

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลต  
และดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

INSTRUCTION PROGRAM BASED ON SIMULATION  
OF MODULATION AND DEMODULATION IN  
ANALOG COMMUNICATION SYSTEM



ดิเรก เม่งเตียน  
DIRAKE MENGTEAN

ฉพ.  
๑๕๕๕๒/  
๑๕๔๘

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 60487  
วัน,เดือน,ปี..... 3 ก.ค. 2549

b. 11๕3338๑  
i. ....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1790-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**INSTRUCTION PROGRAM BASED ON SIMULATION  
OF MODULATION AND DEMODULATION IN  
ANALOG COMMUNICATION SYSTEM**



**DIRAKE MENGTEAN**

**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**

**2005**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2005**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง  
การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

นักศึกษา

นายศิเรก แม่งเดียน

รหัสประจำตัว

43064624

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2548

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ คือ เลื่อนเนื้อหา วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมตามเนื้อหาที่แบ่งไว้ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware และจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม MATLAB นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่อง เมื่อแก้ไขแล้วให้นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบประเมินคุณภาพสื่อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่นำมาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก มาทดลองหาประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยปรากฏว่า โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.31 และมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.49 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกรายการและมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.60/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 สามารถใช้ป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The research revealed that this Instruction Program Based on Simulation of Modulation and Demodulation in Analog Communication System met the Quality in contents was equal 4.31 and the Quality in media production was equal 4.49 at Good level in all item and the Efficiency was equal 82.60/83.33 which coincided with the pre-assumption of this research.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราชรี อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ตามความประสงค์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ. โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม และ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม ผศ.ดร.คำรณ ศรีน้อย ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ ผศ.สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ ผศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ ที่ได้กรุณาอุทิศเวลาให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไข เพื่อปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณ ครู-อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ความสามารถ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออนันต์ คุณแม่สำรวย คุณลุง คุณป้า คุณอาทั้งหลาย ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้ง พี่ - น้อง ทุกคน ที่ได้ให้ความรักให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ หลวงพ่อปลัดเบี้ยว เทวสิริ เจ้าอาวาสวัดพระทรง ตลอดจน หลวงลุง-หลวงพี่ และวัดพระทรง ที่ให้ความช่วยเหลือส่งเสริมทางด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

ดิเรก เม่งเตียน

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 วิชาหลักการของระบบการสื่อสาร.....	7
2.2 ความหมายของสถานการณ์จำลอง.....	9
2.3 ประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอน.....	10
2.4 โครงสร้างของการสอนแบบสถานการณ์จำลอง.....	12
2.5 การออกแบบสถานการณ์จำลอง.....	13
2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน.....	16
2.7 ประโยชน์ของสถานการณ์จำลอง.....	18
2.8 โปรแกรมการสร้างสถานการณ์จำลอง.....	19
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	28
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่เป็นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>42</b>
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>43</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	43
5.2 การอภิปรายผล.....	46
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	48
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>50</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>52</b>
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และ หนังสือราชการที่ใช้ประกอบการ ดำเนินงานวิจัย.....	53
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกด้านเนื้อหา และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	64
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ.....	69
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของข้อสอบ.....	76
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียน แบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบ สื่อสารแอนะล็อก.....	107
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่าง โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและ ดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก.....	114
<b>ประวัติผู้เขียน.....</b>	<b>136</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียน แบบสถานการณ์จำลอง ด้านเนื้อหา โดยรวมทั้งฉบับ .....	33
3.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียน แบบสถานการณ์จำลอง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยรวมทั้งฉบับ .....	33
4.1 ประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน .....	42



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	สัญญาณของการมอดูเลตแบบ Full AM..... 2
2.1	หน้าต่างและส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Macromedia Authorware ..... 20
2.2	หน้าต่างคำสั่งโปรแกรม MATLAB ..... 21
2.3	การใช้โปรแกรม MATLAB ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ..... 23
2.4	หน้าต่างเครื่องมือในการสร้างและปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของ handle Graphics objects ..... 24
2.5	ตัวอย่างการใช้ Simulink ของโปรแกรม MATLAB..... 25
2.6	ตัวอย่างไลบรารีของ Blocksets สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง..... 25
3.1	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ..... 34
3.2	ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์ จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก..... 35
3.3	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การมอดูเลตและ ดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก..... 39

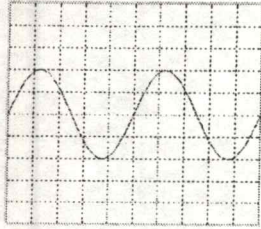
# บทที่ 1

## บทนำ

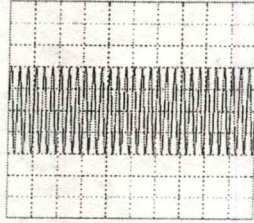
### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสาร คือ การส่งข้อมูลหรือสัญญาณจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ข้อมูลหรือสัญญาณที่ถูกส่งออกไปอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง หรือข้อมูลอื่นๆ ก็ได้ การติดต่อสื่อสารเบื้องต้นของมนุษย์เป็นการสื่อความหมายโดยการพูดและเขียน ความก้าวหน้าทางการสื่อสารช่วยให้เราสามารถติดต่อกันได้ไกลขึ้นจากเดิม โดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนเสียงพูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า (มนัส สังวรศิลป์ และวรรรัตน์ ภัทรอมรกุล. 2543 : 333) เพื่อส่งไปในสายส่งหรือในที่ว่างอิสระ แต่อย่างไรก็ตามสัญญาณที่ได้รับอาจมีการผิดพลาดหรือไม่สามารถทราบได้แน่ชัด รูปร่างของสัญญาณดังกล่าวนี้เรียกว่าสิ่งรบกวน (Noise) ด้วยเหตุนี้สัญญาณที่ส่งออกไปอาจมีกำลังไม่แรงพอเมื่อเทียบกับสิ่งรบกวน สิ่งสำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับทฤษฎีการสื่อสารก็คือ การเปลี่ยนสัญญาณเดิมให้เป็นสัญญาณรูปอื่นๆ จะดีกว่าการส่งสัญญาณเดิมไปโดยตรง (ถวิล กิ่งทอง. 2535 : 1) อย่างไรก็ตามถ้าหากเราส่งเสียงพูดไปในรูปของคลื่นเสียง โดยการใช้สัญญาณความถี่สูงเป็นพาหะเพื่อให้สัญญาณเสียงพูดเกาะไป เมื่อส่งไปถึงเครื่องรับ พาหะที่มีสัญญาณเสียงพูดเกาะมาด้วยจะถูกแยกออกไปและกลับคืนตัวเป็นเสียงพูดตามเดิม วิธีการแรกเรียกว่า การมอดูเลต (Modulation) หมายถึง การนำสัญญาณเสียงเข้าไปมอดูเลตบนคลื่นพาหะ วิธีการหลังเรียกว่า การดีมอดูเลต (Demodulation) หมายถึง การแยกสัญญาณเสียงที่มอดูเลตบนคลื่นพาหะกลับคืนมา (สุชาติ กังวารจิตต์. 2536 : 13)

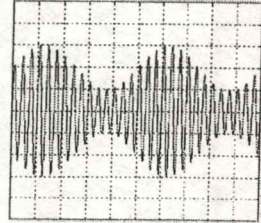
การเรียนรู้ถึงวิธีการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเพียงหลักการทางทฤษฎีซึ่งลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรม การเรียนรู้ในตำราอย่างเดียวยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีต่างๆ ได้อย่างแท้จริง ทำให้นักศึกษาไม่สามารถมองเห็นภาพพจน์ได้ ต้องใช้จินตนาการมากในการเรียนรู้จึงจะทำให้เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง ตัวอย่างเช่น การมอดูเลตแบบ Full AM ที่มีการมอดูเลตสัญญาณเสียงเข้ากับสัญญาณพาหะทำให้ได้สัญญาณการมอดูเลตแบบ Full AM ดังรูปที่ 1.1 ค) หากใช้สื่อการสอนประเภททั่วไป จะไม่สามารถยกตัวอย่างได้หลากหลายเท่ากับการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ให้นักศึกษาเห็นได้อย่างทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและความถี่ของสัญญาณเสียงหรือสัญญาณพาหะในการมอดูเลตและดีมอดูเลต ซึ่งสามารถกระทำได้ทุกรูปแบบของการมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก



ก) สัญญาณเสียง



ข) สัญญาณพาดะ



ค) สัญญาณการมอดูเลตแบบ Full AM

รูปที่ 1.1 สัญญาณของการมอดูเลตแบบ Full AM

ในด้านแรงจูงใจของผู้เรียนนั้น (ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสส. 2541 : 96-97) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองมีการนำเสนอเหตุการณ์และทางเลือกให้ผู้เรียนตัดสินใจในรูปแบบกิจกรรมหลายรูปแบบ ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องทั้งบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง จึงมีความได้เปรียบเนื่องจากที่ผู้เรียนได้โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างสม่ำเสมอ และจากการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงจะทำให้ผู้เรียนย่อมจะเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากกว่า อีกทั้งยังช่วยในการถ่ายโอนความรู้หรือความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ทักษะหรือความรู้ที่เรียนจากสถานการณ์หนึ่ง ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้เป็นอย่างดี เพราะการได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองจะช่วยสร้างความพร้อมให้แก่ผู้เรียนเป็นอย่างดีก่อนที่จะทำการลงมือปฏิบัติ ดังนั้นหลังจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองแล้ว ผู้เรียนย่อมจะมีความพร้อมได้ดีกว่าจากการอ่านจากตำราแต่เพียงอย่างเดียว

ความสำคัญของการศึกษาหาความรู้ในด้านหลักการของระบบสื่อสาร จัดได้ว่าเป็นวิชาที่ต้องอาศัยทฤษฎีรวมถึงหลักการที่ถูกต้องและชัดเจน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพให้เกิดแก่ตัวผู้เรียนมากที่สุด ทั้งนี้วิชาหลักการของระบบสื่อสารเป็นวิชาพื้นฐานทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมวิชาหนึ่ง ในทางทฤษฎีนั้นจะต้องศึกษาจากหนังสือและตำราเรียนเป็นส่วนใหญ่โดยจะมีข้อมูลที่มามากมายและซับซ้อนส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจหรือทำความเข้าใจยากในเนื้อหาที่ต้องศึกษาค้นคว้า เป็นผลให้ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายและวิเคราะห์สมการคณิตศาสตร์ทางด้านการศึกษาที่มีความสำคัญนี้ได้อย่างเข้าใจดั่งแท้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยได้นำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยแสดงสถานการณ์จำลอง (Simulation) ของการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจให้การเรียนรู้ได้ผลดียิ่งขึ้น และไม่เกิดความเบื่อหน่าย กล่าวคือ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้จากโปรแกรมบทเรียนด้วยตนเองได้ อีกทั้งยังสามารถเห็นรูปร่างของสัญญาณที่ผ่านการมอดูเลตและดีมอดูเลตชนิดต่างๆ จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพื่อให้ได้การเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้สอนให้มากที่สุด และยังสามารถนำมาทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา นอกเหนือจากการเรียนปกติในชั้นเรียน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกอย่างมีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

## 1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของพรเทพ เมืองแมน (2544 : 46) มาเป็นกรอบแนวความคิดในการสร้างโปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน
- ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบทเรียน
- ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน
- ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและการแก้ไขบทเรียน

การออกแบบสถานการณ์จำลองเพื่อให้สถานการณ์จำลองเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด สำหรับแนวทางการออกแบบนั้นจะต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียนและการฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องกระทำกับสถานการณ์จำลองนั้นๆ Trueiker ได้ให้ขั้นตอนในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ในการเรียนไว้ 13 ประการ ตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาต่างๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง
2. แยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน
3. พิจารณาการดำเนินการเรียนการสอน ว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆที่กำหนด
4. ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนของบทเรียนนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล
6. เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์
7. เลือกรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการสร้าง
8. พัฒนารายละเอียดต่างๆ ของประสบการณ์จำลอง
9. พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
10. ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบที่สร้างกับกลุ่มย่อย
11. แก้ไขปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
12. นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนาม
13. ทำการปรับปรุงระบบจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไปจากข้อมูลการทดลองภาคสนามนั้น (ทัศนัย แสนพลพัฒน์ 2542 : 16-17)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

### 1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 85 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 คุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

2.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

### 3. เนื้อหาวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชาหลักการของระบบสื่อสาร

เอกส (Principles of Communication Systems) รหัสวิชา 03311104 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม

แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ต่อเนื่อง 2 ปี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด

หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ Full AM

หน่วยที่ 2 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ DSB-SC

หน่วยที่ 3 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ SSB

หัวข้อที่ 2 การมอดูเลตและดีมอดูเลตเชิงมุม

หน่วยที่ 4 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบแคบ

หน่วยที่ 5 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบกว้าง

หน่วยที่ 6 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ PM

## 1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก หมายถึง โปรแกรมบทเรียนที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนและจำลองสถานการณ์ เพื่อสร้างกิจกรรมในการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นอกเหนือจากการเรียนตามปกติในชั้นเรียน

2. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาหลักการของระบบสื่อสาร รหัสวิชา 03311104 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ต่อเนื่อง 2 ปี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. คุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาและเทคนิคการผลิตสื่อ

4. ประสิทธิภาพ ของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง หมายถึง อัตราส่วนของร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบรวมหลังการเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ในเนื้อหาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ไว้ คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูก จากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้รวมกัน

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เป็นค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูก จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนครบทุกหน่วย

5. แบบฝึกหัด หมายถึง แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยในโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

6. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ใช้แบบทดสอบรวมหลังจากการเรียนรู้ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ในโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย โปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดได้เป็นหัวข้อดังนี้

- 2.1 วิชาหลักการของระบบสื่อสาร
- 2.2 ความหมายของสถานการณ์จำลอง
- 2.3 ประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอน
- 2.4 โครงสร้างของการสอนแบบสถานการณ์จำลอง
- 2.5 การออกแบบสถานการณ์จำลอง
- 2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน
- 2.7 ประโยชน์ของสถานการณ์จำลอง
- 2.8 โปรแกรมการสร้างสถานการณ์จำลอง
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 วิชาหลักการของระบบสื่อสาร

วิชาหลักการของระบบสื่อสาร (Principles of Communication Systems) เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิชาหลักการของระบบสื่อสาร (Principles of Communication Systems) รหัสวิชา 03311104 มีจำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ใช้เวลาในการบรรยายสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ใน 1 ภาคการศึกษา โดยมีสังเขปรายวิชากำหนดให้นักศึกษาได้ศึกษาดังนี้ คือ การวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปสัญญาณ การแปลงสัญญาณโดยวิธีการทางฟูเรียร์ และการประยุกต์ใช้งาน การส่งสัญญาณและการกรองสัญญาณ ความน่าจะเป็น ทฤษฎีการสุ่ม ความหนาแน่นของแถบกำลังงาน กำลังเฉลี่ย การคอร์รีเรชัน สัญญาณรบกวน การมอดูเลชันแบบต่างๆ การดีมอดูเลชัน การมัลติเพล็กซ์ การเข้ารหัสเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในสัญญาณ ตัวอย่างระบบการสื่อสารสมัยใหม่ (สำนักทะเบียนและประมวลผล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545 : 143)

แบ่งหน่วยการสอนจากสังเขปรายวิชาออกเป็น 11 หน่วยการสอนได้ดังนี้

บทที่ 1 หลักการสื่อสารโดยทั่วไป

บทที่ 2 การวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บทที่ 3 การส่งผ่านสัญญาณในระบบเชิงเส้น
- บทที่ 4 ความน่าจะเป็นและตัวแปรเรณดัม
- บทที่ 5 สัญญาณเรณดัมและสัญญาณรบกวน
- บทที่ 6 การมอดูเลตทางแอมพลิจูด
- บทที่ 7 การมอดูเลตทางมุม
- บทที่ 8 ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างและการมอดูเลตโดยใช้พัลส์
- บทที่ 9 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ
- บทที่ 10 การเข้ารหัสสัญญาณดิจิทัล
- บทที่ 11 ตัวอย่างระบบการสื่อสารสมัยใหม่

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาบางส่วนจากหน่วยการสอนวิชาหลักการระบบสื่อสารบทที่ 6 และบทที่ 7 มาจัดทำเป็น โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะลอก เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจถึงระบบการสื่อสารแอนะลอก โดยได้แบ่งโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองออกเป็น 2 หัวข้อ คือ

หัวข้อที่ 6 การมอดูเลตและดีมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด

หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ Full AM

หน่วยที่ 2 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ DSB-SC

หน่วยที่ 3 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ SSB

หัวข้อที่ 7 การมอดูเลตและดีมอดูเลตเชิงมุม

หน่วยที่ 4 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบนด์แคบ

หน่วยที่ 5 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบนด์กว้าง

หน่วยที่ 6 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ PM

ผู้วิจัยได้แบ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยได้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ Full AM

1. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของการมอดูเลตแบบ Full AM ได้
2. นักศึกษาสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การมอดูเลตได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการผลิตคลื่น Full AM ได้
4. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของการดีมอดูเลตคลื่น Full AM ได้

หน่วยที่ 2 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ DSB-SC

1. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของการมอดูเลตแบบ DSB-SC ได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการผลิตคลื่น DSB-SC ได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของ Coherent detection of DSB-SC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หน่วยที่ 3 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ SSB

1. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของการมอดูเลตแบบ SSB ได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการผลิตคลื่น SSB ได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของการดีมอดูเลตคลื่น SSB ได้

### หน่วยที่ 4 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบแคบ

1. นักศึกษาสามารถอธิบายทฤษฎีเบื้องต้นของการมอดูเลตเชิงมุมได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของ FM แบบแคบได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายคลื่น FM ความถี่เดียวได้

### หน่วยที่ 5 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบกว้าง

1. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการของ FM แบบกว้างได้
2. นักศึกษาสามารถวิเคราะห์หาแบนด์วิดท์ที่ใช้ในการส่งคลื่น FM ได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายวิธีการผลิตคลื่น FM ได้
4. นักศึกษาสามารถอธิบายวิธีการดีมอดูเลตคลื่น FM ได้

### หน่วยที่ 6 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ PM

1. นักศึกษาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการมอดูเลตแบบ FM และการมอดูเลตแบบ PM ได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายดัชนีการมอดูเลตของสัญญาณ FM และ PM ได้

## 2.2 ความหมายของสถานการณ์จำลอง

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 217) การจำลองสถานการณ์ (Simulate) การจำลองเป็นการเลียนแบบจินตนาการ หรือความเป็นจริงที่เป็นภาพเล็กหรือใหญ่เกินไป อยู่ไกลเกินไป หรืองานประสบการณ์ที่ใช้จ่ายสูง หรือเสียงอันตรายเกินไป เช่น การฝึกบินก่อนขับเครื่องบิน อวกาศ การขับรถ การเดินสายไฟแรงสูงหรือการจำลองภาพการจราจรในเมืองหลวง เป็นต้น เมื่อผู้ฝึกได้ใช้โปรแกรมแล้วจะช่วยลดค่าใช้จ่าย และอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี โปรแกรมนี้ใช้ได้ดีในหลายสาขาวิชา เช่น สาขาโยธา ได้แก่การจำลองภาพงานชลประทาน อ่างเก็บน้ำ สาขาวิชาสังคมศาสตร์ ได้แก่ ภาพภัยธรรมชาติจากมลภาวะเป็นพิษ น้ำท่วม แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรือภาพภัยที่เกิดจากมนุษย์เอง คือ ผลจากการใช้ระเบิดปรมาณู คุณภาพของโปรแกรมนี้ ขึ้นอยู่กับโปรแกรมนั้นสามารถเลียนแบบสภาพสถานการณ์นั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใดนั่นเอง ซึ่งโปรแกรมที่ดีจะสามารถทำให้ผู้เรียนสรุปความคิดรวบยอดจากประสบการณ์ที่ได้รับได้ด้วยตนเอง

อำนาจ เจริญศิลป์ (2526 : 26) สถานการณ์จำลองช่วยประหยัดเวลาในการอธิบาย ช่วยให้ เกิด Concept ในสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วกว่าการบอกจุดและการอธิบายธรรมดา นอกจากนี้ยังช่วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แสดงบทบาทช่วยเร้าความสนใจ มีความตั้งใจได้นานขึ้น นอกจากนี้สถานการณ์จำลองยังช่วยกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหาพร้อมกัน

ปกาศิต ภัทรรังษี (2536 : 12) การเรียนแบบใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถที่จะหาความรู้ และประสบการณ์ได้จากการเรียนในสภาวะที่คล้ายกับสภาพความเป็นจริงทุกประการ การนำเอาสภาพการเรียนแบบใช้สถานการณ์จำลองมาใช้ก็เพื่อที่จะลดในสิ่งต่างๆ ที่เป็นปัจจัยต่อการศึกษา เช่น ลดค่าใช้จ่าย ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เป็นต้น

เสริมศรี ไชยสร (2528 : 212) การสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นวิธีการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ฝึกแสดงออกฝึกสังเกตข้อมูล ประเมินข้อมูลที่สังเกตได้ จึงจัดเป็นวิธีการให้คิดสืบค้นแบบหนึ่ง ทั้งสองวิธีเป็นการสอนให้วิเคราะห์กรณี การแสดงบทบาทสมมุติเป็นการแสดงออกในสถานการณ์ที่เป็นกรณีง่ายๆ ส่วนสถานการณ์จำลอง บางทีเรียก สถานการณ์จำลอง

อรพรรณ พรตีมา (2530 : 46) สถานการณ์จำลอง (Simulation) สถานการณ์จำลองเป็นส่วนย่อย หรือการจำลองสภาพ หรือกระบวนการในชีวิตจริงให้เข้าใจง่ายขึ้น สถานการณ์จำลองอาจแปรเปลี่ยนได้หลายรูปแบบตามข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่เราจำลองมา หรือที่เรามุ่งแสดงให้ปรากฏออกมา สถานการณ์จำลองที่รวมเอารายละเอียดของเหตุการณ์หลายอย่าง อาจจะเป็นการยุ่งยาก และเสียเวลาสำหรับผู้ชมบางกลุ่ม แต่มองในอีกมุมหนึ่ง ถ้าสถานการณ์จำลองง่ายเกินไป มันก็อาจสร้างความผิดหวังอย่างมาก ในการที่จะทำให้ผู้ชมมองเห็นจุดสำคัญที่ผู้แสดงต้องการ สถานการณ์จำลองที่มีการวางแผนมาอย่างดี จะช่วยให้เรามองเห็นองค์ประกอบเด่นๆ ที่เป็นวัตถุประสงค์ของการแสดงและจะช่วยชี้ทางให้ผู้สอนและผู้ร่วมแสดงเข้าใจองค์ประกอบที่ต้องการทำให้ง่ายแก่การแสดงหรือองค์ประกอบที่ถูกจัดออกไปโดยสิ้นเชิง

### 2.3 ประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอน

อรพรรณ พรตีมา (2530 : 51-53) ได้แบ่งประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอนเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. สถานการณ์จำลองกับการเรียนรู้แบบสืบค้น คุณค่าเฉพาะกาลของสถานการณ์จำลอง ก็คือมันสามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยวิธีสืบค้นวิธีการสอนแบบสืบสวน สอบสวนวิธีการทดลอง หรือวิธีการอื่นๆ ที่เป็นการเรียนรู้อันเกิดจากการรวบรวมข้อมูล หรือข้อเท็จจริงต่างๆ แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ซึ่งเรียกว่า วิธีสอนแบบอุปนัย (Inductive Teaching)

วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ และประหยัด แต่จุดอ่อนก็คือ การเรียนโดยวิธีนี้ต้องพึ่งความสามารถทางด้านภาษาของผู้สอน และผู้เรียนมากจึงอาจกลายเป็นอุปสรรคที่สำคัญสำหรับเด็กที่มีข้อจำกัดทางด้านคำศัพท์ ข้อเสียเปรียบอีกอย่างหนึ่งของการสอนแบบอุปนัย ก็คือ

ความยุ่งยากที่นักเรียนทั้งหลายมักประสบในการนำความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ซึ่งอยู่ในรูปสัญลักษณ์มาใช้กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน

การสอนแบบอุปนัยนี้ นักเรียนจะถูกทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งที่เป็นแก่นแท้หรือข้อสรุปของเรื่องโดยอาศัยการลองผิดลองถูกจากการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจะถูกค้นพบจากการสังเกตอันสืบเนื่องจากการกระทำ การทำตัวเข้าไปสู่ปัญหาจึงเป็นหัวใจสำคัญของสถานการณ์จำลอง และการใช้สถานการณ์จำลองนี้เราสามารถจะเปิดห้องทดลองในสาขาสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และวิทยาศาสตร์กายภาพสาขาต่างๆ ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่ประการใด แต่ก็เป็นความจริงที่ว่า วิธีนี้เสียเวลามากกว่าการบรรยาย แต่ผลลัพธ์นั้นคุ้มค่าและก่อให้เกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงกว่า และสามารถจดจำได้นานกว่า

2. สถานการณ์จำลองกับการฝึกทักษะทางกายภาพ การฝึกทักษะทางกายภาพควรได้รับการฝึกฝนภายใต้เงื่อนไขที่ถูกต้องหรือในสถานการณ์จริง ควรได้รับปฏิกริยาย้อนกลับที่ค่อนข้างสูง เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ผลแห่งการกระทำและเกิดความรู้สึกรับรู้จากการกระทำ การฝึกทักษะในลักษณะดังกล่าวอาจทำได้ยาก และเป็นอุดมคติ การฝึกทักษะหลายอย่างที่สามารถกระทำได้อย่างปลอดภัยและสะดวกสบายด้วยการอาศัยสถานการณ์จำลอง

3. การใช้สถานการณ์จำลองเพื่อเพิ่มการเรียนรู้ด้านสติปัญญา และทัศนคติอาจกล่าวได้ว่าข้อดีที่สุดของสถานการณ์จำลอง ก็คือการเปิดโอกาสให้มีการปะทะสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับบุคคล สถานการณ์จำลองอาจถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของกิจกรรมนี้ การอธิบายบทบาทกระทำในรูปกว้างๆ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละคนได้แสดงออก

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 216-220) แบ่งประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอนไว้ 2 ประเภท ได้แก่

Static Simulation เป็นการนำเสนอสภาพการณ์ที่เกิดตามความเป็นจริงให้นักเรียนดู เช่น สถานการณ์จำลองการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การทำงานของกระบอกสูบในเครื่องยนต์ เป็นต้น โปรแกรมเช่นนี้จะเป็นการให้ดูการทำงานหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น แต่ถ้านักเรียนสามารถจัดข้อมูลในสภาพการณ์นั้นได้ เช่น สามารถปรับอากาศกับน้ำมัน ตั้งจังหวะการจุดระเบิดและอื่นๆ เป็นต้น สถานการณ์จำลองการทำงานของกระบอกสูบในเครื่องยนต์จะกลายเป็น Interactive Simulation คือเป็นสถานการณ์จำลองที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ในสภาพการณ์นั้นด้วย ซึ่งรูปแบบนี้เป็นสถานการณ์จำลองที่มีประสิทธิภาพและจะเป็นการสอนนักเรียนในเรื่องการแก้ปัญหาด้วย

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541 : 97-101) ได้แบ่งการจำลองออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ ด้วยกัน ได้แก่ การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย (About Simulations) และการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ (How to Simulations)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย คือ การจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายความหมายเกี่ยวกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทย่อยๆ ได้แก่ การจำลองกายภาพ (Physical Simulation) และการจำลองกระบวนการ (Process Simulation)

1.1 การจำลองกายภาพ คือ การจำลองซึ่งอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่สามารถสังเกตเห็นได้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของการกำหนดค่าตัวแปรต้นต่างๆ ที่ส่งผลต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ หรือจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของสถานการณ์ตามเวลาที่ได้ล่วงเลยไป

1.2 การจำลองกระบวนการ คือ การจำลองซึ่งมุ่งอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการหรือแนวคิดใดๆ ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ข้อได้เปรียบของการจำลองกระบวนการ คือ ช่วยให้ผู้เรียนปรับระดับความเร็วช้าของกระบวนการที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ให้ได้ระดับที่ช่วยให้การสังเกตและการเรียนรู้ที่ชัดเจนเกิดขึ้นได้ ซึ่งการทำเช่นนี้เป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จริงๆ

2. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ คือ การจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายวิธีการในการจัดการกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง การจำลองนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทย่อยๆ ได้แก่ การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) และการจำลองสถานการณ์ (Situational Simulation)

2.1 การจำลองขั้นตอนจะมุ่งเน้นการอธิบายลำดับของวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งความแตกต่างของการจำลองขั้นตอน กับการจำลองกายภาพ คือ การจำลองขั้นตอนเน้นในการสอนผู้เรียนให้ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การสอนผู้เรียนในการใช้โทรศัพท์หรือการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในขณะที่การจำลองกายภาพเน้นในการสอนผู้เรียนเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การทำงานของไฟฟ้าในเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

2.2 การจำลองสถานการณ์จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับทางด้านแนวคิด เจตคติหรือพฤติกรรมต่างๆ มากกว่าขั้นตอนหรือวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ปรกติแล้วการจำลองสถานการณ์จะนำเสนอสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการตัดสินใจหรือผู้เรียนจะต้องเล่นบทบาทสำคัญในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น

## 2.4 โครงสร้างของการสอนแบบสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลองประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 6 ประการ ได้แก่

1. วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง สำหรับวัตถุประสงค์นี้จะแสดงเป้าหมายของการฝึก ซึ่งผู้ออกแบบและผู้ใช้สถานการณ์จำลองจะต้องมีความเข้าใจอย่างเด่นชัด เพื่อผลสัมฤทธิ์

ของการใช้สถานการณ์ สำหรับวัตถุประสงค์นั้นอาจมีได้หลายประเภท เช่น วัตถุประสงค์ประเภทความรู้ เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติการฝึกทักษะ

2. ขอบข่ายความรู้ของสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองผู้ฝึกจะต้องมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจอย่างกระจ่างในส่วนที่ได้เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้นๆ เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปต่อโยงให้เกิดความรู้ใหม่หรือความเข้าใจในการฝึก ในบางครั้งผู้ฝึกอาจไม่ประสบผลสำเร็จตามความต้องการ อันมีสาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลองนั้นๆ อย่างกระจ่าง ดังนั้นขอบข่ายความรู้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลองมีความระมัดระวัง ในการออกแบบให้ผู้ฝึกได้ประสบผลสำเร็จที่ดีอีกด้วย

3. ส่วนที่จำลองสถานการณ์ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์นั้น เป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความเป็นจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อมุ่งหวังให้ผู้ใช้งานสถานการณ์จำลองเกิดความรู้ หรือเกิดพฤติกรรมแสดงออกอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือไม่ก็อาจเป็นการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้เกิดทั้งความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงมาจากของจริงนี้ ไม่ว่าจะผู้ออกแบบหรือผู้ใช้งานสถานการณ์ก็ต้องต้องเข้าใจในเรื่องราวในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี เพื่อผลสัมฤทธิ์ของการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น

4. บทบาทของผู้ฝึกที่มีในสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองทุกครั้งตัวผู้ฝึกเองจะเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์ที่สร้างขึ้นผู้ฝึกจะต้องดำเนินไปตามบทบาท ที่เกี่ยวข้องในระหว่างการฝึก ซึ่งบทบาทเหล่านี้จะถูกให้กระทำตามกำหนดไว้หรือเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติก็ตาม ย่อมแล้วแต่วัตถุประสงค์และลักษณะของการจำลองสถานการณ์นั้นๆ

5. กระบวนการเรียนรู้ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์ในการฝึกมักเกี่ยวข้องกับตัวบุคคลเสมอ ไม่ว่าจะทำงานในสถานการณ์จำลองเป็นกลุ่ม หรือทำงานในสถานการณ์จำลองเพียงลำพัง ถ้าทำงานเป็นกลุ่มจะเป็นการเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่จำลอง ฉะนั้นเพื่อผลสัมฤทธิ์ในการใช้สถานการณ์จำลอง ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจจิตวิทยาในการทำงานร่วมกันของบุคคลในสภาวะต่างๆ ซึ่งจะได้ออกแบบสถานการณ์ให้ตรงตามเป้าหมาย

6. เกณฑ์การฝึกในการฝึก สถานการณ์จำลองนั้นผู้ออกแบบสามารถกำหนดเป้าหมายและทิศทางการดำเนินการฝึกได้ด้วยการตั้งกฎเกณฑ์ (คล้ายหรือเหมือนกับกติกาในการเล่นเกมส์) ในด้านการตั้งกฎเกณฑ์นั้น ผู้ออกแบบมักจะตั้งกฎเกณฑ์ขึ้นจากการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลสำเร็จที่ต้องการให้ผู้ฝึกปฏิบัติ (ทัศนัย แสนพลพัฒน์. 2541 : 14-15)

## 2.5 การออกแบบสถานการณ์จำลอง

ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ได้ดัดแปลงมาจากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของพรเทพ เมืองแมน (2544 : 46) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นที่ 1 การวางแผน
- ขั้นที่ 2 การออกแบบบทเรียน
- ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน
- ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและแก้ไขบทเรียน

### 1. การวางแผน

ในการวางแผนเพื่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ ดังนี้

- 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน
- 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดว่าผู้เรียนจะได้รับหลังจากการเรียนรู้บทเรียน
- 1.3 การกำหนดเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาบทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

### 2. การออกแบบบทเรียน

หลังจากที่ได้ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา ผู้เรียน และได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างบทเรียน
- 2.2 การเขียนผังงาน โดยการเขียนผังแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน เป็นต้น เพื่อแสดงให้เห็น โครงสร้างรวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม
- 2.3 การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ทั้งที่เป็นข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะได้เห็น บนหน้าจคอมพิวเตอร์ เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงบนกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับการผลิตสไลด์หรือโททัศน์นั่นเอง

### 3. การสร้างบทเรียน

เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียน โดยการแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียนที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสร้างบทเรียน โดยใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีให้เลือกหลายโปรแกรม เช่น Authorware Professional, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

3.2 การผลิตเอกสารประกอบการเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะจะเป็นการช่วยให้ผู้สอน หรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารอาจจะเป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิภาพสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

#### 4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน

การประเมินและแก้ไขบทเรียนจะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนจะนำไปใช้งาน

การออกแบบสถานการณ์จำลองเพื่อให้สถานการณ์จำลองเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด นั้น มีหลายขั้นตอนที่ต้องคำนึงถึง สำหรับแนวทางการออกแบบนั้นจะต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียนและการฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องกระทำกับสถานการณ์จำลองนั้นๆ Trueiker ได้ให้ขั้นตอนในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ในการเรียนไว้ 13 ประการ ตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาต่างๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง
2. แยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน
3. พิจารณาการดำเนินการเรียนการสอน ว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆที่กำหนด
4. ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนของบทเรียนนั้นๆ
5. สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล
6. เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์
7. เลือกรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการสร้าง
8. พัฒนารายละเอียดต่างๆ ของประสบการณ์จำลอง
9. พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
10. ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบที่สร้างกับกลุ่มย่อย
11. แก้ไขปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
12. นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนาม
13. ทำการปรับปรุงระบบจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไปจากข้อมูลการทดลองภาคสนามนั้น (ทัศนัย แสนพลพัฒน์ 2542 : 16-17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียน

### 2.6.1 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

อารีย์ มีมุงกิจ (2541 : 33) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งเพื่อที่จะรับประกันว่าบทเรียนมีคุณภาพจริง โดยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายขนาดต่างๆ ตามลำดับขั้นได้แก่

1. การทดลองใช้ในขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) เป็นการศึกษาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
2. การทดลองในขั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียนนักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความคลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้เหมาะสมหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการสอบหลังจากเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนต่อไป
3. การทดลองในขั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing) เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และผลการสอบหลังจากเรียนไปวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

### 2.6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนี้แล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปใช้งาน การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเกณฑ์ผู้สอนเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน การกำหนดเกณฑ์ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70 หรือ 75/75

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$  (ชัยรงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521 : 136)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตจากเจ้าของสิทธิ์ อาจก่อให้เกิดความเสียหายทางกฎหมายได้

2.6.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E1/E2 ผู้วิจัยใช้วิธีการหาประสิทธิภาพของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2534 : 491) โดยกำหนดเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ ซึ่งใช้องค์ประกอบ 2 อย่าง คือ กระบวนการ และผลลัพธ์

E<sub>1</sub> หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากการทำแบบทดสอบ/แบบฝึกหัดประกอบกิจกรรมของผู้เรียน

E<sub>2</sub> หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนหลังการเรียน) โดยได้จากคะแนนทดสอบเป็นร้อยละหลังเรียนได้ถูกต้อง

สูตรที่ 1

$$E_1 = \left\{ \frac{\sum X / N}{A} \right\} \times 100 \tag{2.1}$$

เมื่อ E<sub>1</sub> หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดท้ายระหว่างเรียน  
 A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย  
 N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2

$$E_2 = \left\{ \frac{\sum F / N}{B} \right\} \times 100 \tag{2.2}$$

เมื่อ E<sub>2</sub> หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum F$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน  
 B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ โดยกำหนดเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้เบื้องต้นคือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูก จากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้รวมกัน

80 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูก จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วย

## 2.7 ประโยชน์ของสถานการณ์จำลอง

การจำลองสถานการณ์ในทางการศึกษามีประโยชน์ทางการเรียนการสอน และด้านการทดสอบทักษะ ซึ่งได้สรุปเป็นประเด็นสำคัญไว้ดังนี้ (ทัศนัย แสนพลพัฒน์. 2541 : 19-20)

1. การใช้สถานการณ์จำลอง ในด้านการเรียนการสอน Romiszowski ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

1.1 สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการศึกษาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

1.2 สามารถทำให้ผู้เรียนที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

1.3 ทำให้การเรียนการฝึกที่ยู่ยากสลับซับซ้อนง่ายต่อการเข้าใจ และสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง

1.4 สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่น อุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพงชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกลๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่นการเรียนภูมิศาสตร์ แก้ไข โดยการเรียนรู้ในห้องที่จำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

1.5 ให้ความปลอดภัยในกรณีทำงานจริงมีอันตราย หรืองานที่ยู่ยากซับซ้อน เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน หรือการซ่อมรถ เป็นต้น

1.6 ให้ผู้เรียนรู้ได้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่นสามารถเรียนรู้ทางเซาว์ปัญญา และทางอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

1.7 สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียน

1.8 การจำลองสถานการณ์สามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ภายใต้งานใจการสร้างอย่างมีสมมติฐาน การแก้ปัญหาและการสังเกต การประเมินผล และแก้ไขข้อบกพร่องและสร้างการจำลองให้ได้ผลตามต้องการ

2. การใช้สถานการณ์จำลองในด้านการทดสอบทักษะ Cait Butler ได้สรุปว่า เนื่องจากการใช้อุปกรณ์จริงระหว่างการทดสอบทักษะประสบปัญหาที่ยู่ยาก บางครั้งเราสามารถสถานการณ์จำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการทดสอบทักษะเฉพาะอย่าง ถึงแม้ว่าการจำลองสถานการณ์จะไม่ทำให้เกิดงานได้เหมือนของจริง แต่ก็ไม่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาในการทดสอบทักษะ เพราะสถานการณ์จำลองจะถูกสร้างอย่างรัดกุม โดยคำนึงถึงลักษณะการจำลองทักษะเป็นอย่างดี ซึ่งมีข้อคิดเห็นที่สำคัญ 4 ประการดังนี้

2.1 การจำลองสถานการณ์สามารถที่จะแยกการวัดการทดสอบเฉพาะส่วนย่อยของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานโดยตรง

2.2 การจำลองสถานการณ์เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสถานการณ์จริง และยังสามารถสร้างการจำลองไว้เหมือนๆ กันได้หลายชุด เพื่อสะดวกในการทดสอบทักษะของผู้เรียนพร้อมกันได้หลายๆ คนในแต่ละครั้งของการทดสอบทักษะ

2.3 การจำลองสถานการณ์นอกจากลดปัญหาความยุ่งยากลงแล้ว ยังช่วยให้ผู้ทดสอบเกิดความปลอดภัยอย่างแน่นอน

2.4 การจำลองสถานการณ์บางอย่างอาจควบคุมได้ โดยการต่อวงจรไฟฟ้าเพิ่มเติมและควบคุมการขับเคลื่อนด้วยสวิทช์ ซึ่งอุปกรณ์จริงไม่สามารถทำได้

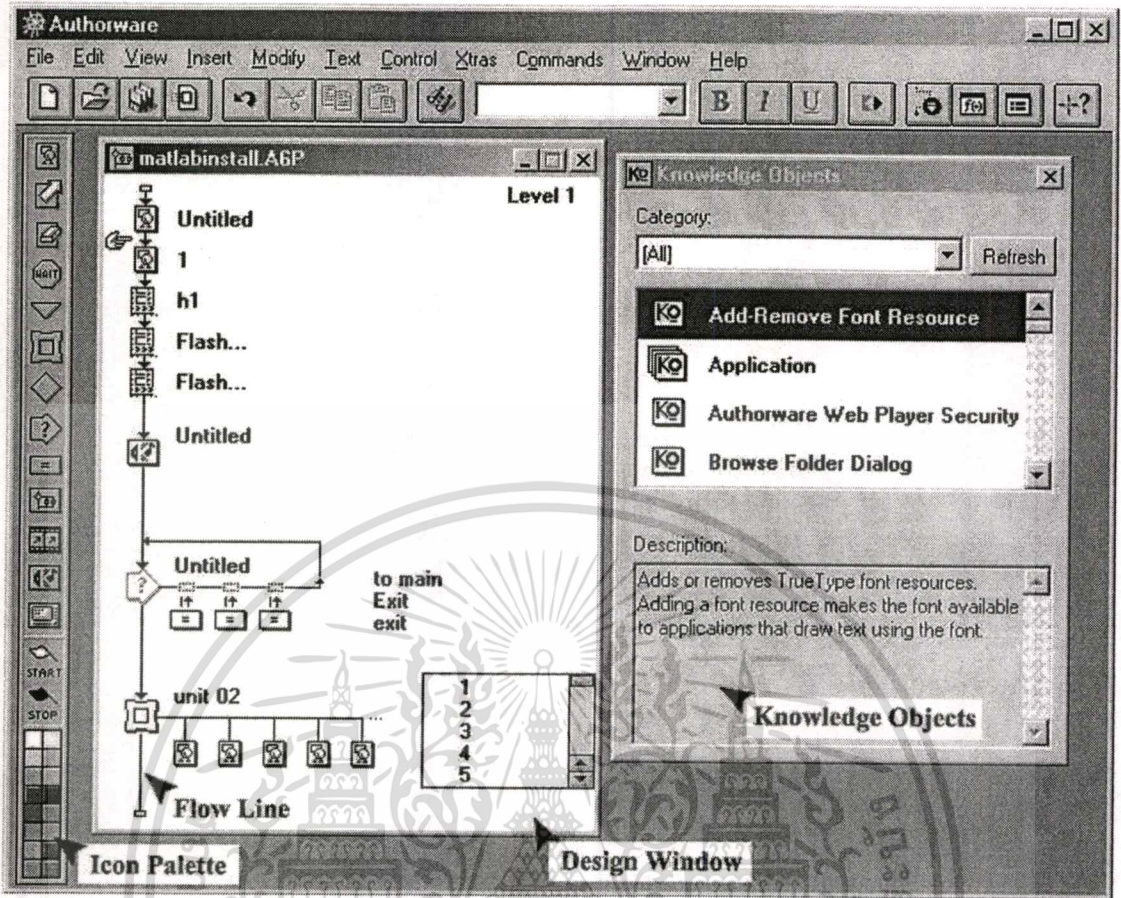
## 2.8 โปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

### 2.8.1 โปรแกรม Macromedia Authorware

มานิตย์ กริ่งรัมย์ (2544 : 1-3) ได้กล่าวว่า โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียน เพื่อช่วยในการเรียนการสอน การฝึกอบรมและการนำเสนอข้อมูล การทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะการทำงานแบบแผนผัง โดยผู้สร้างจะกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ด้วยการลากไอคอนมาวางและกำหนดค่าให้ทำงานตามต้องการ ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรม ไม่ต้องมีพื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์มากมายนัก สามารถสร้างโปรแกรมได้ไม่ยาก

หน้าจอของโปรแกรม Macromedia Authorware ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. Icon Palette แถบไอคอน เราสามารถจะนำไอคอนบนแถบเหล่านี้ไปวางบนโฟลว์ไลน์ใน Design Windows
2. Design Windows เป็นหน้าจอสำหรับวางไอคอนต่างๆ โดยมีการกำหนดลำดับขั้นตอนลักษณะการทำงานของไอคอนแต่ละตัว เพื่อสร้างเป็นโปรแกรมให้ทำงานตามต้องการ
3. Flow Line เส้นสำหรับวางไอคอนเพื่อให้ทำงานตามลำดับ
4. Knowledge Objects เป็นกลุ่มไอคอนสำเร็จรูปที่โปรแกรมจัดเตรียมไว้สำหรับการสร้างงานแบบต่างๆ



รูปที่ 2.1 หน้าต่างและส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Macromedia Authorware

### 2.8.2 โปรแกรม MATLAB

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นสูง (High-level Language) สำหรับการคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วย การคำนวณเชิงตัวเลข กราฟฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพงานได้ง่ายและชัดเจน ชื่อของ MATLAB ย่อมาจาก matrix laboratory เดิมโปรแกรม MATLAB ได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณทาง matrix หรือเป็น matrix software ที่พัฒนาจากโปรแกรมที่ชื่อ LINKPACK และ EISPACK

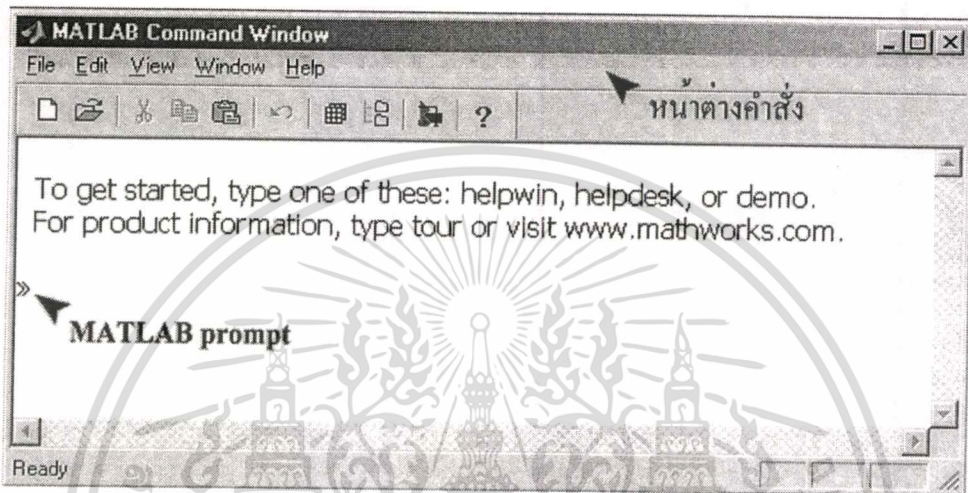
MATLAB ได้พัฒนามาด้วยการแก้ปัญหาที่ส่งมาจากหลายๆ ผู้ใช้เป็นระยะเวลาหลายปีจึงทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย ในบางมหาวิทยาลัยได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นหลักสูตรพื้นฐานในการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรม และวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ ตลอดจนในด้านอุตสาหกรรมได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวิจัย พัฒนาและวิเคราะห์

โปรแกรม MATLAB จะมีกล่องเครื่องมือที่ใช้ในการหาคำตอบเรียกว่า Toolbox โดยโปรแกรม MATLAB จะมี Toolbox ในแต่ละสาขา เช่น การประมวลผลสัญญาณ (Signal

นอกจากนั้นเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นไปเสียะเขียนต้นการคำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Processing Toolbox) การประมวลผลภาพ (Image Processing Toolbox) การติดต่อสื่อสาร (Communication Toolbox) ระบบควบคุม (Control System Toolbox) โครงข่ายประสาท (Neural Networks Toolbox) ฟัชซีลอจิก (Fuzzy Logic Toolbox) เวฟเลท (Wavelet Toolbox) สถิติ (Statistics Toolbox) และสาขาอื่นๆ มากมาย ภายใน Toolbox แต่ละสาขาก็จะมีฟังก์ชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในสาขานั้นๆ ให้เลือกใช้งานเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 2.2 หน้าต่างคำสั่งโปรแกรม MATLAB

ลักษณะเด่นที่ง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม MATLAB ดังนี้คือ

1. มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากมายตลอดจนเราสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เองในสาขาที่ต้องการ
2. Algorithm พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่ายและรวดเร็วกว่าภาษาอื่น เช่น C Fortran Basic เป็นต้น
3. มีโครงสร้างแบบจำลอง (Simulink) ซึ่งเป็น Package ที่เรานำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบ และประเมินผลระบบ Dynamic ต่างๆ ก่อนนำไปใช้งาน
4. สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว
5. นำไปใช้ในงานด้านกราฟิกได้เป็นอย่างดี ทั้งในด้านการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติที่เป็น Rectangular, Polar, Stair, Bar รวมทั้งภาพสามมิติในรูปแบบพื้นผิว (Surface) และระดับสูงต่ำ (Contour) ตลอดจนสามารถนำภาพมาต่อกัน และเก็บไว้เพื่อที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย

6. ประยุกต์ใช้ในการสร้างรูปแบบ Graphical User Interface ได้โดยการเลือกใช้

Object และเมนูต่างๆ โดยโปรแกรม MATLAB จะมีเครื่องมือให้เลือกใช้ เช่น เมนู รายการ ปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Fields Object ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ในการทำงานปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

7. ทำการประมวลผลร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น Fortran, Borland C/C++, Microsoft Visual C++ และ Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชันที่เป็น mex ไฟล์โดยโปรแกรม MATLAB จะเรียกใช้รูทีนจากโปรแกรมภาษา C และ Fortran

8. โปรแกรม MATLAB เป็นระบบ Interactive ซึ่งเป็นส่วนของข้อมูลพื้นฐานเป็นอาร์เรย์ที่ไม่ต้องการมิติ ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการแก้ปัญหทางเทคนิคต่างๆ ได้ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย และดีกว่าโปรแกรมภาษา C และ Fortran

**โครงสร้างของโปรแกรม MATLAB ประกอบด้วย 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ**

#### 1. ภาษาโปรแกรม MATLAB

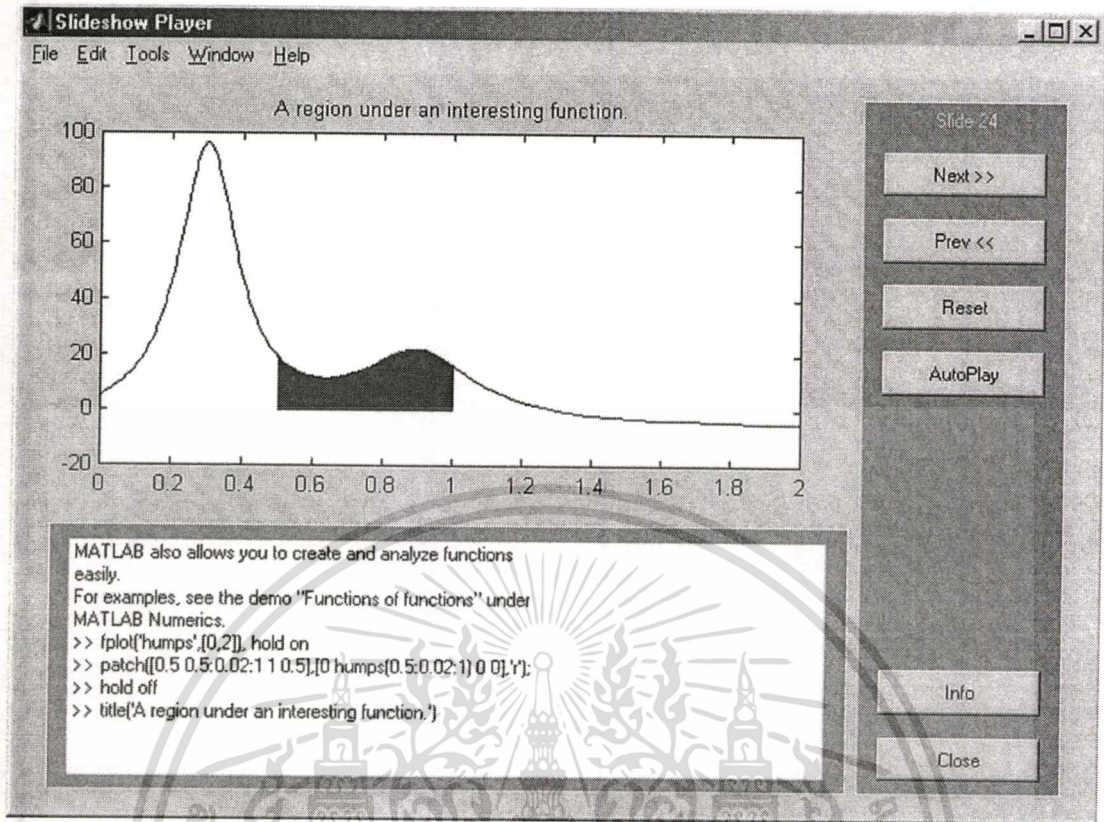
MATLAB เป็นโปรแกรมภาษาขั้นสูงที่ใช้ควบคุม Flow Statements ฟังก์ชัน โครงสร้างข้อมูลอินพุต/เอาต์พุต และลักษณะโปรแกรม Object-Oriented Programming ทำให้การเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยากเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอื่นๆ เช่น C, Fortran, Basic เป็นต้น

#### 2. สถาปัตยกรรมในการทำงานของ MATLAB

MATLAB จะมีกลุ่มของเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานของผู้ใช้โปรแกรม หรือโปรแกรมเมอร์ประโยชน์ที่กล่าวนี้ คือการจัดการตัวแปรใน Workspace การนำข้อมูลหรือการผ่านค่าตัวแปรเข้า/ออก และกลุ่มของเครื่องมือต่างๆ นี้ก็จะใช้สำหรับพัฒนา จัดการ ตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม (Debugging) ที่ได้เขียนขึ้น

#### 3. ฟังก์ชันในการคำนวณทางคณิตศาสตร์

MATLAB จะมีไลบรารีทั่วไปที่ใช้คำนวณอย่างกว้าง เช่น Sine, Cosine และพีชคณิตเชิงซ้อน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟังก์ชันหรือไลบรารีเพิ่มเติมจากไลบรารีที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น ฟังก์ชันในการหา Eigenvalues และ Eigenvectors การแยกตัวประกอบและส่วนประกอบของเมตริกซ์ด้วยวิธีการต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูล การหาความน่าจะเป็น และการแก้ปัญหาของระบบสมการเชิงเส้นที่เป็นพื้นฐานของสาขาวิชาต่างๆ เป็นต้น ทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันสำหรับใช้งานค่อนข้างจะมากและครอบคลุมในรายละเอียดของการคำนวณในสาขาวิชาต่างๆ ได้มากขึ้น



### รูปที่ 2.3 การใช้โปรแกรม MATLAB ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์

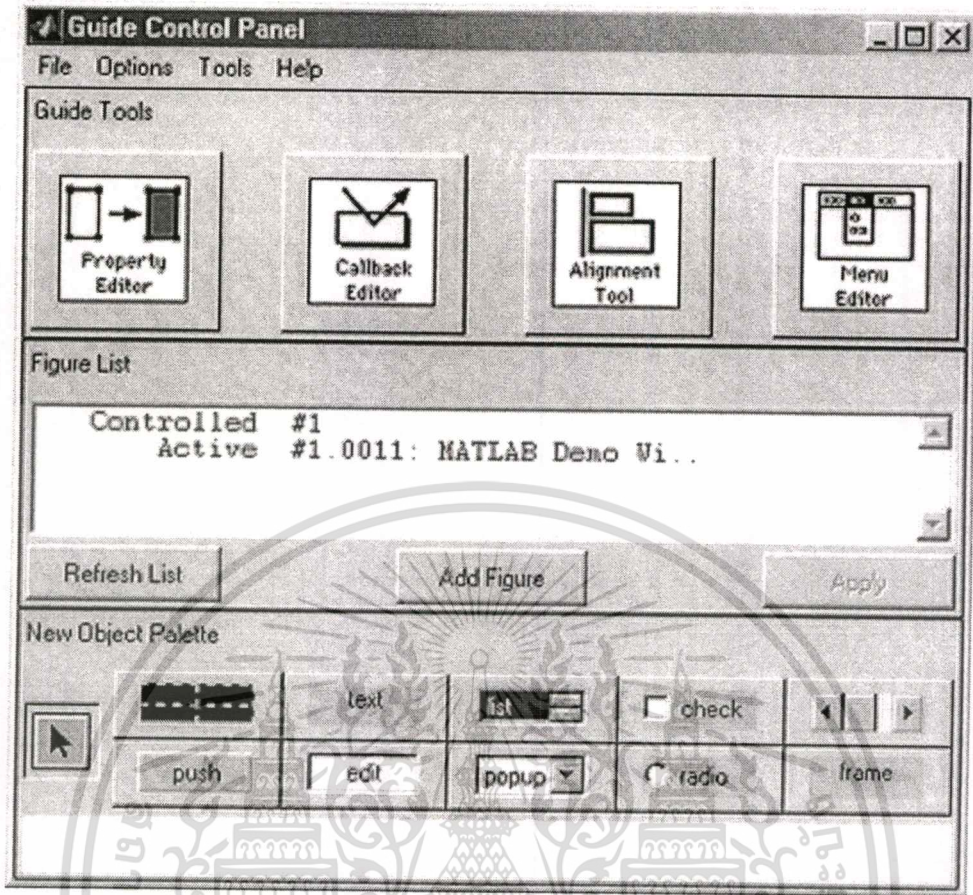
#### 4. Handle Graphics

ระบบกราฟิกของ MATLAB จะประกอบด้วยคำสั่งชั้นสูงสำหรับการพล็อตกราฟ โดยมีพื้นฐานอยู่บนแนวความคิดที่ว่าทุกๆ สิ่งบนหน้าต่างรูปภาพของโปรแกรม MATLAB จะเป็นวัตถุ (Object) ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว Handle Graphics ประกอบด้วยคำสั่งชั้นสูงให้คุณได้เลือกใช้ ในการสร้าง Graphic User Interface บนพื้นฐานการประยุกต์ใช้งานของคุณ นอกจากนี้โปรแกรม MATLAB ยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการแสดงภาพสองมิติ ภาพสามมิติและการสร้างภาพเคลื่อนไหว

#### 5. The MATLAB Application Program Interface (API)

API จะใช้เพื่อสนับสนุนการติดต่อจากภายนอกโดยใช้โปรแกรมที่เป็น mex ไฟล์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่เขียนขึ้นโดยใช้ mex ฟังก์ชันใน MATLAB ซึ่งจะเรียกกรูทีนจากโปรแกรมจากภาษา C และ Fortran ที่มีการเชื่อมต่อกับโปรแกรม MATLAB ด้วยไฟล์ที่เป็น mex ฟังก์ชันอีกทั้ง MATLAB API นี้ยังมีความสามารถสำหรับการเรียก Routine จาก MATLAB (Dynamic Linking) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

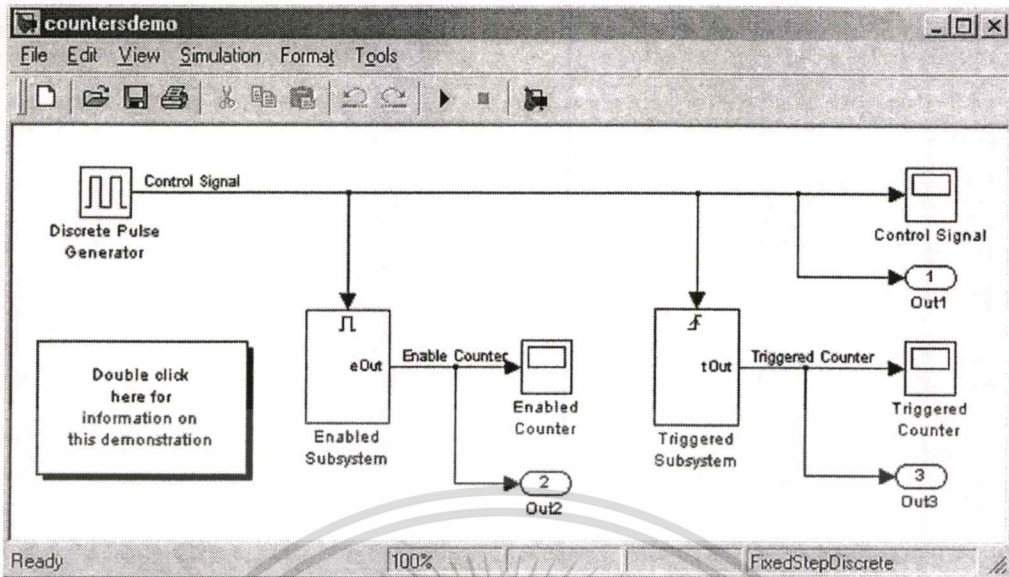


รูปที่ 2.4 หน้าต่างเครื่องมือในการสร้างและปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของ handle Graphics objects

นอกจากลักษณะเด่นของโปรแกรม MATLAB ทั้ง 5 ข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว โปรแกรม MATLAB ยังมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และทดสอบระบบโดยการจำลองขึ้นมาซึ่งก็คือ Simulink

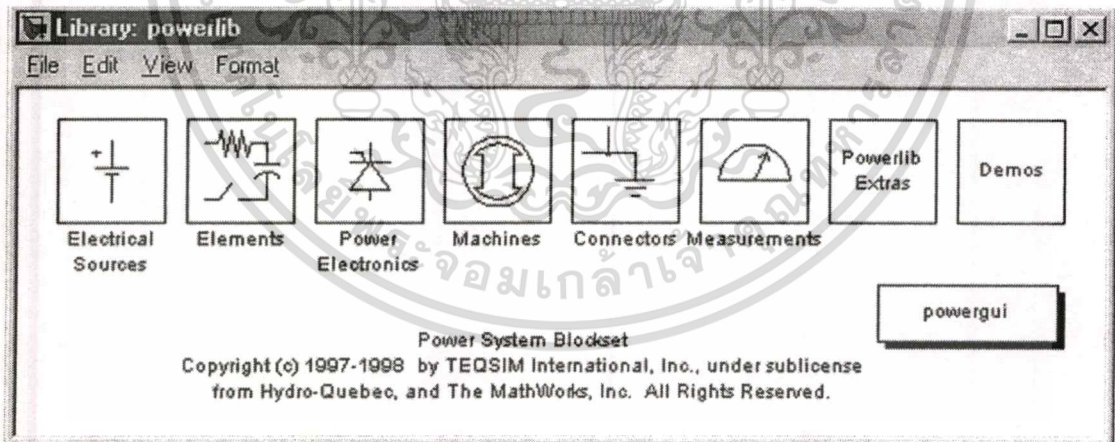
Simulink เป็นโปรแกรมที่ควบคู่กับ MATLAB ซึ่งเป็นระบบ Interactive สำหรับการจำลองและวิเคราะห์ระบบไดนามิกต่างๆ ที่เป็นระบบเชิงเส้น (Linear) ระบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear) Simulink เป็นโปรแกรม Mouse-driver ที่ให้คุณใช้ระบบโมเดลโดยการวาดบล็อกไดอะแกรมบนจอภาพด้วยการใช้เมาส์ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการจำลองระบบได้หลายรูปแบบ เช่น เชิงเส้น (Linear) ไม่เชิงเส้น (Nonlinear) เวลาต่อเนื่อง (Continuous-time) เวลาไม่ต่อเนื่อง (Discrete-time) และระบบหลายอัตรา (Multirate) ซึ่งแต่ละรูปแบบที่นำมาสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์นี้ ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจพื้นฐานการทำงานของบล็อกแต่ละบล็อกได้เป็นอย่างดีตลอดจนเข้าใจระบบโดยรวมของงานที่จะกระทำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการใช้ Simulink ของโปรแกรม MATLAB

Blocksets เป็นสิ่งที่เพิ่มเติมใน Simulink โดยจะเป็นไลบรารีของบล็อกสำหรับการประยุกต์ โดยเฉพาะ เช่น การติดต่อสื่อสาร (Communications) การประมวลผลข้อมูล (Signal Processing) และระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Systems)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างไลบรารีของ Blocksets สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง

Real-time Workshop เป็นโปรแกรมที่ให้คุณสร้าง C Code จากบล็อกไดอะแกรมของคุณ และสามารถกระทำกับบล็อกไดอะแกรมใดหลากหลายด้วยระบบเวลาจริง (Real-time Systems) (มนัส สังวรศิลป์ และวรรัตน์ ภัทรอมรกุล.2543.17-20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ งานวิจัยที่เกี่ยวกับโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นยังไม่มีงานวิจัยใดๆ จัดทำขึ้น ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น

สุรพล ดิขำ (2545 : 115) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เรื่อง ระบบปฏิบัติ การและซอฟต์แวร์ระบบ พร้อมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เรื่องระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เรื่อง ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ แบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ 85.71/89.19 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 อยู่ในระดับค่อนข้างมาก

จำลอง ศรีสง่า (2546 : 61-63) ได้วิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทฤษฎีลอจิกเกท วิชาคิจิตอลเบื้องต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทฤษฎีลอจิกเกท วิชาคิจิตอลเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคิจิตอลเบื้องต้น จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยเรียนให้ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน รวม 3 หน่วยเรียน จำนวน 60 ข้อ เมื่อเรียนจบครบทุกหน่วยเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนรวม จำนวน 60 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไว้ ไม่น้อยกว่า 80/80

ธนาวุฒิ ประกอบผล (2547 : 57-60) ได้วิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ ทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับถลากลนักศึกษากเป็นรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ และแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพ์วิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ โดยให้ผู้เรียนเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและทำแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 29 ข้อ หลังจากผู้เรียนเรียนครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพ์ จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพ 81.89/88.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

กอบชัย สิริพงษ์คีดี (2546 : 42 –46) ได้วิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยนักศึกษาเรียนด้วยตนเอง และทำหน่วยการทดลอง ให้ทำแบบทดสอบหลังของหน่วยการทดลอง เมื่อปฏิบัติกรเรียนครบทุกหน่วยการทดลองแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังสิ้นสุดการทดลองครบทุกหน่วยการทดลองจำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel มีค่า E1/E2 เท่ากับ 80.44/82.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 85 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ มี จำนวน 30 ข้อ โดยใช้วัดประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

### 3.2.1 การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

ในการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองจากวารสาร ตำรา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คู่มือการใช้โปรแกรม Macromedia Authorware, MATLAB และขอคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมในเรื่องที่จะทำการวิจัย

2. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ซึ่งเนื้อหาที่นำมาเสนอในโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของวิชาหลักการของระบบสื่อสาร รหัสวิชา 03311104 เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อยจำนวน 6 หน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาเนื้อหาตลอดทั้งเรื่องดังนี้

หัวข้อที่ 1 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตเชิงแอมป์ลิจูด

หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ Full AM

หน่วยที่ 2 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ DSB-SC

หน่วยที่ 3 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ SSB

หัวข้อที่ 2 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตเชิงมุม

หน่วยที่ 4 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ FM แบบแคบ

หน่วยที่ 5 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ FM แบบกว้าง

หน่วยที่ 6 การมอดูเลตและคิมมอดูเลตแบบ PM

3. ออกแบบหน้าจอ เขียนบทดำเนินเรื่อง และพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ทั้ง 6 หน่วยย่อย โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมขณะเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware และ โปรแกรม MATLAB

4. สร้างแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยในโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

5. นำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ที่พัฒนาเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบร่างโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองเพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ต่อไป

6. นำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ที่แก้ไขปรับปรุงเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองเพื่อหาคุณภาพและข้อเสนอแนะ ดังรายนามต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1) รศ.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ

2) ผศ.ดร.คำรณ ศรีน้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคัลญบุรี

3) ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ได้มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรแก้ไขสมการ(ตัวแปร) ให้ถูกต้องเหมือนกันทั้งบทเรียน
2. ควรเพิ่มลักษณะการบรรยายด้วยภาพที่ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
3. ควรตรวจสอบค่าแปลทางเทคนิคให้สอดคล้องกับศัพท์ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1) รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2) ผศ.สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้า คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ

3) ผศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

เอกสารที่ส่งจนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การหาที่มาของสูตรควรเน้นให้มีความน่าสนใจ หรือควรเน้นสีให้ดูน่าสนใจ
2. โดยภาพรวมหน้าจอเหมือนสำเนาหนังสือลง CAI ตัวอักษร พื้นหลังดูเรียบง่ายเกินไป น่าจะมี Design มากกว่านี้ แต่ในเชิงเนื้อหา น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม
3. ภาพที่นำเสนอสามารถแสดงผลได้ดีตามที่โปรแกรมคำนวณให้
4. ข้อความที่แสดงหน่วยต่าง ๆ ควรที่จะต้องตรงกับข้อความที่คลิก
5. ควรที่จะมีคู่มือการใช้งานของโปรแกรม เพื่อที่จะเพิ่มความสะดวกและง่าย ต่อการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์

7. นำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 3 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกของอาจารย์ประจำวิชา เพื่อสังเกตและบันทึกข้อบกพร่อง นำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ผู้วิจัยสังเกตและสอบถามปัญหาที่นักศึกษาพบในการใช้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในด้านต่าง ๆ ที่บกพร่อง คือ

1. แก้ไขการจำลองสถานการณ์ของโปรแกรม MATLAB ให้เข้ากับระบบปฏิบัติการ WINDOWS XP

8. นำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ที่ปรับปรุงในข้อที่ 9 ไปทดลองกับนักศึกษาระดับ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอีกจำนวน 6 คน แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งได้โดยการคัดเลือกของอาจารย์ประจำวิชา ผู้วิจัยคอยสังเกตและบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงบทเรียนอีกครั้ง หลังจากนั้นมอบให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบซ้ำอีกครั้งแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

9. ได้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมนำไป

ใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้จำนวน 20 คน

เอกสารประกอบคำอธิบายการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

ผู้วิจัยทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยผู้วิจัยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้านได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับในการให้คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนเฉลี่ย ดังนี้

#### 1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

5	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพระดับ	ดีมาก
4	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพระดับ	ดี
3	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพระดับ	ปานกลาง
2	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพระดับ	พอใช้
1	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพระดับ	ควรปรับปรุง

#### 2) เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยความคิดเห็นคุณภาพของบทเรียน

4.50-5.00	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดี
2.50-3.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ	ปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ	พอใช้
0.00-1.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่ได้เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. นำไปใช้ในการประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.49 อยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ตามตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาคผนวก จ.

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง ด้านเนื้อหา โดยรวมทั้งฉบับ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4.13	0.37	ดี
2. การจำลองสถานการณ์	4.56	0.52	ดีมาก
เกณฑ์เฉลี่ยรวมทั้งฉบับ	4.31	0.43	ดี

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของ โปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยรวมทั้งฉบับ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4.42	0.23	ดี
2. การจำลองสถานการณ์	4.57	0.21	ดีมาก
เกณฑ์เฉลี่ยรวมทั้งฉบับ	4.49	0.19	ดี

แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและ  
คีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก รายละเอียดคังภาคผนวก ข.

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการมอดูเลตและคีมอดูเลตใน  
ระบบสื่อสารแอนะล็อก เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

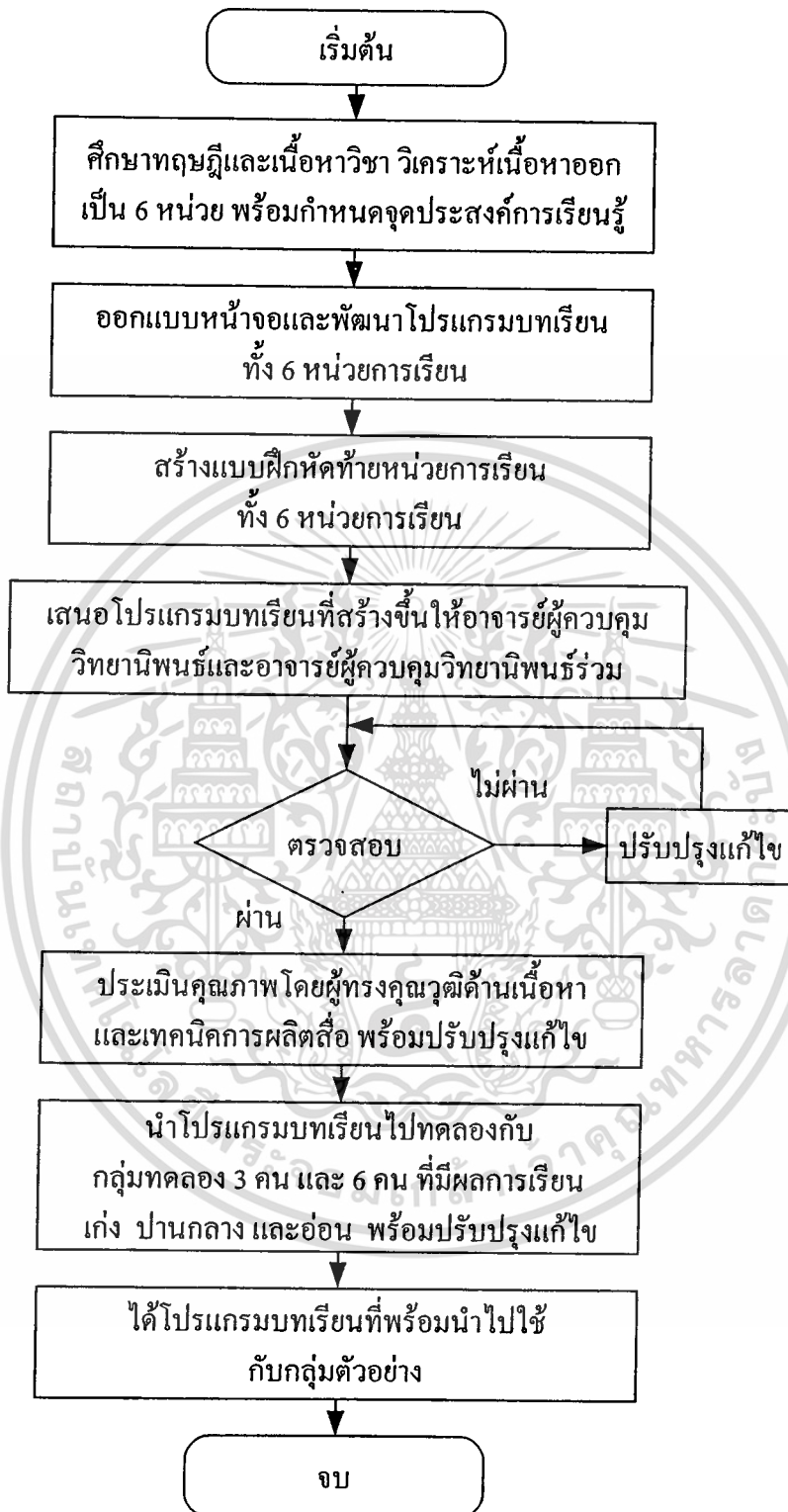
ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการมอดูเลตและ  
คีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก เพื่อหาประสิทธิภาพของ โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์  
จำลองโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาหลักการของระบบสื่อสาร เรื่อง  
การมอดูเลตและคีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

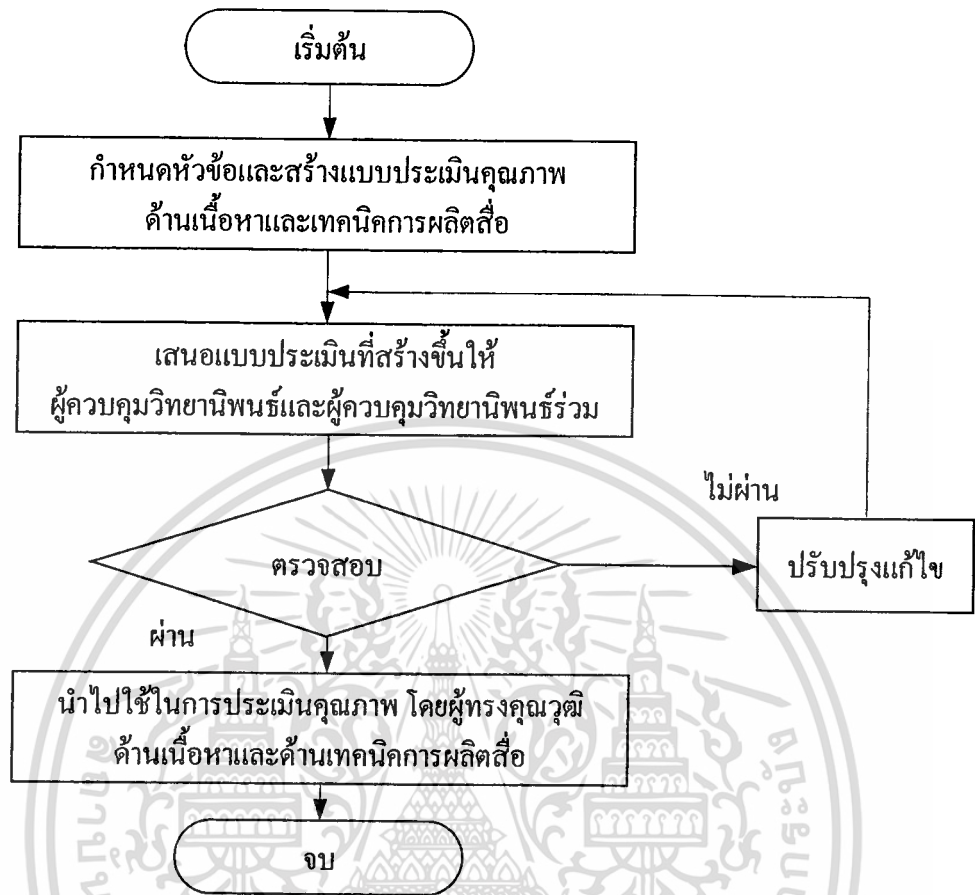
3. สร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนให้ตรงตามจุด  
ประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งเป็นแบบฝึกหัดทำหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละ  
หน่วย จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบทำหน่วยการเรียนรู้หลังเรียนครบทุกหน่วย จำนวน 30 ข้อ  
โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัว

เลือกได้ 0 คะแนนที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

4. นำแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนที่สร้างขึ้นเสนอให้ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพ โดยใช้หลักเกณฑ์การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1) รศ.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ

2) ผศ.ดร.คำรณ ศรีน้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ อีเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3) ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม

โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเห็นประโยชน์ของเอกสารฉบับนี้ กรุณาแจ้งให้เจ้าของเอกสารทราบทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาหาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

วิเคราะห์ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 138)

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

เมื่อ  $IOC$  หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับ  
วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม

$\Sigma R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

$N$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่าเป็นแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากการหา  
ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 30 ข้อ ของแบบทดสอบ  
หลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว มีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด โดยมีค่าดัชนี  
ความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 รายละเอียดดังภาคผนวก ง.

6. นำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา  
2547 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชา  
วิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง ที่ผ่านการเรียนรายวิชา 03311104 หลักการของระบบสื่อสารมาแล้ว จำนวน 30 คน

7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ใช้สูตร  
(รวิวรรณ ชินตระกูล. 2535 : 237)

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$p$	หมายถึง	ดัชนีความยากของแบบทดสอบ
	$r$	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	$f_H$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$f_L$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ

1. เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
สำหรับค่าความยากง่าย ( $p$ )

0.80 – 1.00	หมายความว่า	เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	หมายความว่า	เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	หมายความว่า	เป็นแบบทดสอบปานกลาง
0.20 – 0.39	หมายความว่า	เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	หมายความว่า	เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ใน โปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.79 รายละเอียดดังภาคผนวก ง.

2. เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
สำหรับค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพข้อสอบ ดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพข้อสอบ ดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพข้อสอบ พอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพข้อสอบ ใช้ไม่ได้

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ใน โปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.47 รายละเอียดดังภาคผนวก ง.

8. หาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-  
Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 162)

$$r_{11} = \frac{K}{K-1} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$r_{ii}$	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$K$	หมายถึง	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด
	$p$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )
	$S^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

โดยหาความแปรปรวน ( $S^2$ ) จากสูตร

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

เมื่อ	$S^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวน
	$\Sigma X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$N$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง มีค่าเท่ากับ 0.82 รายละเอียดดังภาคผนวก ก.

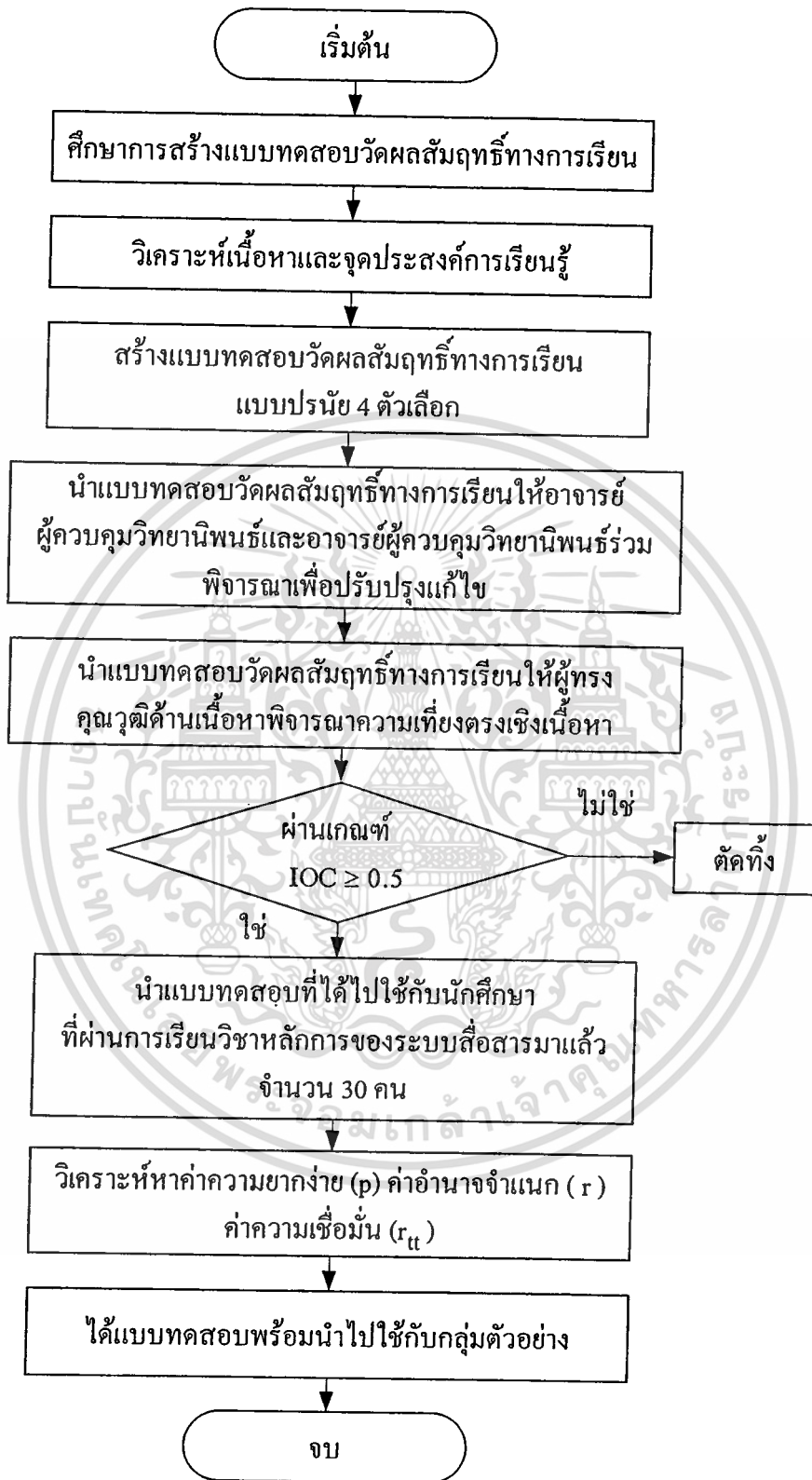
9. นำแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพ โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทำหนังสืออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย และขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

2. นำหนังสืออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย ไปติดต่อหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลการวิจัย



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลต  
ในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเก็บข้อมูลการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง มีขั้นตอน คือ

นำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ทดลองใช้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้น ทดลองเรียนตามเนื้อหาที่กำหนด แล้วเก็บคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย รวม 50 ข้อ หลังการเรียนครบทุกหน่วยแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นนำผลจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อใช้ในการประเมินโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิตั้งสูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2540 : 183)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด  
 $n$  หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2540 : 205)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ  $S.D.$  หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  หมายถึง ค่าคะแนนแต่ละคน  
 $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.4.3. สถิติที่ใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพ ของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 (ชัยขงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491)

$$E_1 = \left\{ \frac{\sum X/N}{A} \right\} \times 100 \quad (3.8)$$

$$E_2 = \left\{ \frac{\sum F/N}{B} \right\} \times 100 \quad (3.9)$$

- เมื่อ  $E_1$  หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยย่อย เป็นค่าคะแนนเฉลี่ยที่คิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูก จากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้รวมกัน
- $E_2$  หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด เป็นค่าคะแนนเฉลี่ยที่คิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูก จากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้
- $\sum X$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย
- $\sum F$  หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้
- $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียน
- $A$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย
- $B$  หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรศึกษาศาสตร์ (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตรศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของ โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้	20	50	41.30	82.60	80
คะแนนแบบทดสอบรวมหลังเรียน	20	30	25.00	83.33	80

จากตารางที่ 4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ในการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย ( $E_1$ ) ของกลุ่มตัวอย่าง ได้คะแนนเฉลี่ย 41.30 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.60 และในการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ( $E_2$ ) ของกลุ่มตัวอย่าง ได้คะแนนเฉลี่ย 25.00 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33 แสดงว่าโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก มีประสิทธิภาพ เท่ากับ  $82.60/83.33$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า  $80/80$  รายละเอียดการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ดังภาคผนวก จ.

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก และนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาคุณภาพทางด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพตามสูตร  $E1/E2$  และเสนอผลการวิเคราะห์ ข้อมูลตามลำดับดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกอย่างมีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

##### 5.1.2 สมมติฐานในการวิจัย

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

##### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

###### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 85 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก
2. แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มี จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ โดยใช้วัดประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง
3. แนะนำกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับการใช้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก
4. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนจากโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยให้นักศึกษา 1 คน ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง โดยหลังเรียนจบในแต่ละหน่วย ให้ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย และเมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนครบทุกหน่วยแล้ว ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ในด้านของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware และในด้านการจำลองสถานการณ์ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม MATLAB ทำให้ได้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ซึ่งบรรจุไว้ในแผ่นซีดีรอม โดยประกอบด้วยเมนูหลักและหน่วยการเรียนรู้จำนวน 6 หน่วยด้วยกันคือ การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FULL AM การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ DSB-SC การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ SSB การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบแคบ การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FM แบบกว้าง และการมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ PM เมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย จะมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อวัดความรู้ที่ได้เรียนมา ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ผู้เรียนสามารถทราบคะแนนได้ทันทีเมื่อทำครบทุกข้อ หลังจากผู้เรียนเรียนครบทั้ง 6 หน่วยการเรียนรู้ จะมีแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยการทำแบบทดสอบผู้เรียนมีโอกาสในการตอบคำถามได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น และมีการสรุปคะแนนเพื่อผู้เรียนได้ทราบถึงระดับคะแนนว่าอยู่ในระดับใด

2. ผลการหาคุณภาพโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 คุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43

2.2 คุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19

3. ประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/83.33 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 การอภิปรายผล

ผลการวิจัยโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์ เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ซึ่งอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม โดยวิเคราะห์เนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและการจำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมกับระดับและพื้นฐานของผู้เรียน การจำลองสถานการณ์มีความถูกต้องของเนื้อหาและรูปร่างของสัญญาณการมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบต่างๆ และสามารถนำเอาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ซึ่งอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนตามหลักการออกแบบสื่อสารเรียนการสอน ทำให้มีการวางรูปแบบหน้าจอยังความเหมาะสม การนำเสนอเข้าสู่เนื้อหา การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียน ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพสัญญาณ การสื่อความหมายของภาพ เสียงบรรยาย ความน่าสนใจในการ

เรียน และความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่าโปรแกรมบทเรียนแบบ สถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. ผลการประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมื่อนำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน จากการทดลองผลการเรียนรู้ของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วย และแบบทดสอบรวมหลังการเรียนครบทุกหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 82.60/83.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วย ( $E_1$ ) ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบรวมหลังการเรียนครบทุกหน่วย ( $E_2$ ) เล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวมแล้วยังเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้าง โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองอย่างมี ขั้นตอนตามหลักการสร้างสถานการณ์จำลองของ Tureiker ที่ได้ให้ขั้นตอนในการออกแบบสถานการณ์จำลองในการเรียนคือ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์ แล้วทำการพัฒนาสถานการณ์จำลองต้นแบบ ทดลองระบบการสร้างสถานการณ์จำลองกับกลุ่มย่อย แล้วแก้ไขปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ ทั้งนี้ได้นำเอาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่ได้พัฒนาขึ้นมาให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจพิจารณาระบบสถานการณ์จำลองอีกครั้ง แล้วจึงให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียน อีกทั้งได้ทำการทดลองกับกลุ่มย่อยจำนวน 3 คนและ 6 คน ตามลำดับ เพื่อปรับปรุงโปรแกรมบทเรียนให้มีความพร้อมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ดังนั้นจึงได้โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ธนาวุฒิ ประกอบผล (2547 : 57-60) ได้วิจัยพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 81.89/88.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สุรพล คีชา (2545 : 115) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.71/89.19 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ดังนั้น โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองไปใช้

1. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ในรายวิชาหลักการของระบบสื่อสาร หรือรายวิชาที่มีคำอธิบายรายวิชากล่าวถึง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก
2. โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเหมาะกับการใช้เป็นที่ให้ความรู้แก่นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจ เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก
3. การใช้งานโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีวิธีการใช้งาน ดังนี้
  1. ปรับค่าความละเอียดจอภาพไม่ต่ำกว่า 800x600 พิกเซล เพื่อให้ภาพล้นจอ
  2. การเรียกใช้โปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบดังนี้
    - Auto run โดยเมื่อใส่แผ่นซีดีแล้ว โปรแกรมจะเปิดเอง โดยอัตโนมัติ
    - ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ที่ชื่อ START.EXE เพื่อเปิดโปรแกรม
  3. การเลือกเรียนของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกนี้ สามารถเลือกเรียนหัวข้อใดก่อนก็ได้
  4. ต้องทำการติดตั้งโปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์ในการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อกที่พัฒนาขึ้นมา
  5. ในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม MATLAB นักศึกษาต้องทำการ Set Path ให้ถูกต้องจึงจะสามารถจำลองสถานการณ์ได้
  6. ในการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบทุกหน่วย ผู้เรียนควรเข้าเรียนเนื้อหาให้ครบทั้ง 6 หน่วยการเรียนรู้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. วิจัยและพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ในเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนทางด้านโทรคมนาคมและการสื่อสาร
2. ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง กับการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กอบชัย สิริพงศ์ดี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จำลอง ศรีสง่า. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้งเฮาส์.
- ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ดวงกลมโปรดักชั่น.
- ถวิล กิ่งทอง. 2535. ทฤษฎีและระบบสื่อสาร. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทัศน์ัย แสนพลพัฒน์. 2541. “การออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงด้วยคอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธนาวุฒิ ประกอบผล. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บัณฑิต โรจน์อารยานนท์. 2532. หลักการไฟฟ้าสื่อสาร. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกาศิต ภัทรรังษี. 2536. “การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาปรับอากาศในรถยนต์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware.

กรุงเทพฯ : เอช. เอ็น. กรู๊ป.

มนัส สัจจวิมล และวรรธนะ ภัทรอมรกุล. 2543. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์.

กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

มานิตย์ กริ่งรัมย์. 2544. ตัวอย่างงาน Authorware. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ Bluesoft.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

สมรัก ปรียะวาทิ. 2543. Authorware 5.0 โปรแกรมสร้าง CAI multimedia. กรุงเทพฯ :

ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุชาติ กังวารจิตต์. 2536. เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุรพล ดีจำ. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เรื่องระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักทะเบียนและประมวลผล สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545. หลักสูตรการ

ศึกษาประจำปีการศึกษา 2545. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสริมศรี ไชยศรี. 2528. ระบบหลักสูตรการสอน. เชียงใหม่ : พระสิงห์การพิมพ์.

อรพรรณ พรสีมา. 2530. เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.

อารีย์ มีมุ่งกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต

(วิจัยและประเมินผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2526. การฝึกประสบการณ์วิชาชีพภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูธนบุรี.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. รศ.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ
2. ผศ.ดร.คำรณ ศรีน้อย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์  
อิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีราชวมงคลธัญบุรี
3. ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม  
โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ผศ.สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้า  
คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ
3. ผศ.ดร.นิรัช สูดสังข์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์  
สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

The seal of Rajabhat Buriram 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-like patterns. The text around the border of the seal reads "มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์" at the top and "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" at the bottom.

**หนังสือราชการที่ใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0864



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒.๕ กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย  
เรียน รองศาสตราจารย์ จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบทดสอบความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อการวิจัย  
2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหา  
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำ  
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบ  
สื่อสารแอนะล็อก”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการ  
ตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0864



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คำณ ศรีน้อย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบทดสอบความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อการวิจัย
  2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 02-326-4325 สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 0864

วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบทดสอบความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อการวิจัย และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กถินหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0864



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย  
เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยาณี จิตต์การุณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหา  
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำ  
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบ  
สื่อสารแอนะล็อก”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้าน  
เทคนิคการผลิตสื่อตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจ  
และประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 0864

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหา  
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำ  
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบ  
สื่อสารแอนะล็อก”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้าน  
เทคนิคการผลิตสื่อตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจ  
และประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 0864

วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สุตสังข์

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายดิเรก เม่งเตียน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศษ 0524.04/ 1006

วันที่ ๕ มีนาคม 2548

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี)

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมหา  
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง  
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบ  
สื่อสารแอนะล็อก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอกความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้  
นายดิเรก เม่งเตียน ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาหลักการระบบสื่อสารแล้ว พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบ เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 1006

วันที่ ๕ มีนาคม 2548

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี)

ด้วย นายดิเรก เม่งเตียน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2546 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายดิเรก เม่งเตียน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จำนวน 20 คน พร้อมกันนี้ได้แนบประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ และแบบทดสอบเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)**  
**โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง**  
**เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก**

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
<b>1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน</b>					
1.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ					
1.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
1.3 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
1.4 การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม					
1.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
1.6 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้					
1.7 ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
1.8 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
1.9 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับเนื้อหา					
1.10 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเนื้อหา					
1.11 ความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม					
<b>2. การจำลองสถานการณ์</b>					
2.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.3 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
2.4 การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม					
2.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
2.6 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**แบบประเมินคุณภาพ (ด้านเนื้อหา)**  
**โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง**  
**เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก**

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
<b>1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน</b>					
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน					
1.3 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
1.4 ความเหมาะสมของเนื้อหาในส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน					
1.5 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.6 ความเหมาะสมของการป้อนกลับตอบสนองต่อผู้เรียน					
1.7 บทเรียนมีลักษณะน่าสนใจและจูงใจผู้เรียน					
1.8 บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงได้					
<b>2. การจำลองสถานการณ์</b>					
2.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 ความเหมาะสมของการจำลองกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน					
2.3 ความถูกต้องของการจำลองสัญญาณ					
2.4 ความเหมาะสมของการป้อนกลับตอบสนองต่อผู้เรียน					
2.5 การจำลองมีลักษณะน่าสนใจและจูงใจผู้เรียน					
2.6 การจำลองสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

### 1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### 2. การจำลองสถานการณ์

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
(.....)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพื่อไม่ให้เกิดการโอเวอร์มอดูเลชันค่าดัชนีการมอดูเลตควรมีค่าเท่าใด

- ก.  $m = 2\pi$
- ✓ ข.  $m < 1$
- ค.  $m > 1$
- ง.  $m = \pi/2$

2. สเปกตรัมของการมอดูเลตแบบ Full AM ประกอบด้วยความถี่ใดบ้าง

- ✓ ก.  $f_c, (f_c + f_m), (f_c - f_m)$
- ข.  $(f_c + f_m), (f_c - f_m)$
- ค.  $f_c, (f_c + f_m)$
- ง.  $f_c, (f_c - f_m)$

3. แบนด์วิดท์ของการมอดูเลตแบบ Full AM มีค่าเท่าใด

- ก.  $BW = 2f_c$
- ข.  $BW = 2(f_c + f_m)$
- ค.  $BW = 2(f_c - f_m)$
- ✓ ง.  $BW = 2f_m$

4. กำหนดให้ความถี่เบสแบนด์คือ  $m(t) = 8\cos(2\pi \times 10^4 t)$  จงคำนวณหาแบนด์วิดท์ของการมอดูเลตแบบ Full AM

- ก.  $BW = 10\text{kHz}$
- ข.  $BW = 15\text{kHz}$
- ✓ ค.  $BW = 20\text{kHz}$
- ง.  $BW = 30\text{kHz}$

5. วัดค่า  $E_{\min}$  ได้  $20\text{V}$  โดยมีเปอร์เซ็นต์การมอดูเลตที่  $60\%$  จงคำนวณหา  $E_{\max}$  ของสัญญาณการมอดูเลตแบบ Full AM

- ก.  $E_{\max} = 120\text{V}$
- ข.  $E_{\max} = 100\text{V}$
- ✓ ค.  $E_{\max} = 80\text{V}$
- ง.  $E_{\max} = 60\text{V}$

6. ในการผลิตคลื่น Full AM ใช้วงจรกรองชนิดใดในการกำจัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป
- วงจรกรองความถี่ต่ำ
  - วงจรกรองความถี่สูง
  - ✓ วงจรกรองแถบความถี่
  - วงจรกรองแอมพลิฟิเคชัน
7. การดีมอดูเลตคลื่น Full AM ใช้วงจรใดในการแยกสัญญาณเบสแบนด์ออกมา
- วงจรสแควร์ลอว์ดีเทคเตอร์และวงจรสแควร์ลอว์อีโวลูชัน
  - ✓ วงจรสแควร์ลอว์ดีเทคเตอร์และวงจรเอนวิโลปดีเทคเตอร์
  - วงจรสวิทชิงดีเทคเตอร์และวงจรสแควร์ลอว์ดีเทคเตอร์
  - วงจรสวิทชิงดีเทคเตอร์กับวงจรเอนวิโลปดีเทคเตอร์
8. วงจรสแควร์ลอว์ดีเทคเตอร์ใช้วงจรกรองแบบใดในการแยกเบสแบนด์ออกมา
- วงจรกรองความถี่สูง
  - ✓ วงจรกรองความถี่ต่ำ
  - วงจรกรองแถบความถี่
  - วงจรกรองแอมพลิฟิเคชัน
9. วงจรใหม่คอนสแตนต์ของเอนวิโลปดีเทคเตอร์มีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับคลื่นพาห้
- ✓  $RC \ll 1/f_c$
  - $RC \gg 1/f_c$
  - $RC \gg 1/f_m$
  - $RC \ll 1/f_m$
10. ข้อใดคือหลักการของการมอดูเลตคลื่น DSB – SC
- ✓ มอดูเลตโดยกดคลื่นพาห้เอาไว้ไม่ให้ส่งออกไป
  - มอดูเลตโดยกดแถบความถี่ด้านบนเอาไว้ไม่ให้ส่งออกไป
  - มอดูเลตโดยกดแถบความถี่ด้านล่างเอาไว้ไม่ให้ส่งออกไป
  - มอดูเลตโดยกดคลื่นเบสแบนด์เอาไว้ไม่ให้ส่งออกไป
11. สเปกตรัมของคลื่น DSB-SC แตกต่างกับคลื่น Full AM อย่างไร
- มีเฉพาะแถบความถี่ด้านล่างอย่างเดียว
  - มีเฉพาะแถบความถี่ด้านบนอย่างเดียว
  - ✓ ไม่มีคลื่นพาห้ส่งออกมา
  - ไม่มีคลื่นเบสแบนด์ส่งออกมา

12. สเปกตรัมของการมอดูเลตแบบ DSB-SC ประกอบด้วยความถี่ใดบ้าง
- ก.  $f_c, (f_c + f_m), (f_c - f_m)$
  - ข.  $(f_c + f_m)$
  - ค.  $(f_c - f_m)$
  - ✓ ง.  $(f_c + f_m), (f_c - f_m)$
13. แบนด์วิดท์ของการมอดูเลตแบบ DSB-SC มีค่าเท่าใด
- ✓ ก.  $BW = 2f_m$
  - ข.  $BW = 2(f_c + f_m)$
  - ค.  $BW = 2(f_c - f_m)$
  - ง.  $BW = 2f_c$
14. วงจรที่ใช้ในการผลิตคลื่น DSB - SC คือข้อใด
- ก. วงจรเอ็นวีโลฟดีเทคเตอร์และวงจรสแควร์ลอว์ดีเทคเตอร์
  - ข. วงจรสแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์และวงจรสวิชิ่งมอดูเลเตอร์
  - ✓ ค. วงจรมอดูเลเตอร์แบบสมมูลและวงจรริงก์มอดูเลเตอร์
  - ง. วงจรแยกแยะเฟสและวงจรแยกแยะความถี่
15. หลักการของ Coherent Detection of DSB - SC ที่สำคัญคือข้อใด
- ก. ใช้มอดูเลเตอร์ของ A.M. ในการปรับสมมูล
  - ✓ ข. สร้างสัญญาณคลื่นพาห้ขึ้นมาใหม่ด้วย โลกอลออสซซิเลเตอร์
  - ค. ใช้ไดโอดในการดีเทคเอ็นวีโลฟของคลื่นพาห้
  - ง. ใช้กฎกำลังสองกับอนุภาคที่ไม่เป็นเชิงเส้น
16. สเปกตรัมของการมอดูเลตแบบ SSB ที่ส่งออกไปมีลักษณะเป็นเช่นไร
- ก. มีไซด์แบนด์สองด้านและคลื่นพาห้ถูกกดเอาไว้
  - ข. มีไซด์แบนด์สองด้านและคลื่นพาห้ถูกส่งออกไป
  - ✓ ค. มีไซด์แบนด์ด้านเดียวและคลื่นพาห้ถูกกดเอาไว้
  - ง. มีไซด์แบนด์ด้านเดียวและคลื่นพาห้ถูกส่งออกไป
17. สเปกตรัมของการมอดูเลตแบบ SSB ที่ส่งเฉพาะ USB ประกอบด้วยความถี่ใดบ้าง
- ก.  $f_c, (f_c + f_m)$
  - ✓ ข.  $(f_c + f_m)$
  - ค.  $(f_c - f_m)$
  - ง.  $f_c, (f_c - f_m)$

18. แบนด์วิดท์ของการมอดูเลตแบบ SSB มีค่าเท่าใด

- ก.  $BW = 2f_m$
- ✓ ข.  $BW = f_m$
- ค.  $BW = f_c$
- ง.  $BW = 2f_c$

19. วิธีการใดที่ใช้ในการผลิตคลื่น SSB เพื่อให้มีไซด์แบนด์เพียงด้านเดียวและกดคลื่นพาห์เอาไว้ไม่ให้ส่งออกไป

- ✓ ก. วิธีการทำให้เฟสและความถี่แตกต่างกัน
- ข. วิธีการใช้ไดโอดทำงานเสมือนไอเดียลสวิตช์
- ค. วิธีการใช้ความไม่เป็นเชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ง. วิธีการใช้มอดูเลเตอร์ในการปรับสมดุล

20. วิธีทำให้ความถี่แตกต่างกันใช้วงจรกรองชนิดใดในการกรองเอาคลื่น SSB ออกมา

- ก. วงจรกรองความถี่สูง
- ข. วงจรกรองความถี่ต่ำ
- ✓ ค. วงจรกรองแถบความถี่
- ง. วงจรกรองแอมพลิฟายด์

21. วิธีทำให้ความถี่แตกต่างกันนั้น เมื่อต้องผลิตคลื่น SSB ซึ่งมีความถี่สูงกว่าสัญญาณแบสแบนด์มากๆ ต้องใช้กระบวนการใดในการผลิต

- ก. กระบวนการมัลติคิฟเฟอเรนชิเอท
- ข. กระบวนการมัลติคิเทคเตอร์
- ✓ ค. กระบวนการมัลติมอดูเลชัน
- ง. กระบวนการมัลติอินทิเกรต

22. วิธีทำให้เฟสแตกต่างกันใช้เนคเวอร์คทำให้มุมเฟสเคลื่อนไปที่องศา

- ก.  $45^\circ$
- ✓ ข.  $90^\circ$
- ค.  $135^\circ$
- ง.  $180^\circ$

23. ในการคิโมดูเลตคลื่น SSB แบบ โคฮีเรนทีดีเทคชั่น เนื่องจากไม่มีคลื่นพาห้ในการอ้างอิง ดังนั้น ทางด้านส่งจะใส่สิ่งใดมากับคลื่น SSB ที่ส่งออกไป

- ✓ ก. pilot carrier
- ข. pilot guide
- ค. pilot index
- ง. pilot baseband

24. แบนด์วิดท์การส่งของการมอดูเลตแบบเอฟเอ็มแบนด์แคปมีค่าเท่าใด

- ✓ ก.  $BW = 2f_m$
- ข.  $BW = f_m$
- ค.  $BW = f_c$
- ง.  $BW = 2f_c$

25. ดัชนีการมอดูเลตมีความสัมพันธ์กับค่าการเบี่ยงเบนความถี่อย่างไร

- ก.  $\beta = \Delta f / f_c$
- ✓ ข.  $\beta = \Delta f / f_m$
- ค.  $\beta = \Delta f(1 + f_c)$
- ง.  $\beta = \Delta f(1 + f_m)$

26. ค่าเบี่ยงเบนความถี่สามารถหาได้จากสมการใด

- ก.  $\Delta f = k_f(1 + A_c)$
- ข.  $\Delta f = k_f A_c$
- ค.  $\Delta f = k_f(1 + A_m)$
- ✓ ง.  $\Delta f = k_f A_m$

27. เมื่อคลื่นสัญญาณ FM มีช่วงความถี่กว้างมากๆ เราเรียกสัญญาณ FM แบบนี้ว่าอะไร

- ก. Narrow-band FM
- ข. Master-band FM
- ✓ ค. Wide-band FM
- ง. Super-band FM

28. ถ้ากำหนดให้ค่าเบี่ยงเบนความถี่มีค่าคงที่และดัชนีการมอดูเลตมีค่าเพิ่มขึ้น สเปกตรัมจะเป็นเช่นไร

- ก. สเปกตรัมมีการกระจายตัวมากขึ้น
- ข. สเปกตรัมมีความถี่คลื่นพาห้เพียงเดียว
- ค. สเปกตรัมไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ✓ ง. สเปกตรัมมีการกระจุกตัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. ตามกฎของคาร์สัน (Carson's rule) แบนด์วิดท์ของสัญญาณ FM มีค่าเท่าใด

ก.  $BW = 2(\Delta f + f_c)$

✓ ข.  $BW = 2(\beta + 1)f_m$

ค.  $BW = 2(\Delta f + 1)$

ง.  $BW = 2(\beta + 1)f_c$

30. แบนด์วิดท์ของสัญญาณ FM แบนด์กว้าง ขึ้นอยู่กับค่าใด

ก. ดัชนีการมอดูเลต

ข. ความถี่ของคลื่นเบสแบนด์

✓ ค. ดัชนีการมอดูเลตและความถี่ของคลื่นเบสแบนด์

ง. ดัชนีการมอดูเลตและความถี่ของคลื่นพาห้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง1 ดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ง2 ดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 ดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ 34 ดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๖๕ คำนวณความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ๖๖ คำนวณความสอดคล้องของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6 กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗ ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	ค่า IOC	ความหมาย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
26	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
30	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘ การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	7	12	0.63	0.33
2	8	13	0.70	0.33
3	9	13	0.73	0.27
4	7	13	0.67	0.40
5	6	12	0.60	0.40
6	6	12	0.60	0.40
7	5	11	0.53	0.40
8	6	12	0.60	0.40
9	7	11	0.60	0.27
10	9	14	0.77	0.33

ตารางที่ ๙ การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	6	12	0.60	0.40
2	7	11	0.60	0.27
3	8	14	0.73	0.40
4	8	13	0.70	0.33
5	7	15	0.73	0.53
6	9	14	0.77	0.33
7	8	14	0.73	0.40
8	6	13	0.63	0.47
9	7	13	0.67	0.40
10	8	12	0.67	0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	9	14	0.77	0.33
2	8	12	0.67	0.27
3	6	12	0.60	0.40
4	8	14	0.73	0.40
5	8	12	0.67	0.27
6	7	12	0.63	0.33
7	6	13	0.63	0.47
8	6	12	0.60	0.40
9	6	10	0.53	0.27
10	8	13	0.70	0.33

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	6	15	0.70	0.60
2	5	14	0.63	0.60
3	6	13	0.63	0.47
4	6	14	0.67	0.53
5	7	15	0.73	0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	8	13	0.70	0.33
2	9	14	0.77	0.33
3	9	14	0.77	0.33
4	8	12	0.67	0.27
5	6	12	0.60	0.40
6	8	14	0.73	0.40
7	8	12	0.67	0.27
8	7	12	0.63	0.33
9	6	13	0.63	0.47
10	6	12	0.60	0.40

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	7	15	0.73	0.53
2	5	13	0.60	0.53
3	5	14	0.63	0.60
4	6	15	0.70	0.60
5	6	15	0.70	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ข้อที่	$f_L(N_L = 15)$	$f_H(N_H = 15)$	$p$	$r$
1	7	12	0.63	0.33
2	9	13	0.73	0.27
3	10	14	0.80	0.27
4	7	12	0.63	0.33
5	8	13	0.70	0.33
6	9	13	0.73	0.27
7	7	13	0.67	0.40
8	6	12	0.60	0.40
9	7	12	0.63	0.33
10	6	11	0.57	0.33
11	6	12	0.60	0.40
12	7	11	0.60	0.27
13	10	14	0.80	0.27
14	8	13	0.70	0.33
15	9	14	0.77	0.33
16	9	14	0.77	0.33
17	8	12	0.67	0.27
18	6	12	0.60	0.40
19	8	14	0.73	0.40
20	8	12	0.67	0.27
21	7	12	0.63	0.33
22	6	13	0.63	0.47
23	6	12	0.60	0.40
24	6	13	0.63	0.47
25	8	13	0.70	0.33
26	9	13	0.73	0.27
27	8	14	0.73	0.40
28	10	14	0.80	0.27
29	6	12	0.60	0.40
30	6	12	0.60	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง15 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	8	8	64
2	8	8	64
3	8	8	64
4	8	8	64
5	8	8	64
6	8	8	64
7	9	9	81
8	7	7	49
9	8	8	64
10	9	9	81
11	9	9	81
12	8	8	64
13	9	9	81
14	8	8	64
15	8	8	64
16	4	4	16
17	8	8	64
18	4	4	16
19	3	3	9
20	6	6	36
21	4	4	16
22	4	4	16
23	7	7	49
24	4	4	16
25	4	4	16
26	3	3	9
27	5	5	25
28	5	5	25
29	6	6	36
30	3	3	9
		$\Sigma X = 193$	$\Sigma X^2 = 1371$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(1371) - (193)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{41,130 - 37,249}{870} \\
 &= 4.46
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1 เท่ากับ 4.46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	9	9	81
2	8	8	64
3	10	10	100
4	9	9	81
5	9	9	81
6	8	8	64
7	8	8	64
8	7	7	49
9	10	10	100
10	9	9	81
11	8	8	64
12	9	9	81
13	10	10	100
14	7	7	49
15	9	9	81
16	5	5	25
17	6	6	36
18	5	5	25
19	4	4	16
20	6	6	36
21	5	5	25
22	6	6	36
23	5	5	25
24	6	6	36
25	3	3	9
26	4	4	16
27	5	5	25
28	5	5	25
29	5	5	25
30	4	4	16
		$\Sigma X = 204$	$\Sigma X^2 = 1516$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(1516) - (204)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{45,480 - 41,616}{870} \\
 &= 4.44
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2 เท่ากับ 4.44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	6	6	36
2	7	7	49
3	9	9	81
4	6	6	36
5	8	8	64
6	8	8	64
7	8	8	64
8	7	7	49
9	8	8	64
10	8	8	64
11	8	8	64
12	7	7	49
13	9	9	81
14	5	5	25
15	7	7	49
16	7	7	49
17	1	1	1
18	6	6	36
19	3	3	9
20	5	5	25
21	6	6	36
22	5	5	25
23	3	3	9
24	6	6	36
25	3	3	9
26	4	4	16
27	4	4	16
28	6	6	36
29	3	3	9
30	2	2	4
		$\Sigma X = 175$	$\Sigma X^2 = 1155$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(1155) - (175)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{34,650 - 30,625}{870} \\
 &= 4.63
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3 เท่ากับ 4.63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	5	5	25
2	5	5	25
3	5	5	25
4	4	4	16
5	5	5	25
6	4	4	16
7	5	5	25
8	5	5	25
9	4	4	16
10	5	5	25
11	5	5	25
12	4	4	16
13	5	5	25
14	5	5	25
15	5	5	25
16	2	2	4
17	3	3	9
18	2	2	4
19	1	1	1
20	2	2	4
21	3	3	9
22	2	2	4
23	2	2	4
24	2	2	4
25	3	3	9
26	2	2	4
27	1	1	1
28	2	2	4
29	2	2	4
30	1	1	1
		$\Sigma X = 101$	$\Sigma X^2 = 405$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(405) - (101)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{12,150 - 10,201}{870} \\
 &= 2.24
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4 เท่ากับ 2.24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	8	8	64
2	8	8	64
3	10	10	100
4	8	8	64
5	9	9	81
6	9	9	81
7	9	9	81
8	8	8	64
9	9	9	81
10	9	9	81
11	9	9	81
12	8	8	64
13	10	10	100
14	6	6	36
15	8	8	64
16	6	6	36
17	3	3	9
18	6	6	36
19	5	5	25
20	5	5	25
21	6	6	36
22	7	7	49
23	4	4	16
24	7	7	49
25	3	3	9
26	5	5	25
27	4	4	16
28	6	6	36
29	5	5	25
30	3	3	9
		$\Sigma X = 203$	$\Sigma X^2 = 1507$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(1507) - (203)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{45,210 - 41,209}{870} \\
 &= 4.60
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5 เท่ากับ 4.60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	4	4	16
2	5	5	25
3	5	5	25
4	5	5	25
5	4	4	16
6	4	4	16
7	5	5	25
8	5	5	25
9	5	5	25
10	5	5	25
11	5	5	25
12	4	4	16
13	5	5	25
14	5	5	25
15	4	4	16
16	3	3	9
17	1	1	1
18	2	2	4
19	1	1	1
20	3	3	9
21	3	3	9
22	3	3	9
23	1	1	1
24	2	2	4
25	1	1	1
26	2	2	4
27	1	1	1
28	3	3	9
29	1	1	1
30	2	2	4
	99	99	397
		$\Sigma X = 99$	$\Sigma X^2 = 397$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(397) - (99)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{11,910 - 9,801}{870} \\
 &= 2.42
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6 เท่ากับ 2.42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง21 ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

คนที่	คะแนนรวม	$X$	$X^2$
1	26	26	676
2	24	24	576
3	27	27	729
4	25	25	625
5	26	26	676
6	27	27	729
7	26	26	676
8	24	24	576
9	25	25	625
10	26	26	676
11	27	27	729
12	25	25	625
13	28	28	784
14	22	22	484
15	23	23	529
16	14	14	196
17	18	18	324
18	16	16	256
19	13	13	169
20	17	17	289
21	16	16	256
22	15	15	225
23	17	17	289
24	16	16	256
25	12	12	144
26	15	15	225
27	13	13	169
28	16	16	256
29	17	17	289
30	12	12	144
		$\Sigma X = 608$	$\Sigma X^2 = 13202$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \left[ \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \right] \\
 &= \left[ \frac{30(13202) - (608)^2}{30(30-1)} \right] \\
 &= \frac{396,060 - 369,664}{870} \\
 &= 30.34
 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ เท่ากับ 30.34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.63	0.37	0.23
2	0.70	0.30	0.21
3	0.73	0.27	0.20
4	0.67	0.33	0.22
5	0.60	0.40	0.24
6	0.60	0.40	0.24
7	0.53	0.47	0.25
8	0.60	0.40	0.24
9	0.60	0.40	0.24
10	0.77	0.23	0.18
			$\Sigma p \cdot q = 2.25$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20

(KR-20)

จากสูตร

$$r_u = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

- เมื่อ  $r_u$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$\begin{aligned} r_u &= \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right] \\ &= \left[ \frac{10}{10-1} \right] \left[ 1 - \frac{2.25}{4.46} \right] \\ &= 0.56 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1 คือ 0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.60	0.40	0.24
2	0.60	0.40	0.24
3	0.73	0.27	0.20
4	0.70	0.30	0.21
5	0.73	0.27	0.20
6	0.77	0.23	0.18
7	0.73	0.27	0.20
8	0.63	0.37	0.23
9	0.67	0.33	0.22
10	0.67	0.33	0.22
			$\Sigma p \cdot q = 2.13$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)  
จากสูตร

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{11}$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$\begin{aligned} r_{11} &= \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right] \\ &= \left[ \frac{10}{10-1} \right] \left[ 1 - \frac{2.13}{4.44} \right] \\ &= 0.58 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2 คือ 0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.77	0.23	0.18
2	0.67	0.33	0.22
3	0.60	0.40	0.24
4	0.73	0.27	0.20
5	0.67	0.33	0.22
6	0.63	0.37	0.23
7	0.63	0.37	0.23
8	0.60	0.40	0.24
9	0.53	0.47	0.25
10	0.70	0.30	0.21
			$\Sigma p \cdot q = 2.22$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)  
จากสูตร

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{11}$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$\begin{aligned} r_{11} &= \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right] \\ &= \left[ \frac{10}{10-1} \right] \left[ 1 - \frac{2.22}{4.63} \right] \\ &= 0.58 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 3 คือ 0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.70	0.30	0.21
2	0.63	0.37	0.23
3	0.63	0.37	0.23
4	0.67	0.33	0.22
5	0.73	0.27	0.20
			$\Sigma p \cdot q = 1.09$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)

จากสูตร

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{11}$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

$$= \left[ \frac{5}{5-1} \right] \left[ 1 - \frac{1.09}{2.24} \right]$$

$$= 0.64$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 4 คือ 0.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.70	0.30	0.21
2	0.77	0.23	0.18
3	0.77	0.23	0.18
4	0.67	0.33	0.22
5	0.60	0.40	0.24
6	0.73	0.27	0.20
7	0.67	0.33	0.22
8	0.63	0.37	0.23
9	0.63	0.37	0.23
10	0.60	0.40	0.24
			$\Sigma p \cdot q = 2.15$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)  
จากสูตร

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{11}$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$\begin{aligned} r_{11} &= \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right] \\ &= \left[ \frac{10}{10-1} \right] \left[ 1 - \frac{2.15}{4.60} \right] \\ &= 0.59 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 5 คือ 0.59  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.73	0.27	0.20
2	0.60	0.40	0.24
3	0.63	0.37	0.23
4	0.70	0.30	0.21
5	0.70	0.30	0.21
			$\Sigma p \cdot q = 1.09$

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)

จากสูตร

$$r_{kk} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

- เมื่อ  $r_{kk}$  หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )  
 $S^2$  หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$r_{kk} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S^2} \right]$$

$$= \left[ \frac{5}{5-1} \right] \left[ 1 - \frac{1.09}{2.42} \right]$$

$$= 0.69$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 6 คือ 0.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	$p$	$q = (1 - p)$	$p \cdot q$
1	0.63	0.37	0.23
2	0.73	0.27	0.20
3	0.80	0.20	0.16
4	0.63	0.37	0.23
5	0.70	0.30	0.21
6	0.73	0.27	0.20
7	0.67	0.33	0.22
8	0.60	0.40	0.24
9	0.63	0.37	0.23
10	0.57	0.43	0.25
11	0.60	0.40	0.24
12	0.60	0.40	0.24
13	0.80	0.20	0.16
14	0.70	0.30	0.21
15	0.77	0.23	0.18
16	0.77	0.23	0.18
17	0.67	0.33	0.22
18	0.60	0.40	0.24
19	0.73	0.27	0.20
20	0.67	0.33	0.22
21	0.63	0.37	0.23
22	0.63	0.37	0.23
23	0.60	0.40	0.24
24	0.63	0.37	0.23
25	0.70	0.30	0.21
26	0.73	0.27	0.20
27	0.73	0.27	0.20
28	0.80	0.20	0.16
29	0.60	0.40	0.24
30	0.60	0.40	0.24
			$\Sigma pq = 6.43$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้สูตรของ Kuder Richardson 20 (KR-20)

จากสูตร

$$r_{ii} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{ii}$	หมายถึง	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	หมายถึง	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	$p$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )
	$S^2$	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$$r_{ii} = \frac{k}{(k-1)} \left[ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

$$= \left[ \frac{30}{30-1} \right] \left[ 1 - \frac{6.43}{30.34} \right]$$

$$= 0.82$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก คือ 0.82



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง ด้านเนื้อหา ในส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.47	ดี
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับ พื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	3	5	5	4.33	0.94	ดี
1.3 ความเหมาะสมของเนื้อหากับ ระดับของผู้เรียน	3	4	5	4.00	0.82	ดี
1.4 ความเหมาะสมของเนื้อหาใน ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.5 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.47	ดี
1.6 ความเหมาะสมของการ ป้อนกลับตอบสนองต่อผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.7 บทเรียนมีลักษณะน่าสนใจ และจูงใจผู้เรียน	3	4	4	3.67	0.47	ดี
1.8 บทเรียนสามารถนำไปใช้ ในการเรียนการสอนจริงได้	4	5	4	4.33	0.47	ดี
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉลี่ย	3.63	4.25	4.50	4.13	0.37	ดี

จากตารางที่ จ1 ผลการประเมินคุณภาพของ โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเนื้อหา ในส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.33 มี 4 รายการคือ ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน ความถูกต้องของเนื้อหา บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงได้ รองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 3 รายการ คือ ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาในส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน ความเหมาะสมของการป้อนกลับตอบสนองต่อผู้เรียน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 มี 1 รายการคือ บทเรียนมีลักษณะน่าสนใจและจูงใจผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง ด้านเนื้อหา ในส่วนการจำลองสถานการณ์

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
2. การจำลองสถานการณ์						
2.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของการจำลองกับ พื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.3 ความถูกต้องของการจำลองสัญญาณ	4	4	5	4.33	0.47	ดี
2.4 ความเหมาะสมของการป้อนกลับ ตอบสนองต่อผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.5 การจำลองมีลักษณะน่าสนใจ และจูงใจผู้เรียน	3	5	5	4.33	0.94	ดี
2.6 การจำลองสามารถนำไปใช้ในการ เรียนการสอนจริงได้	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
การจำลองสถานการณ์โดยเฉลี่ย	3.83	4.83	5	4.56	0.52	ดีมาก

จากตารางที่ จ2 ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเนื้อหา ในส่วนการจำลองสถานการณ์ ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.67 มี 4 รายการ คือ ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของการจำลองกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน ความเหมาะสมของการป้อนกลับตอบสนองกับผู้เรียน การจำลองสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงได้ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มี 2 รายการคือ ความถูกต้องของการจำลองสัญญาณ การจำลองมีลักษณะน่าสนใจและจูงใจผู้เรียน

ตารางที่ จ3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบ  
สถานการณ์จำลอง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
1.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ	4	5	4	4.33	0.47	ดี
1.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.3 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจใน การเรียน	4	5	4	4.33	0.47	ดี
1.4 การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้ เรียนมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.47	ดีมาก
1.6 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
1.7 ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4	5	4	4.33	0.47	ดี
1.8 ความเหมาะสมของภาพในด้านการ สื่อความหมาย	4	5	4	4.33	0.47	ดี
1.9 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของ ภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
1.10 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายที่ ใช้ประกอบเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.47	ดี
1.11 ความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉลี่ย	4.36	4.73	4.18	4.42	0.23	ดี

จากตารางที่ จ3 ผลการประเมินคุณภาพ ของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.00 มี 1 รายการ คือ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รองลงมามีค่าเฉลี่ย 4.67 มี 3 รายการ คือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้ ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับเนื้อหา ความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม รองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มี 5 รายการ คือ การวางรูปแบบของหน้าจอ บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน ความเหมาะสมของภาพกราฟิก ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย ความเหมาะสมของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเนื้อหา และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ คือความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม

ตารางที่ จ4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในส่วนการจำลองสถานการณ์

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
2. การจำลองสถานการณ์						
2.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.3 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.6 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้	4	5	4	4.33	0.47	ดี
2.7 ความเหมาะสมของภาพสัญญาณ	5	5	5	5.00	0.47	ดีมาก
2.8 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.9 ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวที่ใช้	4	5	4	4.33	0.00	ดี
2.10 ความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม	4	4	4	4.00	0.47	ดี
การจำลองสถานการณ์โดยเฉลี่ย	4.30	4.80	4.60	4.57	0.21	ดีมาก

จากตารางที่ จ4 ผลการประเมินคุณภาพ ของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและคิมมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในส่วนการจำลองสถานการณ์ ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.00 มี 3 รายการ คือ บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน ความเหมาะสมของภาพสัญญาณ ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย รองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มี 3 รายการ คือ การวางรูปแบบของหน้าจอ การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รองลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มี 2 รายการ คือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้ ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ คือ ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา ความสะดวกต่อการใช้โปรแกรม

ตารางที่ ๑5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง  
กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนจากแบบฝึกหัดท้ายหน่วยย่อย (50 คะแนน)							คะแนนจากแบบ ทดสอบรวมหลังเรียน (30 คะแนน)
	1	2	3	4	5	6	รวม	
1	9	8	9	4	8	4	42	25
2	8	9	8	5	8	5	43	24
3	8	9	8	4	7	5	41	25
4	7	9	9	5	8	4	42	24
5	9	8	7	5	8	4	41	25
6	8	9	7	4	8	4	40	24
7	8	9	8	4	8	5	42	25
8	8	7	8	5	9	4	41	24
9	9	8	7	5	8	5	42	27
10	8	8	8	4	8	5	41	26
11	9	7	8	4	8	4	40	24
12	8	8	8	5	8	5	42	25
13	8	8	8	4	9	4	41	25
14	9	8	7	4	8	4	40	25
15	8	8	8	5	8	5	42	25
16	7	8	8	5	8	4	40	24
17	8	9	8	4	8	4	41	26
18	9	8	8	4	8	5	42	26
19	8	8	8	5	8	4	41	25
20	9	8	9	4	8	4	42	26
<b>เฉลี่ยโดยรวม</b>							<b><math>\Sigma X = 826</math></b>	<b><math>\Sigma F = 500</math></b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในหน่วยย่อยที่คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยย่อย  
ระหว่างเรียน

$$E_1 = \left\{ \frac{\sum X/N}{A} \right\} \times 100$$

$$= \left\{ \frac{826 / 20}{50} \right\} \times 100$$

$$= 82.60$$

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดที่คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียนครบ  
ทุกหน่วยการเรียน

$$E_2 = \left\{ \frac{\sum F/N}{B} \right\} \times 100$$

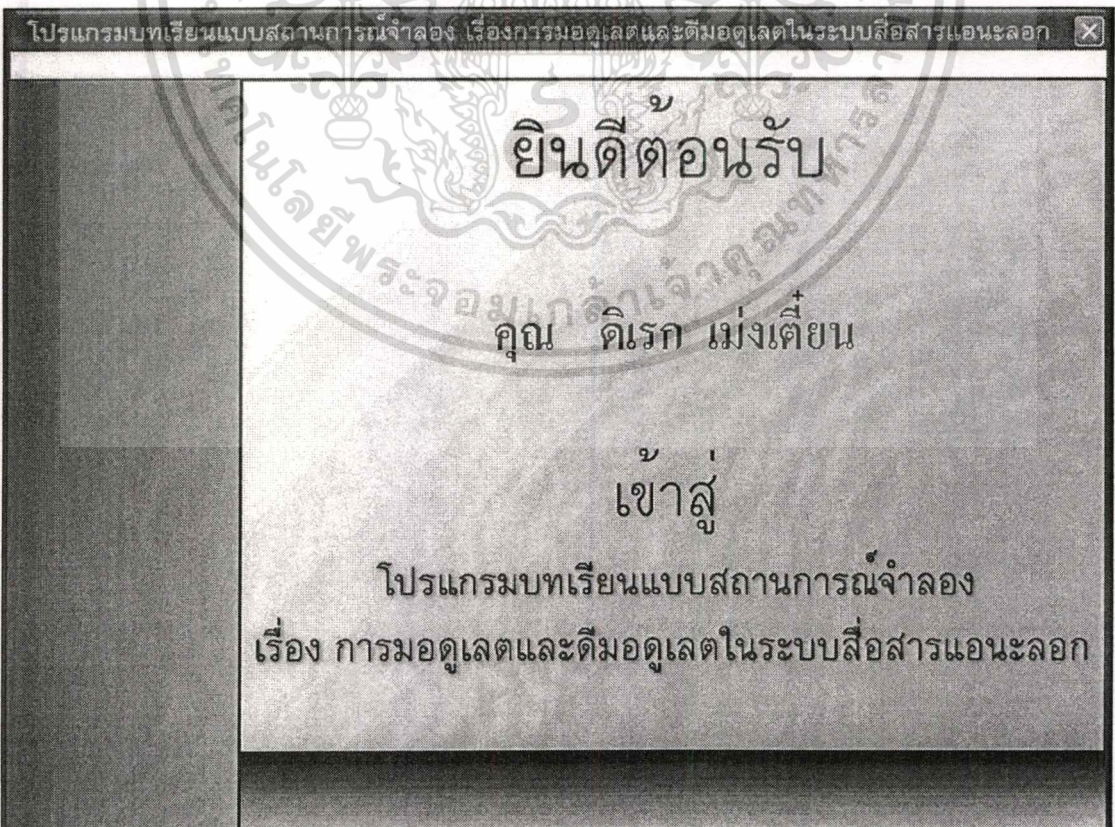
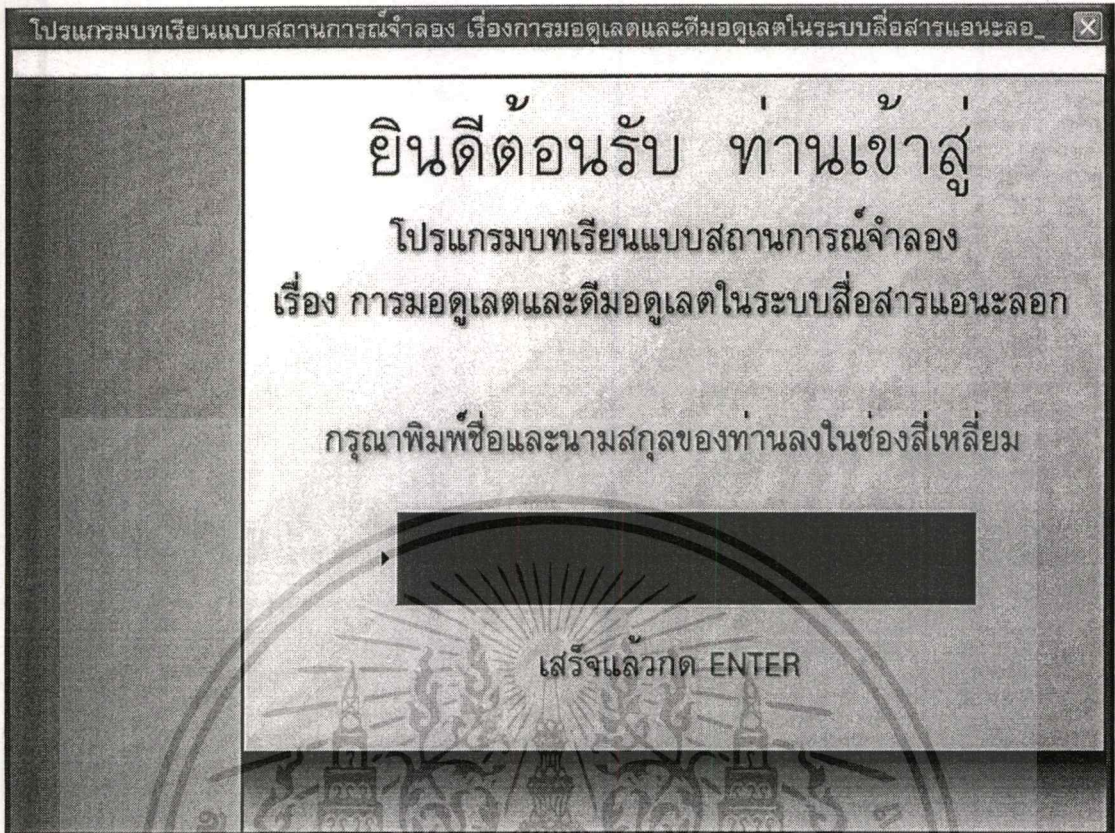
$$= \left\{ \frac{500/20}{30} \right\} \times 100$$

$$= 83.33$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมนูหลัก	<p style="text-align: center;"><b>โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง</b> <b>เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก</b></p> <p style="text-align: center;">จัดทำโดย <b>นายดิเรก เม่งเตียน</b> รหัส 43064624</p> <p style="text-align: center;">สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p> <p style="text-align: center;">2004</p>
หน่วยที่ 1	
หน่วยที่ 2	
หน่วยที่ 3	
หน่วยที่ 4	
หน่วยที่ 5	
หน่วยที่ 6	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
แบบทดสอบ	2004
ออกจากโปรแกรม	 

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมนูหลัก	<p style="text-align: center;"><b>หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FULL AM</b></p> <p style="text-align: center;"><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p style="text-align: center;"><b>นักศึกษาสามารถ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการของการมอดูเลตแบบ Full AM ได้</li> <li>2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การมอดูเลตได้</li> <li>3. อธิบายหลักการผลิตคลื่น Full AM ได้</li> <li>4. อธิบายหลักการของการดีมอดูเลตคลื่น Full AM ได้</li> </ol>
การมอดูเลต	
เปอร์เซ็นต์การมอดูเลต	
การผลิตคลื่น	
การดีมอดูเลต	
แบบฝึกหัด	
MATLAB SIMULATION	
ออกจากโปรแกรม	  <span style="float: right;">← BACK    NEXT →</span>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

7

**เมนูหลัก**

การมอดูเลต

เปอร์เซ็นต์การมอดูเลต

การมอดูเลต

การดีมอดูเลต

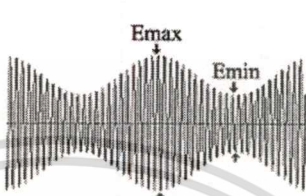
แบบฝึกหัด

MATLAB SIMULATION

ออกจากโปรแกรม

**การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การมอดูเลต**

โดยกำหนดให้  $E_{max}$  และ  $E_{min}$  เป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของเอ็นวีโพลคลื่นมอดูเลตแบบ FULL AM สามารถคำนวณหาได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การมอดูเลต} = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}} \times 100 \% \quad (1.7)$$


$E_{max}$  คือ ค่าความสูงที่วัดจากระดับสูงสุดของขอบบนลงมาถึงระดับต่ำสุดของขอบล่างของสัญญาณมอดูเลต

$E_{min}$  คือ ค่าความสูงที่วัดจากระดับต่ำสุดของขอบบนลงมาถึงระดับสูงสุดของขอบล่างของสัญญาณมอดูเลต

BACK NEXT

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

9

**เมนูหลัก**

การมอดูเลต

เปอร์เซ็นต์การมอดูเลต

การมอดูเลต

การดีมอดูเลต

แบบฝึกหัด

MATLAB SIMULATION

ออกจากโปรแกรม

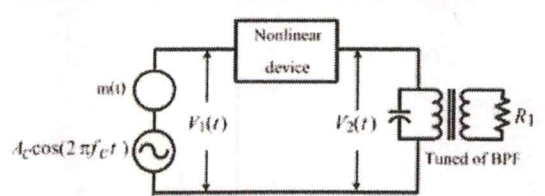
**วิธีการผลิตคลื่น FULL AM**

การผลิตคลื่น FULL AM ใช้อุปกรณ์ของวงจรไม่เป็นเชิงเส้นแบบสแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์ และสวิตช์มอดูเลเตอร์ ทั้งสองวงจรเหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการส่งด้วยเพาเวอร์ต่ำ

สแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์ (Square-law modulator)

วงจรมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการคือ

- 1) การรวมคลื่นพาห้เข้ากับคลื่นที่ทำกรมอดูเลต
- 2) วงจรอนุภาคที่ไม่เป็นเชิงเส้น
- 3) วงจรกรองความถี่สำหรับแยกแยะความถี่ที่ต้องการออกมา



รูปที่ 1.4 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์

BACK NEXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอมพล็อก

9

**เมนูหลัก**

- การมอดูเลต
- เปอร์เซ็นต์การมอดูเลต
- การผลิตคลื่น
- การดีมอดูเลต
- แบบฝึกหัด
- MATLAB SIMULATION

**วิธีการผลิตคลื่น FULL AM**

การผลิตคลื่น FULL AM ใช้อนุภาคของวงจรไม่เป็นเชิงเส้นแบบสแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์ และสวิตช์มอดูเลเตอร์ ทั้งสองวงจรเหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการส่งค้ำพาเวอร์ต่ำๆ

สแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์ (Square-law modulator)

วงจรนี้มีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการคือ

- 1) การรวมคลื่นพาห้เข้ากับคลื่นที่ทำการมอดูเลต
- 2) วงจรอนุภาคที่ไม่เป็นเชิงเส้น
- 3) วงจรกรองความถี่สำหรับแยกแถบความถี่ที่ต้องการออกมา

รูปที่ 1.4 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสแควร์ลอว์มอดูเลเตอร์

ออกจากโปรแกรม

BACK NEXT

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอมพล็อก

**เมนูหลัก**

**คำชี้แจง**

1. แบบฝึกหัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 10 ข้อ
2. วิธีสอบให้คลิกเมาส์เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
3. เมื่อทำเสร็จคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกคะแนน

กรุณาคลิกเมาส์ เพื่อเข้าสู่แบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนูหลัก

หน่วยที่ 1 การมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบ FULL AM

ผลการทดสอบครั้งสุดท้าย ในการทำแบบฝึกหัด

ได้คะแนน = 80 %

ผลการทำแบบฝึกหัด สรุปว่า ผ่านเกณฑ์

คุณผ่านเกณฑ์ เก่งมากครับ

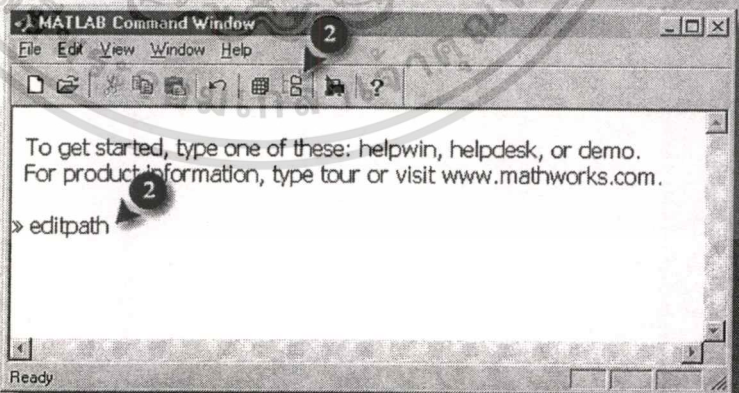
โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมนูหลัก

ออกจากโปรแกรม

การจัดการ ไฟล์และไดเรกทอรี โปรแกรม MATLAB

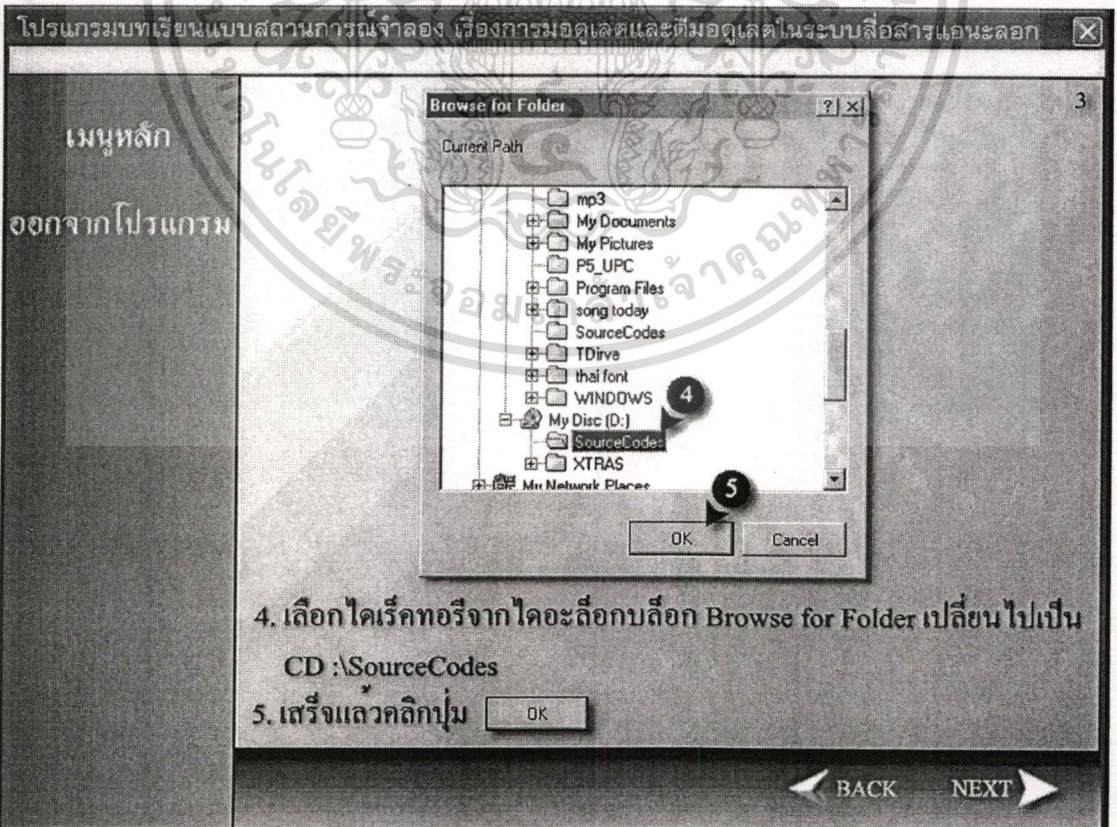
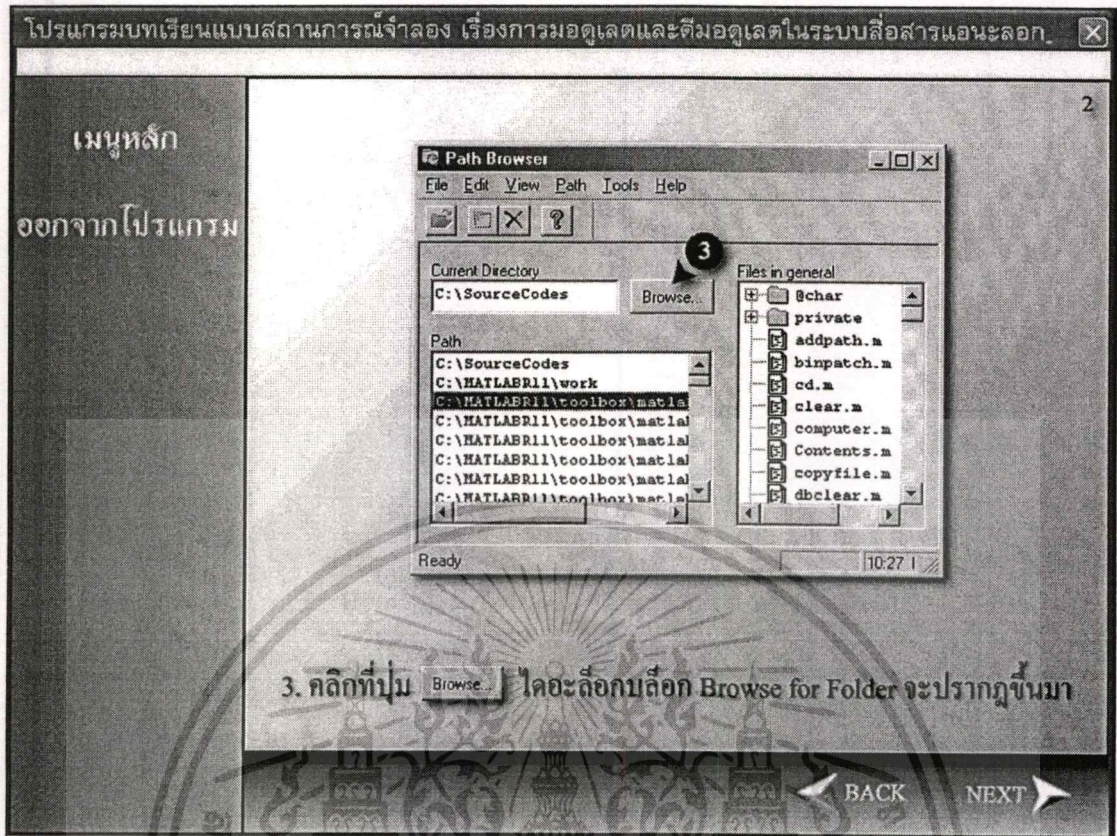
1. เปิดโปรแกรม MATLAB ขึ้นมาใช้งาน



2. พิมพ์คำสั่ง editpath บนหน้าต่างคำสั่งหรือคลิกไปที่ไอคอน path browse จะปรากฏ Path browser ขึ้นมา

BACK NEXT

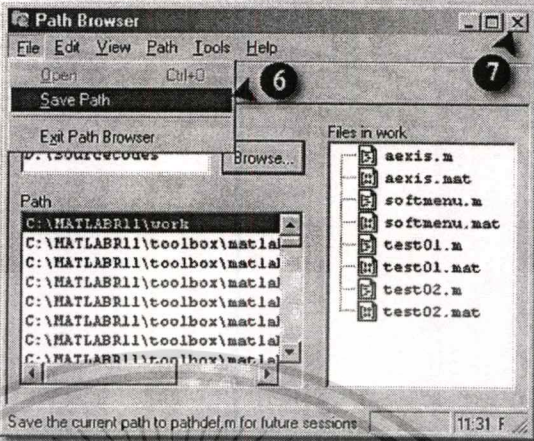
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแวนะลอก

เมนูหลัก  
ออกจากโปรแกรม



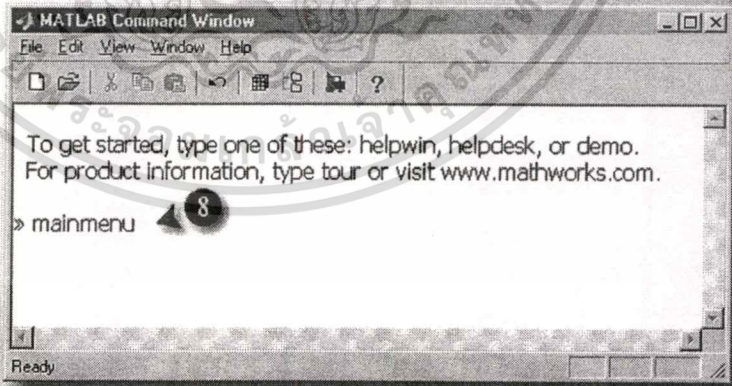
6. เลือกเมนู File > Save Path ทำการบันทึก โค้ดเรีกทอรี่ที่เราเลือก

7. ปิดไดอะล็อกบ็อก Path Browser

BACK NEXT

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแวนะลอก

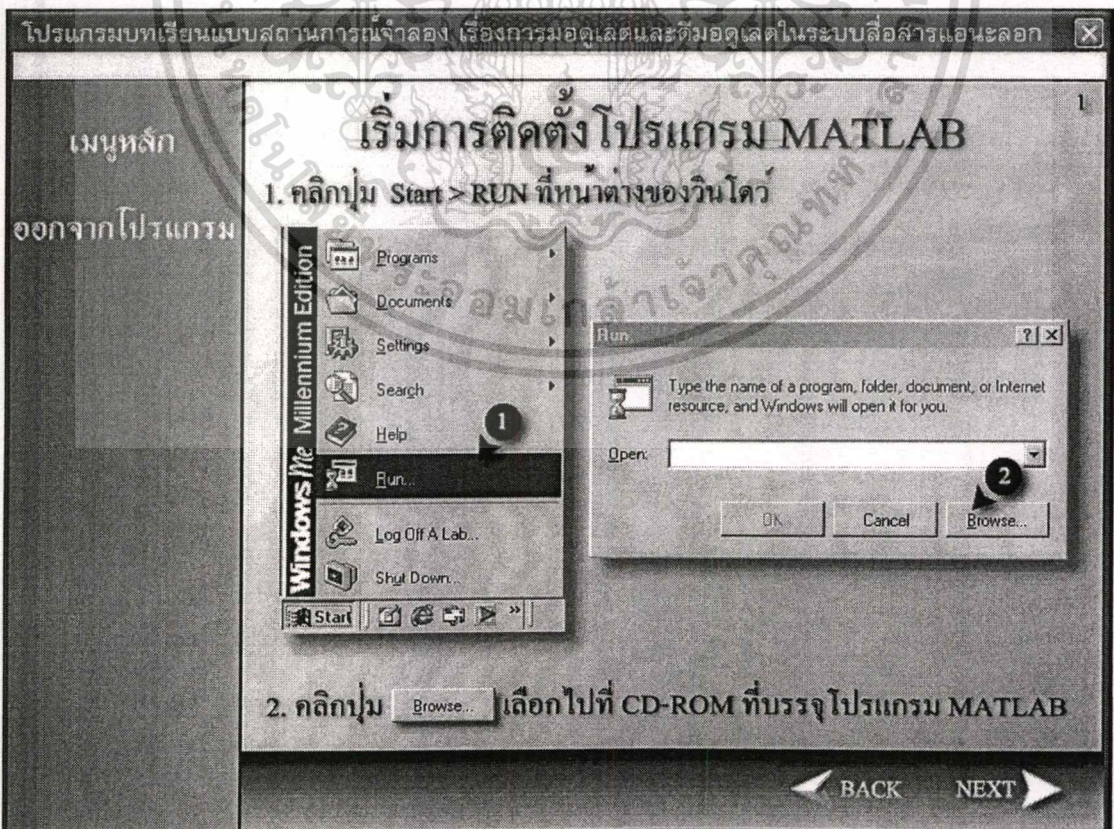
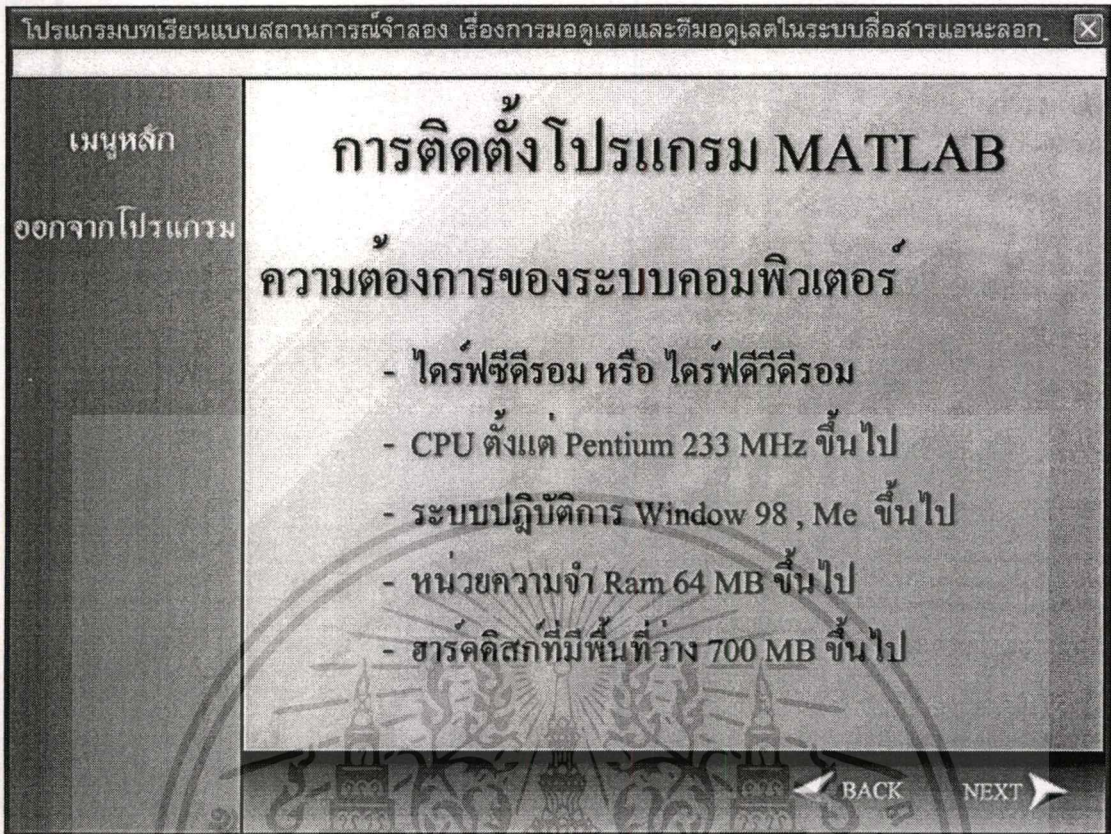
เมนูหลัก  
ออกจากโปรแกรม



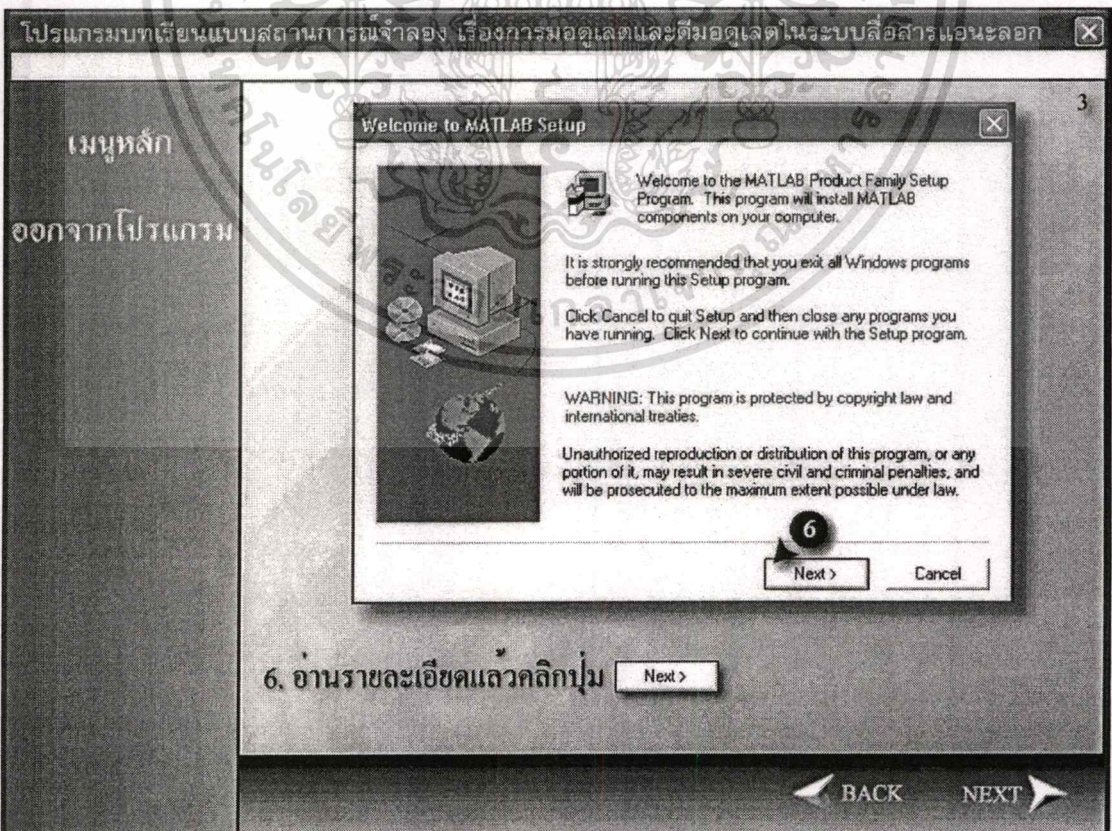
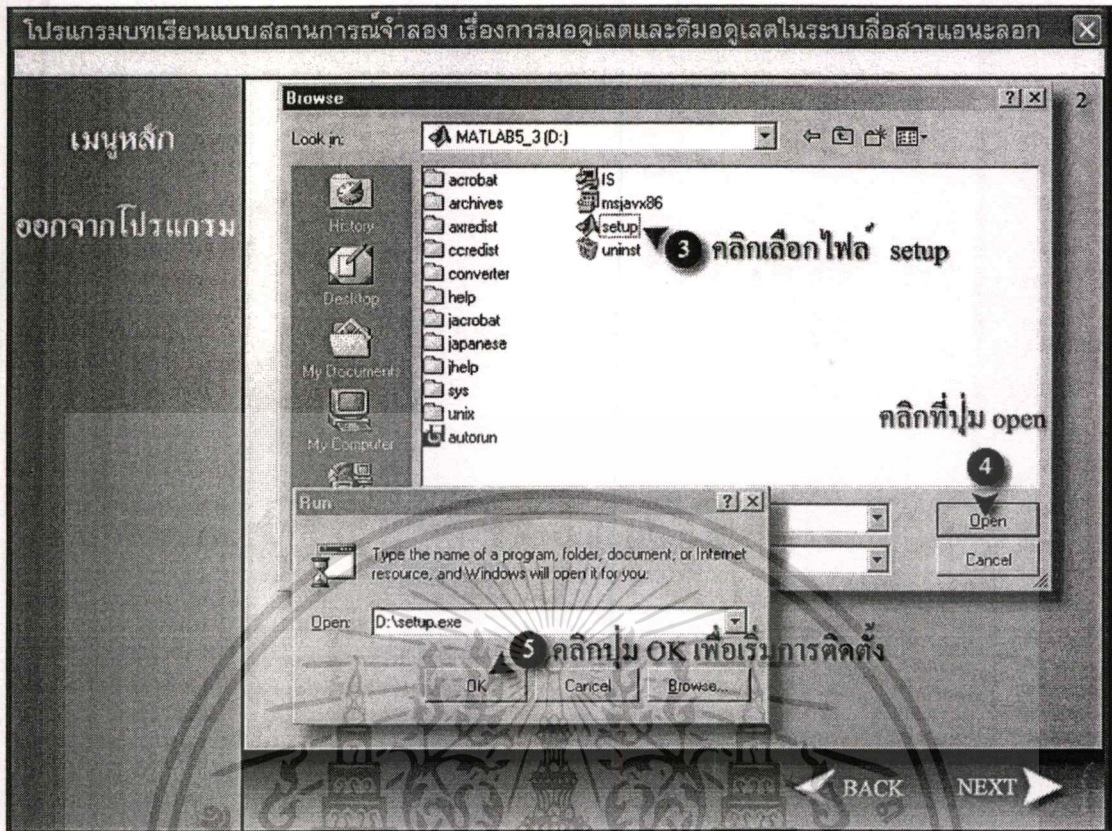
8. พิมพ์คำสั่ง mainmenu บนหน้าต่างคำสั่ง เสร็จแล้วกด Enter

BACK NEXT

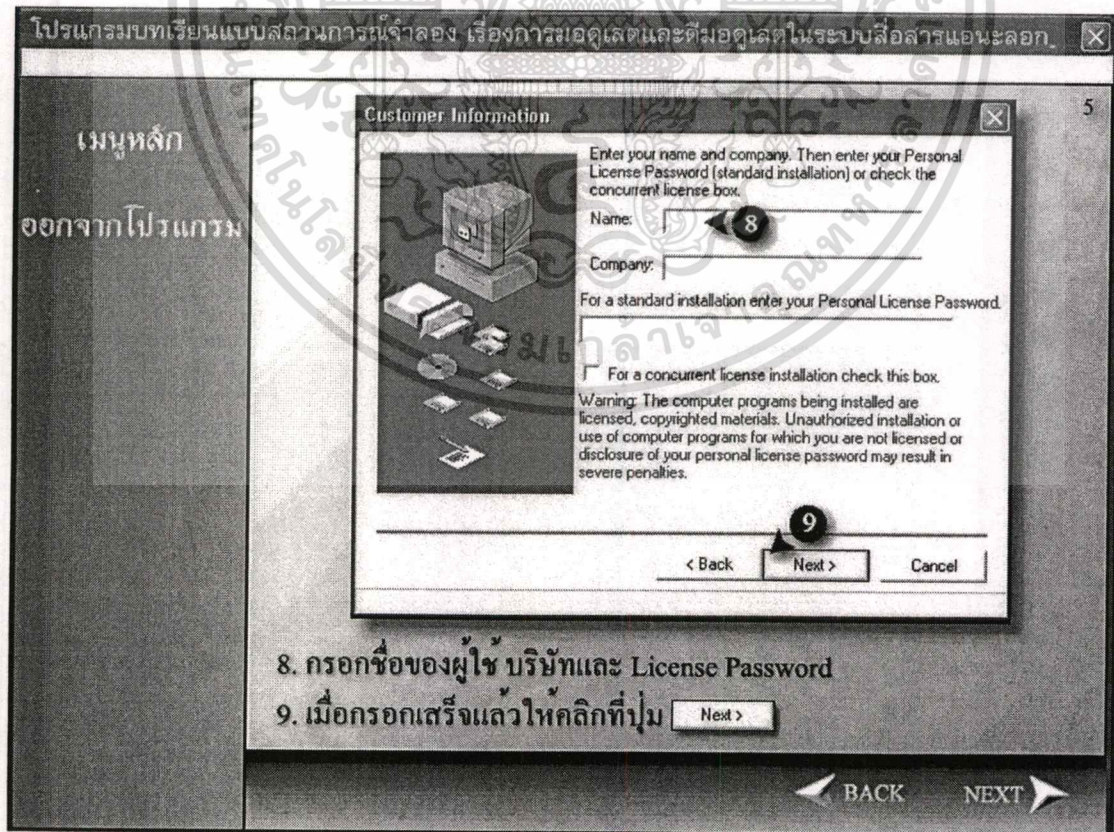
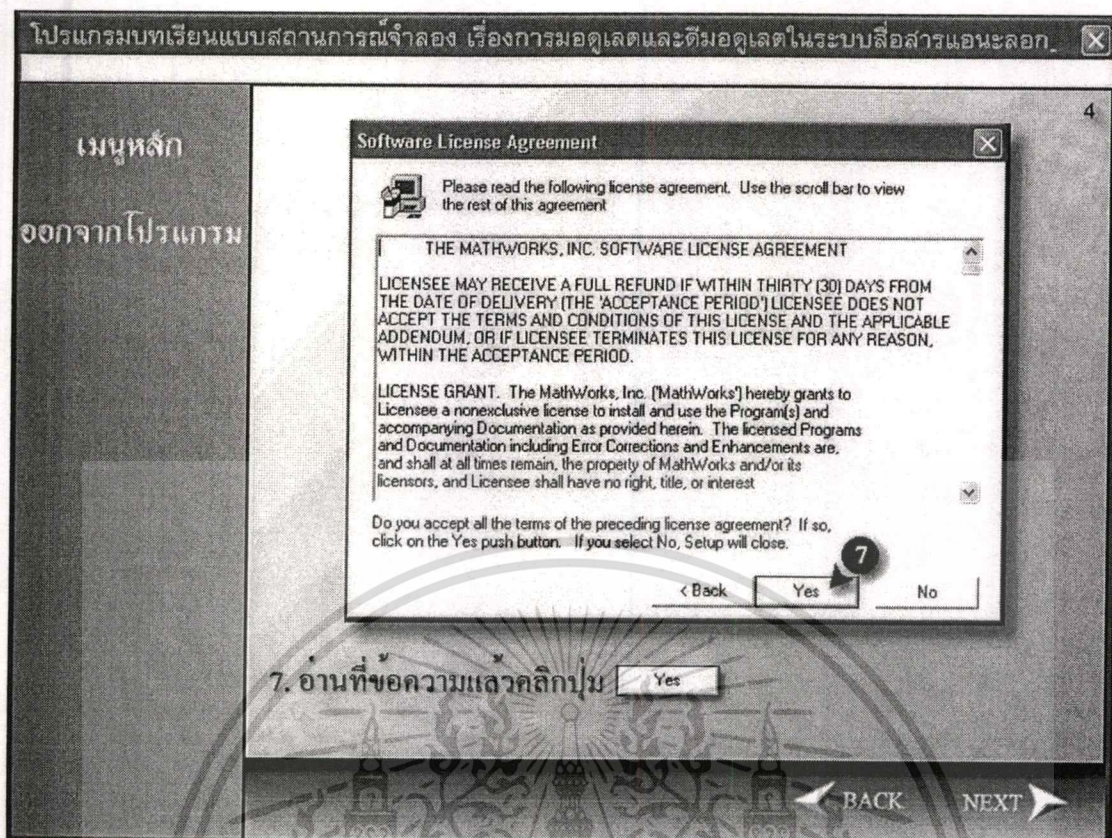
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมนูหลัก

ออกจากโปรแกรม

**6**

10. เลือกไดเรกทอรีที่จะติดตั้ง โปรแกรมเป็น C:\MATLABR11

11. เสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม **Next >**

← BACK    NEXT →

โปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการมอดูเลตและดีมอดูเลตในระบบสื่อสารแอนะล็อก

เมนูหลัก

ออกจากโปรแกรม

**7**

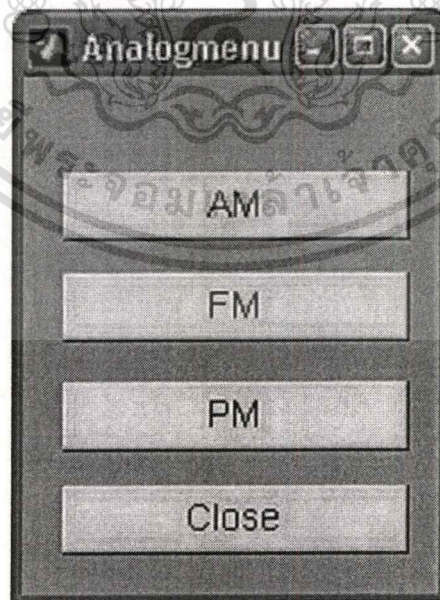
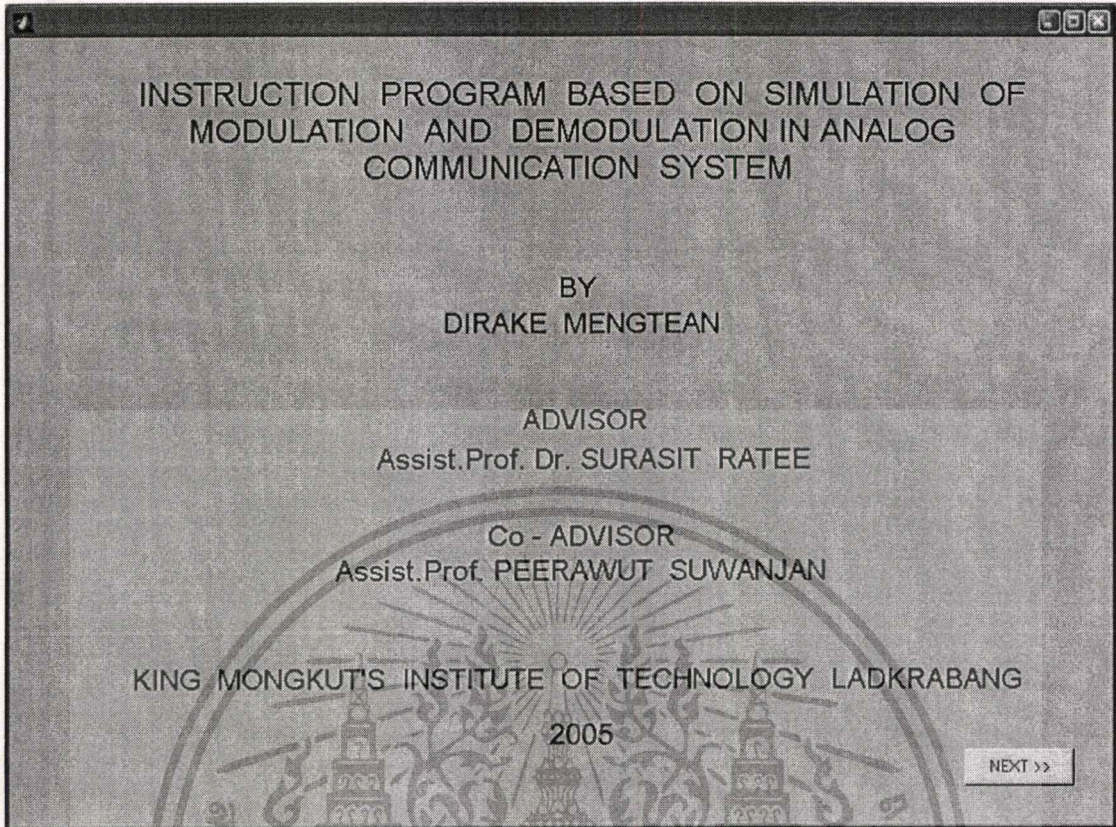
12. จะพบหน้าต่าง setup ปรากฏขึ้นมา โดยจะเริ่มติดตั้งโปรแกรมตั้งแต่ 0% จนถึง 100 %

13. คลิกที่ปุ่ม **Finish** เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

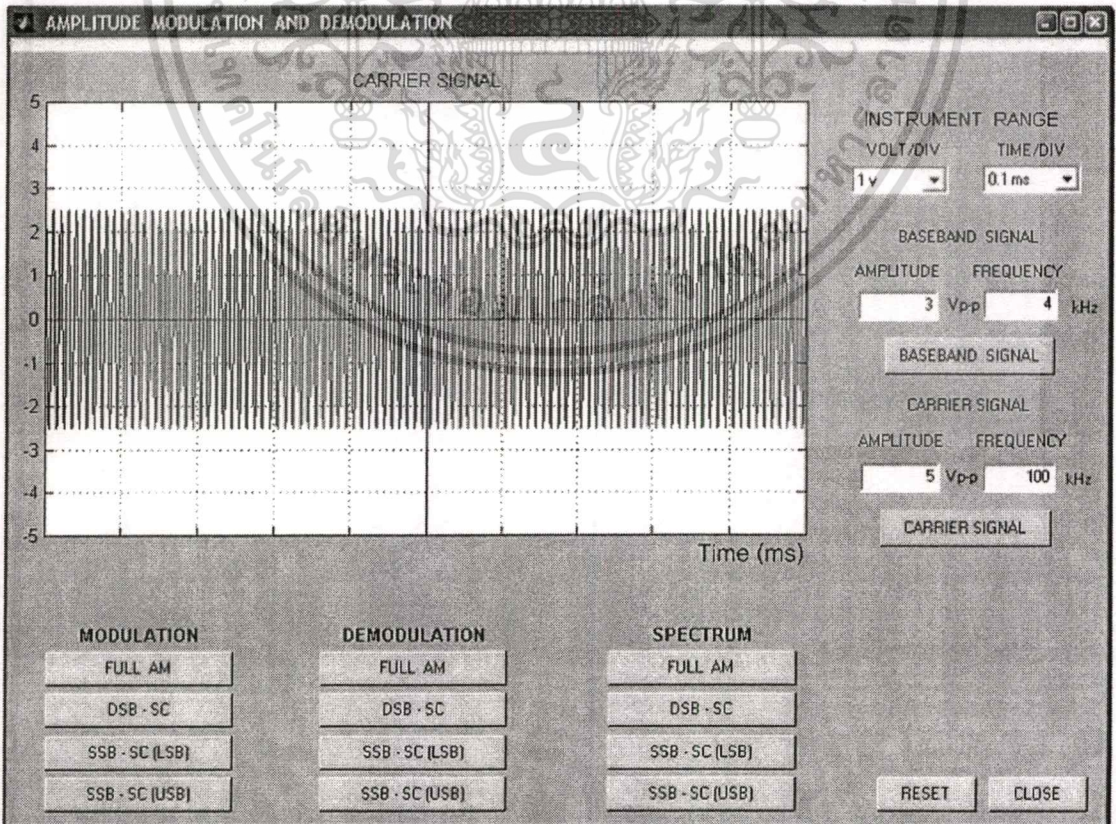
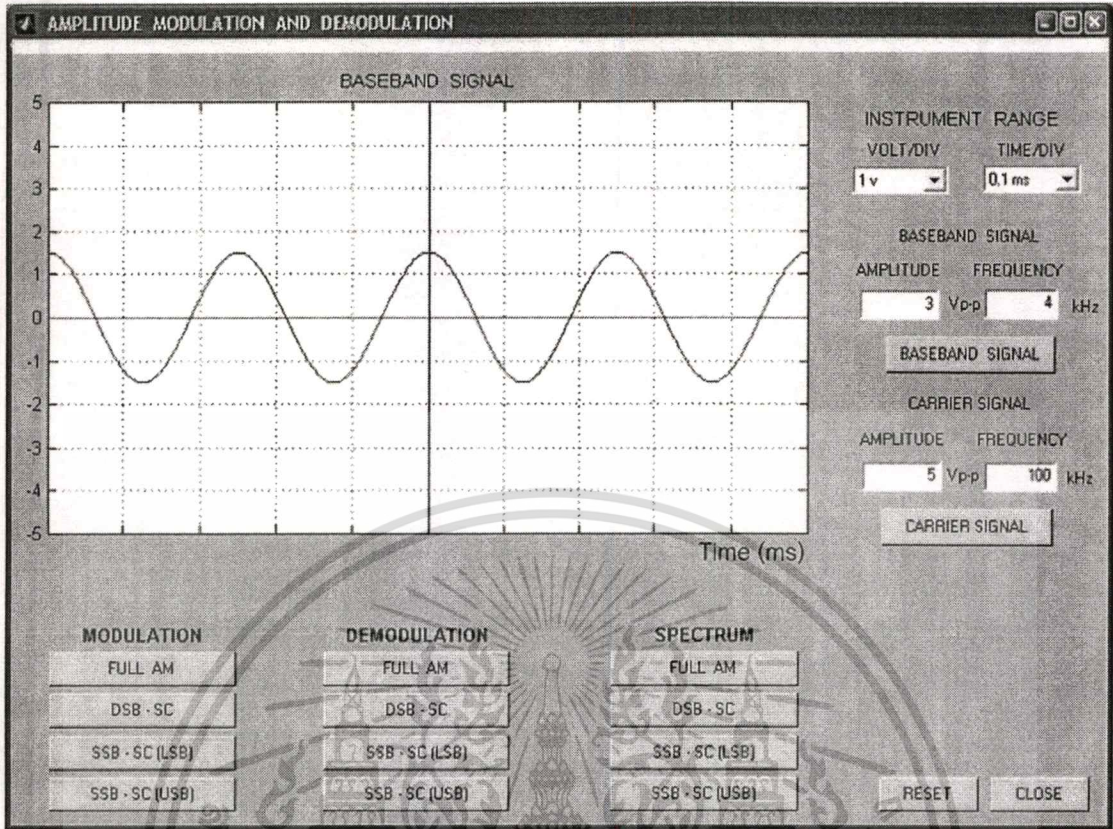
**คลิกออกจากโปรแกรมเพื่อทำการติดตั้ง โปรแกรม MATLAB**

← BACK    NEXT →

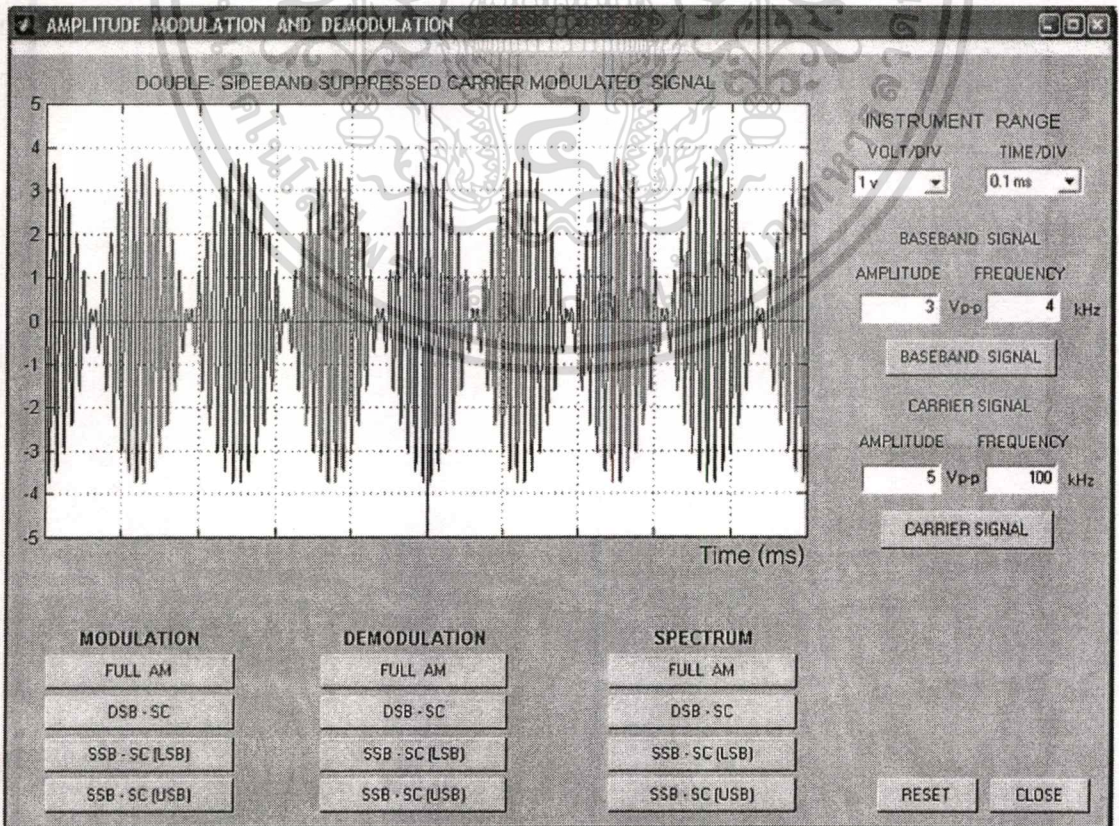
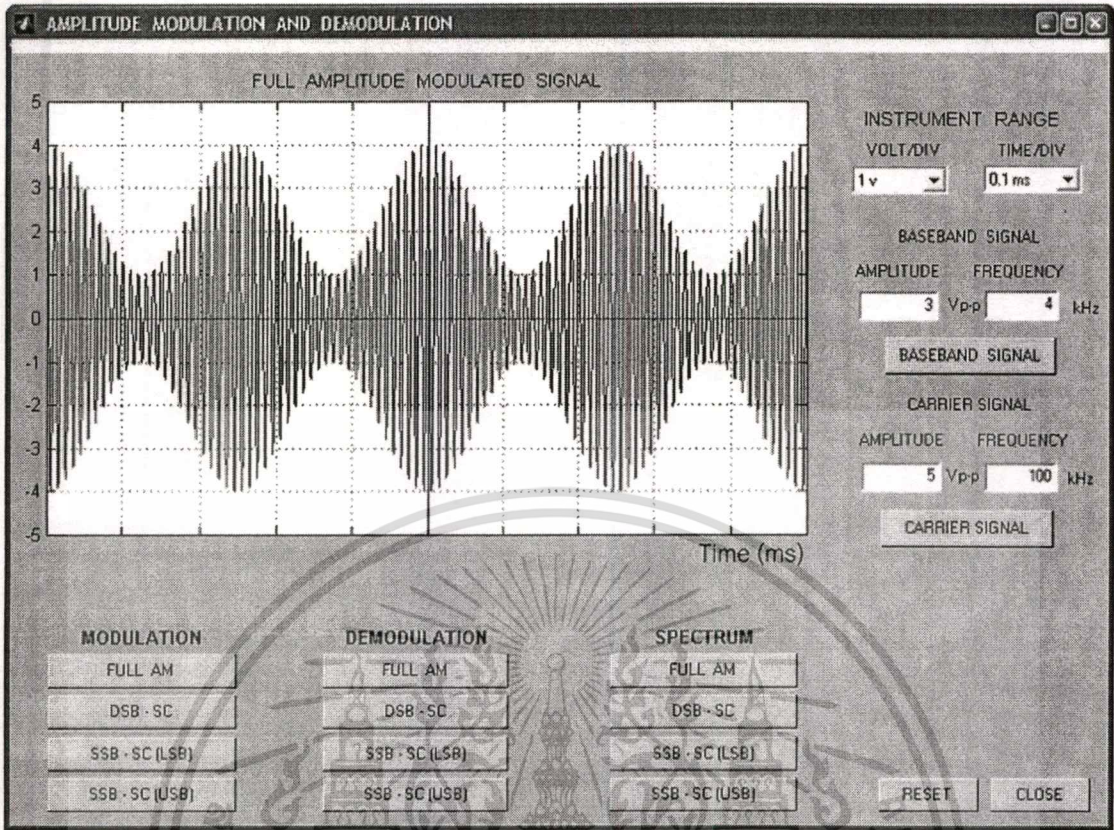
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



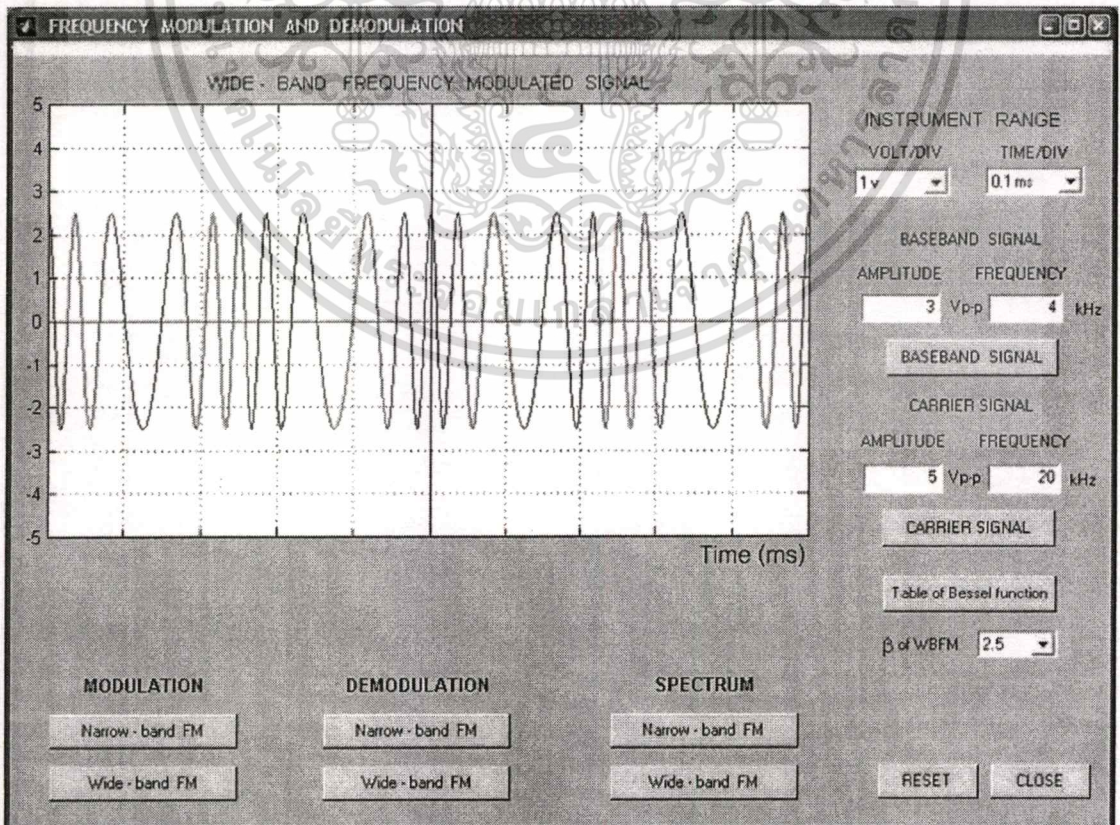
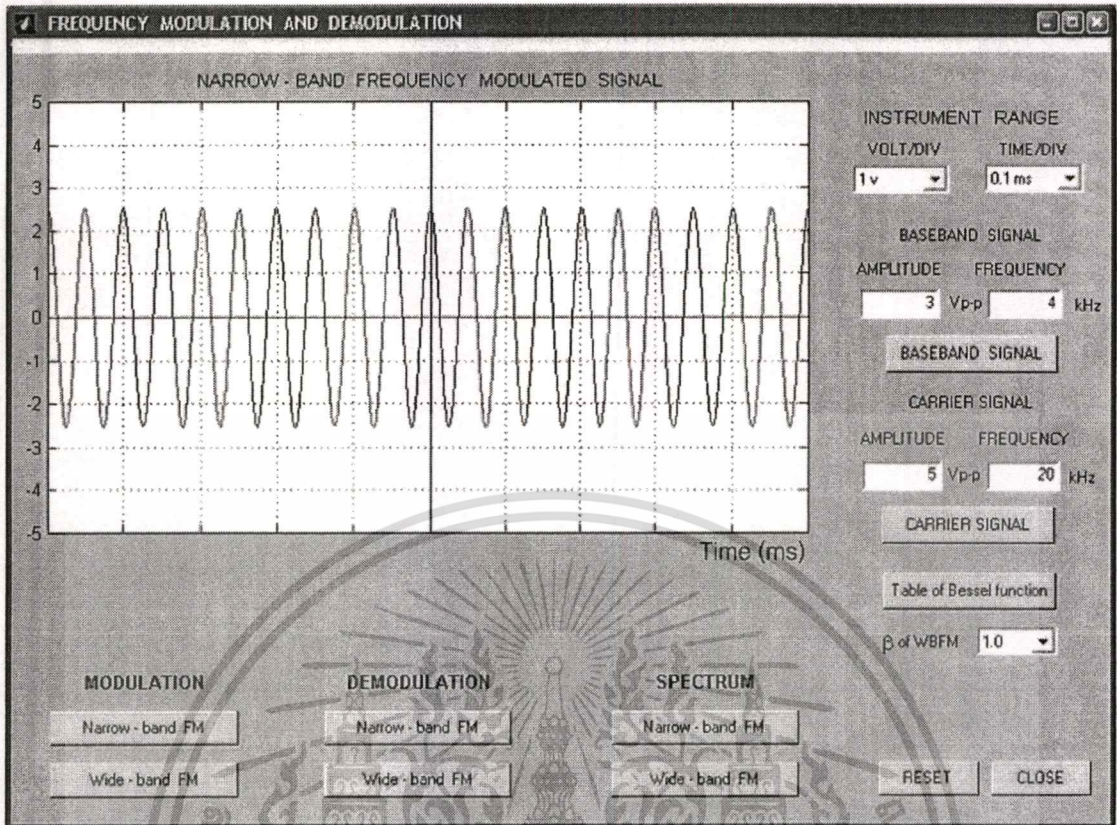
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



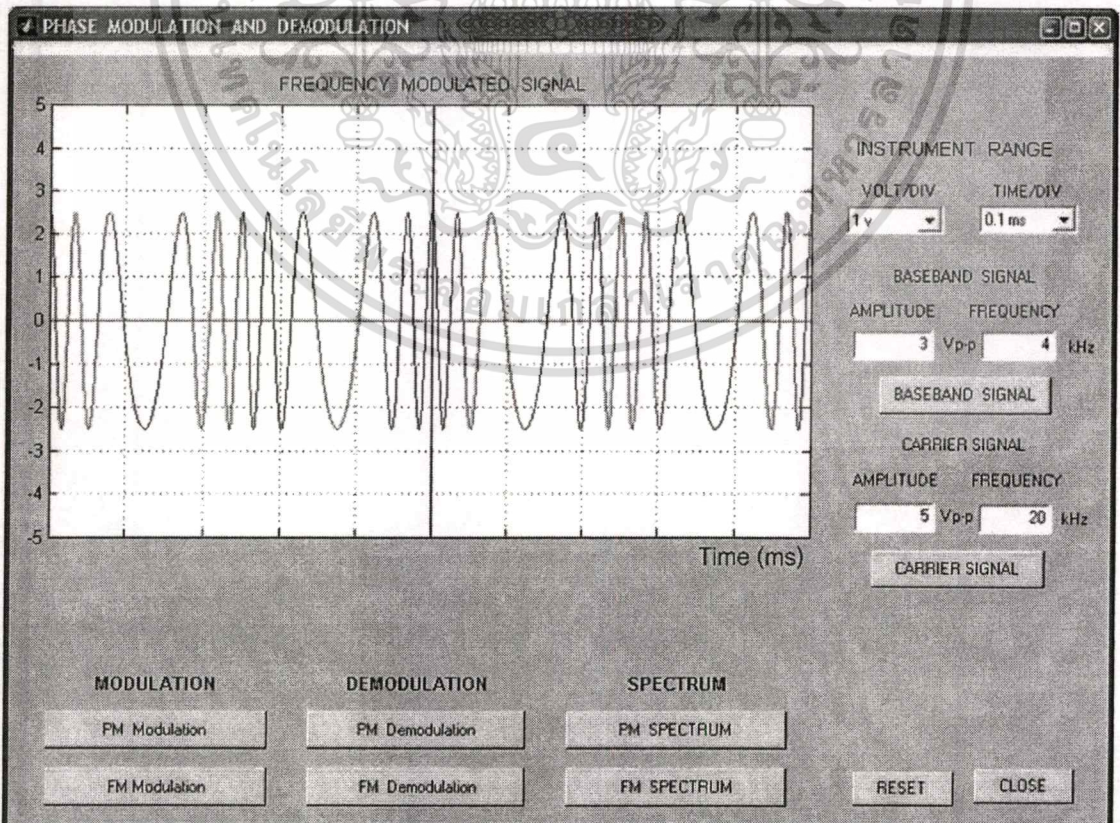
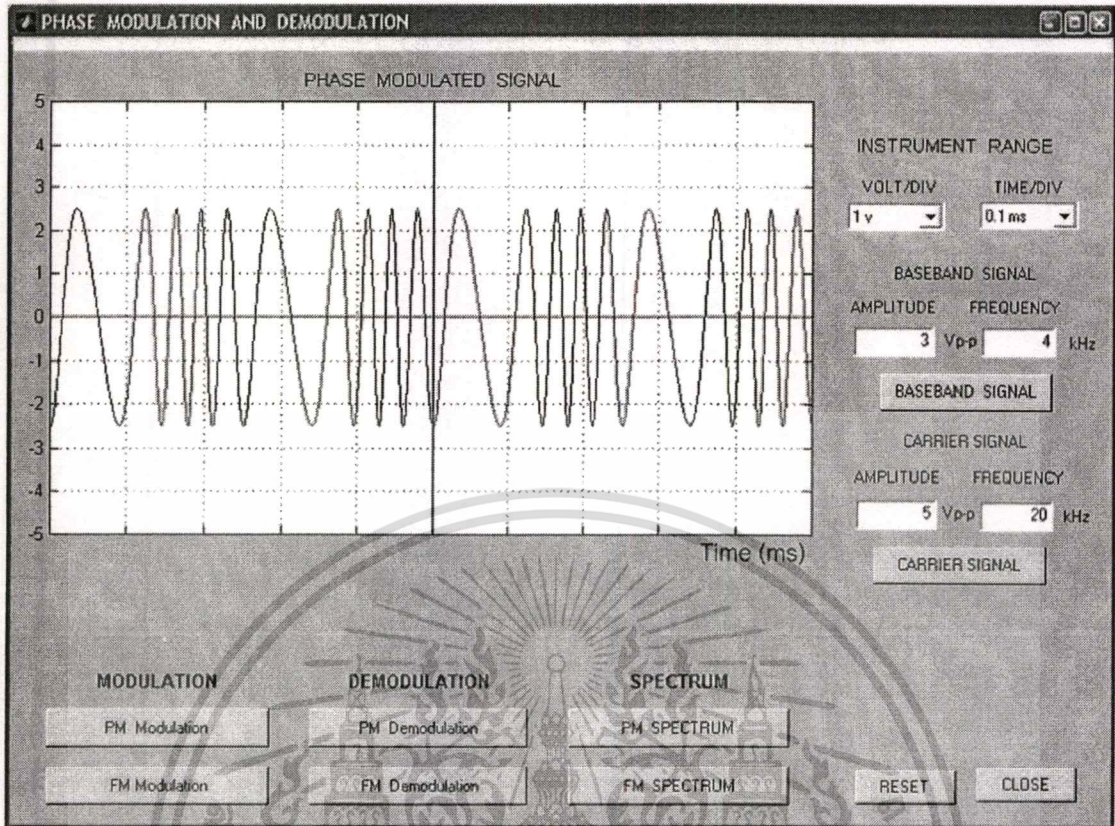
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



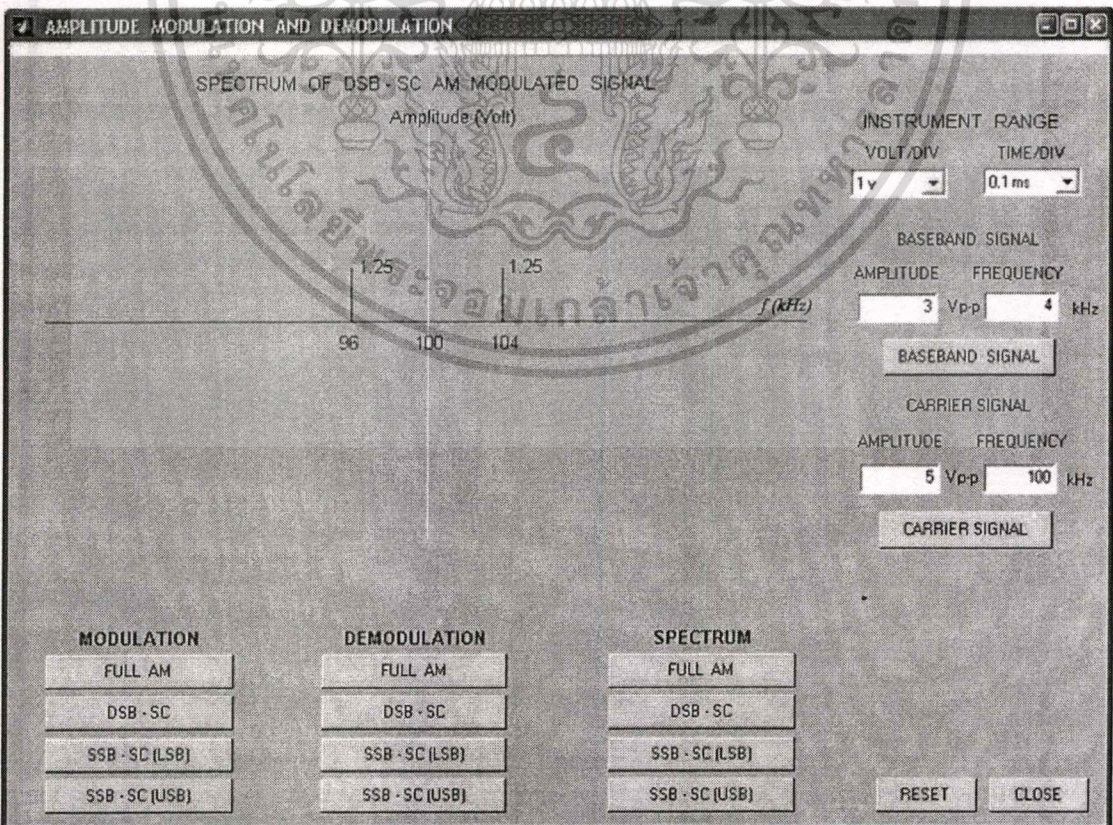
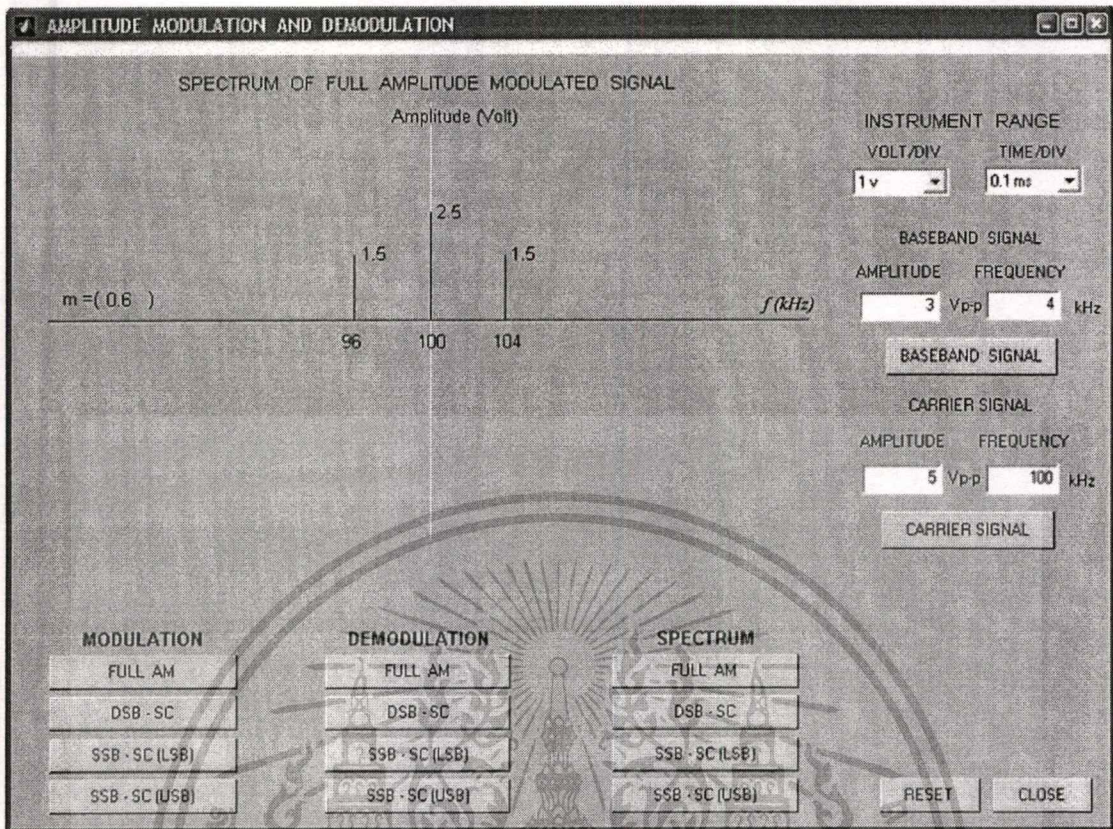
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



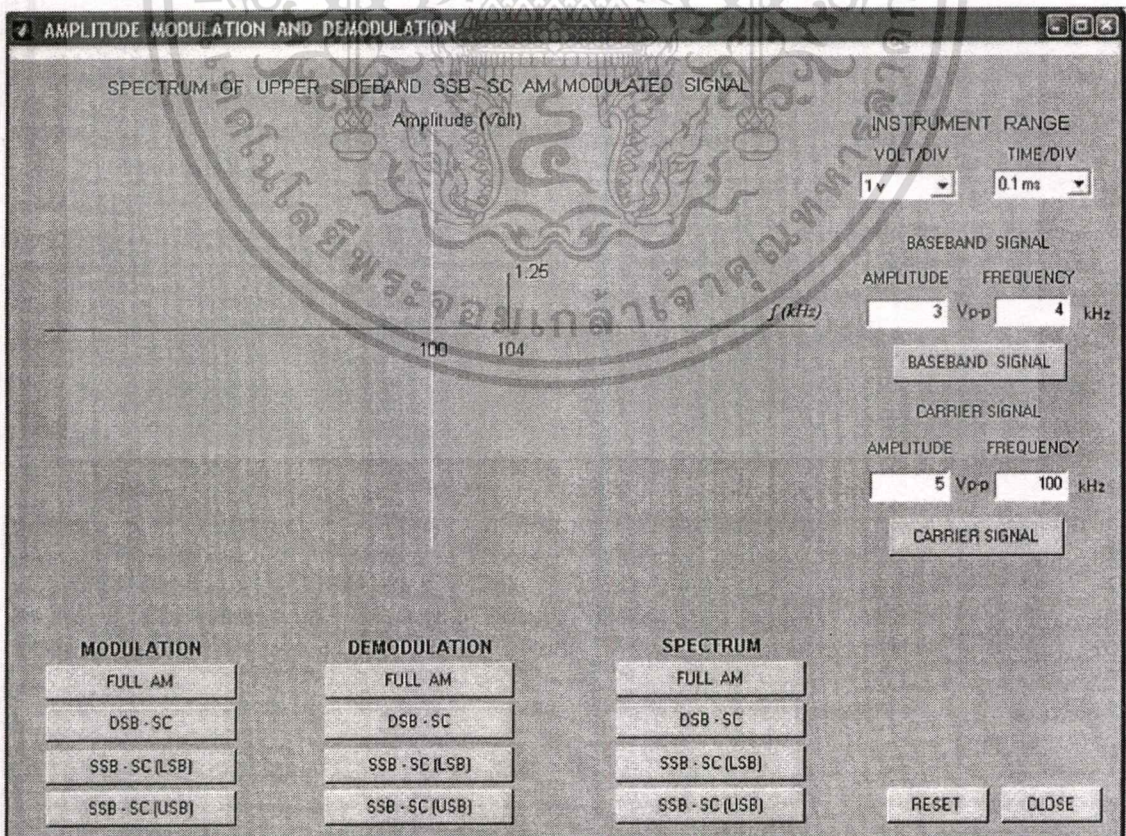
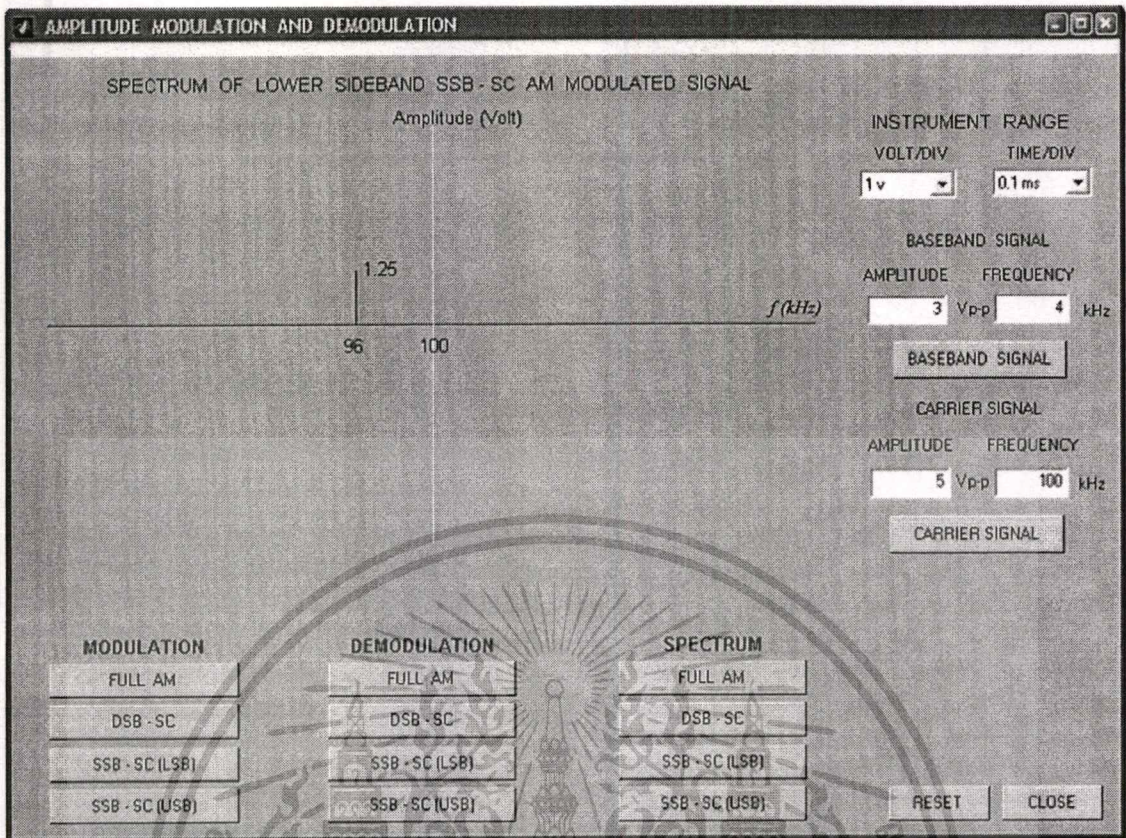
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FREQUENCY MODULATION AND DEMODULATION

Table of Bessel function values

Table of Bessel function values,  $\beta = 0 - 2.5$  (0.2 steps) and  $n = 0 - 8$  (after Betts, 1970)

n	J <sub>n</sub> (0.2)	J <sub>n</sub> (1.0)	J <sub>n</sub> (1.5)	J <sub>n</sub> (2.0)	J <sub>n</sub> (2.5)
0	+0.9900	+0.7652	+0.5118	+0.2239	-0.0484
1	+0.0995	+0.4401	+0.5579	+0.5767	+0.4971
2	+0.0050	+0.1149	+0.2321	+0.3528	+0.4461
3	+0.0002	+0.0196	+0.0610	+0.1289	+0.2166
4		+0.0025	+0.0118	+0.0340	+0.0738
5		+0.0002	+0.0018	+0.0070	+0.0195
6			+0.0002	+0.0012	+0.0042
7				+0.0002	+0.0008
8					+0.0001

RANGE  
TIME/DIV  
0.1 ms

SIGNAL  
FREQUENCY  
4 kHz

SIGNAL  
FREQUENCY  
20 kHz

SIGNAL  
el function  
2.5

Narrow - band FM  
Wide - band FM

RESET CLOSE

FREQUENCY MODULATION AND DEMODULATION

SPECTRUM OF NARROW - BAND FREQUENCY MODULATED SIGNAL

Amplitude (Volt)

$\beta = (0.2)$

INSTRUMENT RANGE  
VOLT/DIV  
1 V

TIME/DIV  
0.1 ms

BASEBAND SIGNAL  
AMPLITUDE  
3 V<sub>pp</sub>

FREQUENCY  
4 kHz

CARRIER SIGNAL  
AMPLITUDE  
5 V<sub>pp</sub>

FREQUENCY  
20 kHz

Table of Bessel function

$\beta$  of WBFM  
10

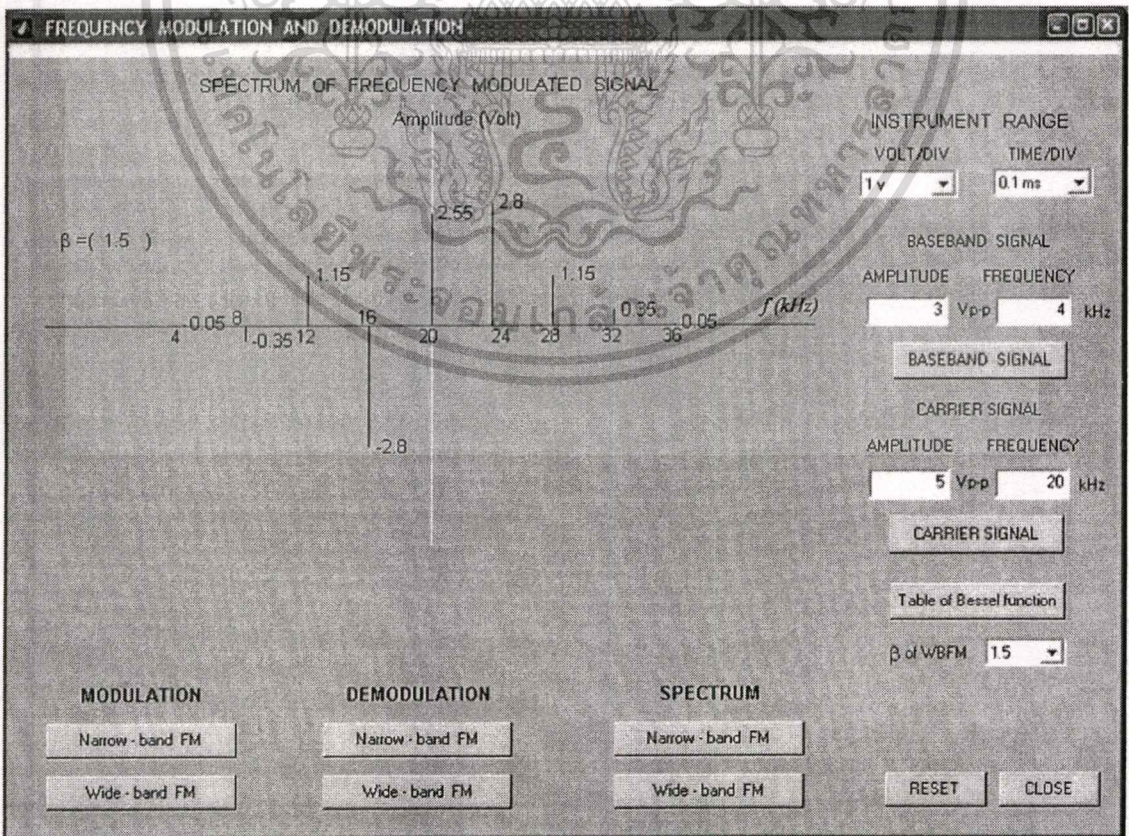
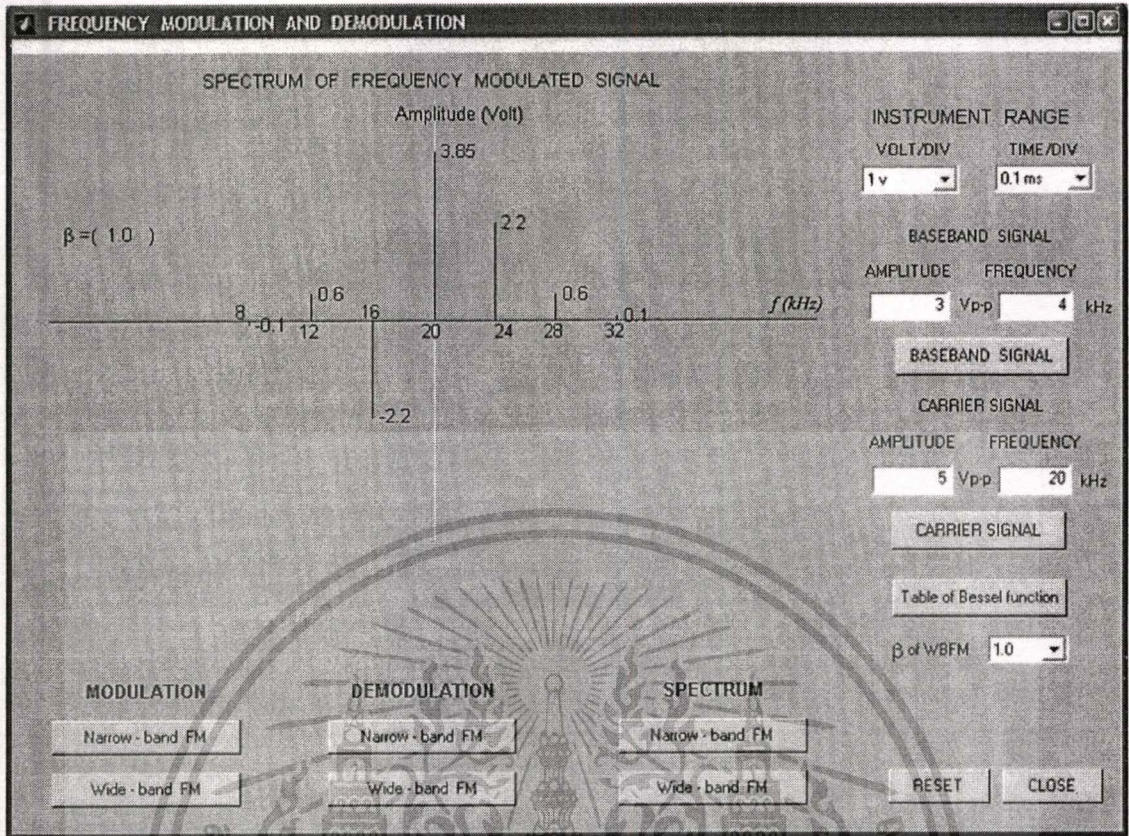
MODULATION  
Narrow - band FM  
Wide - band FM

DEMODULATION  
Narrow - band FM  
Wide - band FM

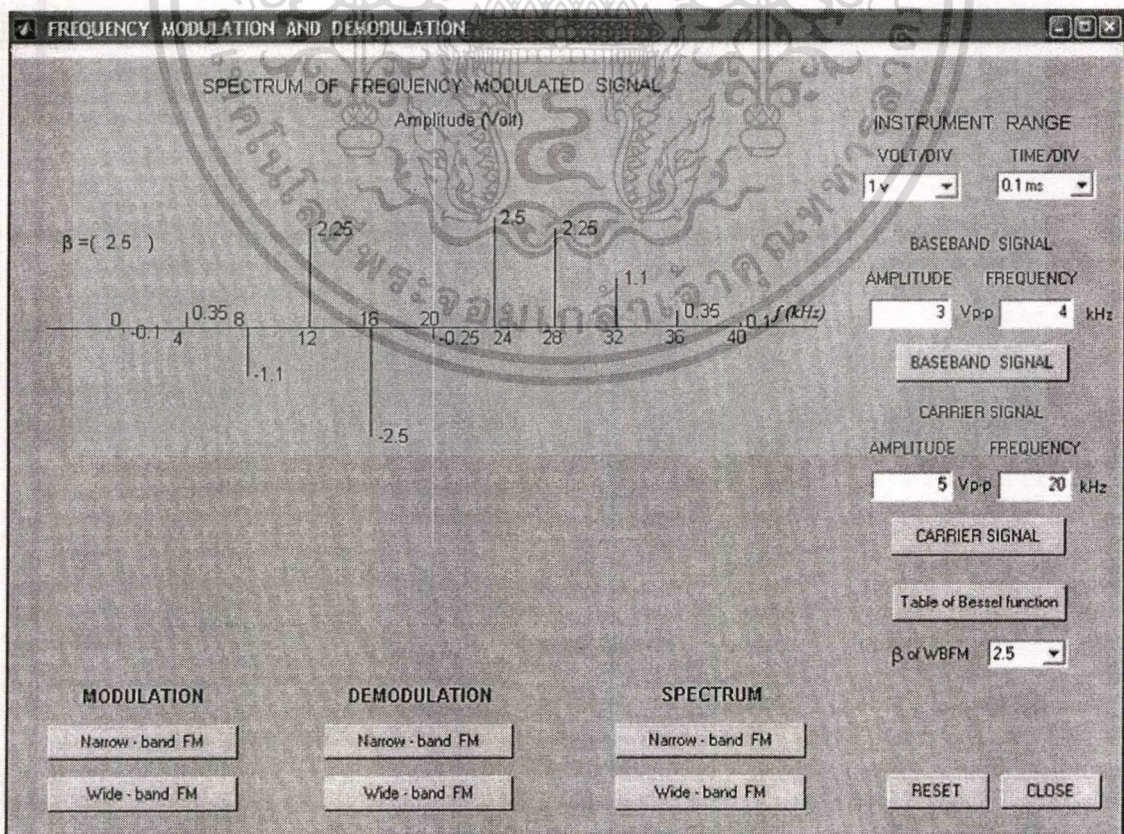
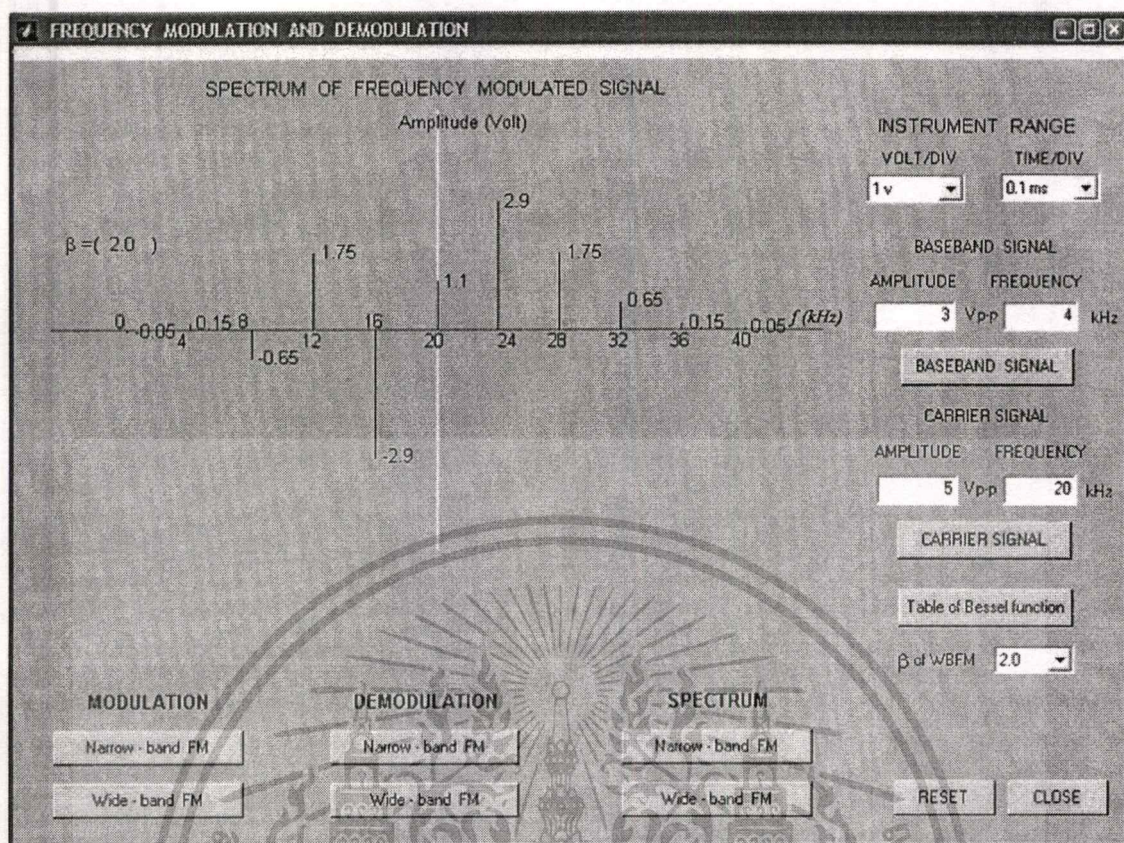
SPECTRUM  
Narrow - band FM  
Wide - band FM

RESET CLOSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายศิเรก เม่งเตียน
วัน เดือน ปี เกิด	22 ธันวาคม 2520
สถานที่เกิด	เพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	189 ถนนมาตยาวงศ์ ตำบลท่าราบ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543 ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2548 ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้