) การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงเค้าโครงการของเนื้อหา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ จะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและทำให้ผู้เรียนสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าด้วย การทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ สามารถทำได้หลายแบบ เช่น เป็นการสร้างความเข้าใจอย่างกว้างๆ จนถึงการรับรู้ในหัวข้อย่อยด้วย ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความหรือภาพวิดีโอ ภาพต่อเนื่องหรือคำบรรยายที่เสนอบนจอ ควรที่จะสั้นและได้ใจความและสิ่งที่เสนอนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้คำ ภาพ แผนภูมิที่สั้นๆ สื่อความหมายดีและเข้าใจง่าย
- หลีกเลี่ยงสิ่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่น่าสนใจโดยทั่วไป
- ไม่ควรยืดเยื้อจนเกินไป โดยเฉพาะในเนื้อหาย่อยในแต่ละส่วนๆ
- การทำให้ผู้เรียนมีโอกาสทราบส่วนที่สามารถประยุกต์ใช้ จะทำให้น่าสนใจ

ได้บ้าง

- หากบทเรียนมีหลายบทเรียน การนำเสนอแผนภูมิบทเรียนแทน Menu จะ

ทำให้ง่ายขึ้น

- การนำเสนอเรื่องราว นำ เพื่อสร้างความสนใจในการนำเข้าบทเรียนเป็นสิ่งที่ดี แต่ควรคำนึงถึงด้านเวลา กำหนดช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดเป็นพิมพ์เพื่อข้ามช่วงไปก็ได้

## 2. การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้น (Gaining Attention) ในการ

นำเข้าบทเรียน ควรจะทำให้ผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้น ควรจะเริ่มต้นด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียน จะต้องเริ่มตั้งแต่ Title ของบทเรียน ในการสร้าง Title นั้นจะต้องออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ ถึงแม้ต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกด Space Bar หรือการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟฟิคนั้นควรมีขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน
- ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว
- ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
- ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก
- กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาพไม่นานจนเกินไป ให้ผู้เรียนกด Key ใดๆ
- ในกราฟฟิกดังกล่าว ควรแสดงชื่อเรื่องบทเรียนหรือหัวเรื่องเนื้อหาไว้ด้วย
- ควรใช้เทคนิคการเรียงกราฟฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว มีการเคลื่อนไหวที่

เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.4.2 การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Presenting Main Content)

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรจะเริ่มจากส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการนำเข้าบทเรียน และจะต้องยึดหลักการสอนที่จะต้องเริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ จากพื้นฐานไปสู่สิ่งที่สูงขึ้น จากสิ่งที่เข้าใจง่ายไปสู่สิ่งที่สลับซับซ้อน และการนำเสนอสิ่งต่างๆ ที่สร้างเสริมความเข้าใจเป็นกลุ่มก้อนที่เหมาะสม เพื่อเป็นการสร้างผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่สูงขึ้น ในการเสนอเนื้อหาควรดำเนินการดังนี้

1. ทำการกระตุ้นให้หวนนึกถึงความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prerequisites) ในการเรียนความรู้ใหม่ของผู้เรียน เนื้อหาและแนวความคิดอาจต้องมีส่วนอาศัยพื้นฐานความรู้บางเรื่องมาก่อน หากผู้เรียนสามารถจำเรื่องเหล่านั้นได้ จะทำให้ผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ง่ายขึ้น ดังนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องหาวิธีการชี้นำประยุกต์ให้ผู้เรียนได้หวนนึกถึงความรู้เดิมให้ได้ก่อน ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนด้วย เช่น จัดให้ทำกิจกรรมที่จะหวนสัมพันธ์กับเนื้อหาเดิม การนำเสนอเรื่องราว ภาพ หรือเหตุการณ์ที่จะโยงไปยังเนื้อหาเดิมได้ หรือใช้วิธีการตรวจสอบต่างๆ ที่จะวัดและชี้นำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (หมายเหตุ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) นี้จะต่างจากการทดสอบก่อนเรียนเพื่อผลสัมฤทธิ์ ซึ่งจะเป็นการทดสอบเพื่อหาระดับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนรู้ก่อนเข้าเรียนบทเรียน) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนความรู้เดิมนี้ อาจใช้การทดสอบเสมอสำหรับการเข้าสู่บทเรียนใหม่ แต่หากเป็นบทเรียนที่สร้างเป็นหน่วยๆ ต่อๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า ซึ่งเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วว่า การกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม จะมากบ้าง น้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหา

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ห้ามใช้การคาดคะเน ว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรจะมีการทดสอบหรือให้ความรู้ เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงตามเนื้อหามากที่สุด
- ในระหว่างการเรียนเนื้อหาใหม่ ควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนเนื้อหาเดิมได้ตลอดเวลา
- อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ (Presenting the Stimulus Material)

ในการการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถนำเสนออย่างน่าสนใจโดยการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ๆ และได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อเขียนเพียงอย่างเดียว เพราะภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ บางครั้งในเนื้อหาบางช่วง มีความยากในการที่จะสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรหาวิธีการอื่นๆ ที่จะนำเสนอแทนด้วยภาพได้ ซึ่งจะได้ผลดีกว่าข้อเขียนทั้งหมด

ภาพที่สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟและส่วนอื่นๆ ส่วนภาคเคลื่อนไหว (Motion Picture) ได้แก่ ภาพจากสัญญาณวิดีโอ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่นๆ เช่น ภาพถ่ายดิจิทัลจาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น การใช้ภาพประกอบเนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสม ดังนี้

- มีรายละเอียดไม่มากเกินไป
- ใช้เวลาให้ภาพปรากฏบนจอไม่ล่าช้าเกินไป
- ภาพจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- ไม่สลับซับซ้อน เป็นที่เข้าใจยาก
- ต้องให้เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบทางกราฟิก

หากจะต้องมีเนื้อหาที่เสนอเป็นข้อความหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะข้อเขียนเหล่านั้นจะเบียดเสียดทำให้อ่านยาก จะทำให้ผู้เรียนต้องพยายามอ่าน อาจรู้สึกเบื่อที่ต้องอ่านนาน ๆ ด้วย

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ควรใช้ภาพหนึ่งประกอบการเสนอเนื้อหาเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน และมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
- ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์หรือภาพเปรียบเทียบในส่วนเนื้อหาที่ควรจะมี
- ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน จะต้องเน้นให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกะพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น จุดที่ด้านล่างของภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จัดรูปแบบของคำอ่านให้นำอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้  
จบเป็นตอนและไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

- การกำหนดส่วนของปฏิสัมพันธ์ จะต้องกำหนดให้สามารถกระทำได้หลาย  
รูปแบบ ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว

3. กำกับแนวทางการเรียนที่เหมาะสม (Providing Learning Guidance) ในการเรียนรู้ หากมีการจัดระบบการเรียนเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิม จะทำให้การเรียนที่กระจำจชัด (Meaningful Learning) และทำให้สามารถวิเคราะห์ และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ แต่โดยทั่วไป ผู้เรียนจะไม่ทราบ รวมทั้งอาจจะไม่ชำนาญในแนวทางการ เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพก็ได้ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพยายามหาเทคนิคในการที่จะชี้แนะ กำกับ และกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ใน แนวทางที่เหมาะสม นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้อง พยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำตอบของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจชัดด้วย เทคนิคของ การดำเนินเนื้อเรื่องบทเรียนการใช้ภาพเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่าง จะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะ และเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น Guided Discovery หรือการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการชี้นำการเรียนรู้ของ ผู้เรียน โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ แล้วค่อยๆ แคบลงหรือการใช้ คำถามตะล่อนถาม จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เป็นต้น

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ต้องชี้แนะให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา และช่วยให้เห็นว่า  
เนื้อหานั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่อย่างไร

- ให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวคิด (Concept) ใหม่ให้  
ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของเครื่องกลึงหลายๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด

- ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง  
เช่น ให้รูปภาพเครื่องตัด ภาพของเครื่องเจียร และบอกว่าเครื่องเหล่านี้ไม่ใช่เครื่องกลึง เป็นต้น

- ในการเสนอเนื้อหาที่ยากควรมีตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมถ้าเป็น  
เนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม

- จะต้องออกแบบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้เดิม และ  
ประสบการณ์เดิมด้วย

### 2.2.4.3 การเสริมความเข้าใจในบทเรียน (Re-enforcement)

ในการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามขั้นตอนในการนำเสนอในข้อ ข. อาจจะทำให้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ระดับหนึ่ง ซึ่งอาจจะยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ ดังนั้นการจัดให้มีกิจกรรมเสริมความเข้าใจเพิ่มขึ้น จะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กระบวนการเสริมความเข้าใจบทเรียน สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

#### 1. กระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง (Eliciting Performance)

ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะมีมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ หากผู้เรียนได้มีโอกาสดำเนินการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ได้ร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การตอบสนองต่อการถาม การโต้ตอบในด้านกิจกรรมอื่นๆ ที่จำเป็นและเหมาะสม เช่น การทำการทดลอง การทำแบบฝึกหัด หรือการแสดงออก เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ดีกว่าผู้ที่เรียน โดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ มากให้การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น สามารถปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interactive) ได้ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็นการเลือกกิจกรรมและ การโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรู้สึเบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมคิดหรือติดตาม ซึ่งทำให้เกิดความผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น อุปกรณ์อื่นๆ ที่จัดเป็นการสอนแบบ Non-interactive เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ออกแบบให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
- ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อสร้างความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- ควรมีกระบวนการสร้างความคิดและจินตนาการ จากการตะล่อมด้วยคำถาม
- หลีกเลี่ยงถามและการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้ง การถามแต่ละครั้ง เมื่อทำผิดสักครั้งสองครั้ง ควรจะให้ Feedback แล้วเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- ในการตอบสนองจากผู้เรียน ควรไม่ให้มีความผิดพลาด แต่หากเป็นส่วนเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space ในการพิมพ์ อาจเกิดไปหรือขาดหายบางครั้ง ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก ก็อาจใช้วิธีการเตือนให้แก้ไขได้ เป็นต้น
- จะต้องแสดงให้การตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถามและการตรวจปรับคำตอบ จะต้องอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นกรอบซ้อนขึ้นมาในกรอบหลัก

เดิมก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ (Assessing Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การตรวจสอบระดับความรู้ใหม่ที่เรียนเพื่อผลทางการเสริมการให้ความรู้ใหม่เพิ่มหรือซ้ำ จะทำการเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปได้ผลสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือจัดทำกิจกรรมใดๆ ที่เหมาะสมและสัมพันธ์เนื้อหา จะมีผลทำให้เกิดการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วยการประเมินผลหรือกระทำกิจกรรม ควรครอบคลุมและเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วนอาจจำแนกแบบประเมิน (ทดสอบ) หรือกิจกรรมออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา ซึ่งขึ้นอยู่กับกรอบแบบเรียนว่าจะต้องการแบบใด การประเมินหรือกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องย้อนผลกลับด้วยการเฉลยให้ผู้เรียนได้รับรู้ระดับการเรียนรู้ของตนเองด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- สิ่งที่ต้องการประเมินและกิจกรรมนั้น ต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- การย้อนกลับ (Feedback) จะเป็นสิ่งที่ถูกต้องและเสริมความเข้าใจ มากขึ้น และต้องอยู่บนกรอบเดียวกัน และแสดงตัวโต้ตอบต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- ไม่ควรให้ผู้เรียนจะต้องพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกจากจะทำให้เสียเวลาแล้ว ผู้เรียนอาจจะเกิดความเบื่อหน่าย
- ให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งในแต่ละคำถาม และจะต้องมีคำเฉลยที่ถูกต้องแสดงให้ดูด้วย
- จะต้องกำกับการโต้ตอบให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน เช่น ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

3. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน IMMCAI สามารถกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นและทำให้ผู้เรียนได้ดี เมื่อมีการย้อนผลกลับ (Feedback) โดยการบอกเป้าหมายที่จะเรียนให้ชัดเจน และให้ตำแหน่ง ณ ที่เรียนขณะนั้น ผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายอย่างไร ทำให้ผู้เรียนไม่เรียนรู้ในความมืด ผู้เรียนจะทราบสภาพแวดล้อมการเรียนอย่างไร

การย้อนกลับที่เป็นรูปภาพจะช่วยเร่งความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน หรือด้วยคำเขียน คำตอบต่างๆ รวมทั้งเป็นกราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดี

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนโต้ตอบ
- จะต้องทำให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด โดยแสดงผลย้อนกลับบนกรอบเดิม
- ถ้าใช้ภาพย้อนกลับ จะต้องเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วยถ้า

หากหาภาพที่เกี่ยวข้องตรงๆ ไม่ได้ ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้

- อาจใช้ภาพกราฟิกในการย้อนกลับ แต่ควรให้เหมาะสมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วย ถ้าหากหาภาพที่เกี่ยวข้องตรงๆ ไม่ได้ ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้
- สามารถใช้เสียงสำหรับการย้อนผลกลับได้ แต่คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิดควรใช้เสียงที่ต่างกัน
- ถ้าเป็นคำถามหรือ โจทย์ที่มีตัวเลือก ควรเฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง (เฉพาะในส่วนที่เป็น Re-enforcement เท่านั้น)
- สามารถใช้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
- ในการนำเสนอลำดับข้อในการเสริมความเข้าใจ จะต้องใช้การสุ่มย้อนกลับเพื่อสร้างความสนใจ และจะไม่สามารถจำได้ หากจะต้องทำซ้ำ

#### 2.2.4.4 การสรุปทบทวน (Re-view)

1. การเสริมการจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer) ในการออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นสุดท้ายข้อเสนอแนะของกาเบ่ (Gagne) จะให้เป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักซ้อมปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้ออกแบบการสอนจะได้แนะนำ การนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมกิจกรรมเหล่านี้ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนการจำจากความจำชั่วคราวเป็นความจำระยะยาวได้ และจะสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้อื่นได้ด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ให้สรุปให้ชัดเจนว่า ความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
- ทำการทบทวนหลักการหรือแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม
- ชี้นำเสนอแนะการนำความรู้ใหม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
- เสนอแนะแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าศึกษาต่อไปให้ชัดเจน

#### 2.2.5 ข้อควรคำนึงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตีรณชนากุล และไพบุลย์ เกียรติโกมล (2541 : 14-18) กล่าวถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงหลายสาขาร่วมกันพัฒนาผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ มีดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา (Content Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียน CAI เป็นอย่างดี สามารถที่จะให้คำปรึกษาในขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหานั้น ๆ ลำดับของหัวข้อที่จะเรียน ความสัมพันธ์ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต่อเนื่องของเนื้อหา รวมทั้งจุดที่เป็นปัญหาของเนื้อหาในการทำความเข้าใจของผู้เรียนขณะทำการสอนปกติ โดยทั่วไปมักเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาดังกล่าวมาเป็นเวลานาน

2. นักการศึกษา (Educator) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี รู้จักจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ การวัดผลและการประเมินผลในรูปแบบต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานเกี่ยวกับวิธีการนำเสนอและวิธีการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียน CAI ที่จะสร้างขึ้น การออกแบบและการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป ตลอดจนวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เหมาะสมกับบทเรียนที่จะสร้างขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยี (Multimedia Technology Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดีย (ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิกและเสียง) ซึ่งจะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานในการคัดเลือกอุปกรณ์และการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดียที่จะนำเข้ามาประกอบในบทเรียน CAI ที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนCAI ทางด้านช่างแขนงหนึ่ง ซึ่งต้องการนำเสนอภาพเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรชนิดหนึ่ง ก็จะสามารถจัดสร้างได้โดยการถ่ายทำเป็นภาพวิดีโอจากสถานการณ์จริง แล้วจึงนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลที่สามารถนำเสนอบนระบบคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น

4. โปรแกรมเมอร์ (Programmer) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนเช่น โปรแกรม Macromedia Authorware เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สวยงามและมีความสนใจ จนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับ โปรแกรมที่เหมาะสมในการสร้างบทเรียนตลอดจนฮาร์ดแวร์ที่จะใช้ในการ Run ตัวบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วย

สำลี ทองทิว (2534 : 50-61) กล่าวถึงสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ Software สำหรับการศึกษาหรือบทเรียน CAI สรุปได้ดังนี้

1. Software นั้นต้องมีเนื้อหาทางการศึกษาที่ทันสมัย ทันต่อความก้าวหน้าของศาสตร์นั้น และจะต้องเป็นเนื้อหาที่ได้รับการเปลี่ยนรูปให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน
2. Software นั้นจะต้องเน้นความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาสมองของผู้เรียนตามวุฒิภาวะและความต้องการเฉพาะตน
3. ผู้สร้าง Software นั้นจะต้องเข้าใจคุณสมบัติพิเศษของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์และใช้คุณสมบัตินั้นให้เป็นประโยชน์มากที่สุด
4. คุณสมบัติพิเศษของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อยู่ที่สามารุทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อโปรแกรมได้ ดังนั้นการออกแบบ Software จึงควรเน้นที่คุณสมบัติพิเศษนี้ ไม่ใช่เพียงการถ่ายถอดข้อความ (Text) ลงในแผ่นดิสก์ (Disk) เท่านั้น เพราะผู้เรียนจะทำได้เพียงอ่านโปรแกรมบนจอภาพเช่นเดียวกับการอ่านหนังสือเท่านั้น

สรุปผู้วิจัยได้เลือกสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบสอนเสริม (Tutorial) เพื่อเป็นบทเรียนทบทวนเนื้อหาเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ และสร้างตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ IMMCAI โดยออกแบบให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนต่อไปนี้เป็น การนำเข้าสู่บทเรียน การให้เนื้อหา การตรวจปรับความเข้าใจ และสรุป

## 2.3 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวัตถุประสงค์สำคัญ 5 ประการ คือ (วชิระ อินทร์อุดม, 2540 : 75)

- 2.3.1.1 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน
- 2.3.1.2 เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม
- 2.3.1.3 เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน
- 2.3.1.4 เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพบรรจุภัณฑ์และคู่มือการใช้บทเรียน
- 2.3.1.5 เพื่อหาประสิทธิภาพความคุ้มค่าในการใช้

### 2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลว่า ผู้ประเมินต้องการข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพหรือทั้งสองอย่าง ข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่ได้มาจาก (วชิระ อินทร์อุดม, 2540 : 78)

- 2.3.1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3.1.2 แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่อยู่ภายในบทเรียน
- 2.3.1.3 แบบสอบถาม
- 2.3.1.4 แบบสังเกตการณ์และแบบสัมภาษณ์
- 2.3.1.5 แบบรายงานผลการเรียนรายบุคคลที่บันทึกไว้ในโปรแกรมบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างน้อยที่สุด ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และนักเทคโนโลยีการศึกษา ควรได้ให้ความเห็นชอบว่ามีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ และมีกระบวนการในการหาประสิทธิภาพอย่างรัดกุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.3 การสร้างมาตราส่วนการประมาณค่า

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2530 : 194) ได้กล่าวไว้ว่ามาตรฐานประมาณค่า เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อประเมินค่าคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งในการวัดผลการศึกษามักใช้เพื่อการประเมิน คุณภาพ พฤติกรรมของนักเรียน เช่น การพูด การร้อง ทักษะในการปฏิบัติงาน หรือทักษะในการปฏิบัติงาน เป็นต้น ในการตัดสินประเมินค่าพฤติกรรมนักเรียนนั้นมักจะประเมินทันที เมื่อพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แต่การประเมินค่าของผลงานนักเรียนอาจประเมินงานเสร็จ หรือหลังจากนั้นก็ ได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมาตราส่วนประมาณค่าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

1. รายการของคุณสมบัติ หรือคุณภาพที่ประเมิน
2. มาตรฐานบางอย่างที่จะชี้ หรือจะแสดงว่าคุณสมบัตินั้นๆ มีมากน้อยใน

ระดับใด

Hopkins and Antes. อังใน (สมถวิล ชาญชัย, 2537 : 10) กล่าวว่า มาตรฐานประมาณค่านี้ สามารถใช้ในกรณีเป็นข้อความ เป็นการประเมินค่าคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาเป็นตัวเลข หรือสามารถใช้วัดทัศนคติ หรือแรงจูงใจ ซึ่งจะใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แสดงถึงความสำคัญของคุณลักษณะที่แสดงออกมา

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2526 : 20-23 ) กล่าวว่า มาตรฐานประมาณค่า สำหรับการวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครู คือ มีโอกาสที่จะมีระดับความเป็นปรนัยค่า ความลำเอียงหรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินของครูจากการสังเกตเป็นระบบดีขึ้น คือ มาตรฐานประมาณค่า(Rating Scales) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสิน และมาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด มาตรฐานประมาณค่าจึงอยู่ในรูปของเครื่องมือในการบันทึกและรายงานผลการตัดสิน ซึ่งจะได้ผลเพียงขึ้นกับมาตราส่วนประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้อย่างดีเพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

ลักษณะของมาตราส่วนประมาณค่ามีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนหรือทักษะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไรหรือต้องมีลักษณะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจ จึงเหมือนการจัดตำแหน่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่มๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควรจึงจะได้เหมาะสม ต้องรู้และระลึกอยู่เสมอว่ากำลังประมาณคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคนประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณค่ามาเปรียบเทียบกันต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับประมาณค่าแต่ละระดับของมาตราส่วนประมาณค่าทั้งแบบ

3, 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scales) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลขหรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรมโดยตามปกติจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้น และใช้ในความหมายเดียวกันทุกมาตรฐาน อาจจะใช้ที่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ และมักใช้จำนวนคี่เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรฐานนั้น

2. มาตรฐานประมาณค่าแบบพหุ (Descriptive Rating Scales) แบบนี้จะเป็นการบรรยายบอกระดับคุณลักษณะนั้น ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคี่ คือ 3, 5, 7 เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใดก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้นประเมิน

3. มาตรฐานประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scales) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับเข็ม ความถี่ โดยแบ่งช่วงระดับแล้วมีคำบรรยายอยู่ข้างได้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณาว่านักเรียนมีลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปลงในช่วงนั้น ซึ่งต่างจากมาตราประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้ค่าต่างๆ แทนรหัสเลข

การสร้างมาตรฐานการประมาณค่า ก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่นๆ ที่มุ่งให้ค่าวัดหรือค่าที่กะประมาณได้เป็นค่าที่เป็นความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นมุ่งหมายสูงสุด และยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัยใช้เหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอน ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้ากำหนดจุดประสงค์ก่อนการเรียนใช้พฤติกรรมวัดได้ สังเกตก็จะช่วยให้สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจนในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้นแล้วนำไปสร้างมาตรฐานประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะ หรือตัวแปรสำคัญนั่นเองตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยไว้มาก แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์กับกลุ่มเวลา เครื่องมือ เป็นต้น และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องนิยามตัวแปรที่จะวัดเหล่านั้นออกมาเป็นนิยามวัดได้ สังเกตได้ เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ที่เลือกไว้ การนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้มาตรฐานประมาณค่ามีความเป็นปรนัยดีขึ้น บางกรณีอาจต้องแยกนิยามเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ประมาณค่า (Rater) ต่างหาก

4. การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประมาณค่ามีน้ำหนักต่อความสำเร็จต่างกัน จึงต้องมีการถ่วงน้ำหนักตัวแปรต่างๆ การให้นี้มักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกและสร้างมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึง  
สิ่งต่อไปนี้

- 5.1 จะนำค่าที่ได้จากการประเมินค่าไปใช้เครื่องมือที่สูงต่ำ  
เพียงไร
- 5.2 ความสามารถของผู้ประมาณค่าในการใช้เครื่องมือนั้น  
สูงต่ำเพียงไร
- 5.3 ตัวแปรที่จะตัดมีลักษณะเช่นไร แคบ หรือ กว้าง สังเกตได้  
ง่าย หรือ ยาก เพียงไร
- 5.4 สถานการณ์ประมาณค่า เช่น ขณะแข่งขัน ขณะซ้อม กลุ่มเล็ก  
ใหญ่ เป็นต้น

5.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณ  
ค่า เช่น เครื่องมือในการเล่น ผู้ช่วย เวลา เป็นต้น

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราส่วนประมาณค่าการเลือกใช้จำนวนชั้นของ  
มาตราส่วนประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้ละเอียดอย่างไรเพียงไร  
ส่วนใหญ่ใช้ระหว่าง 3 ชั้น หรือ 3 ระดับ แล้วใช้จำนวนนี้ เพื่อมีจุดกึ่งกลางเป็นหลักในการ  
พิจารณาได้ (สมถวิล ชาญชัย. 2537) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างมาตราส่วนประเมินค่า ดังนี้

- 6.1 กำหนดเนื้อหาที่จะประเมินตามธรรมชาติของเนื้อหา หรือ  
คุณลักษณะของกิจกรรมนั้น
- 6.2 กำหนดจำนวนระดับที่จะประเมิน
- 6.3 กำหนดนิยามหรือความหมายของแต่ละระดับ
- 6.4 โอกาสที่จะประเมินนักเรียนแต่ละระดับเท่ากัน
- 6.5 ใบบันทึกการประเมินต้องเตรียมให้เพียงพอต่อการประเมิน  
นักเรียนแต่ละคน
- 6.6 จะต้องมีการเลือกนักเรียนและฝึกผู้ที่จะทำการประเมินค่า

Hopkins and Antes.(1979 : 175) ได้เสนอแนะสำหรับการสร้างมาตราส่วน ประมาณค่า  
ดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการใช้ช่วงคะแนน 2-3 ระดับ เนื่องจากจะได้ผลของการวัดที่  
ยากและเป็นการสิ้นเปลืองเวลาในการสังเกต
2. ระบุความหมายของแต่ละระดับบนมาตราส่วน และทำเครื่องหมาย  
ระหว่างคะแนนที่ต้องการจะตีความหมาย
3. เลือกใช้ข้อความที่ผู้สังเกตสามารถเข้าใจได้ตรงกับพฤติกรรมที่จะวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 วิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ (วชิระ อินทร์อุดม.

2540 : 78)

2.3.4.1 วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา หาข้อบกพร่องของบทเรียนและการทำงานของโปรแกรม ตลอดจนคุณภาพทางด้านเทคนิค

2.3.4.2 วัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน มีวิธีการประเมิน 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดสอบกลุ่มย่อย และทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ

ไพโรจน์ ตีระชนากุล (2528 : 63-89) กล่าวถึงข้อควรพิจารณาในการสร้างแบบประเมินคอร์สแวร์หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปทางการศึกษาว่าควรมีข้อพิจารณา ดังนี้

1. มีเอกสารสิ่งพิมพ์และคู่มือประกอบโปรแกรมหรือไม่
2. โปรแกรมนั้นทำงานเรียบร้อยดี มีข้อผิดพลาดในการทำงานหรือไม่
3. โปรแกรมใช้งานง่าย ปฏิบัติตามได้หรือไม่
4. กิจกรรมโปรแกรมเหมาะสมกับการเรียนหรือไม่

นอกจากนั้น ไพโรจน์ ตีระชนากุล (2528 : 63-89) ยังได้เสนอตัวอย่างแบบการประเมินผลบทเรียนที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีวัดแบบสเกล (Scale) เพื่อให้คะแนนคุณภาพของบทเรียนเป็นรายด้าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ดีมาก	ได้คะแนน	4
ดี	ได้คะแนน	3
ใช้ได้	ได้คะแนน	2
ไม่ดี	ได้คะแนน	1
ไม่มี	ได้คะแนน	0

รายละเอียดในแบบฟอร์มที่ต้องประเมินในด้านต่าง ๆ มีดังนี้

1. ด้านเนื้อหา รายละเอียดการประเมิน ได้แก่
  - เนื้อหาถูกต้อง
  - เนื้อหามีคุณค่าสำหรับการเรียนรู้
  - เนื้อหาทันสมัย
2. ด้านคุณภาพทางการสอน รายละเอียดการประเมิน ได้แก่
  - วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนได้กำหนดไว้ชัด
  - บทเรียนสามารถให้ผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
  - การเสนอบทเรียนเรียงไว้ถูกต้องและชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้ใช้ตามเป้าหมาย
- การใช้ภาพและเสียงเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง
- บทเรียนสร้างความสนใจดี
- บทเรียนเสริมสร้างความคิดริเริ่มดี
- การสนองกลับจากเรื่องมีประสิทธิภาพดี
- ผู้เรียนสามารถควบคุมความเร็วของบทเรียนได้
- บทเรียนสามารถประสานกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

### 3. ด้านเทคนิค รายละเอียดการประเมิน ได้แก่

- เอกสารเสริมการใช้บทเรียนเข้าใจง่าย
- เอกสารเสริมมีประสิทธิภาพดี
- ข้อมูลแสดงที่จอภาพมีประสิทธิภาพดี
- ผู้เรียนเป้าหมายสามารถใช้บทเรียนได้เอง
- ครูสามารถควบคุมบทเรียนได้ง่าย
- บทเรียนสามารถใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ได้เหมาะสมดี
- บทเรียนได้เสียง่ายเมื่อใช้ในภาวะปกติ

สรุปในการประเมินคุณภาพของสื่อ ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะ บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างแบบ IMMCAI : Interactive Multimedia Computer Assisted Instruction ไพโรจน์ ตรีธนากุล และไพบุลย์ เกียรติโกมล (2541 : 14-18) กล่าวถึง การประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) ของบทเรียน ได้แก่ด้านข้อความ (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพวิดีโอ (Video) และเสียง (Audio) รวมถึงด้านการ ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียน นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นคุณสมบัติเด่นที่สำคัญ ที่ทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่แตกต่างจากบทเรียนสำเร็จรูปประเภท อื่นๆ ซึ่ง ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 129-130) กล่าวว่าผู้ที่ทำหน้าที่ประเมินสื่อ ได้แก่ ผู้สอน ผู้ชำนาญ คณะกรรมการเฉพาะกิจ หรือประเมินโดยผู้เรียน เป็นต้น

## 2.4 แผนภูมิสมิทท์ (Smith chart)

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหา เรื่องแผนภูมิสมิทท์ มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ สอนเสริม โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.1 ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทซ์

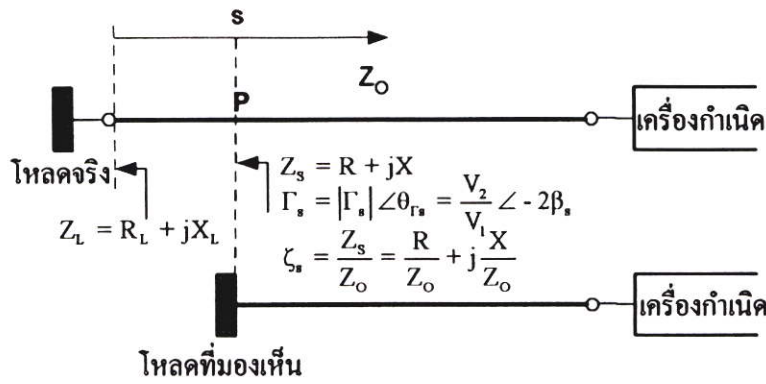
- 1.1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทซ์
- 1.1.2 พารามิเตอร์ต่างๆ ของแผนภูมิสมิทซ์
- 1.1.3 ลักษณะของเรเดียนลิสเกล
- 1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิสมิทซ์คุณลักษณะ

## 1.2 การนำแผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้งาน

- 1.2.1 การพล็อตอิมพีแดนซ์
  - 1.2.2 การหาค่า VSWR เมื่อทราบโพลดที่ปลายสาย
  - 1.2.3 การหาค่าแอดมิแดนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์
  - 1.2.4 การหาอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณที่ถูกปิดและเปิด
  - 1.2.5 อินพุตอิมพีแดนซ์ที่ระยะต่างๆ นับจากโพลด
  - 1.2.6 ตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดจากโพลด
  - 1.2.7 การใช้งานเรเดียนลิสเกลในแผนภูมิสมิทซ์
- ## 1.3 การแมทซ์ซึ่งสายส่งสัญญาณโดยใช้สตับ
- 1.3.1 การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตับแบบอนุกรม
  - 1.3.2 การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตับแบบขนาน
  - 1.3.3 ค่าความสูญเสียกำลังจากการมิตแมทซ์

## 2.4.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทซ์

ในการคำนวณ แรงดัน กระแส อิมพีแดนซ์ หรือปริมาณอย่างใดอย่างหนึ่งเกี่ยวข้องกับที่ผ่านมา พบว่ามีความยุ่งยากมากพอสมควร เนื่องจากตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณมักจะเป็นจำนวนเชิงซ้อน สมการต่างๆ ที่ได้มาก็ยากที่จะพิจารณาได้ว่าหากมีตัวแปรตัวหนึ่งเปลี่ยนไปแล้วจะมีผลทำให้ค่าอื่นๆ บนสายส่งเปลี่ยนไปอย่างไรบ้าง เช่น จากสมการของอิมพีแดนซ์ซึ่งจากระยะทางค่าหนึ่งจากโพลดจะสามารถคำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์ออกมาได้ แต่ถ้าระยะทางนั้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียง เล็กน้อยก็ยากที่จะคาดคะเนจากสมการได้ว่าค่าอิมพีแดนซ์จะเปลี่ยนมากขึ้นหรือมากขึ้นเพียงใด จึงมีผู้นำสมการของสายส่งมาเขียนเป็นแผนภูมิขึ้นเพื่อสะดวกในการหาค่าต่างๆ ของสายส่ง ความจริงแล้วแผนภูมิของสายส่งมีหลายแบบ แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเพียงอย่างเดียวคือแผนภูมิสมิทซ์ เนื่องจากเป็นแผนภูมิที่ใช้สะดวกและแพร่หลายที่สุด ให้ความละเอียดด้วยตัวเลขไม่เกิน 2 หลัก ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ดีเพียงพอแต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันที่การใช้คอมพิวเตอร์มากขึ้น แต่ความนิยมใช้แผนภูมิก็ยังมีได้ลดน้อยลงเพราะแม้ว่าคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณตัวเลขที่สลับซับซ้อนได้อย่างง่ายดาย แต่การที่จะมองเห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณต่างๆ ให้ง่ายและสะดวกก็ยังคงต้องใช้แผนภูมิอย่างใดอย่างหนึ่งเช่นกัน



รูปที่ 2.5 ตำแหน่ง P บนสายส่งเมื่อมองไปทางด้านโหลดอาจแทนได้ด้วยอิมพีแดนซ์สมมูลที่มีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์บนสายส่งที่จุดใด ๆ

ลองพิจารณาสายส่งไว้ความสูญเสียสั้นหนึ่งต่ออยู่ระหว่างโหลด  $Z_L$  และเครื่องกำเนิด ตามรูปที่ 2.5 ที่จุด P ซึ่งอยู่ห่างจากโหลดด้วยระยะทาง S เมื่อมองจากจุดนี้ไปทางด้านโหลดจะเห็นอิมพีแดนซ์ค่าหนึ่งคือ  $Z_s$  ดังนั้น โหลดเดิมและช่วงของสายส่งจากโหลดจนถึงจุด P สามารถถูกมองว่าเป็นโหลดที่มีค่า  $Z_s$  ที่จุด P ตามที่เขียนใหม่ในรูปที่ 2.5 เดียวกัน เมื่อเป็นเช่นนี้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่จุด P หรือจุดใดๆ ที่ห่างจากโหลดด้วยระยะทาง S จึงเป็นฟังก์ชันของระยะทาง S ด้วยคือ

$$\Gamma_s = |\Gamma_s| \angle \theta_s = \left| \frac{V_2}{V_1} \right| \angle [-2\beta_s + \varphi] \quad \text{.....(2.1)}$$

เมื่อ  $\varphi$  คือมุมระหว่างเฟสเซอร์  $V_1$  และ  $V_2$  และที่จุดเดียวกันนี้ ถ้าอัตราส่วนของอิมพีแดนซ์ก็จะเป็นฟังก์ชันของ S เช่นกัน คือ  $\zeta_s$  เมื่อเขียนความสัมพันธ์จากสมการ

$$Z_s = \frac{Z_s}{Z_0} = \frac{1 + \Gamma_s}{1 - \Gamma_s} \quad \text{.....(2.2)}$$

จากสมการข้างต้นนี้เราสามารถพล็อต  $\zeta_s$  บนระนาบของ  $\Gamma_s$  ได้ เนื่องจากว่าค่าทั้งสองนี้ต่างเป็นจำนวนเชิงซ้อนเราให้

$$\zeta_s = r + jx \quad \text{.....(2.3)}$$

และ  $\Gamma_s = u + jv \quad \text{.....(2.4)}$

แทนสมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 ลงในสมการที่ 2.2 จะได้

$$r + jx = \frac{1 + u + jv}{1 - u - jv} \quad \text{.....(2.5)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแก้สมการที่ 2.5 โดยแยกพจน์ทางด้านขวาของสมการออกเป็นส่วนจริงและส่วนจินตภาพจะได้

$$r = \frac{1 - u^2 - v^2}{(1 - u)^2 + v^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$x = \frac{2v}{(1 - u)^2 + v^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

เนื่องจากต้องการพหุคูณ  $\zeta_s$  บนระนาบของ  $\Gamma_s$  นั่นคือการพหุคูณ  $r$  และ  $x$  บนระนาบของ  $u$  และ  $v$  เพื่อให้ทำเช่นนี้โดจึงต้องจัดสมการที่ 2.6 และสมการที่ 2.7 เสียใหม่ในรูปที่ให้  $r$  และ  $x$  เป็นตัวแปรอิสระของสมการดังนี้

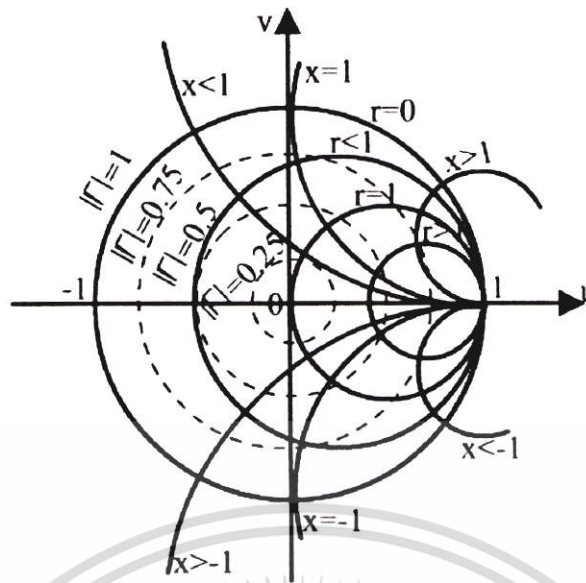
$$\left(u - \frac{r}{1+r}\right)^2 + v^2 = \frac{1}{(1+r)^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

และ 
$$(u-1)^2 + \left(v - \frac{1}{x}\right)^2 = \frac{1}{x^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

ถ้าจัดให้  $r$  และ  $x$  เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งๆ จะเห็นได้ว่าสมการที่ 2.8 และสมการที่ 2.9 คือสมการของวงกลมในระนาบ  $u, v$  ตามรูปที่ 2.6 ซึ่งสามารถพิจารณารายละเอียดดังนี้

1. ในสมการที่ 2.8 เมื่อให้  $r$  เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง สมการนี้จะให้กราฟวงกลม โดยมีจุดศูนย์กลางของแต่ละวงบนแกน  $u$  ที่ตำแหน่ง  $(u, v) = [r/(1+r), 0]$  และมีรัศมีแต่ละวงเท่ากับ  $1/(1+r)$  เมื่อ  $r$  มีค่าเป็น 0 จะได้วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด และมีรัศมีเท่ากับ 1 เมื่อ  $r$  มีค่ามากขึ้น วงกลมจะมีรัศมีเล็กลงและจุดศูนย์กลางจะย้ายออกไปที่แกน  $+u$  เมื่อ  $r$  เข้าใกล้อนันต์ รัศมีของวงกลมจะเข้าใกล้ 0 และจุดศูนย์กลางจะไปอยู่ที่ตำแหน่ง  $u = 1$  บนแกน  $+u$  มีข้อสังเกต คือ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะโพลชนิดพาสซีฟเท่านั้น  $r$  จึงมีค่าเป็นลบไม่ได้

2. ในสมการที่ 2.9 เมื่อ  $x$  มีค่าคงที่ค่าหนึ่งๆ จะให้วงกลมในระนาบ  $u, v$  โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้น  $u = 1$  คือที่ตำแหน่ง  $(u, v) = (1, 1/x)$  และมีรัศมีเท่ากับ  $1/x$  เนื่องจาก  $x$  มีค่าได้ทั้งค่าบวกและค่าลบจึงได้วงกลมบนระนาบที่  $+v$  และ  $-v$  ตามลำดับ เมื่อ  $x$  มีค่ามากขึ้นวงกลมก็จะมีรัศมีเล็กลงและจุดศูนย์กลางก็ย้ายเข้าใกล้จุด  $(u, v) = (1, 0)$  มากขึ้น



รูปที่ 2.6 การเขียนกราฟระนาบ  $u$  และ  $v$  เมื่อให้  $r$  และ  $x$  เป็นค่าคงที่

เนื่องจาก  $r$  มีค่าเป็นลบไม่ได้ ดังนั้นค่าต่างๆ ที่มีค่าใช้ได้ก็จะอยู่ในวงกลมที่มีค่า  $r=0$  ของสมการที่ 2.8 จึงตัดเอาส่วนภายในเฉพาะวงกลม  $r=0$  มาใช้เท่านั้นและเรียกแผนภูมิที่ได้ว่าแผนภูมิสมิทธ์ ดังรูปที่ 2.3 แต่ในกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์พาสซีฟ  $r$  จะมีค่าเป็นลบได้ แผนภูมิที่ใช้จำเป็นต้องรวมบริเวณที่อยู่ภายในของวงกลม  $r=0$

แผนภูมิสมิทธ์ คือ กราฟหรือแผนภูมิตระกูลหนึ่งที่มีรูปร่างเป็นวงกลม ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยที่ได้แผนภูมิตระกูลจะมีสเกลบอกพารามิเตอร์ต่างๆ มีชื่อเรียกว่า เรเดี่ยลลิสเกล พารามิเตอร์ หมายถึง สเกลพารามิเตอร์ ถูกแบ่งตามค่าระยะรัศมีของแผนภูมิตระกูล การจำแนกส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทธ์ โดยเริ่มจากเส้นกลางแนวนอน หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมนอกสุดระบุตามรูปที่ 2.7 ก็คือวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ จะเป็นสเกลแสดงค่ารีซิสแตนซ์ หรือแสดงค่าคอนดัคแตนซ์ และจะมีส่วนที่เป็นวงกลมมีจุดสัมผัสรวมที่ด้านขวาปลายสุดของสเกล มีชื่อเรียกว่า วงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ หรือวงกลมแทนคอนดัคแตนซ์คงที่ สำหรับเส้นโค้งที่เริ่มจากขอบของวงกลมแทนค่ารีซิสแตนซ์คงที่ วงนอกสุดเข้ามาบรรจบที่ปลายขวาสุดของเส้นกลางแนวนอนมีชื่อ เรียกว่า เส้นโค้งแทน รีแอคแตนซ์คงที่ หรือเส้นโค้งแทนซัพเพแดนซ์คงที่ โดยมีค่าสเกลของเส้นโค้งบนขอบรอบวงกลมนอกสุดนั่นเอง แสดงตามรูปที่ 2.3 คือเส้นโค้งแทนรีซิสแตนซ์คงที่ และสเกลค่าความยาวคลื่น ซึ่งเป็นสเกลบนวงกลมที่ล้อมรอบวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ จะบอกค่าความยาวคลื่นที่เทียบค่าหรือทำการนอร์มอลไลซ์ ความยาวคลื่นของสายนำสัญญาณที่พิจารณาก็แสดงบนแผนภูมิสมิทธ์ที่สเกลความยาวคลื่นนี้ โดยกำหนดให้ทิศทางเข้าสู่โพลเป็นแบบ วนทวนเข็มนาฬิกา ส่วนทิศทางเข้าสู่เครื่องกำเนิดหรือแหล่งจ่ายพลังงาน มีทิศทาง

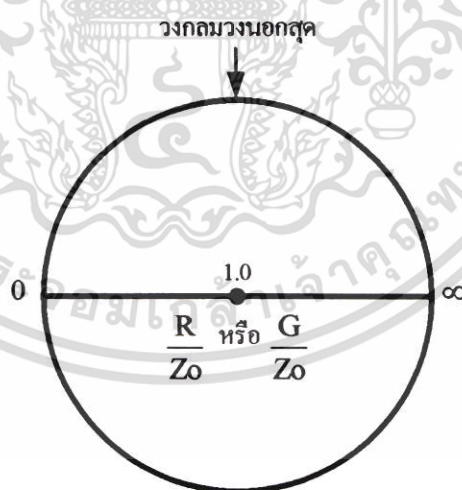


ทำการนอร์มอลไลซ์กับค่า คาเรคเตอร์ิสติกแอดมิแตนซ์ สำหรับวงกลมวงนอกสุดที่แสดงสเกลของค่าความยาวคลื่น ก็ทำการนอร์มอลไลซ์กับค่าความยาวคลื่นไว้แล้วเช่นกัน ในการใช้งานจะต้องนำความยาวของ สายนำสัญญาณมาทำการนอร์มอลไลซ์กับค่าความยาวคลื่นด้วย ดังนั้นวิธีสร้างแผนภูมิแบบนี้จะทำให้สามารถใช้แผนภูมิกับสายนำสัญญาณทุกแบบและทุกความถี่ใช้งาน โดยมีข้อจำกัดตรงที่ว่าสายนำสัญญาณนั้นต้องทราบค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะแล้วเท่านั้น

## 2.4.2 พารามิเตอร์ต่างๆ ของแผนภูมิสมิทท์

### 2.4.2.1 เส้นกลางแนวนอนของแผนภูมิสมิทท์

เส้นกลางแนวนอนที่พาดผ่านจุดศูนย์กลางของแผนภูมิสมิทท์ จะใช้แทนค่า รีซิสแตนซ์ หรือค่าคอนดักแตนซ์ ดังรูปที่ 2.8 โดยเริ่มจากซ้ายสุดจะแสดงค่ารีซิสแตนซ์หรือ ค่าคอนดักแตนซ์เป็นศูนย์ สเกลจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดขวาสุดของเส้นนี้จะแทนค่ารีซิสแตนซ์หรือ ค่าคอนดักแตนซ์เป็นอนันต์ สเกลตามแนวเส้นกลางนี้จะไม่ขึ้นกับค่าคาเรคเตอร์ิสติกอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณ เพราะได้ทำการนอร์มอลไลซ์ค่าอินพุตก่อนนำมาลงสเกลไว้แล้ว ส่วนของค่ารีซิสแตนซ์ จะทำการนอร์มอลไลซ์ก่อน โดยการหารด้วยค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายนำสัญญาณ ( $Z_0$ ) ก่อนจะนำไปพล็อตบนสเกลแนวนอนหรือวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ ส่วนของค่าคอนดักแตนซ์จะถูกนอร์มอลไลซ์ โดยหารด้วยค่าคาเรคเตอร์ิสติกแอดมิแตนซ์ของสายนำสัญญาณ ( $Y_0$ ) จึงจะนำไปพล็อตบนสเกลได้เช่นกัน

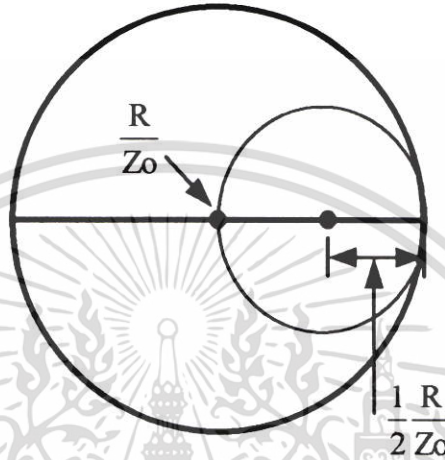


รูปที่ 2.8 เส้นกลางแนวนอนของค่ารีซิสแตนซ์คงที่หรือค่าคอนดักแตนซ์คงที่

### 2.4.2 วงกลมแทนรีซิสแตนซ์และคอนดักแตนซ์คงที่

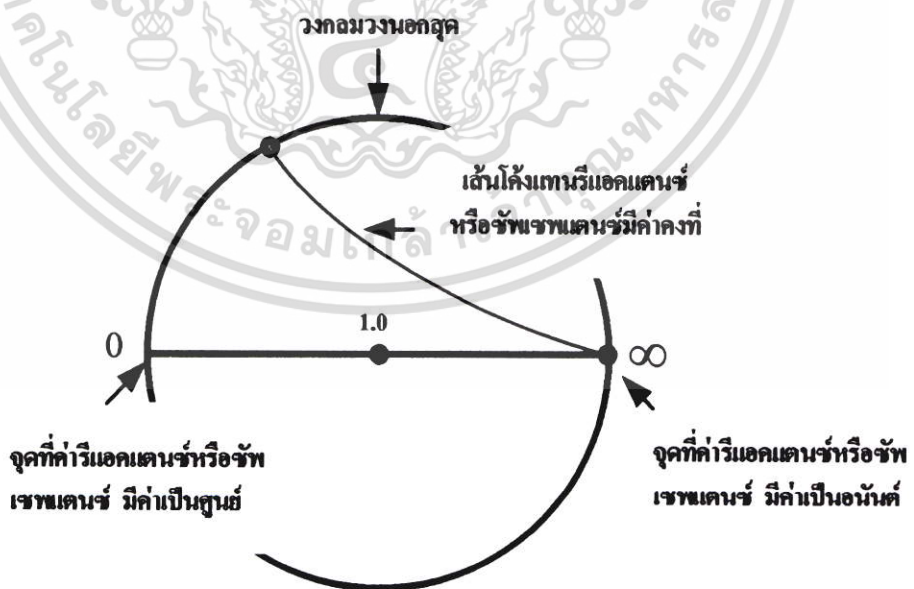
วงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ (Constant R) ทุกวงจะมีจุดสัมผัสร่วมกันที่จุดขวาสุดของชาร์ต และทุกวงจะตัดกับเส้นกลางแนวนอน ดังรูปที่ 2.9 การสร้างวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่และวงกลมแทนคอนดักแตนซ์คงที่ บนแผนภูมิสมิทท์ โดยนำค่ารีซิสแตนซ์ หรือค่าคอนดักแตนซ์ มาเอกสทรานเป็นเอกสทรานที่ส่งไว้ในสำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาติเห็นาเบเซบระเยชนตันการค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการหารด้วยค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ  $Z_0$  หรือค่าแอดมิตแตนซ์  $Y_0$  ค่าที่ทำการนอร์มอลไลซ์ แล้วนี้จะนำมาพล็อตเป็นสเกลของเส้นกลางแนวอนหลังจากนั้นทำการวาดวงกลม โดยมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของระยะจากจุดที่พล็อตไปยังจุดขวาสุดของเส้นสเกล และจุดกึ่งกลางวงกลมจะอยู่ระหว่างจุดทั้งสองนี้ ซึ่งเป็นผลให้วงกลมที่ได้มีจุดสัมผัสที่ขวาสุดของเส้นสเกลและมีชื่อเรียกว่า วงกลมแทนรีซิสแตนซ์และคอนดัคแตนซ์คงที่ (ทุกจุดบนวงกลมจะมีค่ารีซิสแตนซ์หรือค่าคอนดัคแตนซ์ เดียวกันตลอด)



รูปที่ 2.9 วงกลมรีซิสแตนซ์และคอนดัคแตนซ์คงที่

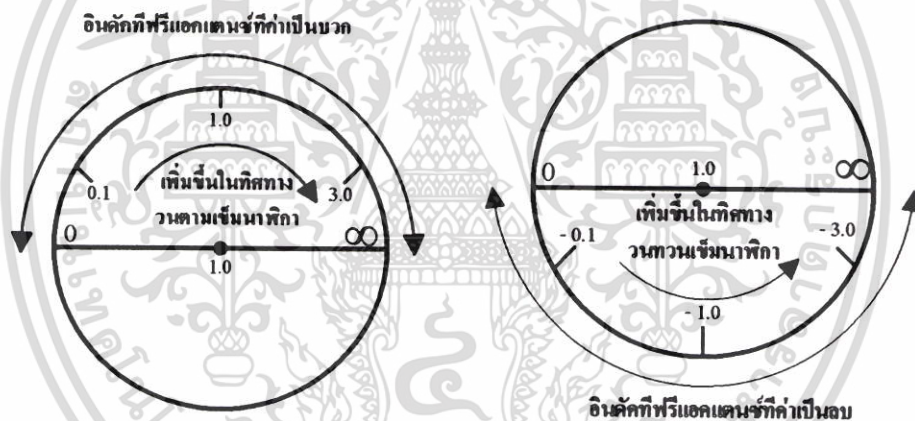
2.4.2.3 เส้นโค้งแทนค่ารีแอกแตนซ์คงที่และค่าขั้วเซพแตนซ์คงที่



รูปที่ 2.10 เส้นโค้งแทนค่ารีแอกแตนซ์คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์คงที่บนแผนภูมิสมิทธ์ แสดงในรูปที่ 2.10 มีจุดเริ่มจากคาร์แอกแตนซ์ที่ทำการนอร์มอลไลซ์แล้ว พล็อตบนวงกลมนอกสุดของวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ จากนั้นลากเส้นโค้งมาจบที่ปลายขวาสุดของเส้นกลาง สำหรับเส้นแสดงคาร์แอกแตนซ์ หรือค่า ำซ้สเซพแดนซ์เป็นศูนย์ จะกลายเป็นเส้นตรงคือ เส้นกลางแนวนอน ส่วนเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์หรือค่า ำซ้สเซพแดนซ์คงที่เป็นอนันต์ จะกลายเป็นจุดขวาสุดบนเส้นกลางแนวนอน คาร์แอกแตนซ์และค่า ำซ้สเซพแดนซ์ที่ทำการนอร์มอลไลซ์แล้ว จะนำมาพล็อตบนสเกลเทียบจากรูปที่ 2.7 ก็คือค่าเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์ และวงกลมนอกสุดหรือวงกลมแทนรีซิสแตนซ์เป็นศูนย์ ซึ่งจะเป็นวงกลมที่มีเฉพาะคาร์แอกแตนซ์เท่านั้น ถ้าพิจารณาจุดที่คาร์ซิสแตนซ์เป็นศูนย์ จะวนตามเข็มนาฬิกา ไปตามเส้นรอบวงจนถึงจุดขวาสุดของเส้นกลาง ซึ่งคาร์ซิสแตนซ์เป็นอนันต์จะได้คาร์แอกแตนซ์มีค่าเป็นบวก และเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึงอนันต์แสดงแสดงให้เห็นตามรูปที่ 2.11 (ก) และเมื่อวนทวนเข็มนาฬิกาจากจุดคาร์ซิสแตนซ์เป็นศูนย์ จะพบว่าคาร์แอกแตนซ์มีค่าเป็นลบ และเพิ่มจากศูนย์ถึงอนันต์เช่นกันแสดงไว้ดังรูปที่ 2.11 (ข)



(ก) แสดงสเกลคาร์แอกแตนซ์เป็นบวก (ข) แสดงสเกลคาร์แอกแตนซ์เป็นลบ

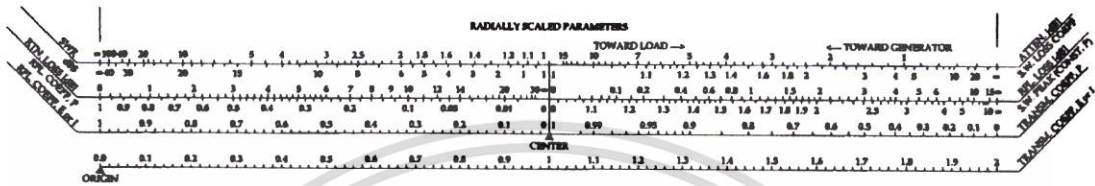
รูปที่ 2.11 สเกลคาร์แอกแตนซ์เป็นบวกและเป็นลบ

สเกลครึ่งวงกลมส่วนบนบนแผนภูมิสมิทธ์จะแทนคาร์แอกแตนซ์แบบตัวเหนี่ยวนำ  $\frac{+jX_L}{Z}$  หรือค่า ำซ้สเซพแดนซ์แบบตัวเก็บประจุ  $\frac{+jB}{Y}$  สเกลครึ่งวงกลมส่วนล่างจะแทนคาร์แอกแตนซ์แบบตัวเก็บประจุ  $\frac{+jX_C}{Z_0}$  หรือ ค่า ำซ้สเซพแดนซ์แบบตัวเหนี่ยวนำ  $\frac{+jB}{Y_0}$

2.4.3 ลักษณะของเรเดียลสเกล

เรเดียลสเกลพารามิเตอร์ (Radially Scaled Parameters) ซึ่งเป็นแถบสเกลที่อยู่ข้างใต้แผนภูมิสมิทธ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 สามารถใช้สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงคืนและกำลังงาน ค่า VSWR Return และค่า Mismatch Power Loss (dB) โดยอ่านค่าจากสเกลทุกพารามิเตอร์ ไม่ต้องมีการคำนวณใดๆ หากทราบพารามิเตอร์สเกลค่าใดค่าหนึ่งใช้ระยะห่างจากจุดพล็อตของพารามิเตอร์ที่ทราบค่าถึงเส้นศูนย์กลาง ไปหาค่าพารามิเตอร์อื่นๆ บนสเกลเรเดียลลิสสเกลพารามิเตอร์ รูปแบบการวางสเกลเรเดียลลิสสเกลพารามิเตอร์ของแผนภูมิสมิทธ์ อาจแตกต่างกันแต่หลักการใช้งานเหมือนกัน ค่าที่อ่านจากสเกลเหล่านี้นำไปใช้งานได้ แต่ถ้าต้องการค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้องแม่นยำควรหาจากสูตรจะแม่นยำกว่า

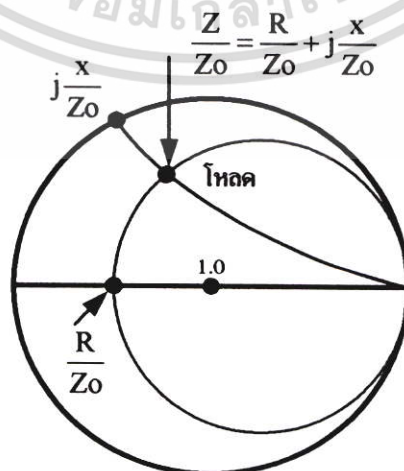


รูปที่ 2.12 ลักษณะของสเกลเรเดียลลิสสเกลพารามิเตอร์

2.4.4 การพล็อตอิมพีแดนซ์เชิงซ้อนบนแผนภูมิสมิทธ์

เราสามารถที่จะหาค่าตำแหน่งของคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์  $Z = R \pm jX$  หรือคอมเพล็กซ์ แอดมิตแตนซ์  $Y = G \pm jB$  บนแผนภูมิสมิทธ์ได้ โดยทำการนอร์มอลไลซ์ค่าจริงและค่าจินตภาพของค่าคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์ หรือค่าแอดมิตแตนซ์ (ค่าแอดมิตแตนซ์นอร์มอลไลซ์ด้วย  $Y_0$ ) พล็อตค่าจริงที่ได้จากการนอร์มอลไลซ์บนสเกลแนวนอนกึ่งกลางของวงกลมแผนภูมิสมิทธ์จะได้วงกลมแทนรีซิสแตนซ์ค่านั้นด้วย (ทุกจุดวงกลมที่ได้จะมีค่ารีซิสแตนซ์ค่าเดียวกัน) ต่อจากนั้นทำการพล็อตค่าจินตภาพที่นอร์มอลไลซ์บนแผนภูมิสมิทธ์ แล้วลงบนเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์ค่งที่ เมื่อได้ทั้งวงกลมแทนรีซิสแตนซ์ค่งที่และเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์ค่งที่ดังกล่าวแล้ว จะเกิดจุดตัดกันขึ้นบนแผนภูมิสมิทธ์จะแทนค่าคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์ แสดงรูปที่

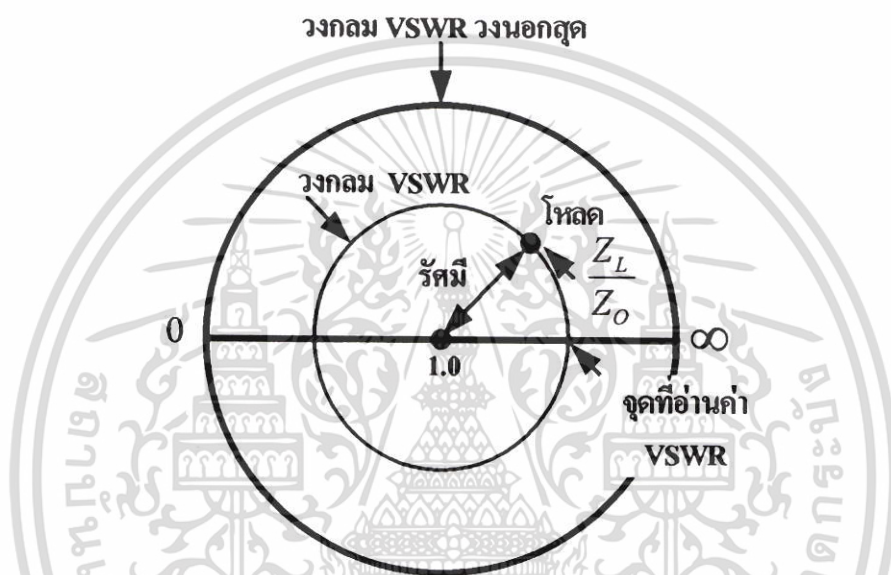
2.13



รูปที่ 2.13 ตำแหน่งคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์บนแผนภูมิสมิทธ์

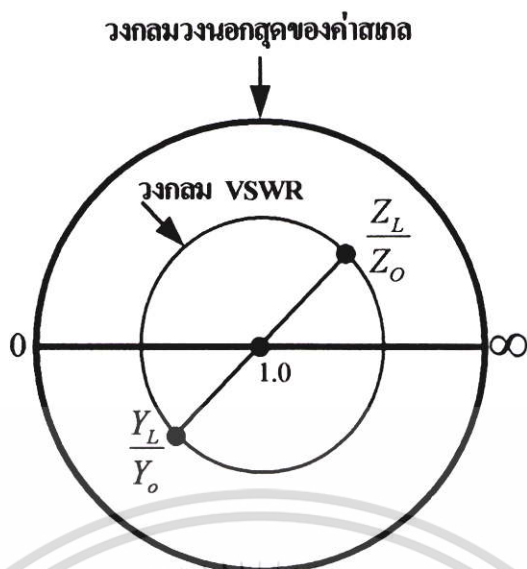
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 หาค่า วีเอสดีบีเบิลยูอาร์ (VSWR) เมื่อทราบค่าโวลต์ที่ต่อปลายสายนำสัญญาณ ในการหาค่าวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ เมื่อทราบค่าโวลต์เริ่มจากนอร์มอลไลซ์  $Z_L$  นำค่าที่ได้ไปพล็อตหาจุดโคออร์ดิเนตบนแผนภูมิสมิทธ์ (เป็นการหาค่าแห่งของคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์ตามที่กล่าวไว้หัวข้อที่แล้ว) ทำการวาดวงกลม โดยใช้จุดศูนย์กลางเป็นจุดบนแกนแนวนอนที่มีค่าเท่ากับ 1.0 ซึ่งเรียกว่าจุดศูนย์กลางหลัก (Prime center) และใช้ระยะระหว่างจุด 1.0 กับจุดโคออร์ดิเนตของค่าที่นอร์มอลไลซ์โวลต์เป็นรัศมีจุดตัดระหว่างด้านขวาของวงกลมกับแกนแนวนอนซึ่งบอกสเกลค่ารีซิสแตนซ์ที่ได้เป็นค่าวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ แสดงให้เห็นรูปที่ 2.14

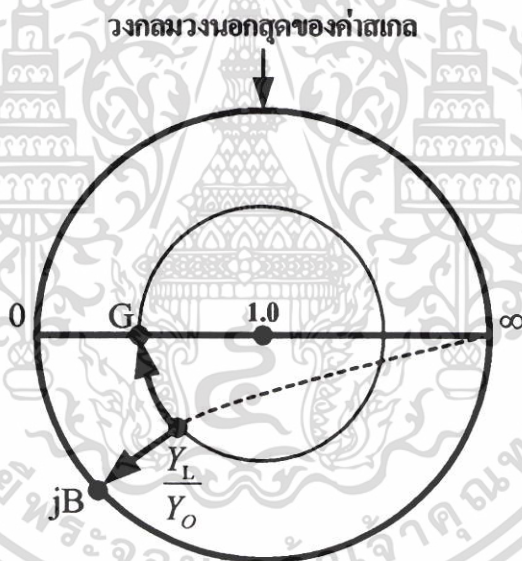


รูปที่ 2.14 ตำแหน่งของวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ ที่อ่านจากแผนภูมิสมิทธ์

2.4.6 การหาค่าแอดมิตแตนซ์  $Y_L$  เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์  $Z_L$  การหาค่าแอดมิตแตนซ์ ( $Y_L$ ) เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์ ( $Z_L$ ) เริ่มโดยการพล็อตนอร์มอลไลซ์ ( $Z_L$ ) บนแผนภูมิสมิทธ์และวาดวงกลมวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ ตามวิธีที่ได้อธิบายในหัวข้อ 2.2.4 หลังจากนั้นจึงทำการลากเส้นตรงจากจุดโคออร์ดิเนต  $\frac{Z_L}{Z_0}$  ผ่านจุด 1.0 ไปตัดกับวงกลมวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ ด้านตรงข้าม ดังแสดงในรูปที่ 2.15 จุดตัดระหว่างเส้นตรงกับวงกลมวีเอสดีบีเบิลยูอาร์จะเป็นจุดโคออร์ดิเนตแสดงตำแหน่งของ  $\frac{Y_L}{Y_0}$  ฉะนั้นค่าแอดมิตแตนซ์ที่อ่านได้มาจากจุดตัดกันของวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่และเส้นโค้งแทนรีแอดแดนซ์คงที่ (Constant X) ซึ่งสามารถอ่านค่าโคออร์ดิเนตจากวงกลมแทนรีซิสแตนซ์คงที่ และ เส้นโค้งแทนแอดมิตแตนซ์คงที่ จะได้ค่าคอนดัคแตนซ์ และค่าซัสเซพแตนซ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.15 การหาค่าแอดมิแดนซ์



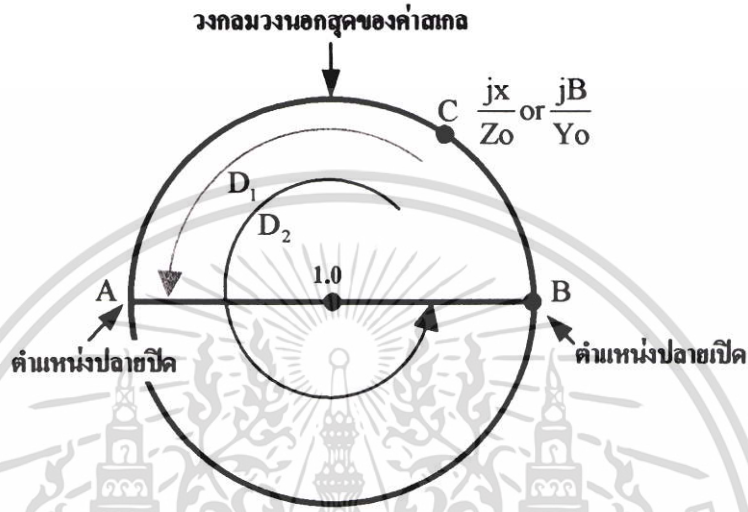
รูปที่ 2.16 ตำแหน่งที่หาค่าแอดมิแดนซ์

2.4.7 การหาค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ ของสายนำสัญญาณต่อปลายแบบปิดหรือเปิด

สายนำสัญญาณซึ่งต่อปลายแบบปิดหรือแบบเปิดนั้น นิยมใช้ประโยชน์ในการแมทช์สายนำสัญญาณกับโหลด หรือตัดขนาดความยาวสายนำสัญญาณเพื่อให้ได้ค่ารีแอกแตนซ์ตามต้องการ เราได้ทราบแล้วว่ากำลังงานตกกระทบทั้งหมดจะสะท้อนกลับไปตามสาย กรณีที่เทอร์มินเนตปลายสายแบบปิด หรือ เปิด โดยที่สัมประสิทธิ์สะท้อนกลับแรงดันมีค่าเป็น 1.0 หรือค่าวีเอสดีบีเบิลยูอาร์เท่ากับอนันต์ ซึ่งก็คือเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์คงที่ในรูปที่ 2.7 ซึ่งเป็นวงกลมวีเอสดีบีเบิลยูอาร์ สำหรับค่าอินพุทอิมพีแดนซ์บนสายนำสัญญาณที่ระยะต่างๆ จากโหลด ซึ่งเป็นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การขโมยหรือการแก้ไขใดๆ จะถือว่าผิดกฎหมายและไม่รับผิดชอบต่อผู้เขียนเอกสารนี้ หากมีข้อผิดพลาดใดๆ กรุณาแจ้งให้เราทราบเพื่อปรับปรุงแก้ไขเอกสารฉบับต่อไป

ปิดหรือเปิด จะพบว่าถ้าเทอร์มินัลปลายสายแบบปิดหรือเปิดค่าอินพุทอิมพีแดนซ์จะมีค่าเป็นศูนย์และอนันต์หรือเป็นค่ารีแอกทีฟในรูปแบบเหล่านี้เท่านั้นไม่สามารถเป็นค่าคอมเพล็กซ์อิมพีแดนซ์ได้เลย เมื่อพิจารณาที่ขั้วบนแผนภูมิสมิทธ์ ตำแหน่งปลายปิดหรือความต้านทานเป็นศูนย์ก็คือจุด A ด้านซ้ายของเส้นแกนกลางแนวนอน ส่วนตำแหน่งปลายเปิดหรือความต้านทานอนันต์จะเป็นจุด B ซึ่งอยู่ด้านขวาของเส้นแกนกลางแนวนอน ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตำแหน่งปลายปิดหรือเปิด

ในการหาค่า  $jX$  หรือ  $-jX$  มาใช้เมทซ์โพลเข้ากับสายนำสัญญาณที่ความถี่ใดๆ ก็ตาม เรามักจะใช้แผนภูมิสมิทธ์เพราะหาค่าได้ง่ายและสะดวกกว่าวิธีอื่นๆ ค่ารีแอกแตนซ์หรือค่าซัสเซพแตนซ์ที่ นอร์มอลไลซ์แล้วจะนำมาพล็อตบนเส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์คงที่ ที่วงกลมนอกสุดของแผนภูมิสมิทธ์ซึ่งได้แก่จุด C และระยะทางจากจุด C ไปยังสายนำสัญญาณที่เทอร์มินัลปลายปิดและเปิดจะเท่ากับ  $D_1$  และ  $D_2$  ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.17 โดยสามารถอ่านค่าระยะทางออกมาเป็นค่าความยาวคลื่นจากสเกลนอกสุด สเกลนี้เป็นสเกลบอกค่าระยะทางในรูปของค่าความยาวคลื่นแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นในทิศวนตามเข็มนาฬิกา อีกกลุ่มที่เหลือมีค่าเพิ่มขึ้นในทิศวนทวนเข็มนาฬิกา สเกลความยาวคลื่นที่เพิ่มขึ้นในทิศวนทวนเข็มนาฬิกาใช้สำหรับแก้ปัญหาที่มีทิศการเคลื่อนที่ไปสู่โหนด

ในการหาระยะทางจากปลายปิดไปยังจุดบนสายนำสัญญาณซึ่งมีอินพุทอิมพีแดนซ์เป็น  $+jX$  เริ่มจากการนอร์มอลไลซ์ค่ารีแอกแตนซ์โดยการหารด้วยค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ  $Z_0$  หลังจากนั้นนำไปพล็อตบนสเกลของวงกลมซึ่งระบุค่าของรีแอกแตนซ์ ถากเส้นตรงจากจุดศูนย์กลางหลักหรือจุด 1.0 ผ่านจุด  $+jX$  (จุด A ตามรูป) ที่ได้ไปตัดสเกลค่าความยาวคลื่น แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.18 อ่านค่าระยะทางในรูปของความยาวคลื่นจากปลายปิดไปยังจุด A และสามารถแปลงเป็นหน่วยเป็นเซนติเมตร เทียบกับความถี่ที่ใช้งานได้จาก

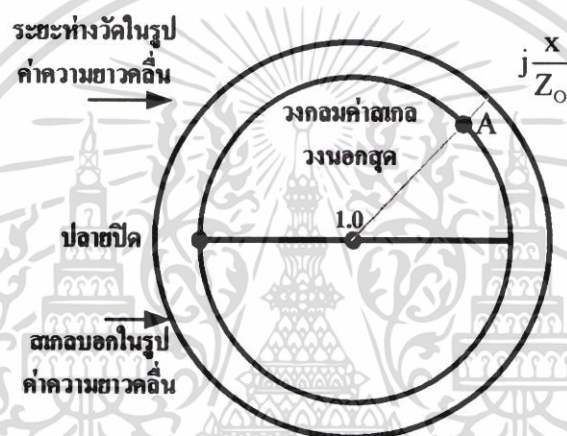
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda \text{ (cm)} = \frac{30}{f \text{ (GHz)}}$$

เมื่อ  $\lambda$  = ค่าความยาวคลื่น (cm)

$f$  = ค่าความถี่ (GHz)

พารามิเตอร์ต่างๆ ที่อ่านได้จากชาร์ตวงกลมแผนภูมิสมิทธ์ จะเป็นสเกลที่ได้ทำการนอร์มอลไลซ์ก่อน แล้วนำมาลงสเกลพารามิเตอร์ค่าต่างๆ ดังนั้นความยาวคลื่นที่อ่านได้จากสเกลคูณด้วยค่าความยาวคลื่นของความถี่ จะเป็นค่าความยาวของสายที่นำไปใช้จริงๆ เพื่อให้ได้ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ต้องการ

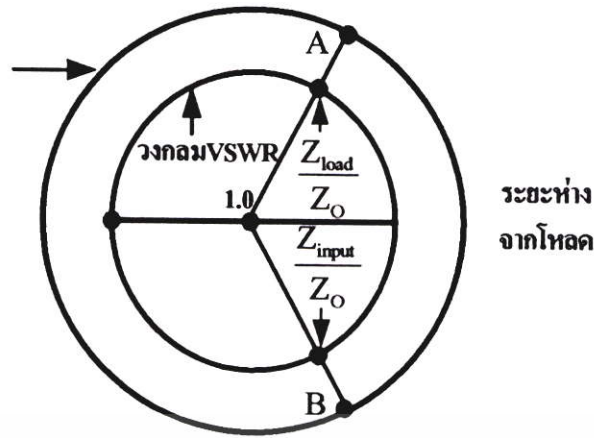


รูปที่ 2.18 ระยะห่างจาก  $+jX$  ถึงปลายเปิด

#### 2.4.8 การหาอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณที่ระยะต่างๆ นับจากโหลด

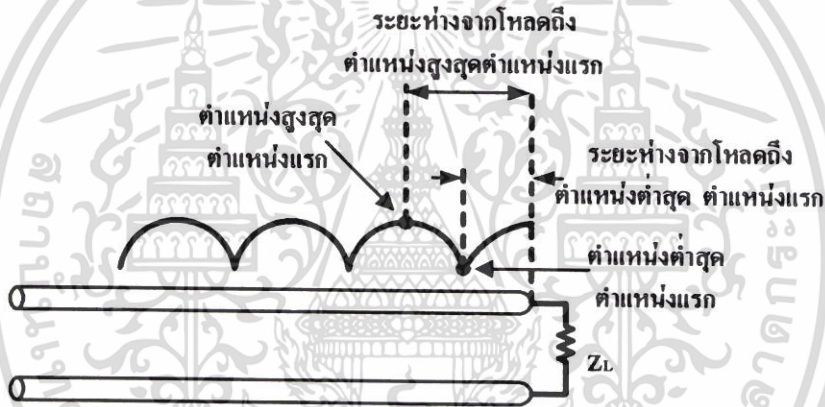
เราสามารถหาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณระยะใดๆ ได้นับจากปลายสายซึ่งต่อไว้ด้วยค่าคอมเพล็กซ์โหลด โดยใช้แผนภูมิสมิทธ์ซึ่งง่ายกว่าวิธีการอื่นใด เริ่มจากนำโหลดอิมพีแดนซ์  $Z_L$  มาทำการนอร์มอลไลซ์ ด้วยค่าแอดคตอริสติกอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณใช้ค่าที่นอร์มอลไลซ์ได้พล็อตลงบนแผนภูมิสมิทธ์ ทำการวาดวงกลมวีเอสดับเบิลยูอาร์ของโหลดที่พล็อต ตกเส้นตรงจากจุด 1.0 ผ่านจุดโคออร์ดิเนตของนอร์มอลไลซ์โหลดไปตัดสเกลความยาวคลื่น แสดงดังรูปที่ 2.19 ซึ่งก็คือจุด A

เพื่อที่จะหาอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณบนแผนภูมิสมิทธ์ที่ระยะต่างๆ นับจากโหลด ให้อ่านทิศทางไปตามเข็มนาฬิกาด้วยระยะในหน่วยความยาวคลื่นที่ต้องการทราบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์จากจุด A ไปยังจุดใหม่ที่ได้ซึ่งตามรูปที่ 2.19 ก็คือจุด B ตกเส้นตรงจากจุด 1.0 ไปยังจุด B จุดโคออร์ดิเนตที่เส้นตรงนี้ติดกับวงกลมวีเอสดับเบิลยูอาร์ จะเป็นจุดของอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ระยะตามต้องการนับจากโหลด



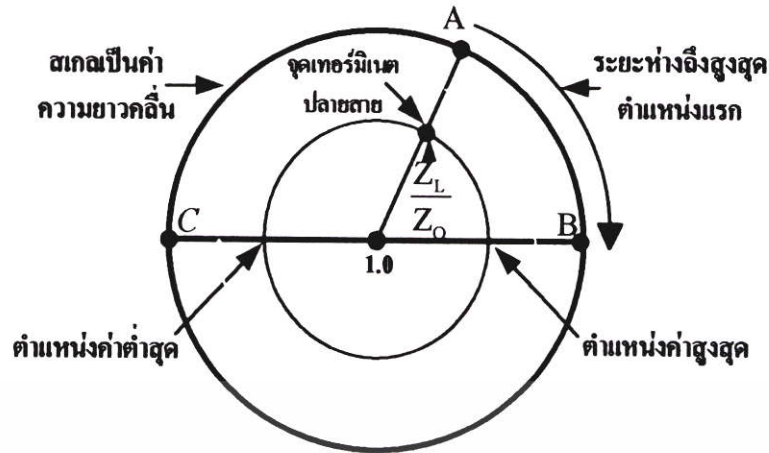
รูปที่ 2.19 วิธีหาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายต่อโหลด

2.4.9 การหาค่าตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดตำแหน่งแรกนับจากโหลด



รูปที่ 2.20 ตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดของคลื่นนิ่งที่เกิดบนสายนำสัญญาณ

คลื่นนิ่งของแรงดันและกระแสจะเกิดขึ้นบนสายนำสัญญาณที่ต่อปลายด้วยอิมพีแดนซ์ที่ไม่ใช่อิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายนำสัญญาณ โดยปรากฏตำแหน่งสูงสุด และต่ำสุดของคลื่นสัญญาณ ดังในรูปที่ 2.20 เราสามารถหาระยะห่างจากโหลดไปยังจุดสูงสุดและต่ำสุดตำแหน่งแรกบนสายนำสัญญาณได้จากแผนภูมิสมิทท์ โดยใช้หลักที่ว่าตำแหน่งของคลื่นแรงดันสูงสุดเป็นตำแหน่งที่มีความต้านทานมากที่สุด และตำแหน่งคลื่นแรงดันต่ำสุดจะเกิด ณ จุดที่มีความต้านทานน้อยที่สุด ดังนั้นจุดที่มีความต้านทานมากที่สุดบนสายนำสัญญาณจะเป็นจุดขวาศของสเกลแนวอนและจุดที่มีความต้านทานน้อยที่สุด บนสายนำสัญญาณจะเป็นจุดซ้ายสุดของสเกลแนวอนด้วยเช่นกัน พิจารณาได้ตามรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การหาระยะห่างจากโหนดถึงจุดสูงสุดและต่ำสุดโดยใช้แผนภูมิสมิท

การหาระยะห่างระหว่างตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดตำแหน่งแรก เทียบกับโหนดของสายนำสัญญาณ เริ่มจากพล็อตตำแหน่งโหนดที่อิมพีแดนซ์แล้วบนแผนภูมิสมิท ลากเส้นตรงจากจุด 1.0 หรือจุดศูนย์กลางหลักผ่านจุดโหนดที่พล็อต ไปตัดสเกลความยาวคลื่นให้เป็นจุด A ดังแสดงในรูปที่ 2.21 วนตามเข็มนาฬิกาถึงจุด B จะได้ตำแหน่งสูงสุดตำแหน่งแรกและระยะที่อ่านจากสเกลความยาวคลื่นระหว่าง A และ B เป็นระยะจากโหนดถึงจุดที่มีค่าสูงสุดของคลื่นนิ่งที่เกิดขึ้นบนสายนำสัญญาณและระยะระหว่างจุด A และ C บนสเกลความยาวคลื่นจะเป็นระยะห่างจากโหนดถึงจุดที่มีค่าต่ำสุดของคลื่นนิ่งตำแหน่งแรกเช่นกัน ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นนิ่งบนสายนำสัญญาณจะเกิดขึ้นทุก ๆ ระยะครึ่งความยาวคลื่น

#### 2.4.10 การใช้เรเดียนลิสเกลพารามิเตอร์ในแผนภูมิสมิท

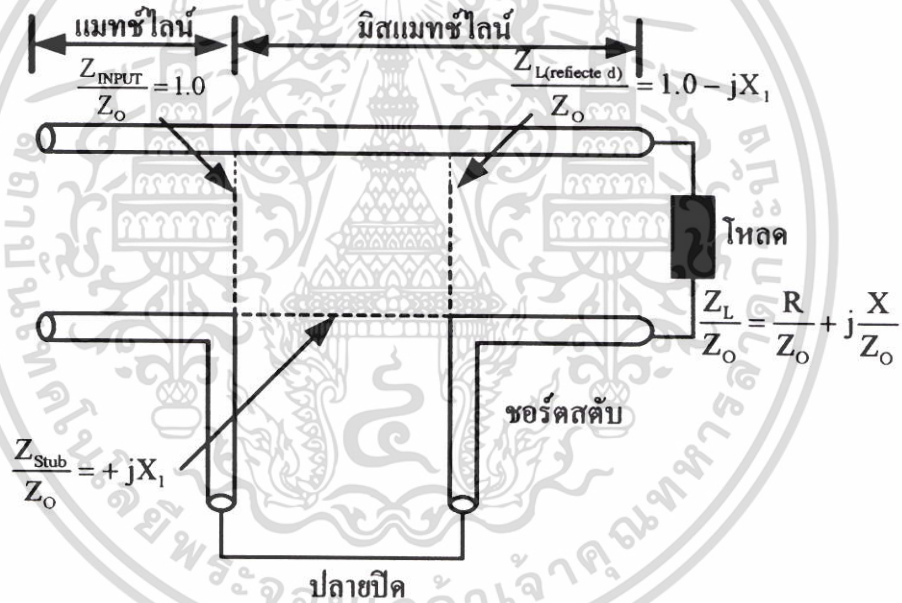
1. สเกลค่า VSWR to SWR สามารถแปลงกลับไปกลับมาระหว่างค่าวีเอสดีบีเบิลดูอาร์ ซึ่งอยู่ข้างสเกล ส่วนค่าเอสดีบีเบิลดูอาร์ จะอยู่สเกลบน
2. สเกลสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับแรงดัน (Voltage to Power Reflection coefficient) สามารถใช้แปลงค่าระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับแรงดันกับสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับกำลังงาน (Power Reflection Coefficient) ค่าสเกลจะเริ่มจาก 0 ที่เส้นศูนย์กลาง ไปเป็นค่าที่มากที่สุดคือ 1.0 ที่ด้านขวาสุดของสเกล
3. สเกล VSWR to Voltage และ สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับกำลังงาน (Power reflection coefficient) สเกลแรงดัน และสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับกำลังงาน แสดงไว้ที่ด้านขวามือของเส้นสเกลเรเดียนลิสเกลพารามิเตอร์
4. สเกล VSWR to  $P_{\text{return}}$  และความสูญเสียทางกำลังงานซึ่งเกิดจากการมิสมัทซ์ไลน์ ( $P_{\text{mismatch}}$ ) เส้นสเกลด้านซ้ายขวามือจะบอกค่ากำลังงานที่สะท้อนกลับมาตามสายนำสัญญาณ (Power Return Loss (dB)) สเกลบน และ Power Reflected Loss (dB) สเกลล่าง โดยที่ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Return Loss เริ่มจาก 40 dB ที่เส้น Center ลดลงไปถึง 0 dB ที่ขวาศของสเกล ส่วน Power Reflected Loss เริ่มจาก 0 dB เพิ่มขึ้นจนถึง  $\infty$  dB ที่ขวาศของสเกลเช่นกัน หากทราบค่าพารามิเตอร์ค่าใดค่าหนึ่ง ก็สามารถหาค่าพารามิเตอร์ที่เหลือได้

#### 2.4.11 การแมทซ์ซึ่งสายส่งสัญญาณโดยใช้สลับแบบอนุกรม

การนำโหลดที่มีสแมทซ์กับค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายนำสัญญาณมาต่อเข้ากับปลายสายนำสัญญาณจะเป็นผลให้เกิดการสะท้อนกลับของคลื่นสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นกระแสหรือแรงดันก็ตาม คลื่นสัญญาณสะท้อนกลับที่รวมตัวให้รูปคลื่นมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นสาเหตุของความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสายนำสัญญาณและแหล่งจ่ายพลังงานเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว จึงใช้การเพิ่มค่า รีแอคแตนซ์อนุกรมเข้าระหว่างสายนำสัญญาณและโหลดวางอยู่ข้างหน้าโหลด โดยต้องเลือกสัญญาณในระบบสื่อสารที่ใช้งานทำให้เกิดการแมทซ์ของโหลดเข้ากับสายนำสัญญาณจึงไม่เกิดการสะท้อนกลับของคลื่นสัญญาณในระบบสื่อสารที่ใช้งาน



รูปที่ 2.22 การต่อสตัดเคียวอนุกรมเข้ามากับสายนำสัญญาณ

เราสามารถจัดทำรีแอคทีฟโหลดชนิดนี้เรียกว่า สตัดปิดหรือชอร์ตสตัด (Short Stub) แสดงการใช้งานไว้รูปที่ 2.22 ในการใช้งานจริงโหลดที่ปลายนำสัญญาณส่วนมากจะเป็นคอมเพล็กซ์โหลดซึ่งแทนได้ด้วย  $Z_L = R \pm jX$  หรือนอร์มอลไลซ์โหลดที่เป็น

$$\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{R}{Z_0} \pm j \frac{X}{Z_0}$$

การแมทซ์ด้วยวิธีสตัดอนุกรมแบบนี้จะต้องหาค่าแห่งซึ่งจะอยู่จุดใดก็ตามแต่ต้อง

ทำให้อินพุตนอร์มอลไลซ์มีค่าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 \pm j0$$

ถ้าพิจารณาจากโหนดเข้ามาจะพบตำแหน่งที่มีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์เป็น

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 \pm jX \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

เมื่อเราเพิ่มรีแอคทีฟโหนดอนุกรมเข้ากับตำแหน่งที่พบว่ามีอินพุตอิมพีแดนซ์เป็น

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 \pm jX \quad \text{โดยให้คาร์รีแอคแตนซ์อนุกรมเข้าไปเท่ากับ } jX \text{ หรือเท่ากับคาร์รีแอคแตนซ์ที่}$$

ตำแหน่งนั้นแต่มีเครื่องหมายตรงข้าม เพื่อขจัดรีแอคแตนซ์ทำให้เกิดการแมทช์ไอซ์ขึ้น ดังนั้นสมมุติให้อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าเป็น

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 + jX$$

ทำการต่อรีแอคแตนซ์  $-jX$  เข้าไปเป็นผลให้

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 + jX - jX = 1$$

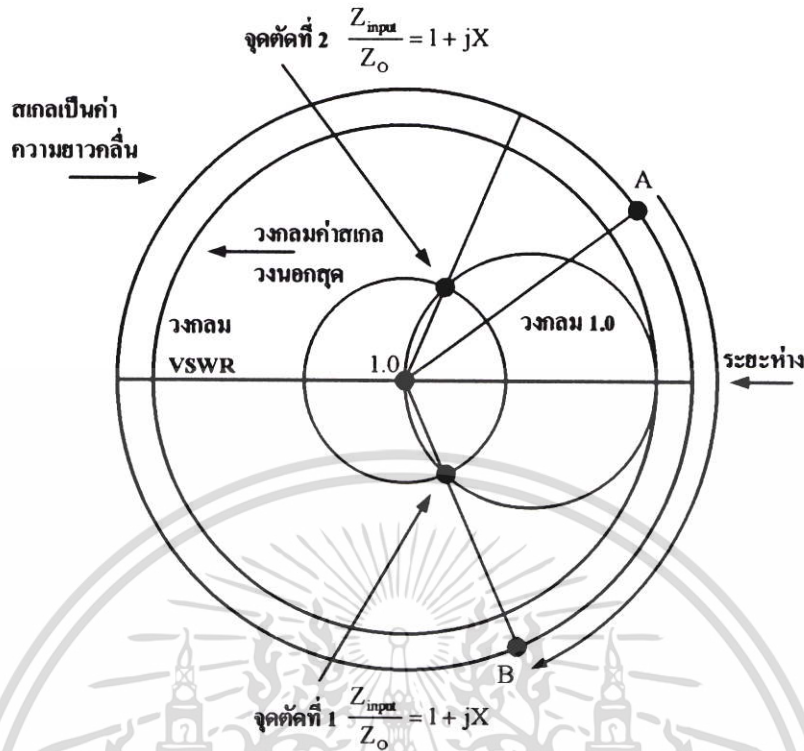
ฉะนั้น ณ ตำแหน่งที่พิจารณาจะเกิดสภาพที่เรียกว่า แมทช์โหนด (Match Load) ไม่มีการสะท้อนกลับเกิดขึ้นคาร์รีแอคแตนซ์และตำแหน่งของสายบนสายนำสัญญาณที่จะต่ออนุกรมตบนั้นสามารถหาได้โดยใช้แผนภูมิสมิท ตามที่แสดงในรูปที่ 2.22 เริ่มจากการพล็อตค่านอร์มอร์ไลซ์โหนด แล้วทำการวาดวงกลม VSWR ของนอร์มอร์ไลซ์โหนด ลากเส้นตรงจากจุดศูนย์กลางหลัก 1.0 ผ่านจุดโหนดไปตัดสเกล C ได้จุด A จากนั้นลากเส้นจากจุด 1.0 ผ่านจุดที่ตัดกันของวงกลมรีซิสแตนซ์กับวงกลม VSWR ไปตัดสเกลความยาวคลื่นที่จุด B เท่ากับ 1.0 และจากรูปที่ 2.19 เราเห็นได้ว่าการตัดกันของวงกลม VSWR กับวงกลม Constant R = 1.0 จำนวน 2 จุดด้วยกัน จุดตัดที่ 1 (Intersection 1) มีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์เป็น

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 - jX$$

ส่วนจุดตัดที่ 2 มีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์เป็น

$$\frac{Z_{\text{input}}}{Z_0} = 1 + jX$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 จุดตัดกันของวงกลม VSWR และวงกลม Constant  $R = 1.0$

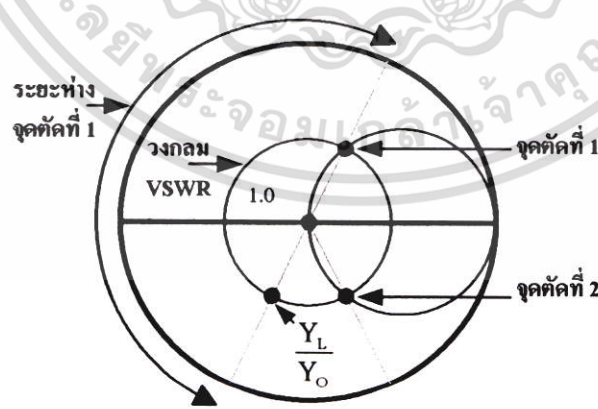
จุดตัดทั้งสองนำไปใช้งานในทางปฏิบัติ แต่ในการใช้งานจริงเราจะเลือกค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ ที่อยู่ใกล้โหลด ซึ่งพิจารณาได้ในทิศทางพุ่งเข้าสู่แหล่งพลังงานทิศทางบนแผนภูมิสมิทธ์จะวนตามเข็มนาฬิกา (สังเกตทิศทางทางซ้ายของวงกลมแผนภูมิสมิทธ์จะพบลูกศรและคำว่า Wavelength Toward to Generator เหตุที่เลือกเป็นจุดหลัก เนื่องจากความสะดวกในการต่อสลับอนุกรมและสามารถลดความเสียหายต่อสายนำสัญญาณได้ระยะความยาวมากกว่า ส่วนระยะห่างจากโหลดถึงจุดต่อสลับเดียว อ่านได้จากสเกลบอกค่าความยาวคลื่นที่จุด A และ B ตามรูปที่ 2.23 เมื่อต่อสลับเดียวอนุกรมเข้ากับสายนำสัญญาณจะได้อิมพีแดนซ์ที่ได้จากจุดตัดที่ 1 บนแผนภูมิสมิทธ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.23 มองย้อนกลับออกมาจะได้จะพบ สดดับเดียวที่มีค่ารีแอคแตนซ์หักล้างกับค่ารีแอคแตนซ์จากจุดตัดที่ 1 ดังนั้นสภาพสายนำสัญญาณทางด้านแหล่งจ่ายพลังงาน จะแมทซ์เข้ากับโหลดจึงไม่เกิดคลื่นนิ่งบนสายนำสัญญาณช่วงนี้ ส่วนทางด้านโหลดนั้นอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณที่ต่อเข้ากับโหลดจะมีค่าแสดงไว้ดังรูปที่ 2.23

#### 2.4.12 การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว

การใช้สลับขนานแบบเดียวเป็นอีกวิธีหนึ่งในการแมทซ์สายนำสัญญาณเข้ากับโหลด จุดต่อสลับจะอยู่หน้าโหลดและมีค่านอร์มอลไลซ์อินพุตอิมพีแดนซ์เท่ากับ

$$\frac{Y_{input}}{Y_0} = 1 - j \frac{Y_1}{Y_0} \dots\dots\dots(2.11)$$

ซึ่งมีค่าแอดมิตแดนซ์ตามสมการที่ 2.11 จะต้องใช้สลับมีค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์เท่ากับ  $+j \frac{Y_1}{Y_0}$  ความยาวและตำแหน่งที่จะต่อสลับขนาดนั้น หาได้โดยใช้วิธีเดียวกับการต่อสลับ อนุกรม ในหัวข้อที่ผ่านมาเพียงแต่เปลี่ยนจากการใช้ค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าแอดมิตแดนซ์ เพื่อสะดวกในการคำนวณ คือ จะทำการแปลงค่าโหลดซึ่งนิยามระบุเป็นอิมพีแดนซ์ ให้เป็นค่าโหลดแอดมิตแดนซ์เสียก่อนทำการพล็อตโหลดแอดมิตแดนซ์ที่ได้ ลงบนแผนภูมิสมิทธ์ วาดวงกลมวีเอสดับเบิลยูอาร์ ผ่านจุดโหลดที่พล็อต รูปที่ 2.24 หลังจากนั้นหาค่าแห่งบนสาขานำสัญญาณ (ซึ่งระยะห่างจะอ้างอิงหรือเทียบกับจุดต่อโหลด) ซึ่งมีค่าแอดมิตแดนซ์ตามสมการที่ 11 ตำแหน่งดังกล่าวบนแผนภูมิสมิทธ์ ได้จากจุดตัดของวงกลมวีเอสดับเบิลยูอาร์ กับวงกลมคอนดัคแตนซ์คงที่หรือวงกลมแทนค่าคอนดัคแตนซ์เท่ากับ 1.0 จะได้จุดใกล้มากกว่า จากจุดดังกล่าวจะได้ค่าแอดมิตแดนซ์และค่าความยาวคลื่น (ซึ่งเป็นค่าออร์มอลไลซ์ทั้งคู่) ซึ่งเป็นแผนภูมิสมิทธ์ด้วยค่าความยาวคลื่นในหน่วยความยาวที่ต้องการนั้นที่ความถี่ในการใช้งานนั้นๆ ด้วยระยะห่างจากโหลดถึงจุดที่จะต่อสลับค่าแอดมิตแดนซ์ที่จุดนี้จะเท่ากับ  $1 \pm j \frac{Y_1}{Y_0}$  ทำการขจัดเทอมจินตภาพ หรือค่ารีแอกแตนซ์ โดยเลือกค่าของสลับที่มีเครื่องหมายตรงกันข้ามกัน ค่าที่เลือกสามารถเทียบออกมาเป็นค่าออร์มอลไลซ์ของความยาวคลื่นจากสเกลค่าความยาวคลื่น เป็นค่าความยาวของซอร์ตสลับที่จะใช้งานทั้งค่าความยาวสลับขนาน (Parallel stub) และระยะห่างของจุดที่ต่อเทียบกับ โหลดแปลงเป็นค่าในหน่วยความยาวที่ใช้งานได้โดยคูณค่าที่อ่านจากสเกล

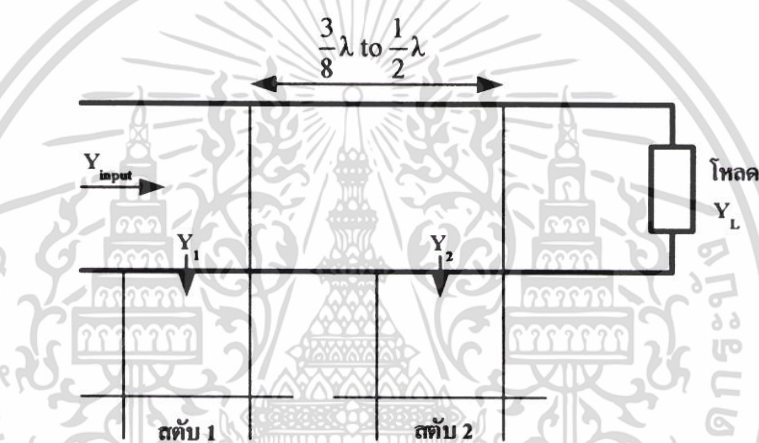


รูปที่ 2.24 ตำแหน่งจุดตัดทั้งสองบนแผนภูมิสมิทธ์

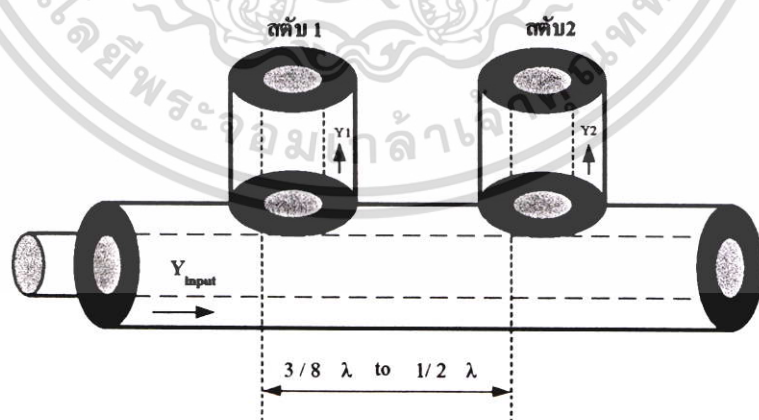
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.13 การแมทซ์ซึ่งสายส่งสัญญาณโดยใช้สลับแบบขนานคู่

ในการหาตำแหน่งเพื่อที่จะต่อสลับจุนแบบเคี้ยวสำหรับการใช้งานจริงนั้นไม่ได้ง่ายเหมือนการพล็อตบนแผนภูมิสมิทธ์ถึงแม้ว่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะหาได้จากแผนภูมิสมิทธ์ แต่ในทางปฏิบัติแล้วอาจจะมีค่าจำเป็นต้องปรับจูนละเอียดเพื่อให้ได้สภาวะแมทซ์ที่ดีที่สุด อาจจะใช้วิธีปรับเลื่อนระยะห่างของสลับหรือทริม (Trim) ความยาวสลับก็แล้วแต่วิธีการหรือความสะดวกในการใช้งานนั้นๆ แต่ทั้งสองวิธีที่กล่าวมาไม่สะดวกมากนักในทางปฏิบัติ ซึ่งใช้สลับแบบเคี้ยวมาต่ออนุกรมหรือต่อขนานเข้ากับสายนำสัญญาณ วิธีที่จะลดความยุ่งยาก ความไม่สะดวกต่างๆ เหล่านี้ทำได้โดยการใช้สลับคู่ต่อขนานเข้ากับสายนำสัญญาณให้มีระยะห่างจากกันอยู่ระหว่าง  $\frac{3}{8}\lambda$  ถึง  $\frac{1}{2}\lambda$  ของระยะความยาวคลื่น



(ก) การต่อสายสองเส้นดับเบิลสลับจุนหนึ่ง



(ข) การต่อแบบโคแอกเซียลดับเบิลสลับจุนหนึ่ง

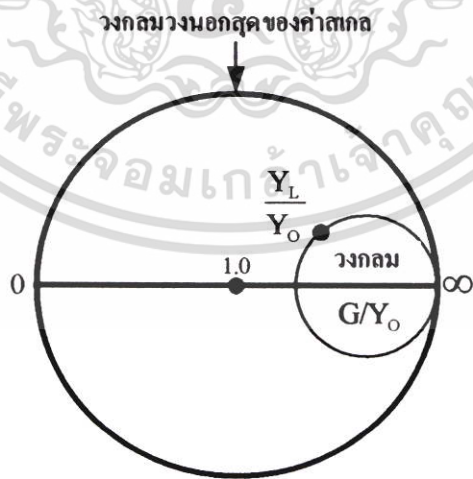
รูปที่ 2.25 การต่อสลับคู่ขนานเข้ากับสายสัญญาณแบบสายสองเส้นและแบบโคแอกเซียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการต่อสับคู่วีริตต่อขนานจะสะดวกที่สุดไม่นิยมใช้การต่ออนุกรม วิธีต่อขนานนี้จะยิ่งง่าย และสะดวกมากขึ้นเมื่อสายนำสัญญาณที่ใช้เป็น โคแอกเซียลเพราะมีหัวต่อแบบที่ (T-Connector) ช่วยให้ง่ายมากขึ้นสำหรับบอร์ดสับที่ใช้โคแอกเซียลนั้นมีชนิดที่ปรับสไลด์เพื่อเปลี่ยนค่าความยาวของสับได้และสายโคแอกเซียลแบบที่ปรับเปลี่ยนความยาวได้นี้ (โดยการใช้สไลด์เข้าออก) นิยมใช้ต่อกันกลางระหว่างสับคู่อุปกรณ์เพื่อปรับระยะห่างให้เหมาะสมกัน การต่อสับคู่ขนานเข้ากับสายสัญญาณแบบสายสองเส้น (แบบคู่ขนานนั่นเอง) และแบบโคแอกเซียล แสดงไว้ในรูปที่ 2.25 (ก) และ (ข) เพราะว่าสับคู่นี้ต่อขนานเข้ากับสายนำสัญญาณ ดังนั้นการใช้ค่าแอดมิตแตนซ์ในการพิจารณาจะสะดวกทั้งต่อการใช้งานและการคำนวณมากกว่าค่าอิมพีแดนซ์ และจากหลักการแมทซ์สายนำสัญญาณเข้าโหนดที่เราใช้กันคือ การหาตำแหน่งบนสายที่จะให้ค่าอินพุตแอดมิตแตนซ์เท่ากับค่าแอดมิตแตนซ์ของโหลดนั่นเอง

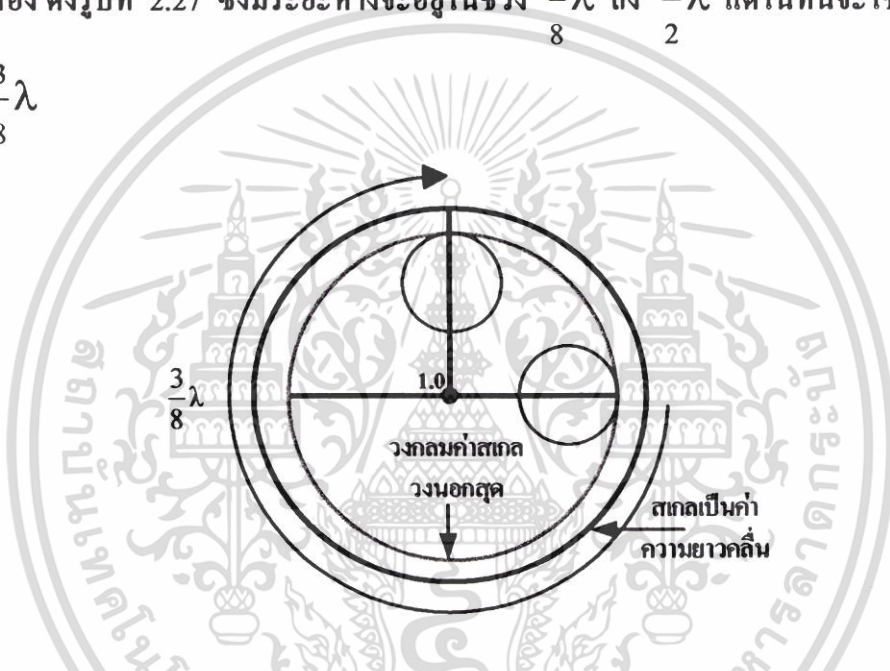
$$\frac{Y_{input}}{Y_0} = 1 + j0 \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

สภาวะแมทซ์สำหรับการใช้สับคู่นี้จะเกิดขึ้นได้จากการพิจารณาระยะห่างระหว่างสับคู่นี้ และความยาวที่เหมาะสมของสับทั้งสอง แม้ว่าปัญหาจะดูสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น แต่เราก็สามารถใช้แผนภูมิสมิทร์มาช่วยหาได้เช่นกันและจากรูปที่ 2.25 เราจะพิจารณาถึงผลรวมค่าแอดมิตแตนซ์ของโหลดและสับ 2 ซึ่งถูกสะท้อนกลับมาในทิศทางเข้าสู่แหล่งพลังงานไปถึงจุดต่อของสับ 1 ซึ่ง ณ จุดนั้นค่าแอดมิตแตนซ์ของสับ 1 และโหลดสะท้อนกลับรวมเข้าด้วยกันต้องมีค่าเท่ากับค่าที่ทำให้เกิดสภาวะแมทซ์ที่ต้องการคือ  $1 + j0$  ในสมการที่ 2.12



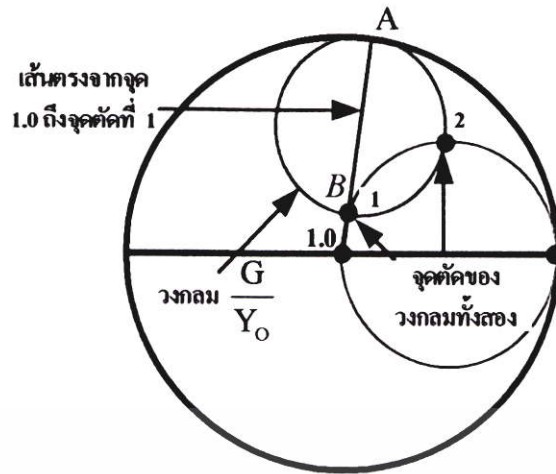
รูปที่ 2.26 โหลดแอดมิตแตนซ์และวงกลมกลมคอนดัคแตนซ์คงที่  $\frac{G}{Y_0}$

ในทางปฏิบัติความยาวของสลับ 1 จะถูกเลือกไว้ที่ค่าชัศพลแดนซ์ซึ่งทำให้เกิดสภาวะแมทซ์ เมื่อพิจารณาทางด้านแหล่งจ่ายพลังงานแต่ถ้าพิจารณาทางด้านโหลดจะมีส่วนของแอดมิตแดนซ์ถูกสะท้อนกลับ ไปยังจุดต่อของโหลดและสลับ 2 หลังจากนั้นจึงจะปรับความยาวของสลับ 2 ให้เกิดค่าชัศพลแดนซ์ซึ่งรวมกับโหลดแล้วหักล้างค่าแอดมิตแดนซ์ที่สะท้อนกลับมาให้หมดไป จึงจะได้สภาวะแมทซ์อย่างแท้จริง ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้สามารถหาได้โดยใช้แผนภูมิสมิทท์แทนที่จะต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก อันดับแรกต้องพล็อตโหลดแอดมิตแดนซ์และวอดวงกลมคอนคัคแดนซ์คั้งที่  $\frac{G}{Y_0}$  ดังในรูปที่ 2.26 จากนั้นให้หมุนวงกลมไปโดยมีระยะห่างระหว่างสลับทั้งสอง ดังรูปที่ 2.27 ซึ่งมีระยะห่างจะอยู่ในช่วง  $\frac{3}{8}\lambda$  ถึง  $\frac{1}{2}\lambda$  แต่ในที่นี้จะใช้ระยะห่างเท่ากับ  $\frac{3}{8}\lambda$



รูปที่ 2.27 การหมุนวงกลมคอนคัคแดนซ์คั้งที่  $\frac{G}{Y_0}$  ด้วยระยะทางเท่ากับ  $\frac{3}{8}\lambda$

วงกลมคอนคัคแดนซ์คั้งที่  $\frac{G}{Y_0}$  ที่หมุนไปนั้นจะต้องตัดกับวงกลมรีซิสแดนซ์คั้งที่เท่ากับ 1.0 ดังในรูปที่ 2.28 ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตำแหน่งบนสายนำสัญญาณในทิศทางเข้าหาแหล่งจ่ายพลังงาน (การหมุนวงกลมเป็นไปในทางวนตามเข็มนาฬิกา) ที่มีค่าแอดมิตแดนซ์เป็น  $1 \pm j\frac{Y}{Y_0}$  ฉะนั้นถ้าวงกลมดังกล่าวไม่ตัดกันจะต้องเลื่อนหรือหมุนวงกลมคอนคัคแดนซ์คั้งที่  $\frac{G}{Y_0}$  ให้ตัดกับวงกลมแทนค่ารีซิสแดนซ์คั้งที่เท่ากับ 1.0 แต่ภายในระยะห่างจำกัดในช่วงระหว่าง ถึง  $\frac{1}{2}\lambda$  เท่านั้น



รูปที่ 2.28 การตัดกันของวงกลมคอนคัตแดนซ์คงที่  $\frac{G}{Y_0}$

ลากเส้นตรงจากจุด 1.0 ผ่านจุดตัดจุดใดจุดหนึ่งในสองจุดที่เกิดขึ้น ซึ่งในที่นี้เลือกใช้จุดตัดที่ 1 (Intersection Point No.1) ไปตัดสเกลค่าความยาวคลื่นซึ่งเป็นสเกลค่าความยาวคลื่นที่จุด A ที่จุด B จะได้ค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์มาจากผลรวมของค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์ระดับ 1 และค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์ อันเนื่องมาจากการสะท้อนกลับของโหลด (Reflected Load) ทำให้ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่จุด B มีค่าเท่ากับ

$$\frac{Y_{\text{input}}(B)}{Y_0} = \frac{Y_1}{Y_0} + \frac{Y_{\text{reflected}}}{Y_0} \dots\dots\dots(2.13)$$

โดยที่  $Y_{\text{reflected}}$  เป็นค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์ที่จุด A ซึ่งเกิดจากโหลดแอดมิตแดนซ์ หรือ สดับ 2 สะท้อนกลับมาด้วยระยะทาง

ฉะนั้นกรณีที่จะทำให้เกิดการแมทซ์กับโหลด สมการที่ 2.12 และ 2.13 จะมีค่าตาม

สมการ

$$1 + j0 = \frac{Y_1}{Y_0} + \left[ 1 + j \frac{Y_1}{Y_0} \right] \dots\dots\dots(2.14)$$

ค่าแอดมิตแดนซ์ของสดับ 1 ที่ทำให้เกิดสภาวะแมทซ์ทางด้านอินพุท จากแหล่งพลังงาน จะเท่ากับ

$$\frac{Y_1}{Y_0} = j \frac{Y_1}{Y_0}$$

$Y_1$  ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนแอมพลิจูดของโหนดจุดที่ 1 บนแผนภูมิสมิทธ์ได้มาจากการปรับความยาวของสลับ 1 โดยพล็อตค่าอัตราส่วนแอมพลิจูดที่ต้องการบน เส้นโค้งแทนรีแอกแตนซ์คงที่จากนั้นลากเส้นตรงจากจุด 1.0 ผ่านจุดที่พล็อต (ถ้าค่าอัตราส่วนแอมพลิจูดเป็นบวกจะตกอยู่ในช่วงวงกลมบน ถ้าค่าอัตราส่วนแอมพลิจูดเป็นลบจะตกอยู่ในช่วงครึ่งวงกลมล่าง) ไปตัดกับเส้นโค้งแทนค่ารีแอกแตนซ์คงที่ จะให้ความยาวของสลับปลายปิด ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นวัดจากจุดซอร์ส หรือจุด  $R = 0$  ด้านซ้ายสุดของแผนภูมิสมิทธ์ไปถึงจุดบนสเกลค่าความยาวคลื่นดังกล่าวข้างต้น (วิธีนี้คือการหาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์หรือค่าแอดมิตแตนซ์ของสายนำสัญญาณต่อปลายแบบปิดที่กล่าวไปแล้วข้างต้น) หลังจากนั้นทำการหมุน (Rotate) ค่าแอดมิตแตนซ์ที่จุด A ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาไปเป็นระยะเท่ากับ  $\frac{3}{8}\lambda$  ตัดกับวงกลมคอนดัคแตนซ์คงที่  $\frac{G}{Y_0}$  ที่วาดขึ้นตามที่แสดงในรูปที่ 2.25 เกิดจุดตัดขึ้น 2 จุดดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การหมุนที่จุด A มาถึง B ด้วยระยะทาง  $\frac{3}{8}\lambda$  ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่จุด A มาจากโหนดแอดมิตแตนซ์  $Y_L$  รวมตัวกับค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของสลับ 2 และมีค่าเป็นสมการ

$$\frac{Y_{input(A)}}{Y_0} = \frac{Y_L}{Y_0} + \frac{Y_2}{Y_0} \dots\dots\dots(2.15)$$

จุดตัดของเส้นตรงที่หมุนมา  $\frac{3}{8}\lambda$  กับวงกลมคอนดัคแตนซ์คงที่  $\frac{G}{Y_0}$  ค่าแอดมิตแตนซ์ที่

สะท้อนกลับมาจากจุดสลับ 1 จะต้องเท่ากับค่าแอดมิตแตนซ์อื่นเนื่องจากโหนดและสลับ 2 ดังนั้นค่าแอดมิตแตนซ์ของสลับ 2 ที่แมทซ์กับค่าแอดมิตแตนซ์ทั้ง 2 ค่าในสมการที่ 2.15 จุดตัดดังกล่าวนี้จะต้องมีค่าตามสมการ

$$\frac{Y_2}{Y_0} = \left[ \frac{Y_2}{Y_0} + \frac{Y_L}{Y_0} \right] - \frac{Y_L}{Y_0} \dots\dots\dots(2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งก็คือค่าแอดมิตแดนซ์ที่สะท้อนกลับมาจากสตาบ 1 (อีกครั้งหนึ่ง) ลบด้วยค่าแอดมิตแดนซ์ของโหลด จุดตัดที่ 1 จะให้ค่าแอดมิตแดนซ์เป็น

$$\frac{Y_2}{Y_0} + \frac{Y_L}{Y_0}$$

ค่า  $Y_2$  หรือค่าอินพุตแอดมิตแดนซ์ของสตาบ 2 จะได้สมการที่ 2.16 การหาความยาวของสตาบ 2 ใช้วิธีการเดียวกับการหาสตาบ 1 ซึ่งได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้

**2.4.1.4 การประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาไมโครเวฟและรายวิชาที่เกี่ยวข้อง**  
สามารถประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟและรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้ดังต่อไปนี้

#### 1. การประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ

นำมาประยุกต์ใช้งานในการออกแบบระบบสื่อสารด้วยไมโครเวฟ ซึ่งจะต้องนำเอาท่อนำคลื่น อุปกรณ์แอกทีฟ และอุปกรณ์พาสซีฟความถี่ไมโครเวฟ มาออกแบบระบบสื่อสารดังกล่าว เนื่องจากการใช้แผนภูมิสมิทธ์เป็นวิธีที่ง่าย และเป็นที่ยอมรับของผู้ออกแบบระบบสื่อสารไมโครเวฟ กล่าวคือผู้ออกแบบสามารถเห็นภาพรวมของพารามิเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่เครื่องกำเนิด ผ่านท่อนำคลื่น อุปกรณ์แอกทีฟ หรือ อุปกรณ์พาสซีฟ จนถึงโหลด

#### 2. การประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาออกแบบวงจรความถี่วิทยุ

นำมาประยุกต์ใช้งานในการออกแบบวงจรความถี่วิทยุ เช่น วงจรกรองความถี่ต่างๆ ได้แก่ วงจรกรองแบบพาสซีฟ และ วงจรกรองแบบแอกทีฟ เช่น วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Fitter) , วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Fitter) , วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Fitter) , วงจรกรองหยุดแถบความถี่ (Band Stop Fitter) ในสื่อสัญญาณความถี่วิทยุ

#### 3. การประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาวิศวกรรมสายอากาศ

นำมาประยุกต์ใช้งานในการออกแบบสายอากาศ เช่นการแมทซ์ชิงสายอากาศ แบบต่างๆ เพื่อให้สายอากาศดังกล่าวสามารถส่งผ่านสัญญาณได้มากที่สุด เนื่องจากการใช้แผนภูมิสมิทธ์เป็นวิธีที่ง่าย และเป็นที่ยอมรับของผู้ออกแบบสายอากาศ กล่าวคือผู้ออกแบบสามารถเห็นภาพรวมของพารามิเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ

#### 4. การประยุกต์ใช้แผนภูมิสมิทธ์ในวิชาวิศวกรรมสายส่งและโครงข่ายสื่อสาร

นำมาประยุกต์ใช้งานในการออกแบบระบบสื่อสารด้วยสายส่ง ซึ่งจะต้องนำเอาสายส่งมาออกแบบระบบสื่อสารดังกล่าว เนื่องจากการใช้แผนภูมิสมิทธ์เป็นวิธีที่ง่าย และเป็นที่ยอมรับของผู้ออกแบบระบบสื่อสารสายส่ง กล่าวคือผู้ออกแบบสามารถเห็นภาพรวมของพารามิเตอร์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงภายในวงจรสายส่งสัญญาณ เช่น แรงดัน กระแส กำลังงาน และอิมพีแดนซ์ ที่ตำแหน่งต่างๆ สายส่ง

## 2.5 เครื่องมือสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบไปด้วยโปรแกรมหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรมนิพนธ์ โปรแกรมสำหรับสร้าง ข้อความ ภาพนิ่ง ตาราง และ กราฟฟิก โปรแกรมสำหรับสร้าง ข้อมูลเสียง โปรแกรมสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว โดยที่ผู้วิจัยสามารถที่จะสร้างและออกแบบ สื่อประสมเหล่านี้ได้อย่างง่ายดาย เพื่อให้ได้รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นเกณฑ์การเลือกโปรแกรมจึงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.5.1 โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring System)

โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน หรือเรียกว่า Authoring System เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือสร้างสรรคงานมัลติมีเดียเริ่มแรก ได้มีการพัฒนาใช้กับคอมพิวเตอร์ตระกูล Macintosh เป็นส่วนใหญ่ หลังจากนั้นได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ตัวอย่างของโปรแกรมเฉพาะที่มาจากต่างประเทศ และมีจำหน่ายในประเทศไทย โดยใช้สำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ได้แก่ Authorware Professional , Multimedia Toolbook และ Icon Author (IT Soft. 1993 : 114 – 121)

โปรแกรม Authorware Professional เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานต่างๆ การสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือแม้กระทั่งเกมส์ก็ยังสามารถทำได้ด้วยการออกแบบ การทำงาน โดยการวาง icon บน flowchart เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนต่างๆ ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษา โปรแกรม Authorware มีการพัฒนาดังแต่รุ่นแรกๆ ใช้ตั้งแต่ version 2.0 นั้น มีคุณสมบัติที่เด่นกว่าโปรแกรมประเภทเดียวกัน จนกระทั่งปี 2545 ทาง Macromedia ได้มีการพัฒนาออก Authorware Version 6.5

#### 2.5.1.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Authorware Professional 6.5

โปรแกรม Authorware Professional 6.5 มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ ที่สนับสนุน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบมัลติมีเดียรวมทั้ง การกระจายบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปยังผู้ใช้ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรมหรือผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยัง รายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน และวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้ง่าย โดยภายในแต่ละบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ตัว

2. ในโปรแกรม Authorware Professional 6.5 ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิโอ เข้าด้วยกัน ทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การฝึกอบรมได้อย่างดี

3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่องแมคอินทอช หรือภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ที่อยู่บนเครื่องไอบีเอ็ม มีการทำงานเหมือนกัน และสามารถที่จะติดตั้งไปยังระบบภายนอกได้

### 2.5.1.2 เกณฑ์การเลือกโปรแกรม Authorware Professional 6.5 สำหรับ

#### การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้วิจัยเลือกโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนชื่อ Authorware Professional 6.5 ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียน โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้

1. ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์สร้างสรรค์งานมัลติมีเดีย จะใช้ไอคอนจับวางไว้บนเส้น Flow Line หลังจากนั้นก็สามารถจัดการในแต่ละไอคอน โดยการเปิด Presentation Windows เพื่อสร้างภาพ ข้อความ การนำเข้าภาพ กำหนดการโต้ตอบหรือกระทำอย่างอื่น ๆ ตามลักษณะของการจัดการบทเรียนที่ ออกแบบไว้แล้ว ผู้ที่ไม่มีความรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถสร้างบทเรียนในขั้นพื้นฐานได้

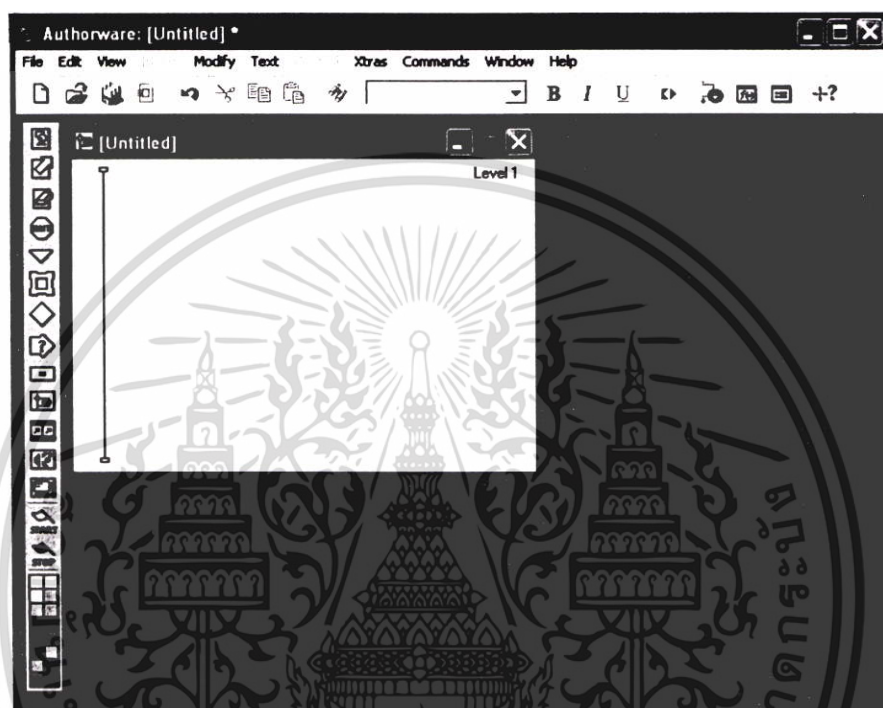
2. การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบ และการนำเข้าภาพจากไฟล์ภายนอกโปรแกรม Authorware Professional 6.5 สามารถสนับสนุนการสร้างสรรคงานระบบมัลติมีเดียค่อนข้างสมบูรณ์

3. การสนับสนุนระบบการจัดการฐานข้อมูล มีประโยชน์ในการที่จะอำนวยความสะดวกต่อการคำนวณ ประเมินผลการเรียนรู้เก็บบันทึกข้อมูล

4. สะดวกต่อการจัดหาโปรแกรม Authorware Professional 6.5 เป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่ายในตลาดคอมพิวเตอร์ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าโปรแกรม Authorware Professional 6.5 เป็นระบบนิพจน์ที่เรียนที่ใช้งานง่าย เปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่นสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดีโดยเฉพาะมัลติมีเดีย และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่ามีเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรม Authorware Professional 6.5 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นภาษาไทยจึงได้ใช้โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้



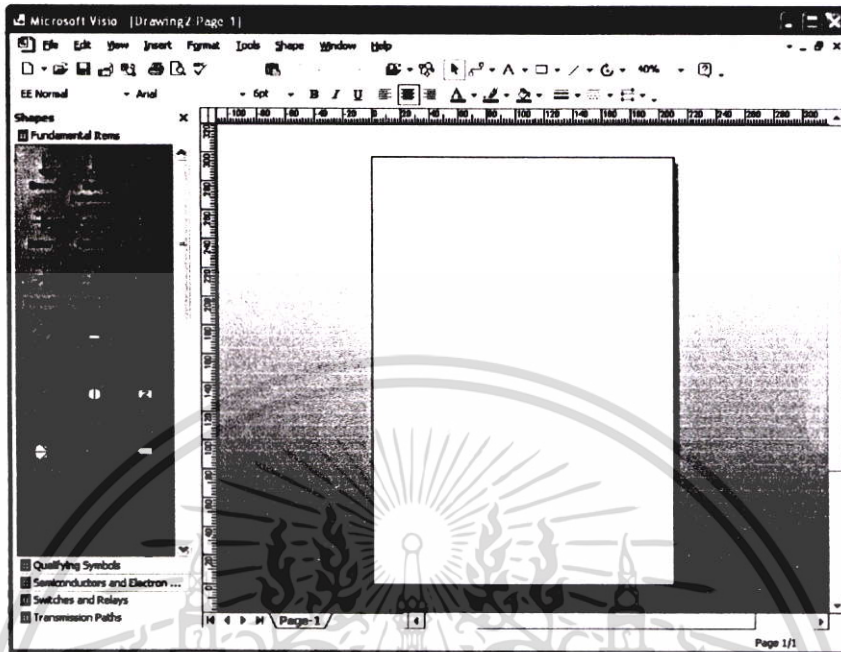
รูปที่ 2.30 หน้าจอโปรแกรม Macromedia Authorware Professional 6.5

### 2.5.2 เกณฑ์การเลือกโปรแกรม Visio Technical Version 2000 สำหรับการวิจัย

การที่เลือกโปรแกรม Visio Technical Version 2000 เพราะการวาดรูปวงจรถูกในภาพ 2 มิติ จะวาดง่ายเพราะมีเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าครบถ้วนจึงง่ายต่อการวาดในการวาดรูปวงจรมันยังมีอีกหลายโปรแกรม เช่น Potel Design System แต่การเลือกอุปกรณ์ต่างๆ จะทำได้ยากกว่า ซึ่งถือว่าเป็นโปรแกรมสำหรับการวาดที่สมบูรณ์นั่นคือสามารถสร้างรูปแบบตามที่ต้องการเองได้ หรือใช้รูปต้นแบบจากสแตมป์ (Stencils) เป็นจุดเริ่มต้นในการวางรูปหรือทำการแก้ไขรูปใด ๆ บนหน้าจอ (Drawing) เพื่อเป็นไปตามความต้องการเมื่อเราเข้าสู่โปรแกรม Visio Technical Version 2000 จะพบกับหน้าจอที่พร้อมสำหรับการสร้างงานดังรูป

สรุปได้ว่าโปรแกรม Visio Technical Version 2000 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย เปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น สามารถสร้างรูปได้ดีโดยเฉพาะรูป 2 มิติ และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่ามีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรม Visio Technical Version 2000 ในการสร้างรูปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงได้ใช้โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้



รูปที่ 2.31 หน้าจอโปรแกรม Visio Technical Version 2000

### 2.5.3 เกณฑ์การเลือกโปรแกรม Macromedia Flash 5.0 สำหรับการวิจัย

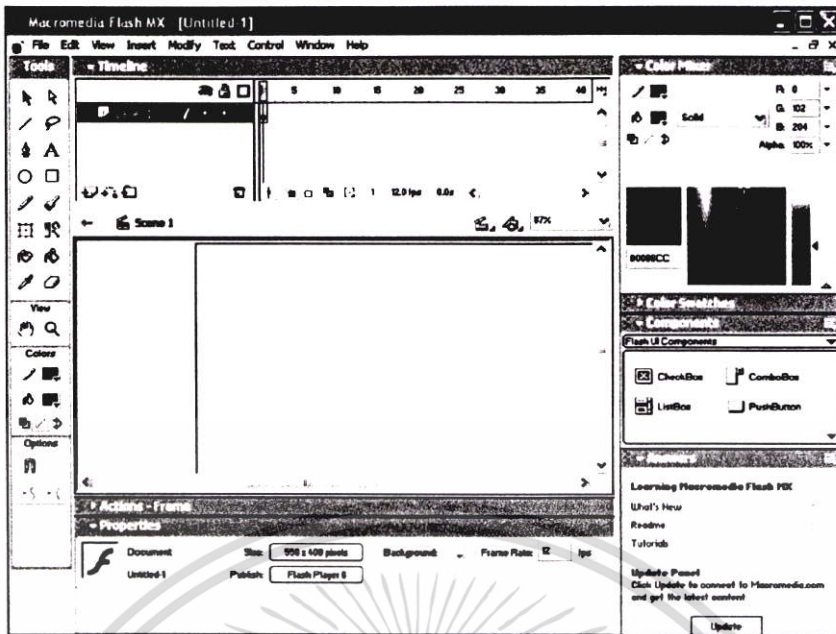
การที่เลือกโปรแกรม Macromedia Flash MX เพราะสามารถทำภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบของภาพ 2 มิติได้ดีกว่า ดังนั้นโปรแกรม Macromedia Flash MX จึงเป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพกราฟฟิกและมัลติมีเดีย ซึ่งไฟล์จะมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับโปรแกรมอื่นๆ ในโปรแกรมมีคุณสมบัติเด่นอยู่ 3 ประการ

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring
2. โปรแกรม Macromedia Flash MX ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดีย

อย่างสมบูรณ์

3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ

สรุปได้ว่าโปรแกรม Macromedia Flash MX เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่ามีเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบของภาพ 2 มิติสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงได้ใช้โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้



รูปที่ 2.32 หน้าจอโปรแกรม Macromedia Flash MX

#### 2.5.4 เกณฑ์การเลือกโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 สำหรับการวิจัย

การที่เลือกใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 เพราะการเลือกทำตัวอักษรให้ดูมิติหรือรูปวงจรรต่างๆ ทำได้ง่ายกว่าเพราะส่วนมากในการแต่งภาพหรือตัวหนังสือจะใช้โปรแกรมนี้เป็นส่วนใหญ่ และไม่มีปัญหาในการเปลี่ยน รูปแบบตัวอักษรเพราะจะก๊อปปี้ (Copy) อยู่ในไฟล์รูปภาพเป็นโปรแกรมที่นำมาเสริมในการที่จะสร้างตัวอักษรรูปแบบต่างๆ รวมทั้งการตกแต่งภาพที่สร้างขึ้นเอง และภาพที่สแกน(Scan) มาให้มีความสวยงาม คมชัดกว่าเดิม

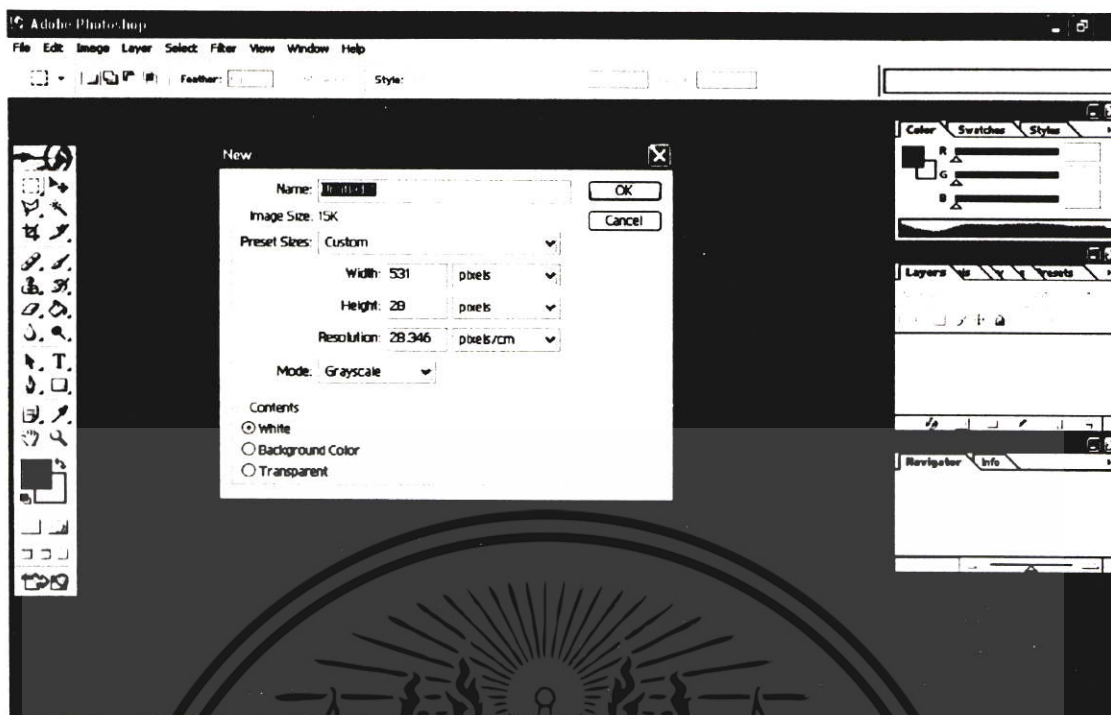
โปรแกรมมีคุณสมบัติเด่นอยู่ 3 ประการ

1. เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางด้านการตกแต่งภาพสูง
2. โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ประกอบด้วยเครื่องมือด้านตกแต่งภาพ

อย่างสมบูรณ์

3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ

สรุปได้ว่าโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายเปรียบเทียบกับโปรแกรม Free hand โปรแกรมอื่นๆ และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ในการตกแต่งภาพในรูปแบบของภาพ 1 มิติและ 2 มิติ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงได้ใช้โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้



รูปที่ 2.33 หน้าจอโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0

Adobe Photoshop 7.0 จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักๆ ดังนี้

- 1) เมนูบาร์(Menu bar) เป็นที่เก็บคำสั่งในการใช้งานต่างๆ ของ Adobe Photoshop 7.0
- 2) คอนโทรลเมนู(Control menu) เป็นที่เก็บคำสั่งเกี่ยวกับการปิด เปิด ขยายของหน้าต่างคอนโทรลเมนูของพาเลตต์(Palette) จะมีคำสั่งในการปิดพาเลตต์เพียงตัวเดียว
- 3) ไตเติลบาร์(Title bar) แสดงชื่อไฟล์(File) ภาพระบบสีและอัตราส่วนในการขยายภาพ
- 4) ไม้บรรทัด (Ruler) ใช้สำหรับวัดขนาดภาพและตำแหน่งของเคอร์เซอร์บนภาพ หน่วยของบรรทัดกำหนดใหม่ได้ในเมนู File คำสั่ง Prefencer
- 5) พื้นที่ทำงาน (Working area) บริเวณหน้าต่างที่จะตกแต่งเรียกว่า พื้นที่ทำงาน (Working area)
- 6) พาเลตต์ (Palette) มีลักษณะเป็นหน้าต่างเล็กๆ โดยจะเก็บคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกสี และกำหนดคอปชั่นอุปกรณ์
- 7) ทูลบ็อกซ์ (Tool box) เป็นที่เก็บอุปกรณ์มากกว่า 20 ชิ้น ทางด้านล่างของทูลบ็อกซ์ถัดจากอุปกรณ์จะแสดงสี โฟร์กราวด์และแบ็กกราวด์ที่เลือก ถัดลงมาจะเป็นปุ่มให้เลือกโหมดในการแสดงส่วนด้านล่างสุดจะเป็นออพชั่นให้เลือกการแสดงผลหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

มนต์ชัย ตั้งพรโชติช่วง (2540 : ค) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอุปกรณ์ไมโครเวฟประเภทพาสซีฟ นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาคุณภาพกับผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจำนวน 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ผลการหาคุณภาพสรุปได้ว่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 และด้านเนื้อหาคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเทคนิคสื่อสาร แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จำนวน 28 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 88.33/88.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อภิชาติ อนุกุลเวช (2544 : I) ได้ทำการวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวม 1 หน่วยการเรียนรู้ นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาคุณภาพกับผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ผลการหาคุณภาพสรุปได้ว่าด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 และด้านเนื้อหาคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 และนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิคชั้นสูงปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาวิชาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกไฟฟ้ากำลัง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิคชั้นสูงปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 85.23/83.10 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สุรพล เมฆศรีอรุณ (2541 : ค) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องไมโครเวฟเทคโนโลยี ตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 (ปวส. 2) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.84/81.93 สูงกว่าเกณฑ์สมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ร้อยละ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิงชัย วรรณรักษ์ (2544 : 1) ได้ทำการวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์สอนปฏิบัติการไมโครเวฟตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาคุณภาพกับผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจำนวน 3 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ผลการหาคุณภาพสรุปได้ว่าด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 และ ด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 และ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 (ปวส. 2) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร แบ่งออกเป็นกลุ่มเพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ผลการวิจัยสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ มีประสิทธิภาพอยู่ที่  $E1 : E2 = 82.82 : 81.50$  เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ทวีศักดิ์ บุญรักษา (2543 : 1) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาการสื่อสารเส้นใยแก้วนำแสงเบื้องต้น นำไปทดลองใช้และประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งใช้แบบประเมินคุณภาพบทเรียนใน 4 ด้าน คือ การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอบทเรียน การปฏิสัมพันธ์ และแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนในด้านนำเข้าสู่บทเรียนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ด้านการนำเสนอบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ด้านแบบฝึกหัด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.7 ส่วนด้านปฏิสัมพันธ์ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.0

เมื่อพิจารณาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยส่วนใหญ่มีการทำวิจัยในลักษณะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาเพียงหัวเรื่องเดียว และทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์กับวิธีการสอนปกติหรือ เปรียบเทียบผลกับการใช้สื่อประเภทอื่นๆ หรือสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาและนำไปทดลองสอนเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ศึกษาผลของการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนแบบอุปมาอุปไมยกับแบบอนุমান ศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม ศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ เป็นต้น ต่อมาในระยะหลังเริ่มมีการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเนื้อหาครบถ้วนทั้งรายวิชาและสอดคล้องกับหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนจริง และดำเนินการหาคุณภาพของบทเรียนด้านประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ แต่จำนวนงานวิจัยในลักษณะนี้ยังมีจำนวนน้อยมาก ซึ่งผลของการวิจัยโดยส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ดังนั้น การทำวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ มีเนื้อหาตรงกับรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ นับเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มจำนวนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนให้แก่วงการศึกษาก็ด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการแบบเจาะจง จำนวน 21 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในด้านต่างๆ ประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 7 คน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 7 คน
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 7 คน

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเองประกอบด้วย

3.2.1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

3.2.2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง  
แผนภูมิสมิทซ์

### 3.2.1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction : IMMCAI มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)
3. ขั้นตอนการพัฒนา (Development)
4. ขั้นตอนการสร้าง (Implementation)
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)

เริ่มจากการกำหนดหัวเรื่องที่จะสร้าง กำหนดวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายของบทเรียนหรือผู้ใช้บทเรียน โดยมีผลของการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1

#### 3.2.1.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนเรื่องหลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ผลดังนี้

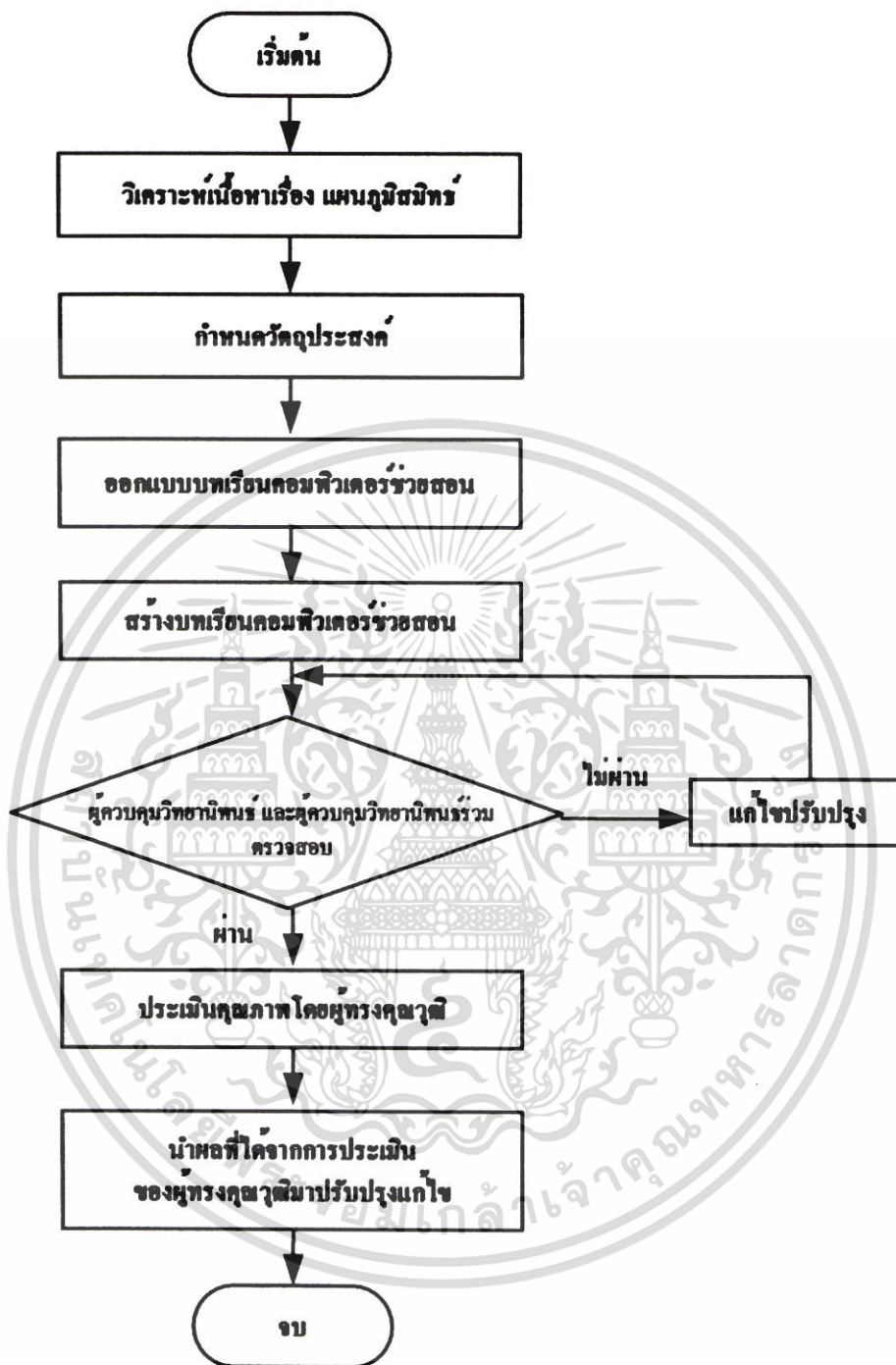
##### 1 ผลการสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)

หลังจากศึกษาเอกสาร เอกสารประกอบการสอนและตำราที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับแผนภูมิสมิทซ์ สอบถามขอบเขตเนื้อหาจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และจากประสบการณ์การสอนของผู้ทำวิจัยเองเป็นเวลา 5 ปี แล้วทำการระดมสมองเพื่อหาหัวข้อและรวบรวมหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ หรือหัวเรื่องที่ควรจะมีในเนื้อหาบทเรียน ผลจากการระดมสมองได้แผนภูมิดังรายละเอียดดังรูปที่ 3.2

##### 2 ผลการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ของเนื้อหา (Concept Chart)

เมื่อนำแผนภูมิที่ได้ระดมหัวเรื่องไว้พิจารณาเพื่อรวบรวมกลุ่มหัวเรื่องที่สัมพันธ์กัน มาเพิ่มหรือตัดหัวเรื่อง รวมถึงปรับปรุงหัวเรื่องต่างๆ ตามความเหมาะสมและเหตุผล จึงได้กลุ่มเนื้อหาที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันทั้งหมดดังรูปที่ 3.3 และ ตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .





### ตารางที่ 3.1 หัวข้อบทเรียนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แผนภูมิสมิทซ์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละหน่วย
<p>1.1 ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.2 พารามิเตอร์ต่างๆ ของแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.3 ลักษณะของเรเดียนลิสเกล</p> <p>1.1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิสมิทซ์คุณลักษณะ</p>	<p>1.1 รู้ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.1 บอกหลักการสร้างแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.2 บอกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแผนภูมิสมิทซ์</p> <p>1.1.3 บอกลักษณะของเรเดียนลิสเกล</p> <p>1.1.4 บอกประโยชน์ของแผนภูมิสมิทซ์คุณลักษณะ</p>
<p>1.2 การนำแผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้งาน</p> <p>1.2.1 การพล็อตอิมพีแดนซ์</p> <p>1.2.2 การหาค่า VSWR เมื่อทราบโหนดที่ปลายสาย</p> <p>1.2.3 การหาค่าแอดมิแทนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์</p> <p>1.2.4 การหาอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณที่ถูกปิดและเปิด</p> <p>1.2.5 อินพุตอิมพีแดนซ์ที่ระยะต่าง ๆ นับจากโหนด</p> <p>1.2.6 ตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดจากโหนด</p> <p>1.2.7 การใช้งานเรเดียนลิสเกลในแผนภูมิสมิทซ์</p>	<p>1.2 เข้าใจเกี่ยวกับการนำแผนภูมิสมิทซ์ไปใช้งาน</p> <p>1.2.1 อธิบายวิธีการพล็อต Impedance</p> <p>1.2.2 อธิบายวิธีการหาค่า VSWR เมื่อทราบโหนดที่ปลายสาย</p> <p>1.2.3 อธิบายการหาค่าแอดมิแทนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์</p> <p>1.2.4 อธิบายการหาอินพุตอิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณที่ถูกปิดและเปิด</p> <p>1.2.5 อธิบายการหาอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ระยะต่าง ๆ นับจากโหนด</p> <p>1.2.6 อธิบายการหาตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดจากโหนด</p> <p>1.2.7 อธิบายการใช้งานเรเดียนลิสเกลในแผนภูมิสมิทซ์</p>
<p>1.3 การแมทซ์ซึ่งสายส่งสัญญาณโดยใช้สตัด</p> <p>1.3.1 การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัดแบบอนุกรม</p> <p>1.3.2 การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัดแบบขนาน</p> <p>1.3.3 ค่าความสูญเสียกำลังจากการมิสแมทซ์</p>	<p>1.3 เข้าใจการแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัด</p> <p>1.3.1 อธิบายการแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัดแบบอนุกรม</p> <p>1.3.2 อธิบายการแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สตัดแบบขนาน</p> <p>1.3.3 อธิบายการหาค่าความสูญเสียกำลังจากการมิสแมทซ์</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3 ผลการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และลำดับก่อนและหลังของหัวเรื่อง โดยพิจารณาถึงลำดับและความสัมพันธ์ในการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนจริงของผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถแสดงความสัมพันธ์และลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องบทเรียนตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ดังรูปที่ 3.4

#### 3.2.1.2 ผลการออกแบบการสอน

ในขั้นการออกแบบการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบดังนี้

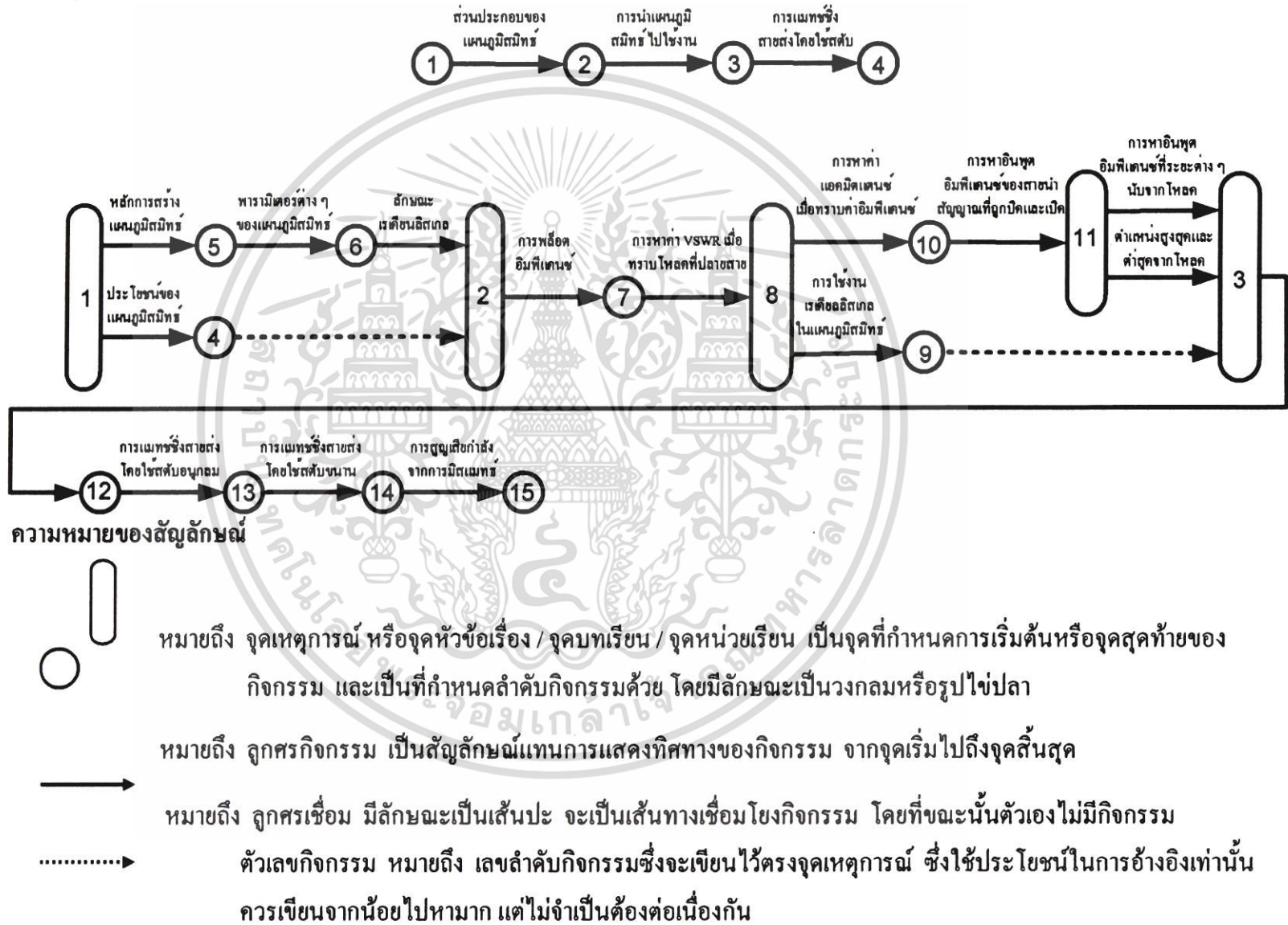
##### 1 ผลการกำหนดกลวิธีการนำเสนอบทเรียน

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงเป็นแผนภูมินำเสนอลำดับการเรียนรู้ โดยแบ่งออกแบบหน่วยการเรียนรู้ การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ จะพิจารณาถึงเวลาเรียนในแต่ละครั้งของกลุ่มเป้าหมาย และคำนึงถึงความสัมพันธ์กันของเนื้อหา ดังนั้นจึงกำหนดใช้เวลาเรียนแต่ละครั้งประมาณ 2 – 2.5 ชั่วโมง รวมเวลาเรียนทั้งหมด 6 – 7 ชั่วโมง เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งเป็น 1 หน่วยการเรียนรู้ ผลการออกแบบลำดับการไหลของเนื้อหาบทเรียน (Course Flow Chart) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 แต่การออกแบบบทเรียนจริงบนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยใดก่อนก็ได้ ตามความต้องการ หรือเลือกเรียนบทเรียนขณะกำลังอยู่หน่วยใดก็ได้เช่นกัน

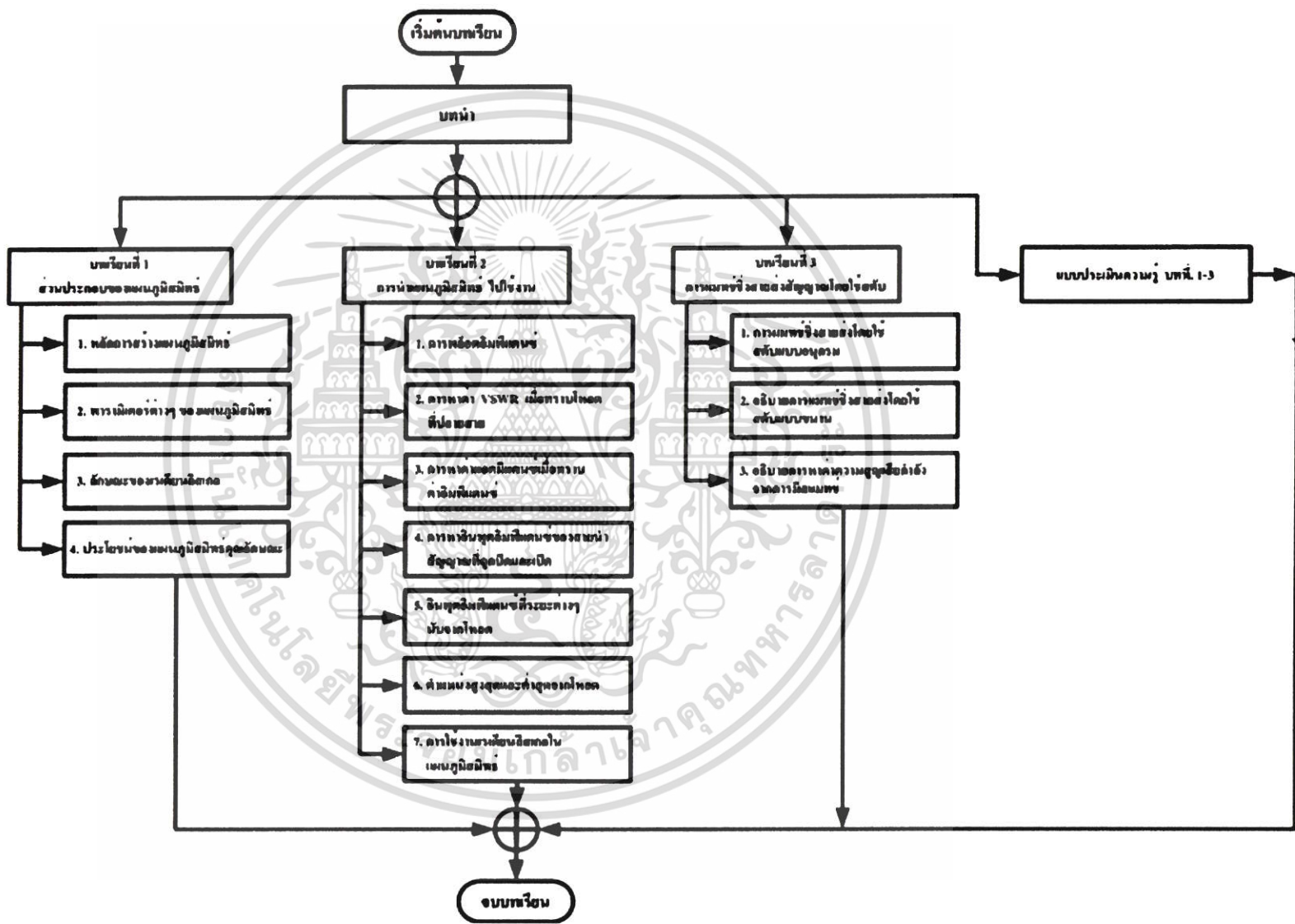
##### 2 ผลการสร้างแผนภูมิการนำเสนอ (Module Presentation Chart)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบและลำดับการนำเสนอบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนจริง ประกอบด้วยขั้นตอนของการนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน ขั้นตอนการเสนอเนื้อหา ขั้นตอนการเสริมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมและแบบฝึกหัด ขั้นตอนการสรุปเนื้อหาแสดงเป็นแผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.4 แผนภูมิโครงข่ายของเนื้อหาบทเรียน



รูปที่ 3.5 แผนภูมิลำดับการไหลของเนื้อหาบทเรียน





รูปที่ 3.6 แผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 บทเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ บทเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1.3 การพัฒนาเนื้อหาบทเรียน

การพัฒนาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ เพื่อนำมาใช้ในการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลดังนี้

การตรวจสอบเนื้อหาโดยอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และจากการตรวจสอบเอกสารเนื้อหาที่ใช้ในบทเรียน เรื่องแผนภูมิสมิทช์พบว่า ส่วนของเนื้อหาต้องนำมาปรับปรุงบางส่วนจึงจะสามารถนำไปใช้สร้างบทเรียนได้ หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจึงได้นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบใหม่จนอยู่ในที่สถานะที่จะสามารถนำไปใช้จัดสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ได้

### 3.2.1.4 การพัฒนาแบบทดสอบ

การพัฒนาแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ เพื่อนำมาใช้ในการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลดังนี้

การตรวจสอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และจากการตรวจสอบเอกสารแบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียน เรื่องแผนภูมิสมิทช์ พบว่าส่วนของแบบทดสอบต้องนำมาปรับปรุงบางส่วนจึงจะสามารถนำไปใช้สร้างบทเรียนได้ หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจึงได้นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบใหม่จนอยู่ในที่สถานะที่จะสามารถนำไปใช้จัดสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ได้

### 3.2.1.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 1 การเลือกซอฟต์แวร์ (Software)

เพื่อเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยเลือกซอฟต์แวร์ระบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring Software) และซอฟต์แวร์อื่นๆ เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ Macromedia Authorware Version 6.5 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการสร้างบทเรียน และใช้ซอฟต์แวร์ Visio Technical Version 2000 เป็นเครื่องมือช่วยในการวาดรูปวงจร ใช้ซอฟต์แวร์ Adobe Photoshop 7.0 เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างภาพกราฟฟิก ใช้ซอฟต์แวร์ Macromedia MX สร้างภาพเคลื่อนไหวและภาพ 3 มิติ ซอฟต์แวร์ Sonic Foundry Sound Forge 5.1 สร้างและปรับเสียงประกอบบทเรียนและซอฟต์แวร์ Microsoft Word XP สร้างข้อความประกอบลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ (ตัวอย่างหน้าจอภาพบทเรียน ดังแสดงในภาคผนวก ง.)

## 2 การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation)

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบคุณภาพ ด้านเนื้อหา , ด้านเทคโนโลยีการศึกษา , ด้านซอฟต์แวร์ จากการตรวจสอบเอกสารแบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ พบว่าส่วนของเนื้อหาและแบบทดสอบต้องนำมาปรับปรุงบางส่วนจึงจะสามารถนำไปใช้สร้างบทเรียนได้ หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจึงได้นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบใหม่จนอยู่ในทศนะที่จะสามารถนำไปทดลองหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

### 3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ที่ใช้เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านซอฟต์แวร์ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง แล้วผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วนำแบบประเมินดังกล่าวไปหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังต่อไปนี้ คือ

3.2.2.1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ด้านเนื้อหา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ข. หน้าที่ 143)

3.2.2.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ข. หน้าที่ 148)

3.2.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ด้านซอฟต์แวร์ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ข. หน้าที่ 153)

3.2.2.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ด้านเนื้อหาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

1. ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 9 ข้อ
2. ความคิดเห็นด้านความหมาย รูปภาพและภาษา จำนวน 5 ข้อ
3. ความคิดเห็นด้านแบบทดสอบ จำนวน 5 ข้อ

4. ความคิดเห็นด้านอื่นๆที่เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ  
 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 7 ท่าน ที่ใช้แบบประเมินคุณภาพ  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านเนื้อหา เพื่อแสดงความคิดเห็น มีรายชื่อ  
 ดังต่อไปนี้

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. ดร. พิเชฐ ม่วงนวล              | อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร<br>ลาดกระบัง                       |
| 2. อาจารย์จินตนา นาคะสุวรรณ       | หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล   |
| 3. ผศ. อติเทพ ไช้เพชร             | หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และ<br>โทรคมนาคม<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล                    |
| 4. ดร.ดวงฤดี วงศ์ลำซำ             | อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  |
| 5. อาจารย์พลกฤษณ์ จริยะตันติเวชย์ | อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล<br>วิทยาเขตพระนครเหนือ |
| 6. อาจารย์ประพจน์ จิระสกุลพร      | ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี<br>สถาบันเทคโนโลยีช่างกลปทุมวัน  |
| 7. อาจารย์รัชชัย จิตต์สนธิ์       | อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม<br>อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>สถาบันเทคโนโลยีช่างกลปทุมวัน                        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

1. ความคิดเห็นด้านตัวอักษรจำนวน 5 ข้อ
2. ความคิดเห็นด้านภาพนิ่งจำนวน 5 ข้อ
3. ความคิดเห็นด้านภาพเคลื่อนไหว จำนวน 5 ข้อ
4. ความคิดเห็นด้านเสียง จำนวน 4 ข้อ
5. ความคิดเห็นด้านปฏิสัมพันธ์ จำนวน 5 ข้อ
6. ความคิดเห็นด้านออกแบบจอภาพจำนวน 3 ข้อ

กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 7 ท่าน ที่ใช้แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อแสดงความคิดเห็นมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ผศ. ดร. ไพบูรณ์ เกียรติโกมล รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ผศ. รัชฎาวรรณ นิ่มนวล หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ผศ. วราณี วงศ์ข้าหลวง หัวหน้าแผนกเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
4. อาจารย์วีระ มณีรัตน์ อาจารย์ประจำแผนกเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
5. อาจารย์จักรี รัศมีฉาย หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
6. อาจารย์สุวิชัย ธรรมศรีสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผศ.ดร. เกียรติศักดิ์ พันธุ์สำเรียม หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

3.2.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

1. ความคิดเห็นด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์  
จำนวน 5 ข้อ
2. ความคิดเห็นการให้ความช่วยเหลือจำนวน 3 ข้อ
3. ความคิดเห็นรูปแบบของโปรแกรมจำนวน 4 ข้อ

กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 7 ท่าน ที่ใช้แบบประเมิน  
คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านซอฟต์แวร์ เพื่อแสดงความคิดเห็นมี  
รายชื่อดังต่อไปนี้

1. ดร. สุภาวดี อร่ามวิทย์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผศ. ณรงค์ บวบทอง หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (รังสิต)
3. อาจารย์จักรี รัศมีฉาย หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
4. อาจารย์สุวิชัย ธรรมศรีสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
5. ดร. สุทินันท์ พรอนุรักษ์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

6. ผศ. เบญจพร ศักดิ์ศิริ อาจารย์ประจำวิทยาลัยราชสุดา  
แขนงวิชาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก  
มหาวิทยาลัยมหิดล
7. อาจารย์ปิยะ ธิรพันธุ์เมธี อาจารย์ประจำสาขาวิชาระบบสารสนเทศ  
วิทยาเขตบพิตรพิมุข มหาเมฆ  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทช์ ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อนำความคิดเห็นมาแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม โดยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบวัดคุณภาพ จากเอกสาร ตำราคู่มือ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างแบบประเมินคุณภาพ และกำหนดหัวข้อแบบประเมินคุณภาพ จะมีลักษณะแบ่งมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การให้ความหมายดังนี้

ค่า 5 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ “ดีมาก” มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน

ค่า 4 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ “ดี” มีค่าเท่ากับ 4 คะแนน

ค่า 3 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ “ปานกลาง” มีค่าเท่ากับ 3 คะแนน

ค่า 2 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ “พอใช้” มีค่าเท่ากับ 2 คะแนน

ค่า 1 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทช์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ “ปรับปรุง” มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน

3. นำแบบประเมินคุณภาพ ที่สร้างแล้ว ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

4. ได้แบบประเมินคุณภาพที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพ ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้มาแปรความหมาย และคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เพื่อทำการประเมิน ดังนี้ (Hopkins and Antes. 1979 : 175) อ้างอิง (ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544 : 34)

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของการประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ดังนี้คือ

4.50 – 5.00 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50 – 4.49 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

2.50 – 3.49 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

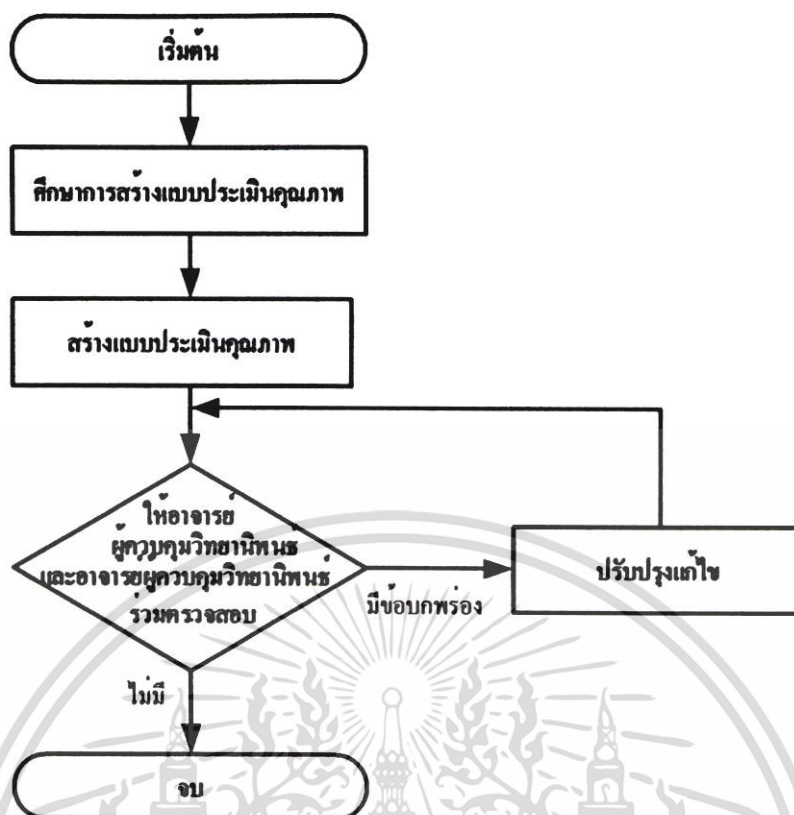
1.50 – 2.49 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

1.00 – 1.49 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลเพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถแปลผลได้ดังตารางที่ 3.2 (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533:138)

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ความหมาย
S.D. = 0	ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
$0 < S.D. < 1$	ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน
S.D. > 1	ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการติดต่อกับงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยไปยังกลุ่มตัวอย่าง
2. นำหนังสือเรื่องขอความร่วมมือในการทำวิจัยจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล
3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์และแบบประเมินคุณภาพ ไปให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 21 ท่าน แล้วทำการบันทึกผลแต่ละข้อของแบบประเมินคุณภาพ
4. แล้วนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ คือ

1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าคะแนนเฉลี่ย เพื่อใช้ในการหาคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 204) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

$\bar{X}$	คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่าง
x	คือ คะแนนที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละท่าน
$\sum fx$	คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
n	คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 204) ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum (fx)^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

S.D.	คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
x	คือ คะแนนที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน
fx	คือ ความถี่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน
n	คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\sum$	คือ ผลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์ และหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยขอเสนอผล การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์

ในการวิเคราะห์หาคุณภาพนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม พร้อมแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เพื่อให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ จำนวน 21 คน ซึ่งแบ่งเป็นด้านต่างๆดังต่อไปนี้ คือ ด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน , ด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน , ด้านซอร์ฟแวร์จำนวน 7 คน ประเมินบทเรียน แล้วนำ แบบประเมินดังกล่าวไปหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิ สมิทท์ โดยการนำผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง ในด้านต่างๆ จำนวน 21 คนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีขั้นตอนแปลผลดังต่อไปนี้

นำค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อแปลผล ในการหาคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินว่าต้องได้รับความคิดเห็นจาก ผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ แต่ถ้าผลของการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำ การแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว มีคุณภาพเพิ่มขึ้น แสดงดัง ตารางที่ 4.1 , ตารางที่ 4.2 , ตารางที่ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ สอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ค ในตารางที่ ค.1 และ ค.4)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.57	0.53
1.2 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบท	3.71	0.48
1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4.28	0.48
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	1.41
1.5 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา	4.14	0.69
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.14	1.06
1.7 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.14	0.69
1.8 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	4.14	0.89
1.9 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาบทเรียน	3.71	0.75
<b>รวม</b>	<b>4.09</b>	<b>0.73</b>
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.42	0.53
2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา	4.00	0.57
2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา	4.00	0.57
2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4.42	0.53
2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา	4.14	0.69
<b>รวม</b>	<b>4.20</b>	<b>0.58</b>
3.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ	3.85	0.36
3.2 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา	4.42	0.53
ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ	4.57	0.53
3.4 วิธีการได้คอบแบบทดสอบท้ายบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิก การเลื่อนเมาส์ การใช้เป็นพิมพ์	3.71	0.95
3.5 ความเหมาะสมของการรายงานผลคะแนน	4.42	0.78
<b>รวม</b>	<b>4.20</b>	<b>0.72</b>
<b>ค่าคะแนนรวม</b>	<b>4.15</b>	<b>0.72</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเนื้อหาของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 ท่าน พบว่าผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 4 หัวข้อคือ

1) เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

2) ความหมาย รูปภาพและภาษา

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

3) แบบทดสอบ

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.719 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ค ในตารางที่ ค.2 และ ค.5)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S
<b>ตัวอักษร</b>		
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน	4.71	0.48
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	4.71	0.48
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้	4.28	0.48
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร หรือข้อความในแต่ละกรอบ	4.28	0.75
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4.14	0.69
รวม	4.43	0.60
<b>ภาพ</b>		
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	4.57	0.53
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้	4.42	0.78
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.14	0.69
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	4.28	0.48
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4.42	0.53
รวม	4.37	0.59
<b>เสียง</b>		
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	4.28	0.48
- 3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้	4.14	0.37
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.42	0.53
3.4 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพในกรอบ	4.14	0.37
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4.14	0.69
รวม	4.23	0.49
<b>เสียงบรรยาย</b>		
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้ อธิบายเนื้อหาเหมาะสม	4.14	0.37
4.2 ระดับความดังของเสียงคนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม	3.50	0.83
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย	4.28	0.75
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	4.14	0.37
รวม	4.04	0.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ข	ค
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน	3.71	0.95
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4.14	0.69
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน	3.85	0.37
5.4 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง	3.57	1.27
5.5 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.14	0.69
รวม	3.88	0.83
6.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.71	0.48
6.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4.42	0.53
6.3 ความเหมาะสมของการผสมผสานสื่อประเภทข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงในบทเรียน	4.14	0.37
รวม	4.43	0.50
รวม	4.27	0.65

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเทคโนโลยีการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 ท่าน พบว่าผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 6 หัวข้อ

#### 1) ตัวอักษร

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.60 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

#### 2) ภาพนิ่ง

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

### 3) ภาพเคลื่อนไหว

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

4) เสียง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

### 5) ปฏิสัมพันธ์

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.83 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

### 6) ออกแบบจอภาพ

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน



ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์จำนวน 7 คน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทธ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ในภาคผนวก. ค ในตารางที่ ค.3 และ ค.6)

รายการประเมิน	๕	๔
<b>การปรากฏของรูปภาพ ตัวอักษร บนหน้าจอ</b>		
1.1 การปรากฏของรูปภาพ ตัวอักษร บนหน้าจอ	4.28	0.48
1.2 ระยะเวลาของการตอบสนองกลับ หลังจากสั่งการ	4.42	0.78
1.3 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิกการใช้ เป็นพิมพ์ การหน่วงเวลา	4.00	0.57
1.4 ความเร็วของการนำเสนอข้อมูลบนหน้าจอ	4.00	0.57
1.5 การปฏิสัมพันธ์ของโปรแกรมสะดวกเรียนรู้ง่าย	4.28	0.48
<b>รวม</b>	<b>4.20</b>	<b>0.58</b>
<b>ความพึงพอใจ</b>		
2.1 ความสะดวกในการเรียกใช้ความช่วยเหลือ	3.57	0.53
2.2 ข้อความในการช่วยเหลือชัดเจน	3.71	0.75
2.3 แผนผังบอกตำแหน่งของบทเรียน	4.28	0.48
<b>รวม</b>	<b>3.86</b>	<b>0.65</b>
<b>ประโยชน์ที่ได้รับ</b>		
3.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	4.00	0.57
3.2 การใช้งานโปรแกรม เช่น มีการแนะนำการใช้งาน บทเรียน หน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ	4.00	0.57
3.3 เครื่องมือต่าง ๆ ใช้ง่าย	4.42	0.53
3.4 ความเหมาะสมของวิธีการป้อนข้อมูล	3.85	0.37
<b>รวม</b>	<b>4.07</b>	<b>0.53</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยค่าประสิทธิผล</b>	<b>4.02</b>	<b>0.59</b>

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 ท่าน พบว่าผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 จากผลการ

ประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 3 หัวข้อ

**1) การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์**

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

**2) การให้ความช่วยเหลือ**

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

**3) รูปแบบของโปรแกรม**

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

หลังจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ด้าน จำนวน 21 ท่าน ได้ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินทั้ง 3 ด้าน มาหาค่าเฉลี่ยรวมและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม และได้ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.16 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.67 จากผลการประเมินของผู้กลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 ด้านมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทธ์ สามารถสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทธ์
2. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทธ์

##### 5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทธ์ ที่สร้างขึ้นต้องมีคุณภาพในระดับดี คิดได้จากค่าเฉลี่ยจากการประเมินของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ในทุกด้าน

##### 5.1.3 ขอบเขตของการวิจัย

###### 5.1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

###### 5.1.3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ

ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม หรือสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา หรือสาขาที่ เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา

3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ เป็นผู้สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโทหรือวุฒิการศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง และมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา

5.1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเลือกกลุ่ม ตัวอย่างโดยวิธีการแบบเจาะจง จำนวน 21 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในด้าน ต่าง ๆ ประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 7 คน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 7 คน
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 7 คน

#### 5.1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทท์ ที่ได้จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง

#### 5.1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องแผนภูมิสมิทท์ เพื่อสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบสอนเสริม คือ

1. ส่วนประกอบของแผนภูมิสมิทท์
2. การนำแผนภูมิสมิทท์ ไปใช้งาน
3. การแมทซ์ซึ่งสายส่งโดยใช้สดับ

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทท์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิ สมิทท์ ตามขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ IMMCAI : Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียนทั้งสิ้น 3 บทเรียน แต่ละบทเรียนประกอบด้วย บทนำ เนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบท้ายบทเรียน

#### 5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ที่ใช้เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านซอฟต์แวร์ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง แล้วผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วนำแบบประเมินดังกล่าวไปหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังต่อไปนี้คือ

1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านเนื้อหาใช้กับกลุ่มตัวอย่างด้านเนื้อหา มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

- ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 9 ข้อ
  - ความคิดเห็นด้านความหมาย รูปภาพและภาษา จำนวน 5 ข้อ
  - ความคิดเห็นด้านแบบทดสอบ จำนวน 5 ข้อ
4. ความคิดเห็นด้านอื่นๆที่เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ

2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

- ความคิดเห็นด้านตัวอักษรจำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านภาพนิ่งจำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านภาพเคลื่อนไหว จำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านเสียง จำนวน 4 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านปฏิสัมพันธ์ จำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านออกแบบจอภาพจำนวน 3 ข้อ

3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมด้านซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดความคิดเห็นที่จะประเมิน ดังต่อไปนี้

- ความคิดเห็นด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นการให้ความช่วยเหลือจำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นรูปแบบของโปรแกรมจำนวน 4 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นหน้าใบเสร็จประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.5 วิธีดำเนินการประเมินคุณภาพ

การหาคุณภาพได้ทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ไปหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ จำนวน 21 คน ในการหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น เป็นเครื่องมือในการหาคุณภาพ และความคิดเห็นในด้านต่างๆ แล้วนำคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแปลผลต่อไป

### 5.1.6 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการหาคุณภาพ ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยถูกออกแบบให้เน้นด้านการนำเสนอภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและบรรยายเนื้อหาการสอนด้วยเสียงมากกว่าตัวอักษรเพื่อลดภาระการอ่านจากจอภาพ สามารถสรุปคุณภาพบทเรียนในด้านต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

- 1). ด้านเนื้อหา มีคุณภาพ เท่ากับ 4.16
- 2). ด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีคุณภาพ มีเท่ากับ 4.22
- 3). ด้านซอฟต์แวร์ มีคุณภาพ มีเท่ากับ 4.04

ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 4.16 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าคุณภาพ 3.50 ขึ้นไปในทุกด้าน จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมนี้ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น พบว่ามีคุณภาพมากกว่า 3.50 ในทุกด้าน ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 3.50 ขึ้นไปในทุกด้าน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ ดังนั้นหากนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว ไปทำการเรียนการสอนแบบการใช้สื่อประสมหลายๆ อย่าง เข้าด้วยกันจึงเป็นการบูรณาการ ประสาทสัมผัสเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้สูง (ชัยรงค์ พรหมวงศ์. 2521:17) เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวได้ประสมประสานสื่ออย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวไปใช้ ในการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนรู้ของผู้ที่เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้ได้เท่ากับผู้ที่เรียนเก่ง โดยใช้เวลาเรียนที่มากกว่า เพราะผู้ที่เรียนอ่อนสามารถเรียนช้าๆ ได้ ตามความเหมาะสมของผู้เรียนเอง (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536:25) ดังนั้นสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.1 คุณภาพด้านเนื้อหาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

พบว่าผลการประเมิน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 มีค่าเฉลี่ยสูงเป็นลำดับที่ 2 จากการประเมินทั้ง 3 ด้าน เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.71 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน สามารถโดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิออกเป็น 3 หัวข้อ

#### 1) เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาในหัวข้อที่ 1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา, หัวข้อที่ 1.6 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา และ หัวข้อที่ 1.9 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าหนึ่ง แสดงว่าความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน อันเป็นผลเนื่องมาจากความถูกต้องด้านการพิมพ์ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และ ความถนัดในองค์ความรู้ เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในหัวข้อที่ 1.1 ด้านความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เป็นอย่างดี มีปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทไม่มากจนเกินไป คือใช้เวลาในการเรียนแต่ละครั้งประมาณ 2 – 2.5 ชั่วโมง และในแต่ละหัวข้อของบทเรียนมีปริมาณของเนื้อหาไม่มากจนเกินไป คือใช้เวลาในการเรียนแต่ละครั้งประมาณ 10-30 นาที เป็นไปตามกฎการอิมตัว (สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์ . 2538:182) ในด้านการนำเข้าสู่บทเรียนได้มีการนำเข้าสู่บทเรียนในทุกบท เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน ในด้านความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา และใน ด้านความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสม โดยพิจารณาถึงกฎเกณฑ์ในการจัดเรียงลำดับ (สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ . 2527:135) ในด้านความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน ผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาเพื่อจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากคำราชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และเอกสารคำสอนหลายเล่ม อีกทั้งเนื้อหาดังกล่าวยังสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาของหลายๆ หลักสูตร ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี

#### 2) ความหมาย รูปภาพและภาษา

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเบี่ยงเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดที่นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น มีความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา , มีความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย และ มีความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา ซึ่งเป็นผลมาจากผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ ก่อนจึงจัดทำกรอบเนื้อหาของบทเรียน ก่อนนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว

### 3) ด้านแบบทดสอบ

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.71 ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อที่ 3.3 ด้านความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบเป็นอย่างดี เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้นในแต่ละบทให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ อีกทั้งผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้นในแต่ละหัวข้อของแต่ละบทเพื่อตรวจปรับความเข้าใจของผู้เรียนในแต่ละวัตถุประสงค์ และเมื่อเรียนจบทุกหัวข้อแล้วนักศึกษาจะได้ทำแบบทดสอบเพื่อตรวจปรับความเข้าใจของผู้เรียนในภาพรวมอีกครั้งหนึ่ง

#### 5.2.2 คุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 มีค่าเฉลี่ยสูงเป็นลำดับที่ 1 จากการประเมินทั้ง 3 ด้าน เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 หัวข้อ

##### 1) ตัวอักษร

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.60 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อที่ 1.1 และ 1.2 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น มีการสร้างตัวอักษรที่เหมาะสมทำให้อ่านง่ายและชัดเจน , มีการเลือกใช้รูปแบบตัวอักษร (Font) ที่มีความสวยงาม และสามารถอ่านง่ายและชัดเจน , มีผู้วิจัยได้

ทำการรวบรวมเนื้อหาเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ และพยายามถ่ายทอดออกมาเป็น รูปภาพในจำนวนที่เหมาะสมเพื่อใช้อธิบายเนื้อหา

## 2) ภาพนิ่ง

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ ซึ่งเป็นผลมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นนั้นผู้วิจัยมีเจตนาให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์จากการมองเห็นและเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานแผนภูมิสมิทซ์ด้วยตัวผู้เรียนเองต่อไปดังนั้นผู้วิจัยจึงรูปภาพ และ สัญลักษณ์ ในการอธิบายเนื้อหา แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้รูปแผนภูมิสมิทซ์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากแผนภูมิดังกล่าวเมื่อใส่ลงในโปรแกรมแล้วมีความชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อที่ 2.1 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 อันเป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น มีขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสมสามารถมองสบายตา, มีความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป, มีความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา

## 3) ภาพเคลื่อนไหว

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน ซึ่งเป็นผลมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น มีขนาดของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้เหมาะสมสามารถมองสบายตาและสื่อความหมายได้ชัดเจนตรงตามวัตถุประสงค์ ด้านความชัดเจนของภาพที่ใช้ ผู้วิจัยได้จัดสร้างภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีขนาดเหมาะสม และมีความชัดเจนสามารถอธิบายถึงพฤติกรรมของคลื่นในสายส่งสัญญาณ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในการสื่อความหมาย ผู้วิจัยได้เลือกที่จะสร้างภาพเคลื่อนไหวจากกรอบเนื้อหาที่เห็นว่าเหมาะสมที่จะสื่อความหมายด้วยภาพเคลื่อนไหว ทำให้ภาพเคลื่อนไหวในแต่ละกรอบมีความเหมาะสมสามารถสื่อความหมายได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้ชัดเจน, ด้านความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบเนื้อหา ผู้วิจัยได้จัดสร้างภาพเคลื่อนไหวให้มีจำเพียงพอในการสื่อความหมาย

## 4) เสียง

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าเบี่ยงเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน ซึ่งเป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทท์ ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ใส่เสียงมีระดับความดังของเสียงที่ไม่ดังหรือเบาจนเกินไป ในด้านระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบผู้วิจัยได้ใส่เสียงดนตรีบรรเลงไปในส่วนองแบบทดสอบและแบบฝึกหัดท้ายบทซึ่งเสียงดนตรีบรรเลงไม่ดังหรือเบาจนเกินไป และใส่เสียงดนตรีบรรเลงเพื่อเสริมแรงในส่วนองแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดท้ายบท ในด้านความชัดเจนของเสียงอธิบายผู้วิจัยได้ใส่เสียงอธิบายที่มีระดับความดังของเสียงที่ไม่ดังหรือเบาจนเกินไป ด้านความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา ผู้วิจัยได้ใส่เสียงอธิบายที่มีเสียงคำอธิบายที่ถูกต้องตามหลักภาษาเช่น คำที่ออกเสียง ร หรือ ล เป็นต้น

#### 5) ด้านปฏิสัมพันธ์

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.83 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่าผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาในหัวข้อที่ 5.1 เปิด โอกาสให้ผู้เรียน ได้ตอบกับบทเรียน และหัวข้อที่ 5.4 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง กล่าวคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เปิด โอกาสให้ผู้เรียน ได้ตอบกับบทเรียนในทุกหัวข้อของบทเรียน เช่นการทำแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนตอบผิด 3 ครั้ง จะมีการเฉลยคำตอบที่ถูกให้ เมื่อพิจารณาในหัวข้อที่ หัวข้อที่ 5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก , หัวข้อที่ 5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน , หัวข้อที่ 5.5 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทท์ ที่สร้างขึ้นมีการควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวกเนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้สัญรูปที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งเรื่อง ในด้านรูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนผู้วิจัยได้จัดสร้างให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น สัญรูปแสดงหน้าถัดไป , สัญรูปแสดงถูก - ผิด , สัญรูปแสดง ก. ,ข., ค., ง. หรือ สัญรูปสำหรับเติมคำตอบ เป็นต้น

#### 6) ด้านออกแบบจอภาพ

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่าผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาในหัวข้อที่ 6.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทท์ ที่สร้างขึ้น มี



เบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาพบว่าในหัวข้อที่ 2.1 ความสะดวกในการเรียกใช้ความช่วยเหลือ ผู้วิจัยได้สร้างความช่วยเหลือในทุกกรอบเนื้อหาสามารถเรียกใช้ความช่วยเหลือได้ตลอดเวลา แต่ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่างให้เพิ่มหัวข้อของการช่วยเหลือให้มากขึ้น ในหัวข้อที่ 2.2 ข้อความในการช่วยเหลือชัดเจน ผู้วิจัยได้สร้างข้อความเพื่อให้คำช่วยเหลืออยู่ในทุกกรอบเนื้อหาของบทเรียน เช่น “กรุณาคลิกหน้าถัดไป” ในกรอบเนื้อหา หรือ “กรุณาพล็อตใน” ในกรอบของแบบฝึกหัด เป็นต้น และในหัวข้อที่ 2.3 แผนผังบอกตำแหน่งของบทเรียน หลังจากผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิให้สร้างแผนผังบทเรียนใหม่ ทำให้ผู้เรียนสามารถทราบตำแหน่งที่ผู้เรียนอยู่ในปัจจุบันได้

### 3) ด้านรูปแบบของโปรแกรม

ได้คุณภาพอยู่ในระดับดี กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดี และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหนึ่งในทุกหัวข้อ หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน อันเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แผนภูมิสมิทท์ ที่สร้างขึ้น เมื่อพิจารณาในด้านลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม ผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับขั้นการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีระเบียบแบบแผน โดยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแผนภูมิโครงข่ายของเนื้อหาบทเรียน แผนภูมิลำดับการไหลของเนื้อหาบทเรียน และ แผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ก่อนที่จะทำการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้านการใช้งานโปรแกรม และด้านเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรมอย่างมีระเบียบแบบแผน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างรวดเร็ว ในด้านความเหมาะสมของวิธีการป้อนข้อมูล ผู้วิจัยได้ออกแบบการป้อนข้อมูล ในส่วนของการเข้าสู่บทเรียน และในส่วนของการแบบฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียน โดยไม่รู้สึกละเมื่อย

จากผลของการวิจัย และอภิปรายผลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทท์ จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ด้านคือ (1) ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 (2) ด้านเทคโนโลยีการศึกษาได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 (3) ด้านซอฟต์แวร์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 รวมทั้ง 3 ด้านได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.16 เมื่อเทียบกับเกณฑ์อ้างอิงอยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของชิงชัย วรณรัักษ์ และ อภิชาติ อนุกุลเวช ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ชิงชัย วรณรัักษ์ (2544 : 1) ได้ทำการวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์สอนปฏิบัติการไมโครเวฟ

ตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ใน

เกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 และ ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70

อภิชาติ อนุกุลเวช (2544 : I) ได้ทำการวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรของกรมผลการวิจัยสรุปได้ว่า ด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 และ ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24

จากผลการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้และมีผลการวิจัยสอดคล้องงานวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอื่นๆ ทั้งนี้ เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ได้

จากผลการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ สามารถสรุปข้อดีในด้านต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมที่สร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

### 1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาโดยมีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหาจากการเรียนการสอนได้จริง

### 2. ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์

เนื่องจากข้อดีหลายประการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับบทเรียนได้ตลอดเวลา บทเรียนมีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่นำเสนอข้อมูลทั้งข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animate) ภาพวิดีโอ (Video) และมีเสียง (Audio) อธิบายประกอบเนื้อหาบทเรียน นอกจากนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังถูกออกแบบให้เน้นด้านการนำเสนอภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและบรรยายเนื้อหาการสอนด้วยเสียงบรรยายมากกว่าตัวอักษร เพื่อลดภาระการอ่านจากจอภาพ และบทเรียนยังมีส่วนสรุปเนื้อหา มีแบบฝึกหัดที่หลากหลายรูปแบบเพื่อเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียน จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหาจากการเรียนการสอนได้จริง

## 5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

### 5.3.1 ด้านการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ไปใช้เพื่อทบทวนเนื้อหาจากการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา

ด้านการนำบทเรียนไปใช้เพื่อทบทวนเนื้อหาจากการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา จะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนมากเพียงพอ และจะต้องเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย (Multimedia) ที่มีประสิทธิภาพสูง มีความสามารถในการประมวลผลภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียงได้อย่างรวดเร็ว เพราะหากนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหรืออาจแก้ปัญหาโดยการสำเนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหากเป็นคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่ายหรืออาจสำเนาบทเรียนลงฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์นอกจากนั้น สถานศึกษาจะต้องจัดเตรียมสถานที่เรียนที่พร้อมให้บริการตลอดเวลา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองอย่างมีอิสระและโดยไม่กำหนดระยะเวลาในการเรียน

### 5.3.2 ด้านเทคนิคการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมดังกล่าว ประกอบด้วยสื่อมัลติมีเดียที่หลากหลาย กล่าวคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ถูกสร้างตามขั้นตอนของ IMMCAI อีกทั้งยังสร้างด้วยความประณีต ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมดังกล่าว จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่หลากหลาย จะทำให้ผู้เรียนติดตามและศึกษาเนื้อหาด้วยความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับการเรียนรู้ จึงสามารถนำไปใช้เพื่อทบทวนเนื้อหาจากการเรียนการสอนตามหลักสูตรได้จริง

## 5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

### 5.4.1 การวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์

การวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่เป็นระบบมัลติมีเดียโดยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ตรงตามหลักสูตร เป็นงานวิจัยที่ต้องใช้เวลาและงบประมาณรวมทั้งต้องใช้ผู้ชำนาญการเฉพาะด้าน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรมีทีมงานผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาวิชา ด้านกราฟฟิก ด้านการบันทึกเสียง ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาวิชา ด้านเทคโนโลยี และด้านซอฟต์แวร์ การศึกษา มากยิ่งขึ้น อีกทั้งควรนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้น นี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย นั่นคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเรื่องแผนภูมิสมิทซ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนดังกล่าว ก่อน แล้วจึงนำผลที่ได้มา ปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพมากยิ่งขึ้น

### 5.4.2 การศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ที่สร้างขึ้นควรจัดเก็บสื่อประกอบบทเรียนต่างๆ เช่น ภาพ เสียง เนื้อหา รวมไปถึงแบบทดสอบ ไว้ในรูปแบบฐานข้อมูล (Data Base) โดยที่บทเรียน จะนำเสนอเนื้อหาจากฐานข้อมูลซึ่งจะทำให้สามารถปรับปรุงเนื้อหา สื่อประกอบ บทเรียนได้โดยง่าย จะทำให้บทเรียนทันสมัยอยู่เสมอ

### 5.4.3 ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ ครั้งต่อไป

ควรมีเพิ่มเติมระบบการจัดการบทเรียน (CMI : Computer Managed Instruction) ในระบบการเรียนด้วย ได้แก่ ระบบฐานข้อมูลเก็บประวัติและข้อมูลผลความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน บทเรียนมีการปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ตามระดับความรู้ความสามารถ หรือสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาของบทเรียนได้ตามความต้องการของผู้พัฒนา โดยเนื้อหาทั้งหมดจะอยู่บนฐานข้อมูล ผู้พัฒนาสามารถปรับปรุงหรือแก้ไขข้อมูลเนื้อหาที่อยู่บนฐานข้อมูลแทนการเข้าไปสร้างหรือแก้ตัวบทเรียนใหม่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับเนื้อหา ของบทเรียนให้ทันสมัยอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ
- กิดานันท์ มะลิตอง. 2535. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญจิต ภิญโญชีพ. 2534. หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา. วิทยาลัยครูจันทระเกษม.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2540. ทักษะไอที. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ชิงชัย วรณรักษ์. 2544. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ปฏิบัติการไมโครเวฟ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อดุสาทรมหาวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยขง พรมงศ์. 2516. ประมวลคำบรรยายรายวิชา Programmed Instruction : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชัยขง พรมงศ์. 2539: ระบบการสอน(CAI). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย. โอเดียนสโตร์.
- ทวีศักดิ์ บุญรักษา. 2543. : “การศึกษาและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาการสื่อสารเส้นใยแก้วนำแสงเบื้องต้น” วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. องค์การคำครุสภา.
- นัยนา เอกบูรณาวัฒน์. 2539. “CAI สื่อการสอนใหม่ในยุคไฮเทค.” วารสาร WATTACHAK COMPUTER. ปีที่ 4. ฉบับที่ 174.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. สุวีริยาสาส์น.
- บัณฑิต โรจน์อารยานนท์. 2536. วิทวกรรมไมโครเวฟ. กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชัย ภักดีพานิชเจริญ. 2538. ทฤษฎีและการใช้งานความถี่ไมโครเวฟ. กรุงเทพมหานคร : หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- ไพโรจน์ ติรณนากุล. 2528. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพ.
- ไพโรจน์ ติรณนากุล และไพบูลย์ เกียรติโกมล. 2541. “Creating IMMCAI Package.” วารสารครุศาสตร์อดุสาทร. ปีที่ 1. ฉบับปฐมฤกษ์. พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพโรจน์ ตรีธรรมากุล. ไพบูลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ตรีธรรมากุล. 2542.

**Design IMM Computer Instruction** การออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มนต์ชัย ตั้งพรโชติช่วง 2540. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอุปกรณ์  
ไมโครเวฟประเภทพาสซีฟ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2536. **คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา (Manual for Education Researches.)**  
พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วชิระ อินทร์อุดม. 2540. “เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : ทฤษฎีและ  
หลักการออกแบบ.” มหาวิทยาลัยขอนแก่น. เอกสารอัดสำเนา.

วีระ ไทยพานิช. ม.ป.ป.. “บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”  
รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรมการศึกษา  
นอกโรงเรียน.

ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. “แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”  
วารสาร **Computer review**. ปีที่ 8. ฉบับที่ 78.

สำลี ทองทิว. 2534. “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเสียงและภาพในการสอน  
ภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา.” วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 19. ฉบับที่ 4. เม.ย.-มิ.ย..

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. 2526. **เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพ**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร  
เหนือ.

สุรพล ศรีเมฆอรุณ. 2541. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องไมโครเวฟเทคโนโลยี.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรพันธ์ ดันศรีวงศ์. 2538. **วิธีการสอน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สกายบุ๊กส์

สำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับปริญญา. 2539. “กรอบนโยบายบทบาทของสถาบันราชภัฏในแผน  
พัฒนาการศึกษา ระยะที่ 8.” สารประชาสัมพันธ์. ปีที่ 6. ฉบับที่ 4. เม.ย.. หน้า 1-15.

สรพัส อิมมวล. 2536. “แนวทางในการออกแบบบทเรียน CAI.” วารสารสถาบันพัฒนา  
หลักสูตรครูอาชีพศึกษา. ปีที่ 3. ฉบับที่ 6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สมถวิล ชาญชัย. 2537 “การสร้างแบบประเมินความสามารถในการเล่นบาสเกตบอลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อำนวย เศษชัยศรี. 2539. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน. ปีที่ 7. ฉบับที่ 67. พ.ย
- อภิชาติ อนุกุลเวช. 2544. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Hannafin. M.J. and Peck. K.L.. 1988. **The Design Development and Evaluation of Instructional Software.** New York. Macmillan.
- Allan W. Scott. 1993. **Understanding Microwaves.** Singapore : John Wiley&Sons,Inc.
- David M.Pozar. 1990. **Microwave Engineering.** America : Addison-Wesley Publishing Company,Inc.
- Edgar Hund .1989. **Microwave Communication component and circuits.** Singapore : McGRAWW-HILL.co
- Jon C.Freeman. **Fundamentals Of Microwave Transmission Lines.** America : John Wiley&Sons,Inc
- Matthew N. O. Sadiku. 1995. **Elements of electromagnetics.** America :Oxford University Press, Inc.
- Reinhold Ludwig.2000. **RF Cricuit Design.** Pretice-Hall , Inc
- Robert E. Collin .1992. **Foundations for Microwave Engineering .**America : Pretice-Hall,Inc
- Samuel Y Liao. 1980. **Microwave Devices and Circuits.** America : Pretice-Hall , Inc
- Stephen C. Harsany.1997. **Principles of microwave Technology.** America :Pretice-Hall,Inc
- Warren L. Stutzman , Gary A.Thiele . 1981.**Antenna Theory and Design.** America :John Wiley&Sons,Inc

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก...หนังสือราชการที่ใช้ในการประกอบการดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข...แบบประเมินคุณภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ค...ผลการประเมินคุณภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ง...รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์

## ภาคผนวก ก

### หนังสือราชการที่ใช้ในการประกอบการดำเนินการวิจัย

- ก.1 หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ก.2 ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ก.3 หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ก.4 หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- ก.5 หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์

**ก.1 หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ ๒๕๕ / 2545

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ  
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ นายรัฐพล จินะวงศ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ นายรัฐพล จินะวงศ์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
 

ผศ.วิสุทธิ	อธิพรธรรม	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กถินาจอม	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
 

ผศ.ดร.ธีระพล	เทพวิสดิน ณ อัญญา	ประธานกรรมการ
ผศ.วิสุทธิ	อธิพรธรรม	กรรมการ
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กถินาจอม	กรรมการ
ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	กรรมการ
รศ.สมยศ	จุฑาปิยะ	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๕ ธันวาคม พ.ศ. 2545

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ทิษะระกุล)

กณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of Rajabhat Nakhon Phanom University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sun is a large, ornate Thai umbrella (parasol). The entire design is set against a background of stylized floral and flame patterns. The text around the border of the seal reads "มหาวิทยาลัยราชภัฏนครพนม" (Mahavithayalai Rajabhat Nakhon Phanom) at the top and "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" (Prachonkhae Chao Khan Thara Ladkrabang) at the bottom.

ก.2 ประกาศนิตติวิทยาลัย เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายรัฐพล จินะวงศ์ รหัสประจำตัว 41064611 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ เลอนเสิร์ม เรื่อง แขนงูมิสมิท (COMPUTER TUTORIAL INSTRUCTION ON THE SMITH CHART)" โดยมี ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ นิลสิงห์อม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2546

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบการบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2546

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ ชัยรังษี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทบ 1504/ 2263

วันที่ 16 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอกเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คร.พิเศษ ม่วงนวล

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอกเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลือและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 2263

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๔ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์จินตนา นาคะสุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามค้นหาเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ นน 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้คัดสรร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๘ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขกเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.อดิเทพ ไช้เพชร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิท"

คณะกรรมการผู้คัดสรรพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามิใช่การผูกข้อและภาระส่วนมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ภาควิชาบริหารแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการอำนวยการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขกเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ดวงฤดี วงศ์ล้ำฟ้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามคืนเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการอำนวยการพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยซึ่งที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504/ 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๒ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พลกฤต จริยะตันติเวชย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามคัดเลือกเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการวิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ กษ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอลงมติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ประพจน์ จิระสกุลพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 15047 2263

คณะกรรมการผู้คณาการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

1/๒ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ธวัชชัย จิตต์สนธิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงค์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้คณาการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารรถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงค์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิวัติราชการแทนคณบดี

หน่วยปฏิบัติการบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๘ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ไพฑูริย์ เกียรติโกมล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อกรวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหา ถูกต้องและเหมาะสมสมควรน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ กษ 1504/ 2263

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขาดเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์รัชฎาภรณ์ นิรมวล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงค์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเขียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงค์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 15047 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.วราณี วงศ์ข้าหลวง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเบ็ดเตล็ดถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 2263

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

1/๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอลาเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วีระ มณีรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แถบสอบถามตัวแบบเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 0681

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กันยายน 2546

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์จักรี รัศมีฉาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยตามที่แนบมาพร้อมนี้ ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของนายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอลงนามเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุวิชัย ธรรมศรีสกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามค้ำจุนเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนทุนการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.เกียรติศักดิ์ พันธุ์สำเรียม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามค้ำจุนเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์”

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนทุนการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยตั้งที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างดีมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเทคนิค

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737 3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการอำนวยการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๘ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอลเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามคืนอินเทอร์เน็ต เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิท”

คณะกรรมการอำนวยการพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิงสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 15017 2263

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณเทพารักษ์นครราชสีมา

ถนนถลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ณรงค์ บวมทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามผ่านซอฟต์แวร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แขนงภูมิศาสตร์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามิฉะนั้นหากถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ บวมทอง)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทบ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้คณาจารย์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๒ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์จักรี รัศมีฉาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามคืนแบบฟอร์มเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิท"

คณะกรรมการผู้คณาจารย์พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ นบ 1504 / 2263

คณะกรรมการผู้คัดสรร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุวิชัย ธรรมศรีสกุล

กึ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามค่านายหน้าเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผสมเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการผู้คัดสรรพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยซึ่งที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยงานบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ นน 1501 / 2263

คณะกรรมการผู้ทดสอบการรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจตุรบูรุม เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

/5 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอยื่นใบขึ้นทะเบียนคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุทินันท์ พรอนุรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามใบขึ้นชอรัฟแวร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสีกสรร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการผู้ทดสอบการรวมพิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมสมควรโดยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ นิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน้า ยี่สิบสี่สิบ

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/

0681

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๑ กันยายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.เบญจพร ศักดิ์ศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านซอฟต์แวร์เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของนายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 0-2326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504 / 2263

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ปิยะ ธิรพันธุ์เมธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านซอฟต์แวร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายรัฐพล จินะวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายรัฐพล จินะวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ข.1 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
- ข.2 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคโนโลยีการศึกษา
- ข.3 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านซอฟต์แวร์

### ข.1 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ มีทั้งหมด 3 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน แบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง
2. ด้านความหมาย รูปภาพและภาษา
3. ด้านแบบทดสอบ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์นี้ สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยพัฒนาในวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลจากการวิจัยพัฒนาครั้งนี้ นับเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เรื่องแผนภูมิสมิทซ์เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณท่าน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย

## แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

**ประเภทสื่อ** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**เรื่อง** แผนภูมิสมิทซ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>					
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
1.2 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบท					
1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.5 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา					
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.7 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.8 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
1.9 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาบทเรียน					
<b>2. ด้านความหมาย รูปภาพและภาษา</b>					
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					
2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา					
2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา					
2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย					
2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
<b>3. ด้านแบบทดสอบ</b>					
3.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ					
3.2 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา					
3.3 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ					
3.4 วิธีการโต้ตอบแบบทดสอบท้ายบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิก การเลื่อนเมาส์ การใช้แป้นพิมพ์					
3.5 ความเหมาะสมของการรายงานผลคะแนน					
<b>ค่าระดับคะแนนสุทธิ</b>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ**

**ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ด้านความหมาย รูปภาพและภาษา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ด้านแบบทดสอบ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข.2 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคโนโลยีการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทท์

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทท์ มีทั้งหมด 4 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียน แบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านตัวอักษร (Text)
2. ด้านภาพนิ่ง (Image)
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)
4. ด้านเสียง (Audio)
5. ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)
6. ด้านออกแบบจอภาพ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทท์นี้ สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยพัฒนาในวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลจากการวิจัยพัฒนาครั้งนี้ นับเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เรื่องแผนภูมิสมิทท์เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณท่าน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทท์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย

## แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. ด้านตัวอักษร (Text)</b>					
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน					
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน					
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้					
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร หรือข้อความในแต่ละกรอบ					
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา					
<b>2. ด้านภาพนิ่ง (Image)</b>					
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม					
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้					
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย					
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ					
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา					
<b>3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)</b>					
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม					
3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้					
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย					
3.4 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพในกรอบ					
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
<b>4. ด้านเสียง (Audio)</b>					
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้ อธิบายเนื้อหาเหมาะสม					
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม					
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย					
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา					
<b>5. ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)</b>					
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ตอบกลับบทเรียน					
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก					
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน					
5.4 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง					
5.5 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน					
<b>6. ด้านออกแบบจอภาพ</b>					
6.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน					
6.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ					
6.3 ความเหมาะสมของการผสมผสานสื่อประเภทข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงในบทเรียน					
<b>รวมค่าระดับคะแนนประเมิน</b>					
<b>ค่าระดับคะแนนสุทธิ</b>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

### ด้านตัวอักษร (Text)

.....

.....

.....

### ด้านภาพนิ่ง (Image)

.....

.....

.....

### ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)

.....

.....

.....

### ด้านเสียง (Audio)

.....

.....

.....

### ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)

.....

.....

### ด้านออกแบบจอภาพ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข.3 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านซอฟต์แวร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์ มีทั้งหมด 3 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียน แบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์
2. ด้านการให้ความช่วยเหลือ
3. ด้านรูปแบบของโปรแกรม

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่องแผนภูมิสมิทซ์นี้ สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยพัฒนาในวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลจากการวิจัยพัฒนาครั้งนี้ นับเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เรื่องแผนภูมิสมิทซ์เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณท่าน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย

## แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านซอฟต์แวร์)

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง แผนภูมิสมิท

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. ด้านการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์</b>					
1.1 การปรากฏของรูปภาพ ตัวอักษร บนหน้าจอ					
1.2 ระยะเวลาของการตอบสนองกลับ หลังจากสั่งการ					
1.3 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิก การใช้เป็นพิมพ์ การหน่วงเวลา					
1.4 ความเร็วของการนำเสนอข้อมูลบนหน้าจอ					
1.5 การปฏิสัมพันธ์ของโปรแกรมสะดวกเรียนรู้ง่าย					
<b>2. การให้ความช่วยเหลือ</b>					
2.1 ความสะดวกในการเรียกใช้ความช่วยเหลือ					
2.2 ข้อความในการช่วยเหลือชัดเจน					
2.3 แผนผังบอกตำแหน่งของบทเรียน					
<b>3. รูปแบบของโปรแกรม</b>					
3.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม					
3.2 การใช้งานโปรแกรม เช่น มีการแนะนำการใช้งาน บทเรียน หน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ					
3.3 เครื่องมือต่าง ๆ เข้าใจง่าย					
3.4 ความเหมาะสมของวิธีการป้อนข้อมูล					
<b>รวมค่าระดับคะแนนประเมิน</b>					
<b>ค่าระดับคะแนนสุทธิ</b>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านการให้ความช่วยเหลือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านรูปแบบของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านเนื้อหา
- ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านเทคโนโลยีการศึกษา
- ตารางที่ ค.3 รายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านซอฟต์แวร์
- ตารางที่ ค.4 รายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านเนื้อหา
- ตารางที่ ค.5 รายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านเทคโนโลยีการศึกษา
- ตารางที่ ค.6 รายละเอียดผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม  
ด้านซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ  
สอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทธ์ โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา  
จำนวน 7 คน

รายการที่ประเมิน	$\Sigma X$	$\bar{X}$	S	ผลการประเมิน
<b>§ 1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์</b>				
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก
1.2 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบท	26	3.71	0.48	ระดับดี
1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	28	4.00	1.41	ระดับดี
1.5 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา	29	4.14	0.69	ระดับดี
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	29	4.14	1.06	ระดับดี
1.7 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	29	4.14	0.69	ระดับดี
1.8 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	29	4.14	0.89	ระดับดี
1.9 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาบทเรียน	26	3.71	0.75	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>	<b>258</b>	<b>4.09</b>	<b>0.73</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>§ 1.2 ความเหมาะสมของรูปภาพและภาษา</b>				
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	31	4.42	0.53	ระดับดี
2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา	28	4.00	0.57	ระดับดี
2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา	28	4.00	0.57	ระดับดี
2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	31	4.42	0.53	ระดับดี
2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านความหมาย รูปภาพและภาษา</b>	<b>147</b>	<b>4.20</b>	<b>0.58</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>§ 1.3 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ</b>				
3.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ	27	3.85	0.36	ระดับดี
3.2 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา	31	4.42	0.53	ระดับดี
ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก
3.4 วิธีการได้ตอบแบบทดสอบทำขบบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิก การเลื่อนเมาส์ การใช้เป็นพิมพ์	26	3.71	0.95	ระดับดี
3.5 ความเหมาะสมของการรายงานผลคะแนน	31	4.42	0.78	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านแบบทดสอบ</b>	<b>147</b>	<b>4.20</b>	<b>0.72</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>ผลรวมด้านเนื้อหา</b>	<b>552</b>	<b>4.16</b>	<b>0.32</b>	<b>ระดับดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน

รายการที่ประเมิน	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ผลการประเมิน
<b>1 ด้านตัวอักษร (1.00)</b>				
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร หรือข้อความในแต่ละกรอบ	30	4.28	0.75	ระดับดี
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านตัวอักษร</b>	<b>155</b>	<b>4.42</b>	<b>0.60</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>2 ด้านภาพนิ่ง (1.00)</b>				
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้	31	4.42	0.78	ระดับดี
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	29	4.14	0.69	ระดับดี
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	30	4.28	0.48	ระดับดี
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	31	4.42	0.53	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านภาพนิ่ง</b>	<b>153</b>	<b>4.42</b>	<b>0.48</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>3 ด้านภาพเคลื่อนไหว (1.00)</b>				
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	30	4.28	0.48	ระดับดี
3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้	29	4.14	0.37	ระดับดี
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	31	4.42	0.53	ระดับดี
3.4 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพในกรอบ	29	4.14	0.37	ระดับดี
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านภาพเคลื่อนไหว</b>	<b>148</b>	<b>4.22</b>	<b>0.40</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>4 ด้านเสียง (1.00)</b>				
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้ อธิบายเนื้อหาเหมาะสม	29	4.14	0.37	ระดับดี
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม	21	3.50	0.83	ระดับดี
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย	30	4.28	0.75	ระดับดี
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	29	4.14	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านเสียง</b>	<b>109</b>	<b>4.01</b>	<b>0.37</b>	<b>ระดับดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ผลการประเมิน
<b>5.1 การควบคุมบทเรียน</b>				
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน	26	3.71	0.95	ระดับดี
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	29	4.14	0.69	ระดับดี
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน	27	3.85	0.37	ระดับดี
5.4 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง	25	3.57	1.27	ระดับดี
5.5 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านปฏิสัมพันธ์</b>	<b>136</b>	<b>3.88</b>	<b>0.83</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>5.2 การออกแบบจอภาพ</b>				
6.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
6.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	31	4.42	0.53	ระดับดี
6.3 ความเหมาะสมของการผสมผสานสื่อประเภทข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงในบทเรียน	29	4.14	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านออกแบบจอภาพ</b>	<b>93</b>	<b>4.42</b>	<b>0.36</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>ผลรวมด้านเทคโนโลยีการศึกษา</b>	<b>794</b>	<b>4.27</b>	<b>0.65</b>	<b>ระดับดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ  
สอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์  
จำนวน 7 คน

รายการที่ประเมิน	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ผลการประเมิน
<b>1. การได้คอมพิวเตอร์ใช้งาน</b>				
1.1 การปรากฏของรูปภาพ ตัวอักษร บนหน้าจอ	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.2 ระยะเวลาของการตอบสนองกลับ หลังจากสั่งการ	31	4.42	0.78	ระดับดี
1.3 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิกการใช้ แป้นพิมพ์ การหน่วงเวลา	28	4.00	0.57	ระดับดี
1.4 ความเร็วของการนำเสนอข้อมูลบนหน้าจอ	28	4.00	0.57	ระดับดี
1.5 การปฏิสัมพันธ์ของโปรแกรมสะดวกเรียนรู้ง่าย	30	4.28	0.48	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านการได้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์</b>	<b>147</b>	<b>4.17</b>	<b>0.58</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>2. การช่วยเหลือผู้เรียน</b>				
2.1 ความสะดวกในการเรียกใช้ความช่วยเหลือ	25	3.57	0.53	ระดับดี
2.2 ข้อความในการช่วยเหลือชัดเจน	26	3.71	0.75	ระดับดี
2.3 แผนผังบอกตำแหน่งของบทเรียน	30	4.28	0.48	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านการให้ความช่วยเหลือ</b>	<b>81</b>	<b>3.85</b>	<b>0.65</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>3. รูปแบบของโปรแกรม</b>				
3.1 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม	28	4.00	0.57	ระดับดี
3.2 การใช้งานโปรแกรม เช่น มีการแนะนำการใช้งาน บทเรียน หน้าที่ของปุ่มต่างๆ	28	4.00	0.57	ระดับดี
3.3 เครื่องมือต่างๆ ใช้ง่าย	31	4.42	0.53	ระดับดี
3.4 ความเหมาะสมของวิธีการป้อนข้อมูล	27	3.85	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>	<b>114</b>	<b>4.07</b>	<b>0.53</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>ผลรวมด้านซอฟต์แวร์</b>	<b>342</b>	<b>4.07</b>	<b>0.59</b>	<b>ระดับดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>											
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5	4	4	4	5	5	5	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก
1.2 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบท	4	4	4	3	4	4	3	26	3.71	0.48	ระดับดี
1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	5	4	4	4	5	4	4	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	5	1	4	5	5	28	4.00	1.41	ระดับดี
1.5 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหา	4	4	4	3	5	4	5	29	4.14	0.69	ระดับดี
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	5	5	2	5	4	4	29	4.14	1.06	ระดับดี
1.7 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	4	4	3	5	4	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
1.8 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	5	4	3	3	5	4	5	29	4.14	0.89	ระดับดี
1.9 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาบทเรียน	4	4	4	2	4	4	4	26	3.71	0.75	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>258</b>	<b>35.83</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ย ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>	<b>4.44</b>	<b>4.11</b>	<b>4.11</b>	<b>2.77</b>	<b>4.66</b>	<b>4.22</b>	<b>4.33</b>	<b>28.64</b>	<b>4.09</b>	<b>0.73</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.4 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน (ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>2. ด้านความหมาย รูปภาพและภาษา</b>											
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	4	5	4	5	4	4	31	4.42	0.53	ระดับดี
2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา	4	3	4	4	4	4	5	28	4.00	0.57	ระดับดี
2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา	4	4	4	3	5	4	4	28	4.00	0.57	ระดับดี
2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	4	4	4	5	5	4	31	4.42	0.53	ระดับดี
2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา	4	5	4	3	5	4	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านความหมาย รูปภาพและภาษา</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>147</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านความหมาย รูปภาพและภาษา</b>	<b>4.40</b>	<b>4.00</b>	<b>4.20</b>	<b>3.60</b>	<b>4.80</b>	<b>4.20</b>	<b>4.20</b>	<b>29.40</b>	<b>4.20</b>	<b>0.58</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.4 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 7 คน (ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา												
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ	
<b>3. ด้านแบบทดสอบ</b>												
3.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ	4	4	3	4	4	4	4	27	3.85	0.36	ระดับดี	
3.2 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา	5	4	4	4	5	4	5	31	4.42	0.53	ระดับดี	
3.3 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ	5	4	4	4	5	5	5	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก	
3.4 วิธีการโต้ตอบแบบทดสอบท้ายบทเรียน	4	4	3	2	5	4	4	26	3.71	0.95	ระดับดี	
3.5 ความเหมาะสมของการรายงานผลคะแนน	5	4	4	3	5	5	5	31	4.42	0.78	ระดับดี	
<b>ผลรวมด้านแบบทดสอบ</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>147</b>	<b>21.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านแบบทดสอบ</b>	<b>4.60</b>	<b>4.00</b>	<b>3.60</b>	<b>3.40</b>	<b>4.80</b>	<b>4.40</b>	<b>4.60</b>	<b>29.40</b>	<b>4.20</b>	<b>0.72</b>	<b>ระดับดี</b>	
<b>ผลรวมด้านเนื้อหา</b>	<b>85</b>	<b>77</b>	<b>76</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>552</b>	<b>78.85</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>ผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา</b>	<b>13.44</b>	<b>12.11</b>	<b>11.91</b>	<b>9.77</b>	<b>14.26</b>	<b>12.82</b>	<b>13.13</b>	<b>87.44</b>	<b>12.49</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมด้านเนื้อหา</b>	<b>4.47</b>	<b>4.05</b>	<b>4.00</b>	<b>3.15</b>	<b>4.73</b>	<b>4.26</b>	<b>4.36</b>	<b>29.02</b>	<b>4.16</b>	<b>0.32</b>	<b>ระดับดี</b>	
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา</b>	<b>4.48</b>	<b>4.03</b>	<b>3.97</b>	<b>3.25</b>	<b>4.75</b>	<b>4.27</b>	<b>4.37</b>	<b>29.21</b>	<b>4.16</b>	<b>0.32</b>	<b>ระดับดี</b>	

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านตัวอักษร (Text)</b>											
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน	4	5	5	5	4	5	5	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	4	5	5	5	4	5	5	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้	4	4	4	5	5	4	4	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษร หรือข้อความในแต่ละกรอบ	4	5	5	4	5	4	3	30	4.28	0.75	ระดับดี
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4	5	4	5	4	3	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านตัวอักษร</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>155</b>	<b>22.14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมด้านตัวอักษร</b>	<b>4.00</b>	<b>4.80</b>	<b>4.60</b>	<b>4.80</b>	<b>4.40</b>	<b>4.20</b>	<b>4.20</b>	<b>31</b>	<b>4.42</b>	<b>0.60</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 7 คน(ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>2. ด้านภาพนิ่ง (Image)</b>											
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4	4	32	4.57	0.53	ระดับดีมาก
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้	4	4	5	5	5	5	3	31	4.42	0.78	ระดับดี
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4	4	5	5	4	4	3	29	4.14	0.69	ระดับดี
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	4	5	5	4	4	4	4	30	4.28	0.48	ระดับดี
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4	5	5	5	4	4	4	31	4.42	0.53	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านภาพนิ่ง</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>153</b>	<b>21.58</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมภาพนิ่ง</b>	<b>4.00</b>	<b>4.60</b>	<b>5.00</b>	<b>4.80</b>	<b>4.40</b>	<b>4.20</b>	<b>3.60</b>	<b>30.60</b>	<b>4.37</b>	<b>0.48</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษจำนวน 7 คน(ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)</b>											
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้เหมาะสม	4	5	5	4	4	4	4	30	4.28	0.48	ระดับดี
3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้	4	4	5	4	4	4	4	29	4.14	0.37	ระดับดี
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4	5	5	5	4	4	4	31	4.42	0.53	ระดับดี
3.4 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพในกรอบ	4	4	5	4	4	4	4	29	4.14	0.37	ระดับดี
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	3	4	5	5	4	4	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านภาพเคลื่อนไหว</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>148</b>	<b>12.14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมด้านภาพเคลื่อนไหว</b>	<b>3.80</b>	<b>4.40</b>	<b>5.00</b>	<b>4.40</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>29.60</b>	<b>4.22</b>	<b>0.40</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษจำนวน 7 คน(ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\sum x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>4. ด้านเสียง (Audio)</b>											
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้ อธิบายเนื้อหาเหมาะสม	4	5	4	4	4	4	4	29	4.14	0.37	ระดับดี
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม	2	-	4	4	4	3	4	21	3.50	0.83	ระดับดี
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย	4	5	5	4	3	5	4	30	4.28	0.75	ระดับดี
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	4	4	4	5	4	4	4	29	4.14	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านเสียง</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>109</b>	<b>15.57</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมด้านเสียง</b>	<b>3.50</b>	<b>4.66</b>	<b>4.25</b>	<b>4.25</b>	<b>3.75</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>28.41</b>	<b>4.03</b>	<b>0.37</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษจำนวน 7 คน(ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>5. ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)</b>											
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน	4	4	5	4	4	2	3	26	3.71	0.95	ระดับดี
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4	4	4	5	5	3	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในบทเรียน	3	4	4	4	4	4	4	27	3.85	0.37	ระดับดี
5.4 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง	2	4	5	5	4	2	3	25	3.57	1.27	ระดับดี
5.5 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4	4	4	5	5	3	4	29	4.14	0.69	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านปฏิสัมพันธ์</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>	<b>19.42</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมด้านปฏิสัมพันธ์</b>	<b>3.40</b>	<b>4.00</b>	<b>4.40</b>	<b>4.60</b>	<b>4.40</b>	<b>2.80</b>	<b>3.60</b>	<b>27.20</b>	<b>3.88</b>	<b>0.83</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.5 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษำจำนวน 7 คน(ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>6. ด้านออกแบบจอภาพ</b>											
6.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4	5	5	5	5	4	5	33	4.71	0.48	ระดับดีมาก
6.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4	4	5	5	4	4	5	31	4.42	0.53	ระดับดี
6.3 ความเหมาะสมของการผสมผสานสื่อประเภทข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงในบทเรียน	4	4	5	4	4	4	4	29	4.14	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านออกแบบจอภาพ</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>93</b>	<b>13.28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยผลรวมด้านออกแบบจอภาพ</b>	<b>4.00</b>	<b>4.33</b>	<b>5.00</b>	<b>4.66</b>	<b>4.33</b>	<b>4.00</b>	<b>4.66</b>	<b>30.98</b>	<b>4.42</b>	<b>0.36</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>ผลรวมด้านเทคโนโลยีการศึกษา</b>	<b>102</b>	<b>116</b>	<b>127</b>	<b>124</b>	<b>114</b>	<b>104</b>	<b>107</b>	<b>794</b>	<b>113.4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านเทคโนโลยีการศึกษา</b>	<b>22.70</b>	<b>26.79</b>	<b>28.25</b>	<b>27.51</b>	<b>25.28</b>	<b>23.20</b>	<b>24.06</b>	<b>177.7</b>	<b>25.39</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมด้านเทคโนโลยีการศึกษา</b>	<b>3.77</b>	<b>4.46</b>	<b>4.70</b>	<b>4.59</b>	<b>4.22</b>	<b>3.85</b>	<b>3.96</b>	<b>29.55</b>	<b>4.22</b>	<b>0.65</b>	<b>ระดับดี</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านเทคโนโลยีการศึกษา</b>	<b>3.78</b>	<b>4.46</b>	<b>4.70</b>	<b>4.58</b>	<b>4.21</b>	<b>3.86</b>	<b>4.01</b>	<b>29.60</b>	<b>4.22</b>	<b>0.65</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.6 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์จำนวน 7 คน

แบบประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์</b>											
1.1 การปรากฏของรูปภาพ ตัวอักษร บนหน้าจอ	4	5	4	4	5	4	4	30	4.28	0.48	ระดับดี
1.2 ระยะเวลาของการตอบสนองกลับ หลังจากสั่งการ	4	5	5	3	4	5	5	31	4.42	0.78	ระดับดี
1.3 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ใช้เมาส์คลิกการใช้เป็นพิมพ์ การหน่วงเวลา	4	4	5	3	4	4	4	28	4.00	0.57	ระดับดี
1.4 ความเร็วของการนำเสนอข้อมูลบนหน้าจอ	4	5	4	3	4	4	4	28	4.00	0.57	ระดับดี
1.5 การปฏิสัมพันธ์ของโปรแกรมสะดวกเรียนรู้ง่าย	4	4	4	4	5	4	5	30	4.28	0.48	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>147</b>	<b>21.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์</b>	<b>4.00</b>	<b>4.60</b>	<b>4.40</b>	<b>3.40</b>	<b>4.40</b>	<b>4.20</b>	<b>4.40</b>	<b>29.40</b>	<b>4.20</b>	<b>0.58</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.6 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์จำนวน 7 คน (ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>2. ด้านการให้ความช่วยเหลือ</b>											
2.1 ความสะดวกในการเรียกใช้ความช่วยเหลือ	3	4	4	4	3	3	4	25	3.57	0.53	ระดับดี
2.2 ข้อความในการช่วยเหลือชัดเจน	3	4	4	5	3	3	4	26	3.71	0.75	ระดับดี
2.3 แผนผังบอกตำแหน่งของบทเรียน	4	4	4	5	4	4	5	30	4.28	0.48	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านการให้ความช่วยเหลือ</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>81</b>	<b>11.57</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านการให้ความช่วยเหลือ</b>	<b>3.33</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.66</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>	<b>4.33</b>	<b>26.98</b>	<b>3.85</b>	<b>0.65</b>	<b>ระดับดี</b>

ตารางที่ ค.6 แสดงรายละเอียดผลการประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่อง แผนภูมิสมิทซ์

โดยกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านซอฟต์แวร์จำนวน 7 คน (ต่อ)

แบบประเมินคุณภาพด้านซอฟต์แวร์											
หัวข้อแบบสอบถาม	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 5	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 6	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 7	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>3. ด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>											
3.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	4	4	4	3	5	4	4	28	4.00	0.57	ระดับดี
3.2 การใช้งานโปรแกรม เช่น มีการแนะนำการใช้งานบทเรียน หน้าที่ของปุ่มต่างๆ	4	4	4	4	5	3	4	28	4.00	0.57	ระดับดี
3.3 เครื่องมือต่างๆ เข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	5	4	31	4.42	0.53	ระดับดี
3.4 ความเหมาะสมของวิธีการป้อนข้อมูล	4	4	4	3	4	4	4	27	3.85	0.37	ระดับดี
<b>ผลรวมด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>	16	16	17	14	19	16	16	114	16.28	-	-
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านรูปแบบของโปรแกรม</b>	4.00	4.00	4.25	3.50	4.75	4.00	4.00	28.50	4.07	0.53	ระดับดี
<b>ผลรวมคะแนนด้านซอฟต์แวร์</b>	46	51	51	45	51	47	51	342	48.85	-	-
<b>ผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านซอฟต์แวร์</b>	11.33	12.60	12.65	11.56	12.48	11.53	12.73	84.88	12.12	-	-
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมด้านซอฟต์แวร์</b>	3.83	4.25	4.25	3.75	4.25	3.91	4.25	28.49	4.04	0.59	ระดับดี
<b>คะแนนเฉลี่ยของผลรวมคะแนนเฉลี่ยด้านซอฟต์แวร์</b>	3.77	4.20	4.21	3.85	4.16	3.84	4.24	28.27	4.03	0.59	ระดับดี

## ภาคผนวก ง

### รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์

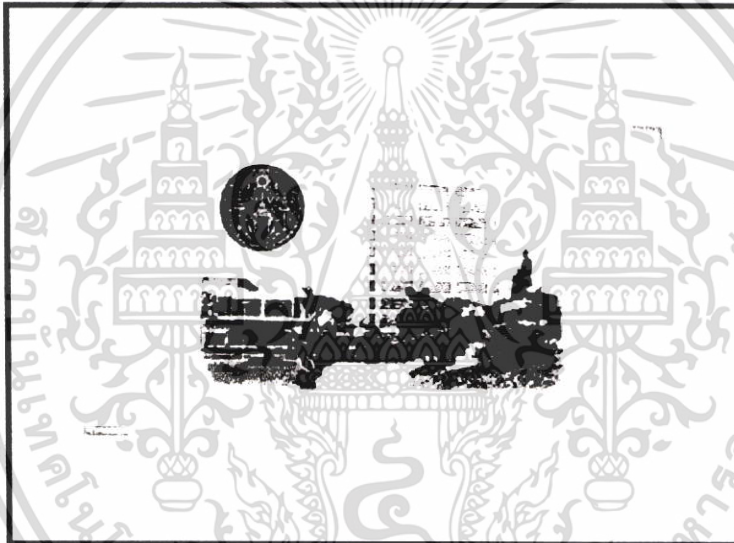
- รูปที่ 6.1 ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาขอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.3 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ของ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.4 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.5 ตัวอย่างหน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.6 ตัวอย่างหน้าจอแผนผังของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.7 ตัวอย่างหน้าจอความช่วยเหลือของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- รูปที่ 6.8 ตัวอย่างหน้าจอออกจากโปรแกรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

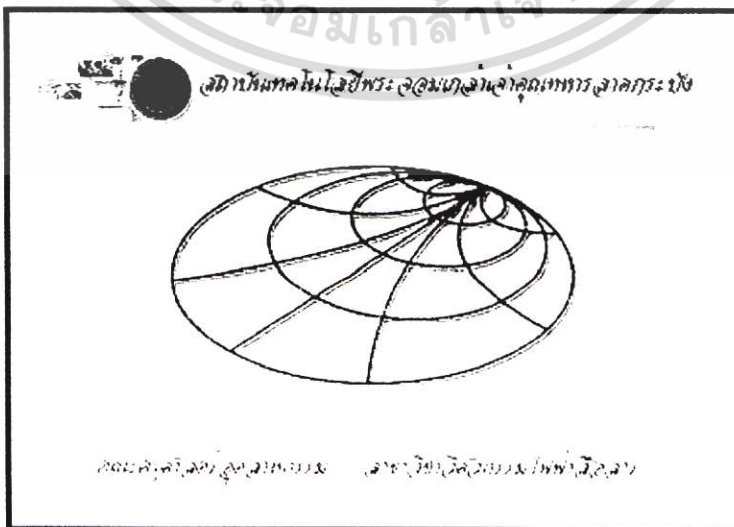
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเรื่องแผนภูมิสมิทซ์**

กรอบที่ 1



รูปที่ ค.1 ตัวอย่าง  
หน้าจอบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอน

กรอบที่ 2



รูปที่ ค.1 ตัวอย่าง  
หน้าจอบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 3



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เสนอ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง แผนภูมิสมิทธี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสีเออร

รูปที่ ค.1 ตัวอย่าง  
หน้าจอบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอน

กรอบที่ 4



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุณาพิมพ์ชื่อ-นามสกุลแล้วกด ENTER

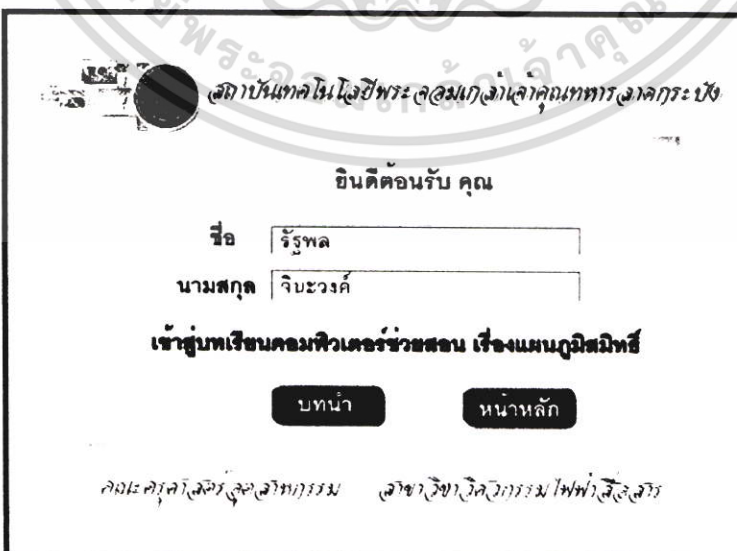
ชื่อ

นามสกุล

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสีเออร

รูปที่ ค.1 ตัวอย่าง  
หน้าจอบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอน

กรอบที่ 5



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ยินดีต้อนรับ คุณ

ชื่อ

นามสกุล

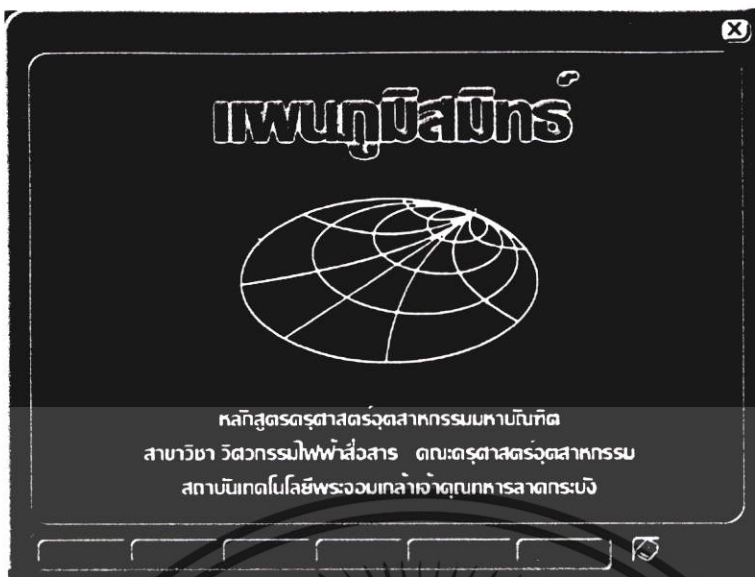
เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องแผนภูมิสมิทธี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสีเออร

รูปที่ ค.1 ตัวอย่าง  
หน้าจอบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วย  
สอน

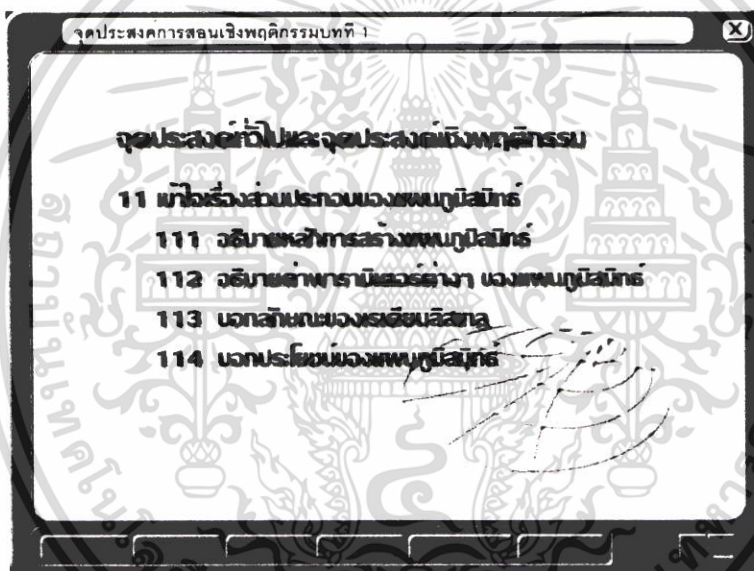
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 6



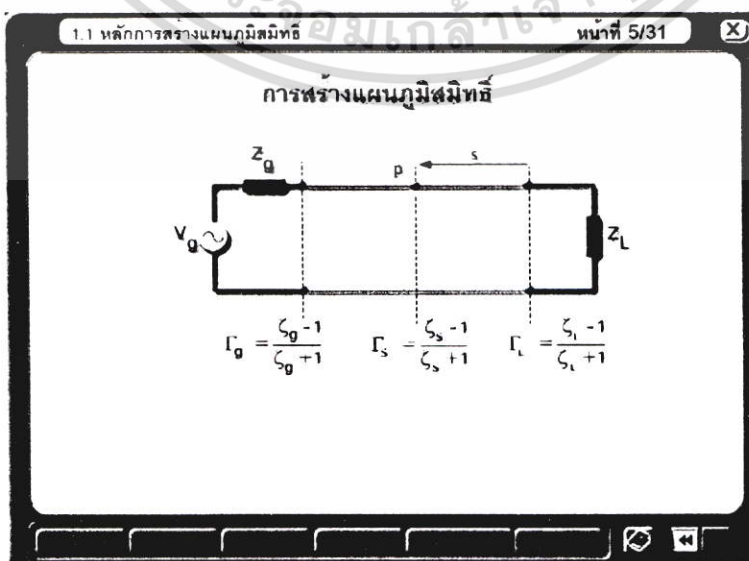
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 7



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 8



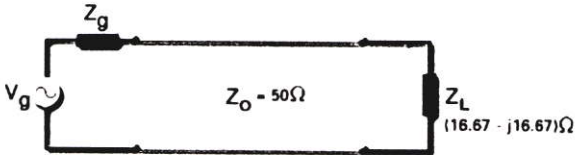
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 9

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 11/31

**การสร้างแผนภูมิสมิทธี**

สายส่งเส้นหนึ่งมีค่า  $Z_0 = 50\Omega$  และถูกต่อปลายสายด้วยโหลด  $Z_L = 18.67 - j16.67 \Omega$   
จงหาค่า สัมประสิทธิ์การสะท้อน และพล็อตค่าลงบนระนาบเชิงซ้อนของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน




วิธีทำ จาก  $\Gamma_o = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$   
 $= 0.54 \angle 220.61^\circ$  ● ขยายเพิ่มเติม

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอนี้หา  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 10

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 12/31

**การสร้างแผนภูมิสมิทธี**



$\Gamma_o = 0.54 \angle 220.61^\circ$

กรุณาคลิกเมาส์  
หรือคีย์ปุ่มใด ๆ

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอนี้หา  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 11

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 19/31

คุณสมบัติ 5 คู่ของ Conjugate ของ  $(1 - \Gamma_r) + j\Gamma_i$  ลงในสมการ

จะได้  $\Gamma = r + jx = \frac{(1 + \Gamma_r) + j\Gamma_i}{(1 - \Gamma_r) - j\Gamma_i} + \frac{(1 - \Gamma_r) + j\Gamma_i}{(1 - \Gamma_r) + j\Gamma_i}$

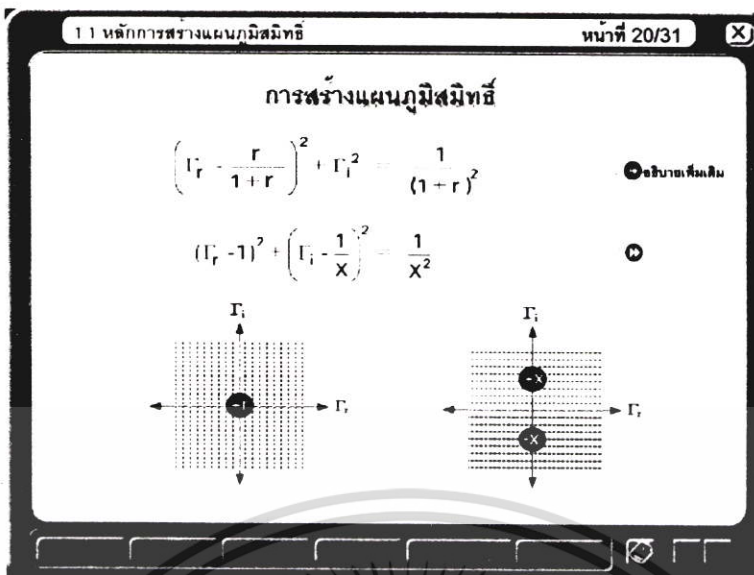
$$= \frac{(1 + \Gamma_r + j\Gamma_i)(1 - \Gamma_r + j\Gamma_i)}{(1 - \Gamma_r)^2 + \Gamma_i^2}$$

$\therefore \Gamma = \frac{1 - \Gamma_r^2 - \Gamma_i^2 + j2\Gamma_i}{1 - \Gamma_r^2 + \Gamma_i^2}$

จากสมการ A  $\therefore \Gamma = \frac{1 - \Gamma_r^2 - \Gamma_i^2}{(1 - \Gamma_r)^2 + \Gamma_i^2}$

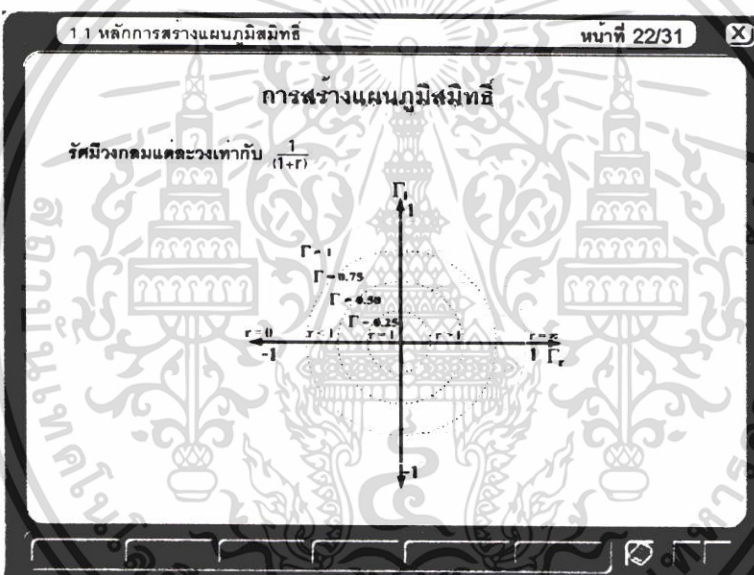
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอนี้หา  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 12



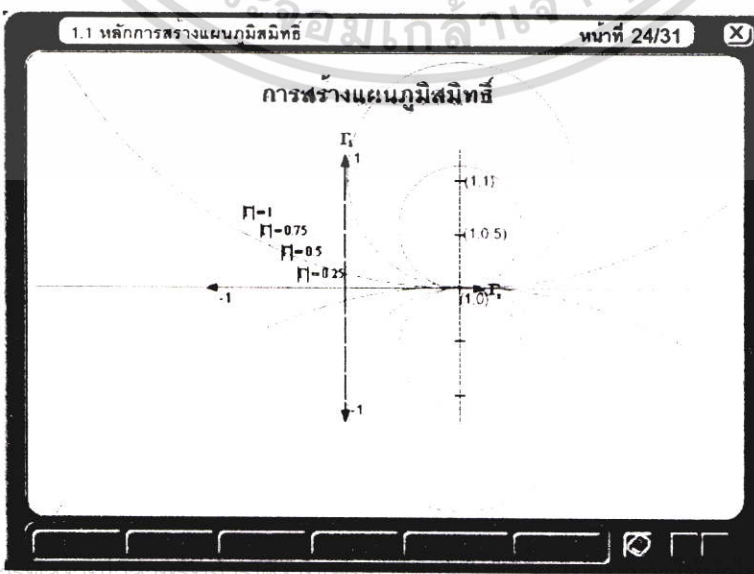
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 13



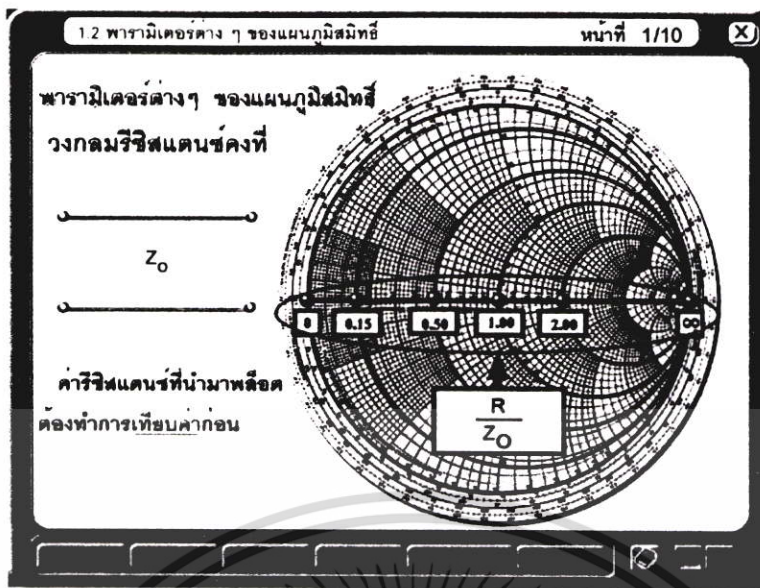
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 14



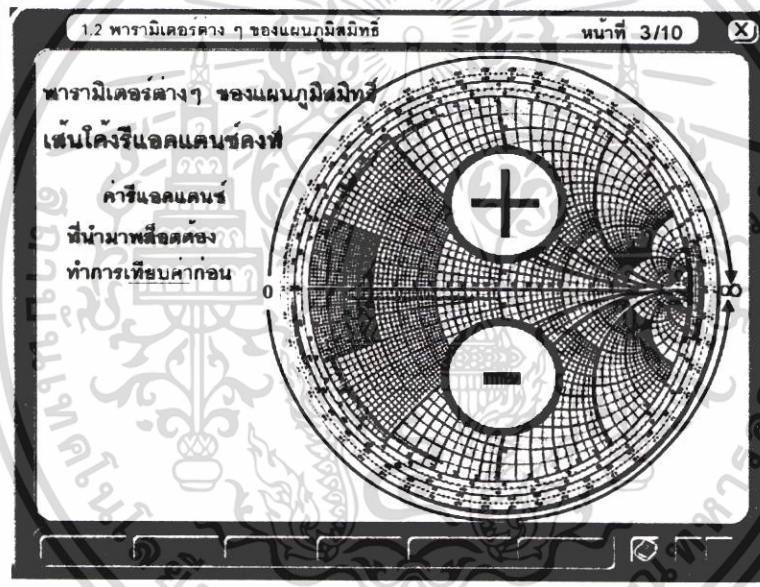
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 15



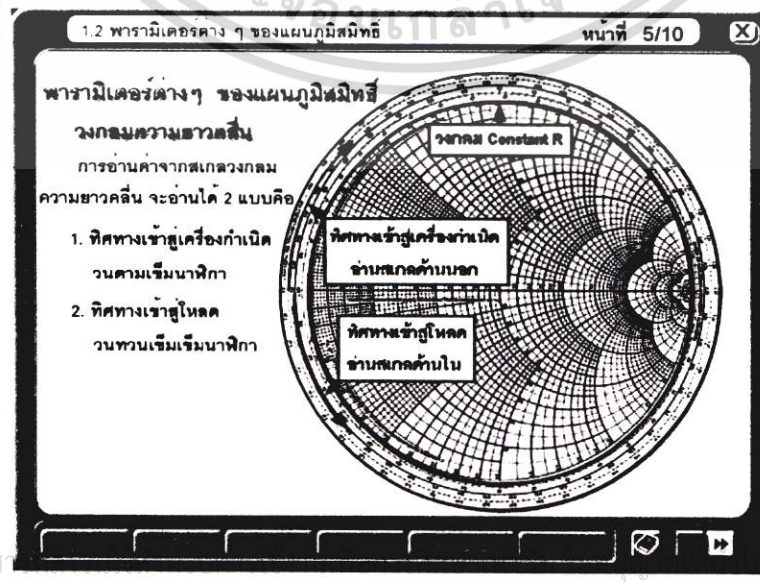
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 16



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 17



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 18

1.2 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 5/10

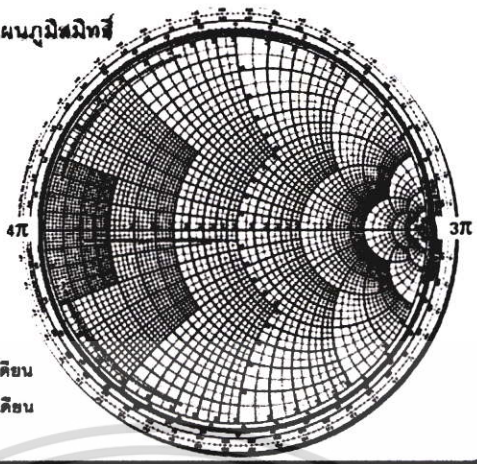
พารามิเตอร์ต่างๆ ของแผนภูมิสมิทธี

วงกลมความยาวคลื่น

ในกรณีคิดเป็นความยาวคลื่น  
 1 รอบ =  $0.5 \lambda$   
 เพราะฉะนั้น  $\lambda = 2$  รอบ

ในกรณีคิดเป็นองศา  $4\pi$   
 1 รอบ =  $360^\circ$   
 เพราะฉะนั้น  $\lambda = 720^\circ$

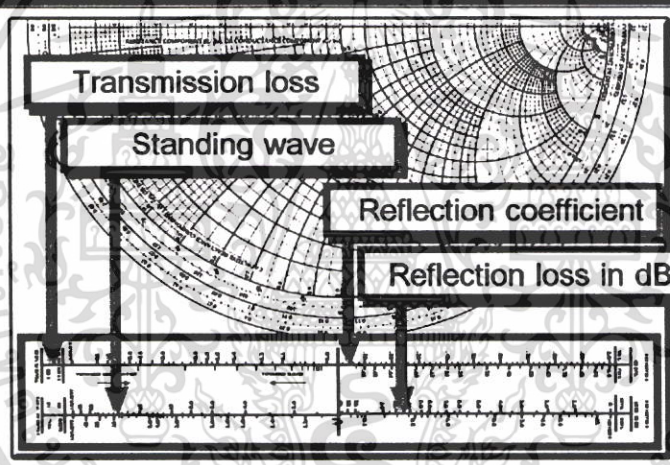
ในกรณีคิดเป็นเรเดียน  
 1 รอบ =  $2\pi$  เรเดียน  
 เพราะฉะนั้น  $\lambda = 4\pi$  เรเดียน



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 19

1.3 ลักษณะของเรเดียนลิสเกล หน้าที่ 1/2



Transmission loss

Standing wave

Reflection coefficient

Reflection loss in dB.

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 20

1.4 ประโยชน์ของแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 1/4

ประโยชน์ของแผนภูมิสมิทธี

1. การใช้งานเบื้องต้น
2. การใช้งานเฉพาะทาง

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 21

บทที่ 2 การนำแผนภูมิสถิติไปใช้งาน

## บทที่ 2

- ๑ จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ๑ การพล็อตเส้นพิสัย
- ๑ การทาบ VRPD เมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- ๑ การทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 22

จุดประสงค์การสอนเชิงพฤติกรรมบทที่ 2

จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

12 เกณฑ์วัดผลการนำแผนภูมิไปใช้งาน

- 1.2.1 วิทยาลัยการพล็อตเส้นพิสัย
- 1.2.2 วิทยาลัยการทาบ VRPD เมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- 1.2.3 วิทยาลัยการทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- 1.2.4 วิทยาลัยการทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- 1.2.5 วิทยาลัยการทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- 1.2.6 วิทยาลัยการทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน
- 1.2.7 วิทยาลัยการทาบเส้นพิสัยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 23

บทที่ 2 การนำแผนภูมิสถิติไปใช้งาน

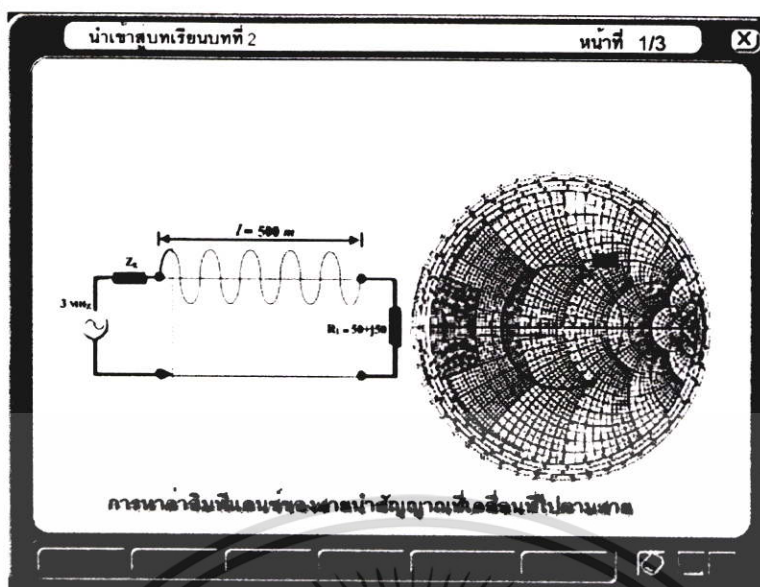
คุณต้องการออกซิเจนในน้ำ  
เจ้าสุนัขเรื้อรังใช่หรือไม่ ?

ใช่      ไม่ใช่

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

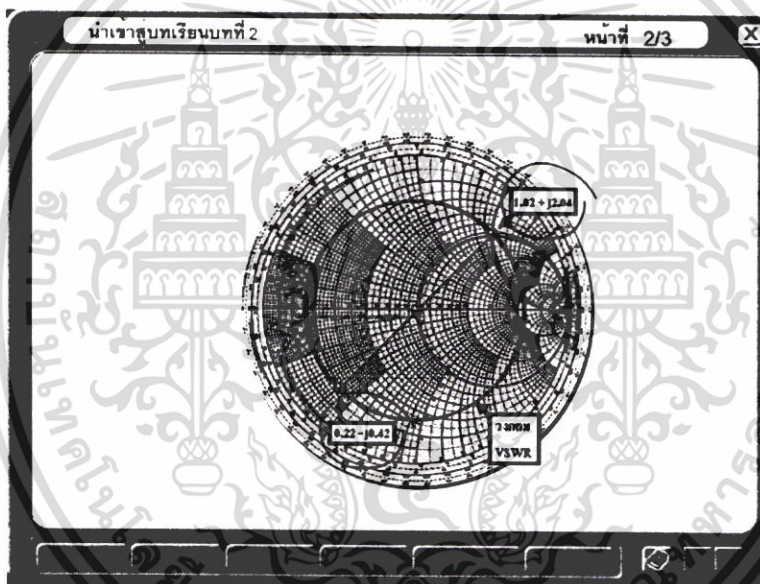
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้บนระบบออนไลน์ท่านควรทำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 24



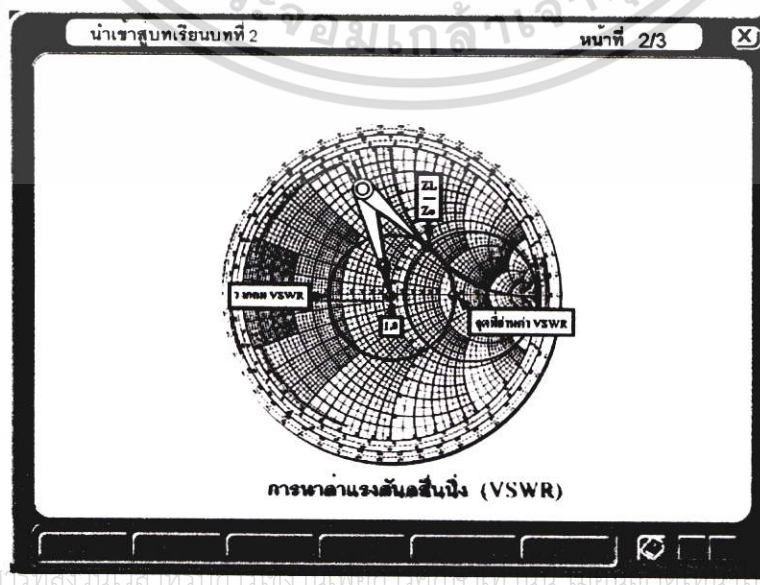
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 25



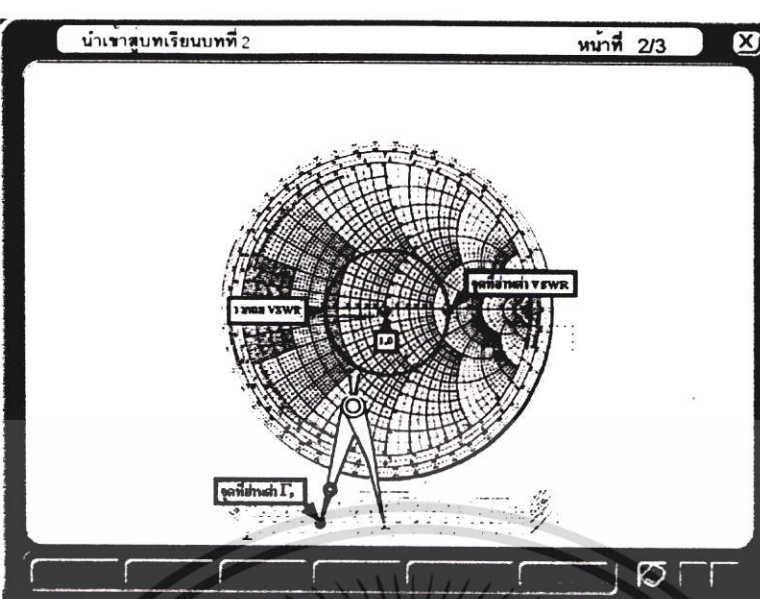
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 26



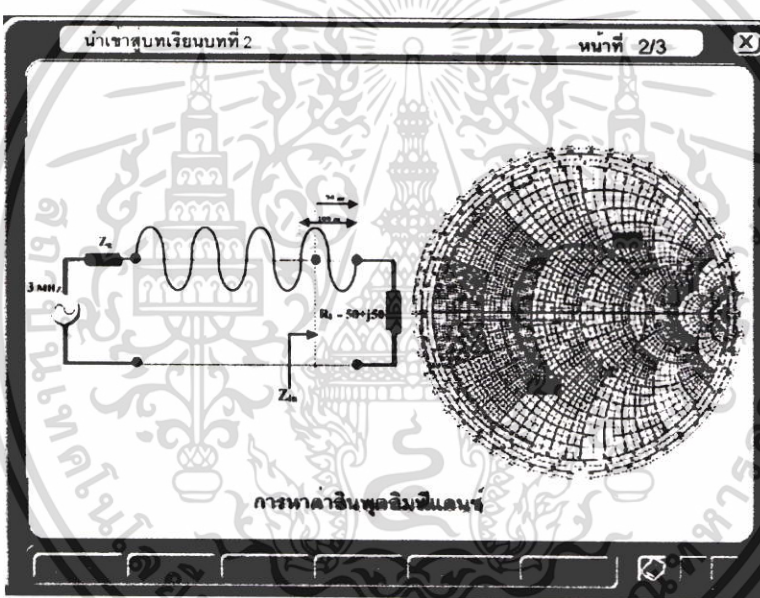
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 27



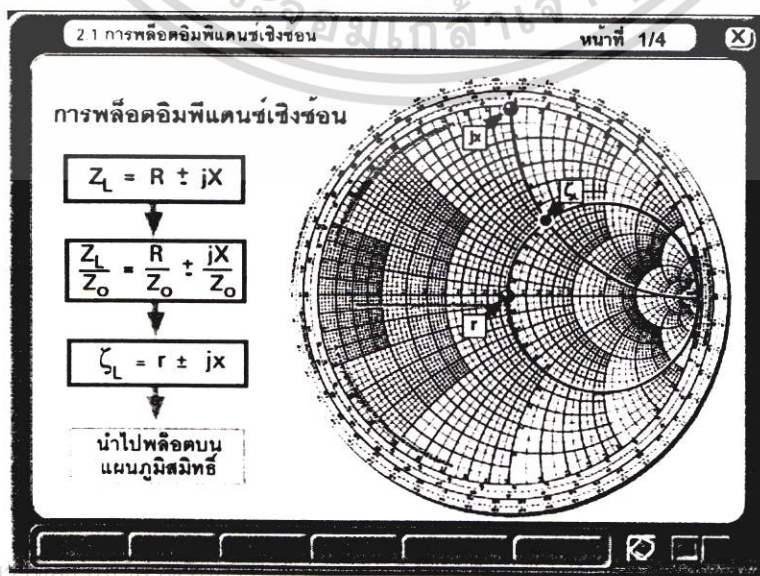
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 28



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 29



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 30

2.2 การหาค่า VSWR เมื่อทราบค่าโหลดที่ต่อปลายสาย หน้าที 1/4

การหาค่า VSWR เมื่อทราบค่าโหลดที่ต่อปลายสาย

$$Z_L = R \pm jX$$

$$\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{R}{Z_0} \pm j\frac{X}{Z_0}$$

วาดวงกลม VSWR

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 31

2.2 การหาค่า VSWR เมื่อทราบค่าโหลดที่ต่อปลายสาย หน้าที 2/4

จงหาค่า VSWR ของสายนำสัญญาณซึ่งมีอิมพีแดนซ์คุณลักษณะเท่ากับ  $75\Omega$  และต่อปลายสายด้วยโหลด  $Z_L = 50 - j100\Omega$

วิธีทำ

- ทำการเทียบค่า

$$\Gamma_L = \frac{Z_L}{Z_0} = \frac{R \pm jX}{Z_0} = 0.667 - j1.33$$

- นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิท
- ทำการวาดวงกลม VSWR
- อ่านค่า VSWR = 4.8

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 32

2.3 การหาค่า แอคมิตแดนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์ หน้าที 0/4

การหาค่าแอคมิตแดนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์

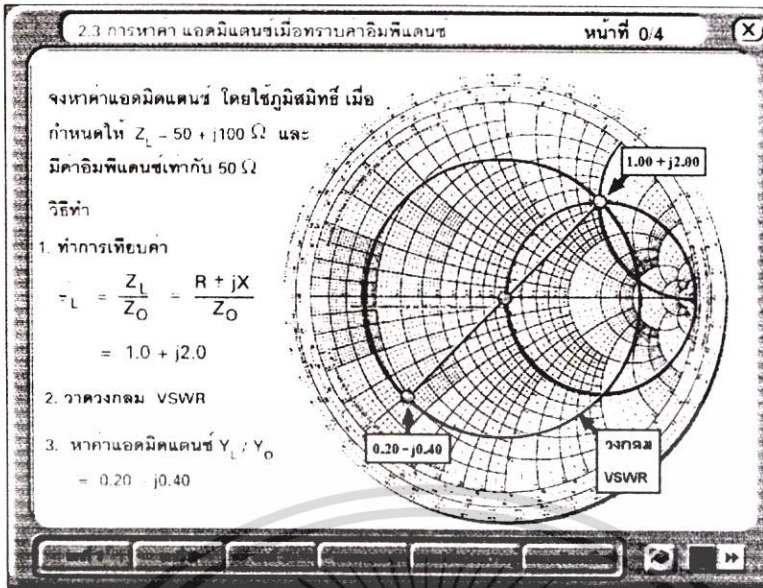
หาดำแหน่งของ  $Z_L/Z_0$

วาดวงกลม VSWR

หาค่าแอคมิตแดนซ์

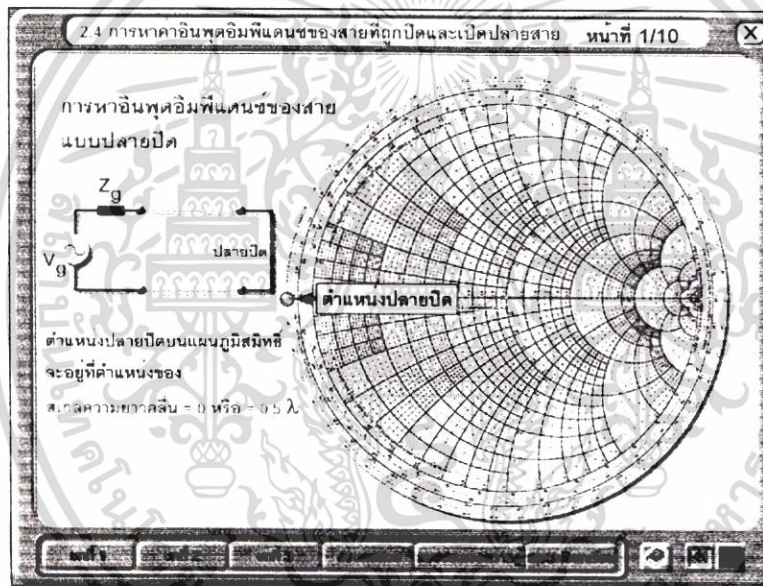
รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่33



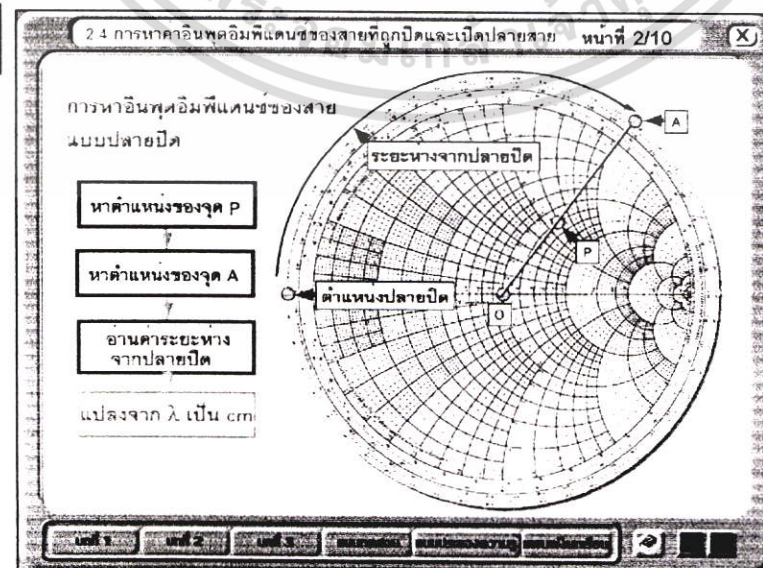
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่34



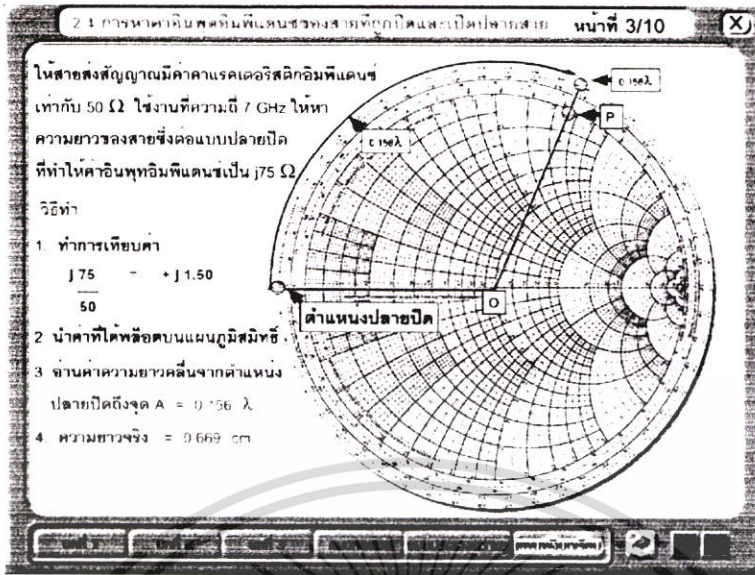
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่35



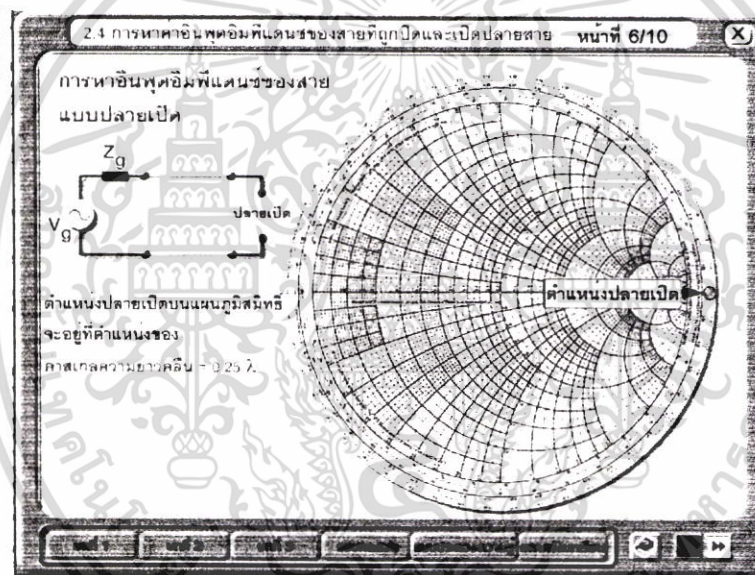
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 36



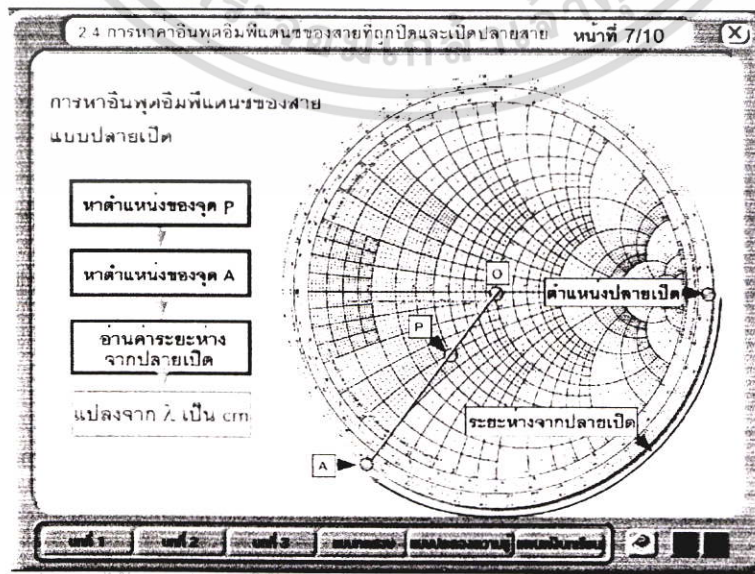
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 37



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

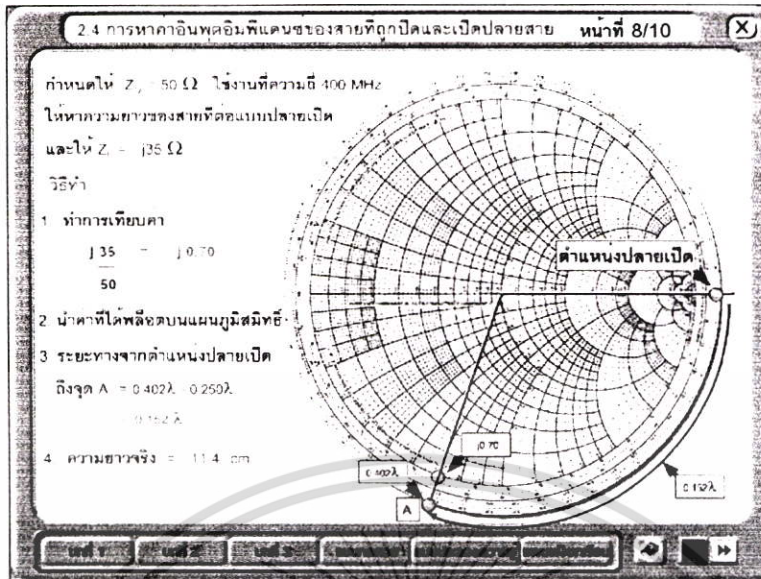
กรอบที่ 38



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

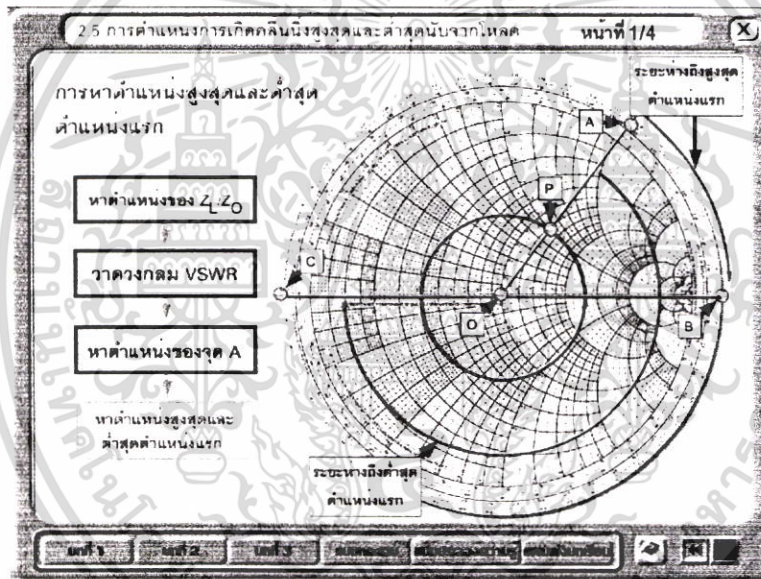
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่39



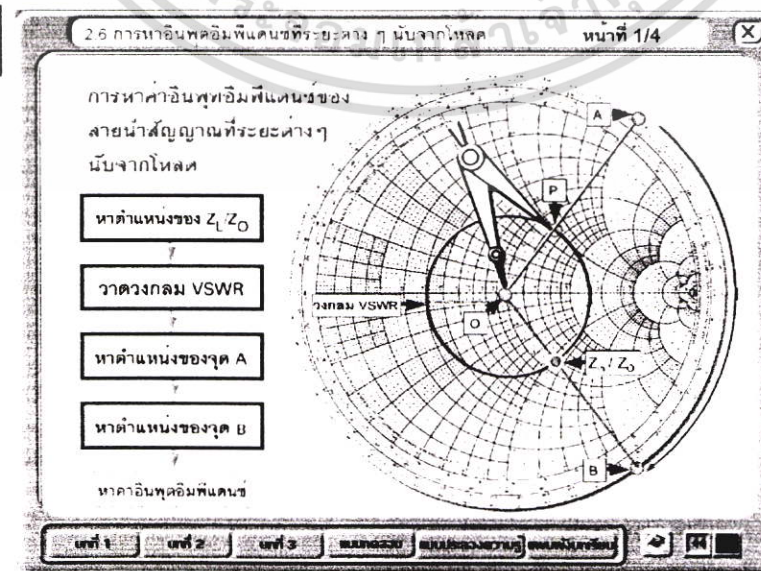
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่40



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

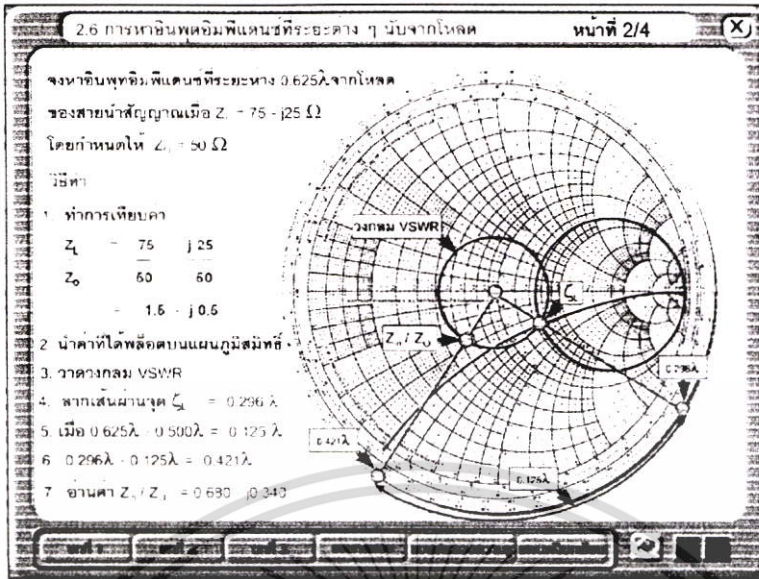
กรอบที่41



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

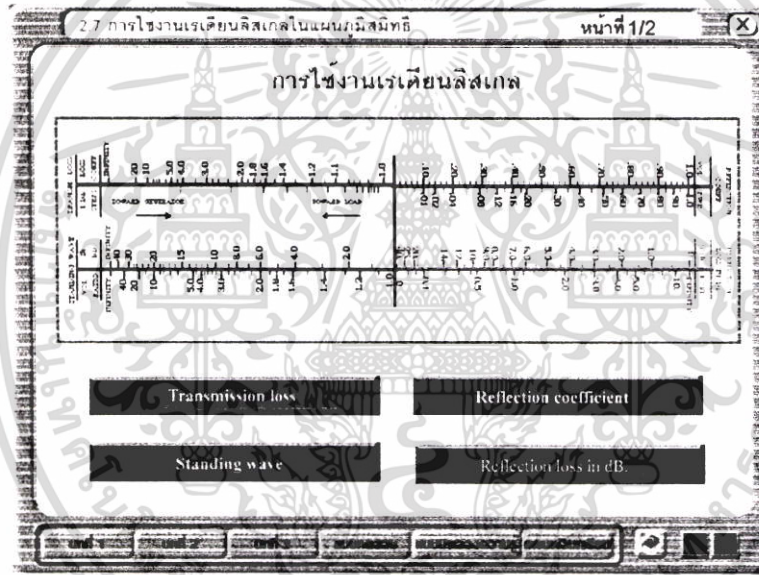
เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานในสาขาวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับเป็นต้นฉบับที่ใช้ประโยชน์ทางการศึกษา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 42



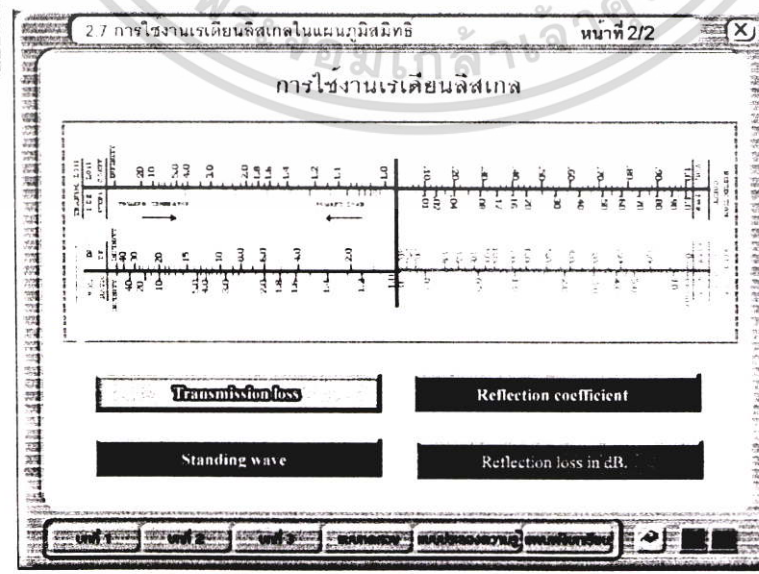
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 43



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 44



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 45

บทที่ 3 การแผ่รังสีสายส่งโดยไรต์ดับ

## บทที่ 3

สวัสดี

- ๑ จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ๑ การบอกชื่อสายส่งโดยไรต์ดับแบบอนุกรม
- ๑ การบอกชื่อสายส่งโดยไรต์ดับแบบขนาน
- ๑ การกล่าวถึงความรุนแรงเสียงที่เกิดจากการมีสเปคท์
- ๑ แบบฝึกหัด

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอเนื้อหา  
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 46

นำเขาสอบทเรียนบทที่ 3      หน้าที่ 2/11

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอเนื้อหา  
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 47

นำเขาสอบทเรียนบทที่ 3      หน้าที่ 4/11

เมื่อ  $Z_0 = Z_L$   
จะได้  $V_{(S)} = V_{(S-X)} = V_{(S-R)}$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง  
หน้าจอเนื้อหา  
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่48

นำเขาสอบทเรียนบทที่ 3 หน้าที่ 5/11

เมื่อ  $Z_0 \neq Z_L$   
จะได้  $V_{(S-X)} \neq V_{(S-R)}$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่49

นำเขาสอบทเรียนบทที่ 3 หน้าที่ 8/11

เมื่อ  $Z_L \neq Z_0$  ∴ จะได้  $S > 1$

100 w      80 w

— สถานที่ตั้งงานการส่งผ่าน  
— สถานที่ตั้งงานการสะท้อนกลับ

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่50

นำเขาสอบทเรียนบทที่ 3 หน้าที่ 11/11

$Z_{in} = 1.00j$        $Z_{L\text{reflect}} = 1.0 - jX_1$

$Z_{\text{stub}} = +jX_1$        $Z_L = R + jX$

ปลายเปิด

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 51

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้ระดับแบบอนุกรม หน้าที่ 1/6

**ลำดับอนุกรมแบบเดียว**

- หาตำแหน่งของ  $Z_L/Z_0$
- วาดวงกลม VSWR
- หาตำแหน่งของจุด A
- หาตำแหน่งจุดตัดที่ 1
- หาตำแหน่งของจุด B
- หาความยาวคลื่นจากจุด A ถึงจุด B

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 52

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้ระดับแบบอนุกรม หน้าที่ 2/6

จงหาตำแหน่งที่ต่อสวิตช์และความยาว เมื่อ  $Z_0 = 50 \Omega$   
 เทอร์มิเนตปลายด้วยโหลด  $Z_L = 20 + j45 \Omega$   
 โดยใช้ การต่อสวิตช์แบบอนุกรมเดียว

ความถี่ 1.5 GHz  
 วัสดุทำ

1. ทหารหาค่า  $Z_L/Z_0 = \frac{20 + j45}{50} = 0.4 + j0.9$
2. หาตำแหน่งที่ต่อสวิตช์บนแผนภูมิสมิท
3. วาดวงกลม VSWR
4. วาดวงกลม 1.0 จะได้จุดตัดที่ 1 และลากเส้นผ่านจุดตัดที่ 1 ไปตัด แกนความยาวคลื่น

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 53

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้ระดับแบบอนุกรม หน้าที่ 3/6

5. จุดตัดที่ 1  $Z_{input}/Z_0 = 1.0 - j1.6$
6. ความยาวคลื่นของจุดตัดที่ 1  $= 0.321 \lambda$
7. ลากเส้นผ่านจุดตัดที่ 2 ไปตัดกับแกนความยาวคลื่น
8. จุดตัดที่ 2  $Z_{input}/Z_0 = 1.0 + j1.6$
9. ความยาวคลื่นจุดตัดที่ 2  $= 0.173 \lambda$
10. ลากเส้นผ่านจุด P ไปตัดแกนความยาวคลื่น จะได้จุด A

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่54

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบอนุกรม หน้าที่ 4/6

11. ความยาวคลื่นของจุด A =  $0.124 \lambda$

12. ระยะห่างของสลับจากจุด A และจุด B

13. ระยะความยาว  
 $0.321 \lambda - 0.121 \lambda = 0.200 \lambda$

14. จาก  $\lambda(\text{cm}) = 30 / 1.5 \text{ GHz}$   
 $= 20 \text{ cm}$

15. เพาะฉะนั้นจะได้ ระยะ  
 ความยาวของสลับ  
 $= 0.200 (20) = 4.00 \text{ cm}$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่55

3.2 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนาน หน้าที่ 2/16

สลับจะมีคุณสมบัติเป็นสายส่งแบบ pure reactive line

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่56

3.2 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนาน หน้าที่ 5/16

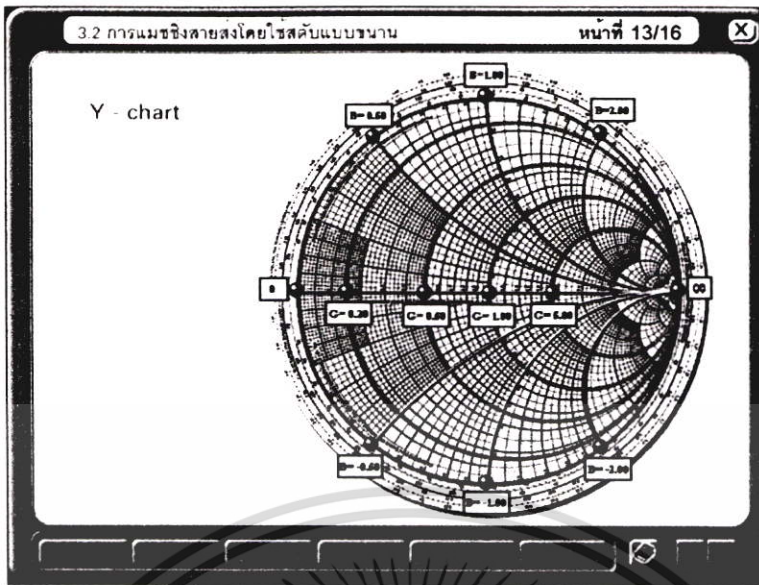
เนื่องจาก  $Y = \frac{1}{Z}$

$Y_{in} = \frac{1}{Z_{in}}$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

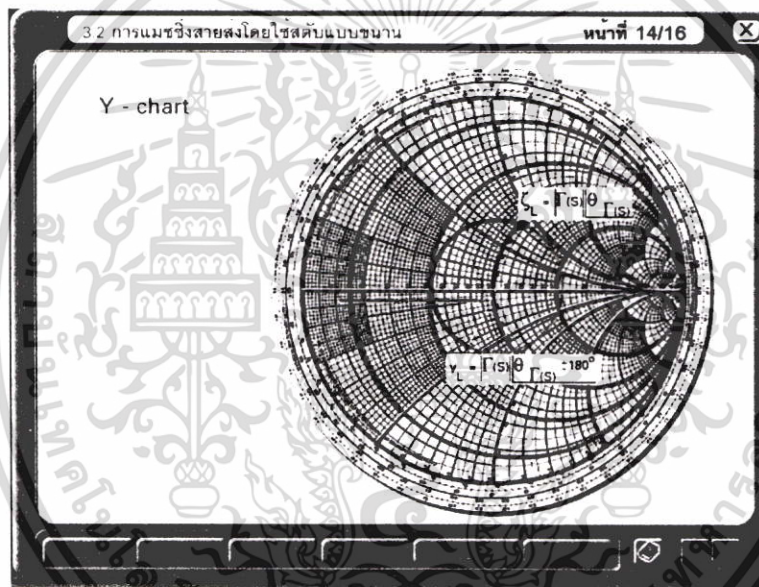
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่57



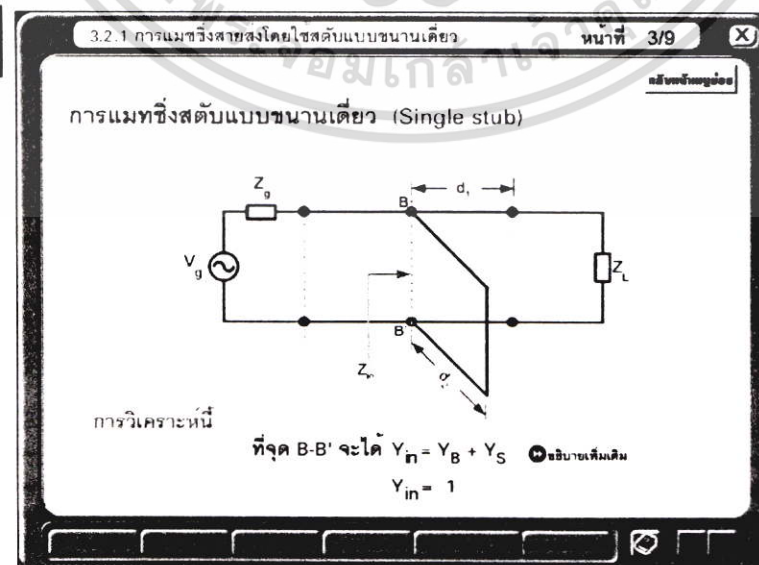
รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่58



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่59



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่60

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว หน้าที่ 3/9

จาก  $Y_{in} = Y_B + Y_S$

เมื่อ  $Y_B = 1 + jB_P$

$Y_S = -jB_P$

$\therefore$  จะได้  $Y_{in} = 1 + jB_P - jB_P$

$Y_{in} = 1$

$Y_B$  คือ เป็นแอดมิแตนซ์ของสายที่ปลายคือตัวโหลด

$Y_S$  คือ เป็นแอดมิแตนซ์ของสลับตัววงจร

$B_P$  คือ ค่าซีพแอดมิแตนซ์ของสายที่ปลายคือตัวโหลด ซึ่งอาจจะมีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่61

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว หน้าที่ 4/9

สลับขนานแบบเดียว

- ▼
- ▼
- ▼
- ▼
- ▼
- ▼

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่62

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว หน้าที่ 5/9

สายนำสัญญาณ  $50 \Omega$  เทอร์มิเนตปลายด้วยโหลด

$Z_L = 75 + j85 \Omega$  ต้องการแมชชิงโหลดกับสายนำสัญญาณ โดยใช้การต่อสลับแบบขนานที่ความถี่  $1.5 \text{ GHz}$  จงหาค่าแห่งที่ต่อสลับและความยาว

วิธีทำ

1. ทำการหาค่า  $\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{75 + j85}{50} = 1.5 + j1.7$
2. หาค่าที่ได้หรือคบนบนแผนภูมิสมิท
3. วาดวงกลม VSWR
4. วาดวงกลม 1.0 จะได้จุดตัด 2 จุด

กรุณาคลิกเมาท์หรือคอปุมได้ ๆ

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 63

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว หน้าที่ 6/9

6. หากเส้นตรงจากจุด P ไปตัดวงกลม VSWR ซีกด้านจะได้ เป็น  $P' = 0.380 - j0.340$

6. หากเส้นผ่านจุดตัดที่ 1 ข้ามค่า ความยาวคลื่น =  $0.166 \lambda$

7. ทำการหาระยะห่างของสลับ(d1)  
 $\therefore (d1) = 0.058 + 0.166 = 0.224 \lambda$

8. เมื่อ  $\lambda$  (cm) =  $30 / 1.5$  GHz  
 = 20 cm  
 $(d1) = 0.244 (20) = 4.88$  cm

กรุณาดึงเมาส์หรือคลิกปุ่มใด ๆ

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 64

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดียว หน้าที่ 7/9

9. เพราะค่าแอดมิแตนซ์ของโหลดเท่ากับ  
 $Y_L / Y_0 = 1.0 + j1.14$   
 ดังนั้น  $Y_L = Y_0$  หรือ  $Y_L / Y_0 = 1.0$   
 จะต้องมี  $Z_m = -j1.14$

10. (d2) =  $0.384 \lambda$

11. (d2) =  $0.384 (20)$   
 = 7.28 cm

กรุณาดึงเมาส์หรือคลิกปุ่มใด ๆ

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 65

3.2.2 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานคู่ หน้าที่ 1/9

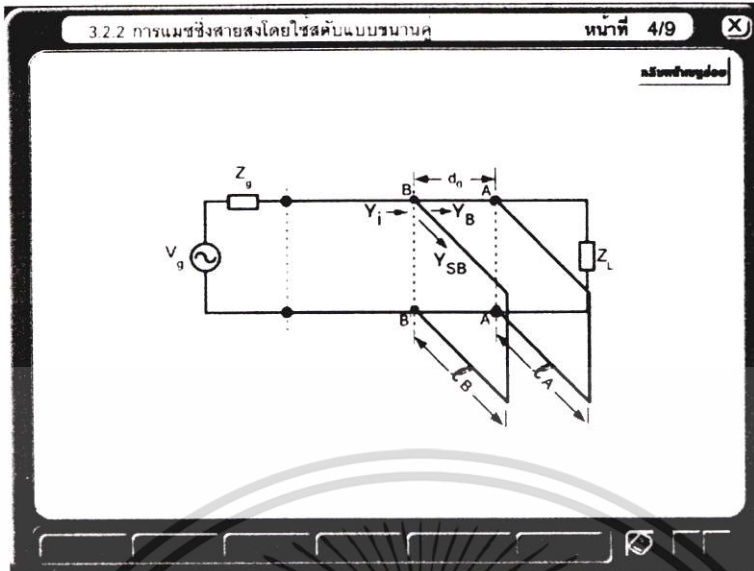
การแมชชิงสลับขนานแบบคู่

รูปการใช้งานจริงของสลับแบบขนานเดียว

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 66



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 67

3.2.2 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานคู่ หน้าที่ 5/9

จะได้สมการ  $Y_{in} = Y_B + Y_{SB}$

เมื่อ  $Y_B = 1 + jB_B$

และ  $Y_{SB} = -jB_B$

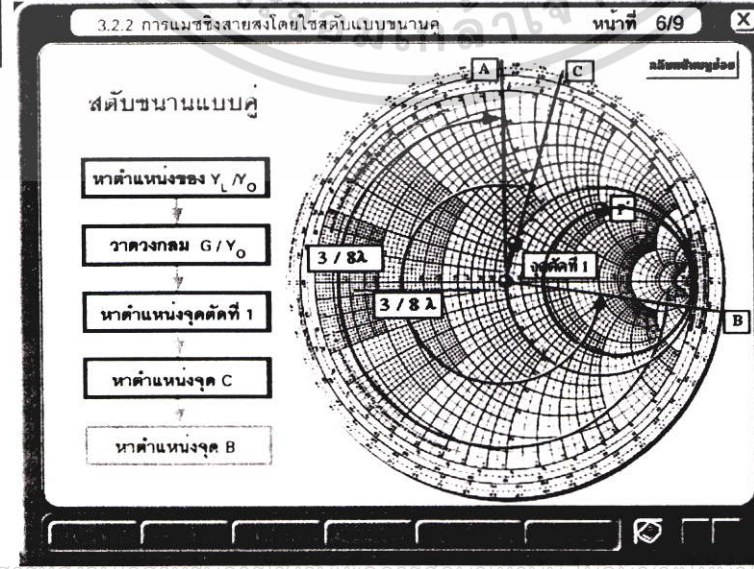
แทนค่า B และ C ลงในสมการ A

∴ จะได้  $Y_{in} = 1 + jB_B + jB_B$

$Y_{in} = 1$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 68



รูปที่ ค.2 ตัวอย่าง หน้าจอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 69

3.2.2 การแมชชีงสายส่งโดยใช้ระดับแบบขนานค หน้าที 7/9

จงออกแบบการแมชชีงสายส่งโดยใช้ระดับค เมื่อสายส่งถูกต่อปลายสายด้วยโหลด  $Z_L = 25 + j40 \Omega$  โดยกำหนด  $Z_0 = 50 \Omega$  กำหนดให้ตำแหน่งของระดับที่ 2 อยู่ห่างจากโหลด  $\lambda/8$

วิธีทำ

- ทำการหาค่า  $\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{25 + j40}{50} = 0.50 + j0.80$
- หาค่ากลม VSWR
- หาค่าแอดมิแตนซ์ของโหลดซ้ำค่า  $y_L$  จากแผนภูมิที่  $y_L = 0.562 - j0.90$
- หมุนวงกลมหนึ่งหน่วย ไปทิศทางเข้าสู่ โหลด  $\lambda/8 = 90^\circ$  จะได้อันดับของ  $y_0$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 70

3.2.2 การแมชชีงสายส่งโดยใช้ระดับแบบขนานค หน้าที 7/9

จะอ่านค่า  $y_0 = 0.562 + j0.20$

- ทำการหาแอดมิแตนซ์ของระดับที่ 1 จาก  $x_L = -j0.90$   
 $y_1 = jx_L = j0.20 - (-j0.90) = j1.10$
- ทำการหาความยาวของระดับตัวที่ 1 จากตำแหน่ง  $0.25 \lambda$  ถึง  $0.048 \lambda$   
 $l_1 = 0.25 \lambda - 0.094 \lambda = 0.376 \lambda$
- ทำการหมุน  $y_0$  ไปติดกับวงกลม 1 หน่วย ในทิศทางเข้าสู่เครื่องกำเนิด จะได้ตำแหน่งของ  $y_d$   
 $y_d = 1.00 + j0.62$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 71

3.2.2 การแมชชีงสายส่งโดยใช้ระดับแบบขนานค หน้าที 7/9

- ตั้งกับค่าแอดมิแตนซ์ของระดับตัวที่ 2  $y_2 = -j0.62$
- เพราะฉะนั้นค่าความยาวของระดับตัวที่ 2 จะมีค่าเท่ากับ  $l_2 = 0.431 \lambda - 0.25 \lambda = 0.183 \lambda$

รูปที่ ค.2 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 72

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 25/31

1. จงจับคู่ระหว่างรูปภาพและข้อความให้ถูกต้องโดยพิมพ์ตัวอักษร A,B,C ในช่องว่างที่กำหนด

A) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่ระยะทางเท่ากับ S  
 B) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่ปลายสาย  
 C) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่ต้นสาย

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 73

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 27/31

3. จงเติมค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนสมบูรณ (ก) ลงในวงกลมแต่ละวงให้ถูกต้อง โดยตอบเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 74

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 30/31

6. จงจับคู่ต่อไป นี้ โดยนำข้อความทางด้านซ้ายลากมาวางในช่องว่างให้ถูกต้อง คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์วางไว้ แล้วนำมาวางในกรอบของคำถามให้ถูกต้อง

$x = 0$   
  $x < -1$   
  $x < 1$   
  $x = 1$   
  $x > 1$   
  $x = -1$   
  $x > -1$

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 75

1.1 หลักการสร้างแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 31/31

7. จากข้อมูลในแผนภูมิเชิงซ้อน ให้ตอบคำถามโดยคลิกพื้นที่ภายในแผนภูมิสมิทธี

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 76

1.2 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 7/10

ให้หาค่าแห่งและพล็อตบนแผนภูมิสมิทธี เมื่อ กำหนดให้  $Z_0 = 100 \Omega$  และ คาร์ริสแตบ์  $R_1 = 10 \Omega, R_2 = 300 \Omega, R_3 = 150 \Omega$

วิธีทำ

- ทำการเทียบค่า
 

$\frac{R_1}{Z_0} = \frac{10}{100} = 0.10$
$\frac{R_2}{Z_0} = \frac{300}{100} = 3.00$
$\frac{R_3}{Z_0} = \frac{150}{100} = 1.50$
- นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิทธี

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 77

1.2 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแผนภูมิสมิทธี หน้าที่ 10/10

จงหาค่าแห่งของความยาวคลื่นที่กำหนดให้ลงบนแผนภูมิสมิทธีเมื่อกำหนดให้

- คลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องกำเนิดด้วยระยะทาง  $0.5 \lambda$

มีเจดอยครับ

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 78

13 ลักษณะของเวกเตอร์ลิสเกล หน้าที่ 2/2

จงจับคู่ระหว่างรูปภาพและข้อความใหญ่ด้วยตัวอักษร A,B,C,D ในช่องว่างที่กำหนด

A. Transmission loss      B. Standing wave ratio  
C. Reflection coefficient      D. Reflection loss in dB.

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบฝึก  
หัดเพื่อตรวจปรับ  
การเรียนรู้ของ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 79

14 ประโยชน์ของของแผนภูมิสมิท หน้าที่ 4/4

จากข้อความต่อไปนี้ให้นักศึกษาลงมือเพื่อเลือกความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง

- ข้อ1. หาค่าการลดทอนสัญญาณ
- ข้อ2. หาค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสลับแบบปิด
- ข้อ3. เพื่อแสดงผลอิมพีแดนซ์เชิงซ้อนในรูปของความถี่
- ข้อ4. หาค่าอินพุตและเอาต์พุตของฟังก์ชันการส่งผ่าน
- ข้อ5. หาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของสลับแบบเปิด
- ข้อ6. ออกแบบโครงข่ายการแมทซ์อิมพีแดนซ์
- ข้อ7. สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรองกระแส
- ข้อ8. หาค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง
- ข้อ9. หาค่าการสะท้อนของกำลังงาน
- ข้อ10. หาค่าแรงดันของอินพุตอิมพีแดนซ์

**การใช้งานเบื้องต้น**  
**การใช้งานเฉพาะทาง**

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบฝึก  
หัดเพื่อตรวจปรับ  
การเรียนรู้ของ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 80

2.1 การพล็อตอิมพีแดนซ์เชิงซ้อน หน้าที่ 4/4

ให้หาค่าแห่ง  $Z_L = 105 + j120 \Omega$  บนแผนภูมิสมิท  
เมื่อโหลดต่อกับสายนำสัญญาณที่มี  $Z_0 = 75 \Omega$

วิธีทำ

1. ทำการเทียบค่า

$$\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{105}{75} + j \frac{120}{75}$$

$$= 1.40 - j1.60$$

2. นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิท

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบฝึก  
หัดเพื่อตรวจปรับ  
การเรียนรู้ของ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 81

2.2 การหาค่า VSWR เมื่อทราบค่าโหลดที่ต่อปลายสาย หน้าที่ 4/4

ให้หาค่า VSWR ของสายนำสัญญาณ เมื่อกำหนด  
ให้  $Z_0 = 50 \Omega$  ต่อกับโหลด  $Z_L = 75 - j90 \Omega$

วิธีทำ

- ทำการเทียบค่า  

$$\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{75 - j90}{50} = \frac{1.50 - j1.80}{1.00 - j1.00}$$
- นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิทธ์
- อ่านค่า VSWR จากแผนภูมิสมิทธ์  

$$VSWR = 4.00$$

รูปที่ ค.3 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 82

2.3 การหาค่า แอดมิแตนซ์เมื่อทราบค่าอิมพีแดนซ์ หน้าที่ 0/4

ให้นักเรียนหาค่าแอดมิแตนซ์  $Y_L$  บนแผนภูมิสมิทธ์  
เมื่อกำหนดให้  $Z_L = 100 + j100 \Omega$   
และค่า  $Z_0 = 100 \Omega$

วิธีทำ

- ทำการเทียบค่า  

$$\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{100 + j100}{100} = \frac{1.00 + j1.00}{1.00 - j1.00}$$
- นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิทธ์
- อ่านค่าแอดมิแตนซ์  $Y_L / Y_0$   

$$= 0.54 + j0.50$$

รูปที่ ค.3 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 83

2.4 การหาค่าอินพีแดนซ์ของสายที่ถูกปิดและเปิดปลายสาย หน้าที่ 5/10

ให้หาความยาวของสายที่ถูกต่อแบบปลายปิด  
กำหนดให้  $Z_0 = 100 \Omega$  ใช้งานที่ความถี่  
10GHz และค่า  $Z_L = -j50 \Omega$

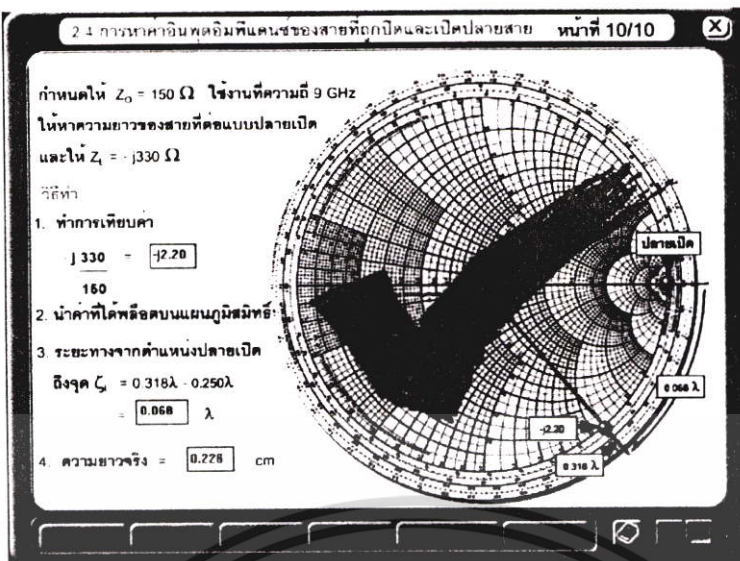
วิธีทำ

- ทำการเทียบค่า  

$$\frac{j50}{100} = -j0.50$$
- นำค่าที่ได้พล็อตบนแผนภูมิสมิทธ์
- ความยาวคลื่น =  $0.425 \lambda$
- ความยาวจริง =  $1.275 \text{ cm}$

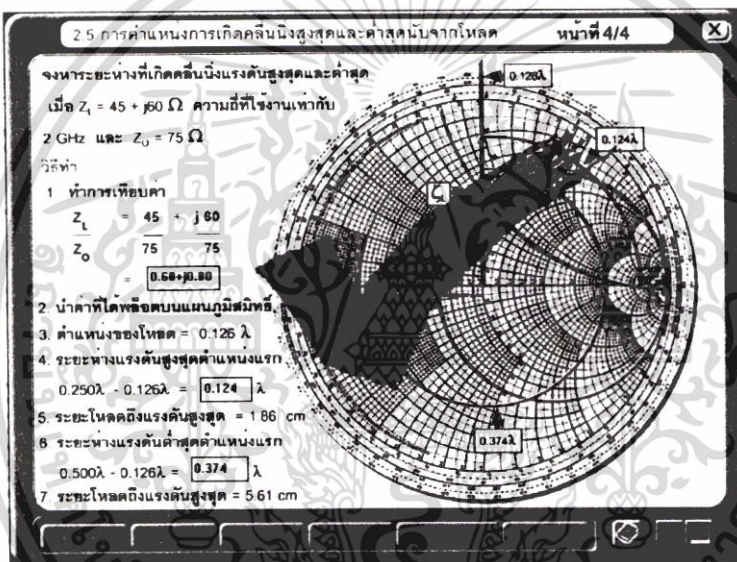
รูปที่ ค.3 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 84



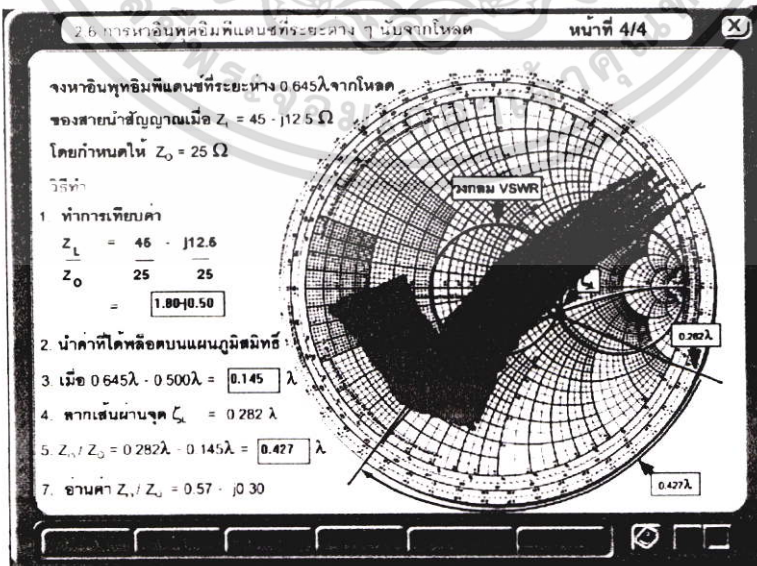
รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
 หน้าจอแบบฝึก  
 หัดเพื่อตรวจปรับ  
 การเรียนรู้ของ  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 85



รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
 หน้าจอแบบฝึก  
 หัดเพื่อตรวจปรับ  
 การเรียนรู้ของ  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 86



รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง  
 หน้าจอแบบฝึก  
 หัดเพื่อตรวจปรับ  
 การเรียนรู้ของ  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 87

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบอนุกรม หน้าที่ 6/6

จงหาตำแหน่งที่ต่อสลับและความยาวเมื่อ  $Z_0 = 50 \Omega$   
 ถูกต่อปลายด้วยโหลด  $Z_L = 75 + j85 \Omega$  โดยใช้การต่อ  
 สลับแบบอนุกรมเดี่ยว ใช้ความถี่ 1.6 GHz

วิธีทำ

- ทำการหาค่า  $\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{75 + j85}{50} = 1.50 + j1.70$
- นำค่าที่ได้หาคือบนแผนภูมิสมิท
- หาคงกลม VSWR
- หาตำแหน่งของอาร์ตต่อสลับ โดยกา  
 ตัดกับของวงกลม  $r=1$  และวงกลม VSWR  
 จุดตัดที่ 1  $Z_{Input}/Z_0 = 1.00 - j1.20$
- ความยาวคลื่นของจุดตัดที่ 1 (จุด B) =  $0.330 \lambda$

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 88

3.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบอนุกรม หน้าที่ 6/6

จุดตัดที่ 2  $Z_{Input}/Z_0 = 1.00 + j1.20$

- ความยาวคลื่นของจุดตัดที่ 2 (จุด C) =  $0.170 \lambda$
- ความยาวคลื่นของจุด A (จุด  $Z_L$ ) =  $0.193 \lambda$
- ระยะห่างของสลับ A กับจุด B  $d_1 = 0.330 \lambda - 0.193 \lambda = 0.137 \lambda$
- หาความยาวของสลับแบบวงจรถูก  
 จากระยะห่างของ  $P_c$  กับจุด  $j1.20$   
 $l_1 = 0.166 \lambda + 0.250 \lambda = 0.416 \lambda$
- ทำการแปลงหน่วยเพื่อหา  
 ความยาว ของ  $d_1$  และ  $l_1$   
 จาก  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.6 \times 10^9} = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$   
 $\therefore d_1 = 0.137 \lambda = 0.137(20) = 2.74 \text{ cm}$   
 $\therefore l_1 = 0.416 \lambda = 0.416(20) = 8.32 \text{ cm}$

รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 89

3.2.1 การแมชชิงสายส่งโดยใช้สลับแบบขนานเดี่ยว หน้าที่ 9/9

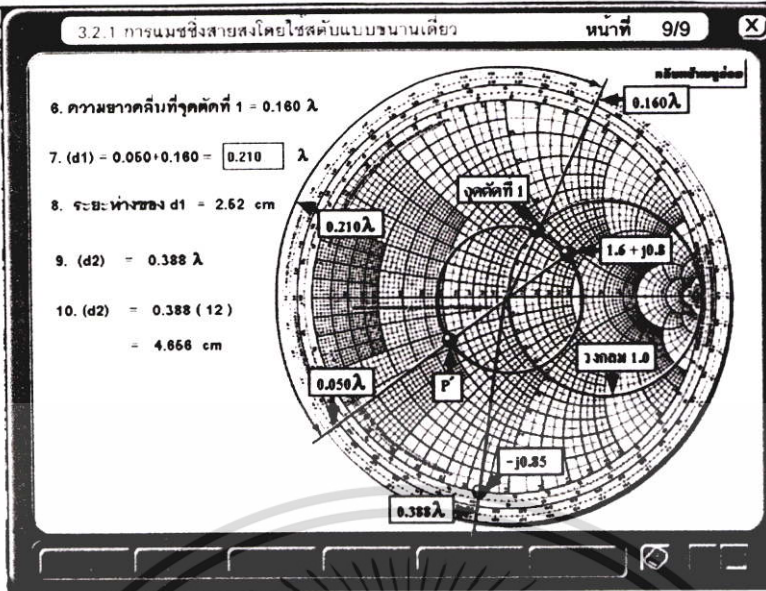
สายนำสัญญาณ  $75 \Omega$  เทอร์มิเนตปลายด้วยโหลด  
 $Z_L = 120 - j80 \Omega$  โดยใช้การต่อสลับแบบขนาน  
 ที่ความถี่ 2.6 GHz จงหาตำแหน่งที่ต่อสลับ  
 และความยาวของสลับ

วิธีทำ

- ทำการหาค่า  $\frac{Z_L}{Z_0} = \frac{120 - j80}{75} = 1.60 - j1.07$
- นำค่าที่ได้หาคือบนแผนภูมิสมิท
- หาคงกลม 1.0
- ตำแหน่งของ  $Y_L/Y_0 (P) = 0.50 - j0.25$
- ความยาวคลื่นที่จุด  $P' = 0.050 \lambda$

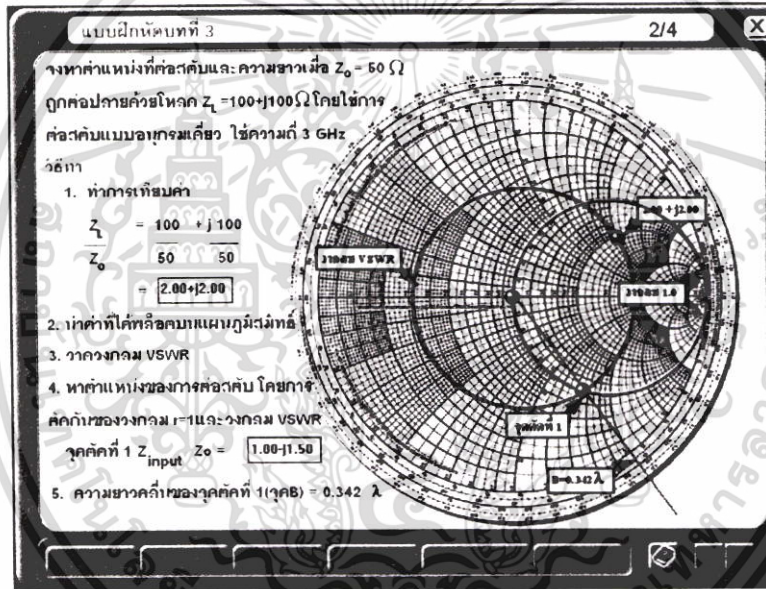
รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจรับ การเรียนรู้ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 90



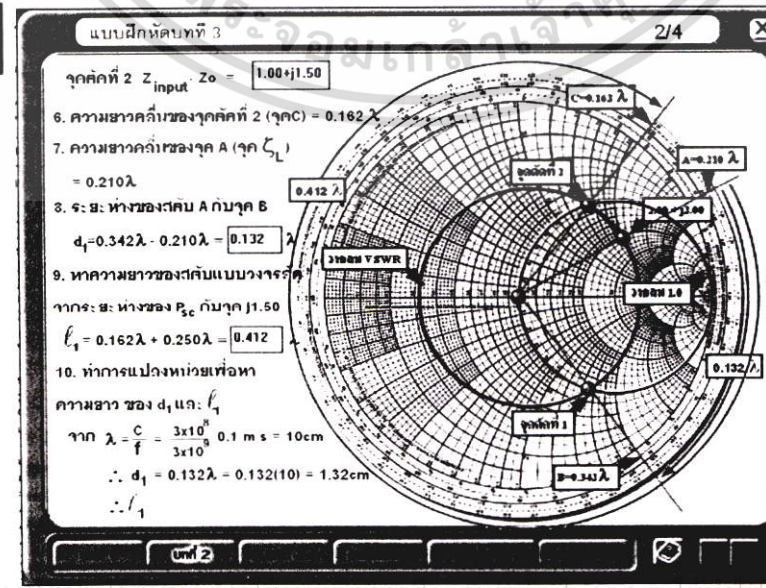
รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 91



รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 92



รูปที่ ค.3 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดเพื่อตรวจปรับการเรียนรู้อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 93

แบบฝึกหัดบทที่ 1 หน้าที่ 2/2

1. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ?

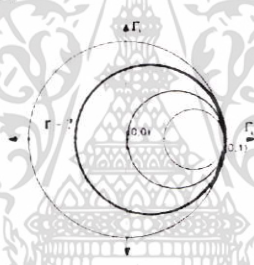
- เส้นโคจรแอดแดนซ์ที่มีค่าด้านบวกตั้งแต่  $0 - \infty$
- วงกลมรีซิสแตนซ์ที่มีค่าด้านลบตั้งแต่  $0 - \infty$
- 1 รอบของวงกลมแผนภูมิสมิทมีค่าเท่ากับ  $360^\circ$
- ทิศทางวนตามเข็มนาฬิกาคือทิศทางจากโหลดไปเครื่องกำเนิด

รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 94

แบบฝึกหัดบทที่ 1 หน้าที่ 2/2

5. จากรูปวงกลม  $r$  มีค่าเท่าไร ?




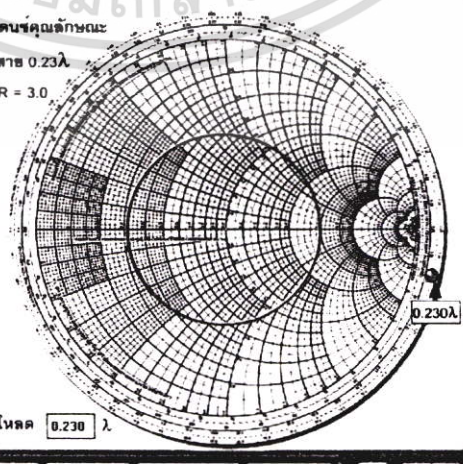
- $r = 0$
- $r = 1$
- $r < 1$
- $r > 1$

รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 95

แบบฝึกหัดบทที่ 2 หน้าที่ 2/4

สายส่งสัญญาณเส้นหนึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ  $Z_0 = 70 \Omega$  กำหนดความยาวที่ต้นสาย  $0.23\lambda$  สามารถหาความแรงคืน  $V_{min}$  และ  $SWR = 3.0$  จงหาอิมพีแดนซ์ของโหลด

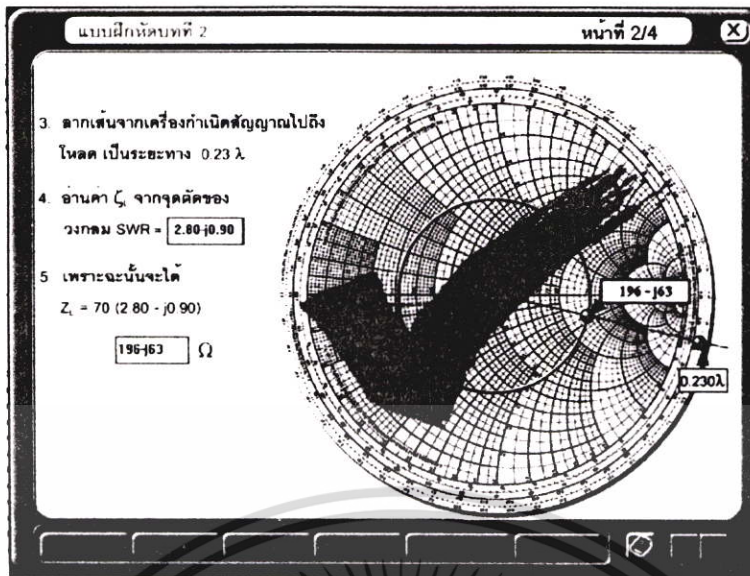
วิธีทำ

- จาก  $SWR = 3.0$  ให้นำไปพล็อตบนแผนภูมิสมิท
- จากใจหระยะทางจาก  $V_{min}$  ไปโหลด  $0.230 \lambda$

รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

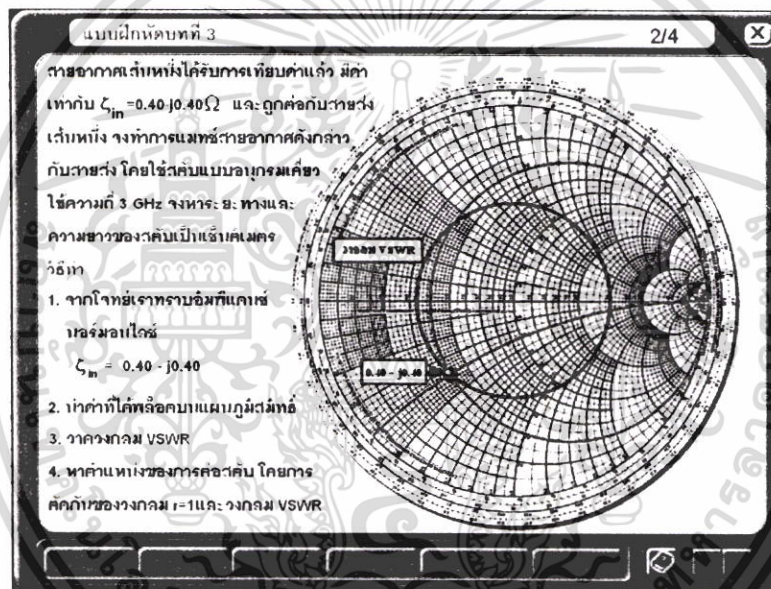
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 96



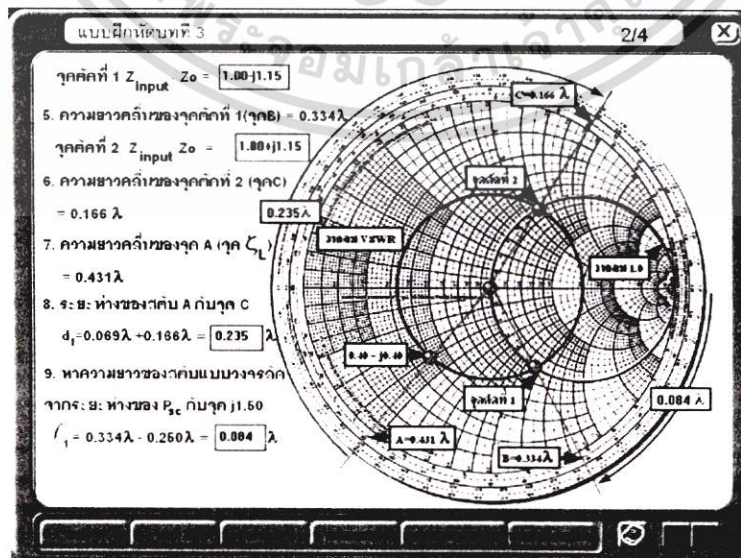
รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 97



รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 98



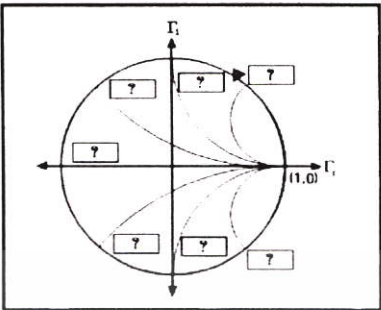
รูปที่ ค.4 ตัวอย่าง หน้าจอแบบฝึกหัดของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 99

แบบประพจน์ความรู

จงจับคู่ต่อไปนี โดยนำข้อความทางด้านซ้ายลงตามขวางในช่องว่างใหญ่ถูกต้อง  
คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมาวางในกรอบของคำถามใหญ่ถูกต้อง



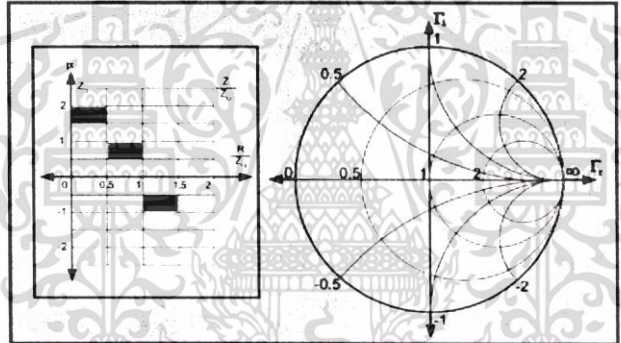
- $x < 0$
- $x < 1$
- $x < -1$
- $x = 1$
- $x > 1$
- $x = -1$
- $x > -1$

รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบประ  
ลองการเรียนรู้  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 100

แบบประพจน์ความรู

จากข้อมูลในแผนภูมิเชิงรอน คุณมีสิทธิ์ตอบ 2 ครั้ง โดยคลิกพื้นที่ภายในแผนภูมิสมิทธ์

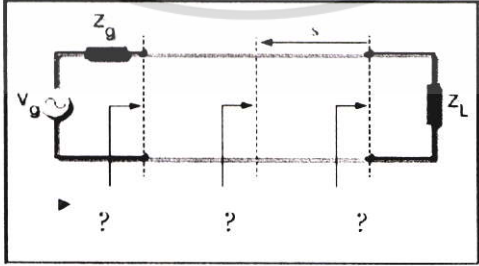


รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบประ  
ลองการเรียนรู้  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 101

แบบประพจน์ความรู

จงจับคู่ต่อไปนี โดยนำข้อความทางด้านล่างตามขวางในช่องว่างใหญ่ถูกต้อง  
คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมาวางในกรอบของคำถามใหญ่ถูกต้อง



$\Gamma_s = \frac{\zeta_s - 1}{\zeta_s + 1}$

$\Gamma_L = \frac{\zeta_L - 1}{\zeta_L + 1}$

$\Gamma_g = \frac{\zeta_g - 1}{\zeta_g + 1}$

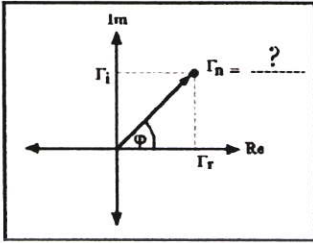
รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง  
หน้าจอแบบประ  
ลองการเรียนรู้  
ของบทเรียนคอม  
พิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 102

แบบประลองความรู้

จากข้อมูลเชิงซ้อน คุณมีสิทธิ์ตอบ 2 ครั้ง โดยการคลิกปุ่มเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง



$\Gamma_n = \Gamma_n [\sin\phi + j\cos\phi]$   
  $\Gamma_n = \Gamma_n [\cos\phi + j\sin\phi]$   
  $\Gamma_n = \Gamma_n [2\sin\phi \cos\phi]$   
  $\Gamma_n = \Gamma_n [2\cos\phi \sin\phi]$

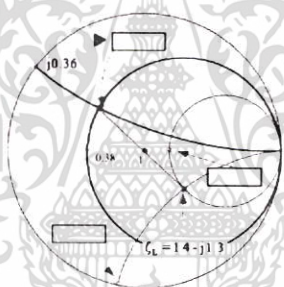
คุณมีสิทธิ์ตอบ 2 ครั้ง

รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 103

แบบประลองความรู้

จากแผนภูมิสมิทซ์และข้อมูลที่กำหนดให้นักศึกษาจับคู่ให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมารวางในกรอบของคำตอบให้ถูกต้อง

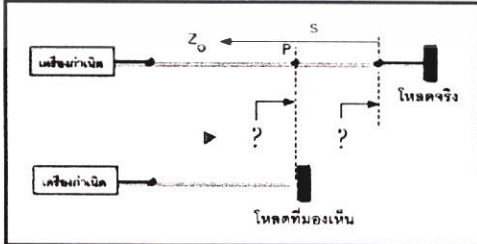


รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 104

แบบประลองความรู้

จงจับคู่ต่อไปี้ โดยนำข้อความทางด้านซ้ายมาวางในช่องว่างให้ถูกต้อง คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมารวางในกรอบของคำตอบให้ถูกต้อง



รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 105

แบบประลองความรู

จากแผนภูมิสมิทและข้อมูลที่กำหนดให้นักศึกษาจับคู่ให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด  
คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมาวางในกรอบของคำถามให้ถูกต้อง

รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 106

แบบประลองความรู

จากรูปเป็นการแทนทรานซ์สายส่งโดยไรต์ดับขนานคู่ ในนักศึกษาเติมตำแหน่งของพารามิเตอร์ลงในแผนภูมิสมิทให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด

รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 107

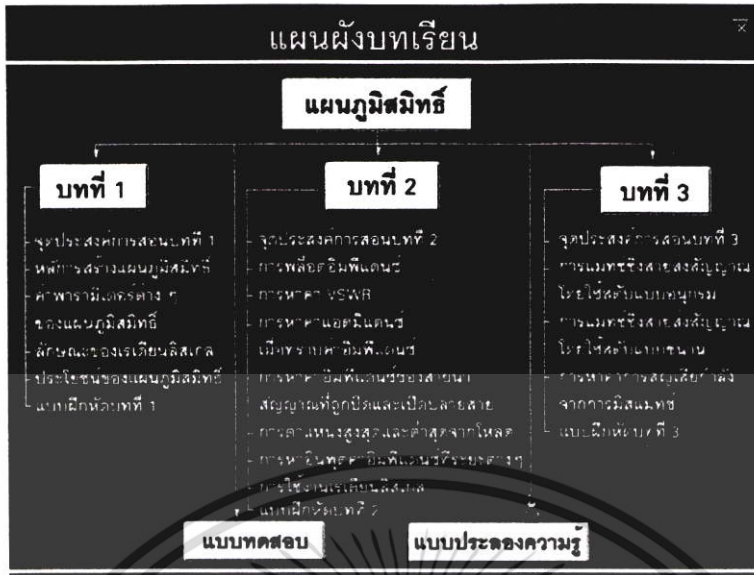
แบบประลองความรู

จากแผนภูมิสมิทและข้อมูลที่กำหนดให้นักศึกษาจับคู่ให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด  
คำแนะนำ โดยคลิกเมาท์ค้างไว้ แล้วนำมาวางในกรอบของคำถามให้ถูกต้อง

รูปที่ ค.5 ตัวอย่าง หน้าจอแบบประลองการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 108



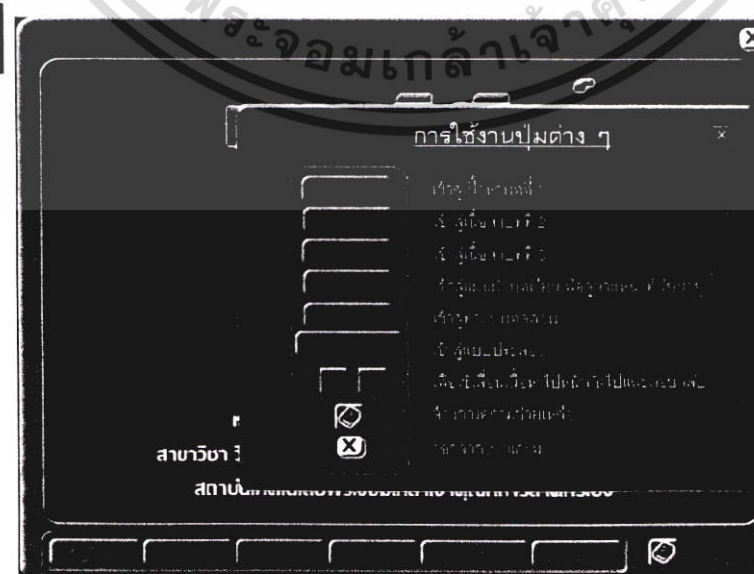
รูปที่ ค.6 ตัวอย่างหน้าจอแผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 109



รูปที่ ค.7 ตัวอย่างหน้าจอความช่วยเหลือเทเลียบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

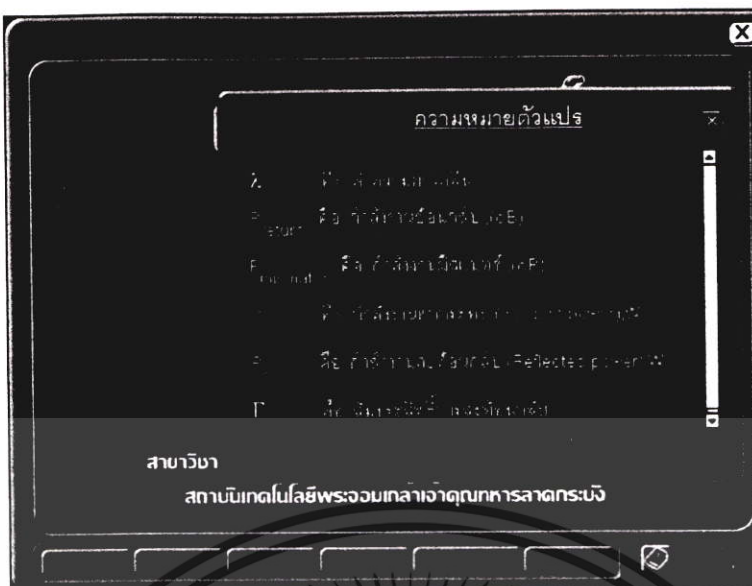
กรอบที่ 110



รูปที่ ค.7 ตัวอย่างหน้าจอความช่วยเหลือเทเลียบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

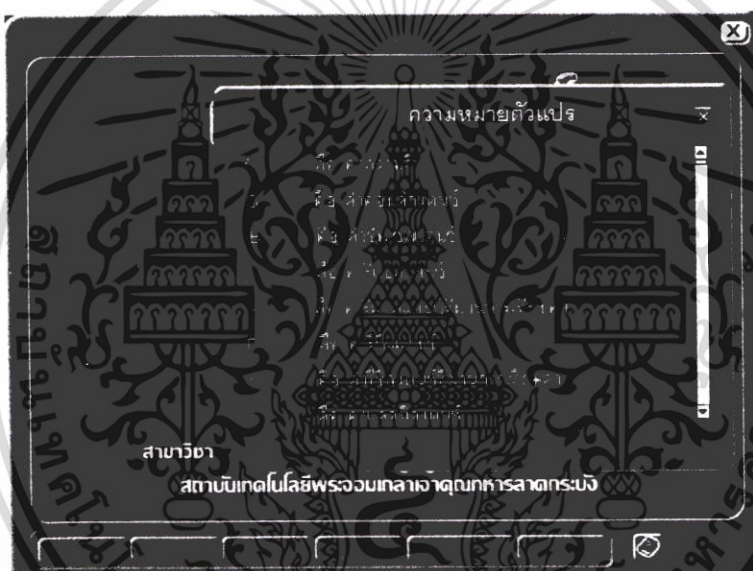
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 111



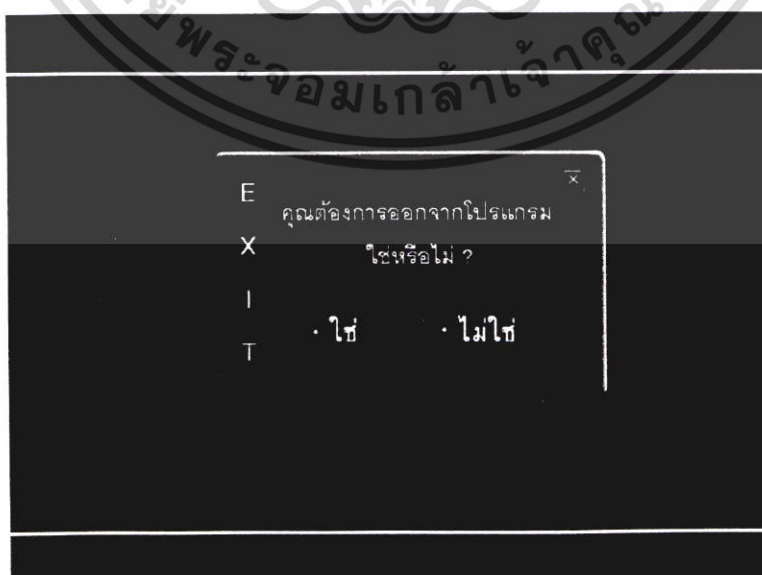
รูปที่ ค.7 ตัวอย่าง  
 หน้าจอความช่วยเหลือ  
 เพลอบทเรียน  
 คอมพิวเตอร์ช่วย  
 สอน

กรอบที่ 112



รูปที่ ค.7 ตัวอย่าง  
 หน้าจอความช่วยเหลือ  
 เพลอบทเรียน  
 คอมพิวเตอร์ช่วย  
 สอน

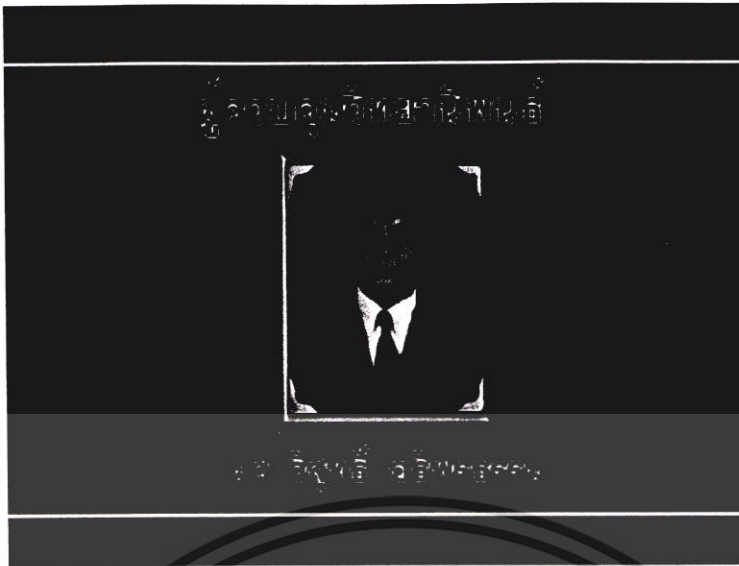
กรอบที่ 113



รูปที่ ค.8 ตัวอย่าง  
 หน้าจอออกจาก  
 โปรแกรม  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย  
 สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 114



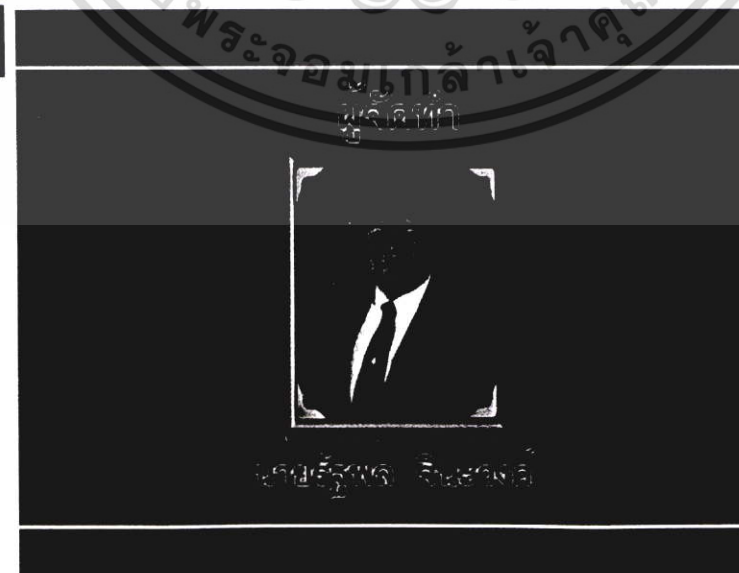
รูปที่ ค.8 ตัวอย่าง  
หน้าจอออกจาก  
โปรแกรม  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 115



รูปที่ ค.8 ตัวอย่าง  
หน้าจอออกจาก  
โปรแกรม  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 116



รูปที่ ค.8 ตัวอย่าง  
หน้าจอออกจาก  
โปรแกรม  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายรัฐพล จินะวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	4 มกราคม 2516
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	26/1 หมู่ 4 ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 5000
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาไฟฟ้าสื่อสาร คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์ ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้