คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ

COMPUTER BASED TRAINING FOR MICROWAVE

ชิงชัย วรรณรักษ์
CHINGCHAI VANARACK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-532-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ

COMPUTER BASED TRAINING FOR MICROWAVE

ชิงชัย วรรณรักษ์

CHINGCHAI VANARACK

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....41534
วัน, เดือน, ปี 20 ก.พ. 2545

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-532-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER BASED TRAINING FOR MICROWAVE

CHINGCHAI VANARACK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATIONAL IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY

IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2001

ISBN 974-648-532-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ
COMPUTER BASED TRAINING FOR MICROWAVE

ชื่อนักศึกษา นายชิงชัย วรรณรักษ์

รหัสประจำตัว 41064519

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.โอวาท พูลศิริ

ผศ.อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	
ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	
ผศ.โอวาท	พูลศิริ	
ผศ.อัจฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	
ผศ.อรรถพร	ฤทธิเกิด	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 18 ตุลาคม 2544 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ
นักศึกษา	นายชิงชัย วรรณรักษ์
รหัสประจำตัว	41064519
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ. โอวาท พูลศิริ
	ผศ. อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและพัฒนา รวมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ในกลุ่มวิชาโทรคมนาคม วิชาไมโครเวฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีพุทธศักราช 2540 เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเน้นการเรียน และทดลองบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ได้เหมือนทดลองจริงๆบนชุดฝึก อาศัยหลักการจำลองสถานะการณ์ (simulation) ประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ จะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ E1 : E2 ต้องไม่น้อยกว่า 80 : 80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษากลุ่มทดลอง (เรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (เรียนโดยครูผู้สอนปกติ ตามใบงาน)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส.ปีที่ 2 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร เป็นกลุ่มเพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ จำนวน 20คน และกลุ่มทดลอง อีกจำนวน 20 คนจากวิทยาลัยเทคนิคสกลนครเดิม เพื่อนำไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิค นครราชสีมา จำนวน 20 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย

ผลการวิจัย สรุปได้ว่าบทเรียoคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ มีประสิทธิภาพอยู่ที่ E1 : E2 = 82.82 : 81.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลอง สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Computer Based Training for microwave
Student	Mr.Chingchai Vanarack
Student ID.	41064519
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Education Technology in Vocational and Technical Education
Year	2001
Thesis Advisor	Dr.Surasit Ratee
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor.Owat Poolsiri
	Assistant Professor.Atchara Suepsinskulchai

ABSTRACT

In this research , we have the objective to design , develop and find out the efficiencies of the Computer Based Training for microwave in tele-communication group subject microwave which is the 1997 Vocational Certificate curriculum. Students can study by themselves , on the basis of experiment on monitor of computer as they experiment on real microwave training set , by process of simulation. The efficiencies of CBT for microwave have to follow as specific standard value (E1 : E2 not lower than 80 : 80) and learning achievement of experiment group (learning by CBT for microwave) higher than control group (learning by teacher following job-sheet) as the hypothesis of this study.

The population samples of this study were the students in diploma level of electronic second year tele-comunication program at Sakolnakorn Technical College , they were the group to find out efficeincy of CBT for microwave 20 persons and more one group were experiment group 20 persons from the same Sakolnakorn Technical College to compare the learning achievement with the control group were the students in diploma level of electronic second year at Nakornrajchasima Technical College 20 persons by easy sampling .

The conclusion of studying Computer Based Training for microwave , the efficiency were E1: E2 equal 82.82 : 81.50 as the specific standard , and learning achievement between experiment group were higher than control group at 0.05 significant differences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบคุณ ดร. สุรสิทธ์ ราตรี ที่ได้ให้คำแนะนำตั้งแต่ต้น และช่วยทำให้จินตนาการของผู้วิจัย ในการแก้ปัญหาการเรียนการสอน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ในสาขาวิชาที่ชุดปฏิบัติการมีจำนวนน้อย การฝึกไม่เพียงพอ เป็นจริงขึ้นมาได้ รวมทั้งท่าน ผศ.โอวาท พูลศิริ ซึ่งเป็นผู้ใหญ่ที่ให้คำปรึกษา และติดตามงานอย่างต่อเนื่องและจดจ่อ แก้ปัญหาด้านแบบฟอร์มและหลักการเขียนตลอกเวลา ไม่ว่าจะเป็นที่ทำงานหรือที่บ้านท่านมิได้ปฏิเสธใดๆเลย และท่าน ผศ.อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไทย ซึ่งได้ให้คำแนะนำด้านการใช้สถิติเพื่อวัดผลและหาเหตุผลในการวิจัย ทำให้การวิจัยมีความสมบูรณ์และแปลความได้อย่างชัดเจน ท่านทั้งสาม ได้ให้ทั้งคำปรึกษาและกำลังใจ ความเป็นไปได้ของงาน จนผลงานสัมฤทธิ์ผลดังที่จินตนาการไว้

ขอกราบขอบคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ , ผศ.อรรพร ฤทธิเกิด ที่กรุณาตรวจสอบขั้นตอนการวิจัย และขบวนการวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำปรับปรุงเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและท่านให้คำแนะนำด้านงานวิจัยใหม่ ๆ ทั่วโลก ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดและจินตนาการได้อย่างเป็นระบบ และทันสมัย

ขอกราบขอบคุณ ท่านผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา อาจารย์ชิตชัย สุทธาศวิน , รศ.นิภา ลีลารุจิ และอาจารย์พลศาสตร เลิศประเสริฐ รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ อาจารย์ อาทิตย์ จิรวัฒนผล , อาจารย์ วิทยา นิลกำเนิด และ อาจารย์ ประเวศ ยอดยิ่ง ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาด้านเนื้อหา และด้านสื่อ ตรวจหาข้อบกพร่อง ให้นำมาปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์ รวมทั้งทำการประเมินเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบคุณ ท่าน ผอ. ทองทิพย์ ไชยทองสุก ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ท่าน ผอ. เจริญ ไชยสมคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ท่าน ผอ. อุดม ไชยเดชาธรผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา และคณะครูแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งสามวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและอนุญาต ให้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล จนงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบแทบเท้าหลวงตา มหาบัว ญาณสัมปันโน ที่ศิษย์ได้รับความเมตตาจากท่านหนังสือ ปฏิบัติธรรม สมาธิ อันนำมาซึ่งเพิ่มกำลังสมอง และจิตใจที่แจ่มใสในการคิดและจินตนาการงานวิจัยครั้งนี้ เป็นไปได้อย่างปลอดโปร่ง และสำเร็จได้ด้วยดี และกราบขอบพระคุณคุณแม่บังอร วรรณรักษ์ ขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ก็เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านทั้งหลาย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมาก คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอให้เป็นกุศลผลบุญ แด่ พ่อ แม่ ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ชิงชัย วรรณรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....6

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....6

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....7

1.5 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย.....7

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....8

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10

2.1 เอกสารเกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิชาไมโครเวฟ.....10

2.2 เอกสารเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์.....12

2.3 บทเรียนโปรแกรม.....15

2.4 เอกสารเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์.....18

2.5 เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....34

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....36

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 นักศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง.....40

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....41

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูล.....54

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล.....56

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....62

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2กลุ่ม.....64

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....65

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....65

5.2 ประชากรและและกลุ่มตัวอย่าง 65

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....66

5.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....66

5.5 สรุปผลการทำวิจัย.....68

5.6 อภิปรายผลการวิจัย.....68

5.7 ข้อเสนอแนะ.....69

บรรณานุกรม 72

ภาคผนวก.....78

ภาคผนวก ก 78

ภาคผนวก ข.....90

ภาคผนวก ค.....96

ภาคผนวก ง.....108

ภาคผนวก จ.....145

ภาคผนวก ฉ.....156

ประวัติผู้เขียน.....230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงรายละเอียดจำนวนชุดฝึกในสาขาโทรคมนาคมของแต่ละวิทยาลัย.....3

2.1 แผนการเรียนหลักสูตร ปวส.2540 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคนิคโทรคมนาคม ภาคเรียนที่ 3.....12

3.1 เกณฑ์การตีความหมาย.....52

3.2 (a) ผลการประเมินด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน.....53

3.3 (b) ผลการประเมินด้านสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน.....53

4.1 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2).....63

4.2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน ของทั้งสองกลุ่ม.....64

ผ.1 แบบประเมินเนื้อหา.....92

ผ.2 แบบประเมินสื่อ.....93

ผ.3 ผลการประเมิน ด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน.....94

ผ.4 ผลการประเมิน ด้านสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน.....95

ผ.5 การวิเคราะห์ ข้อสอบ 100 ข้อ (เลขข้อที่วงเล็บอยู่ข้างหน้าคือ ข้อที่มีเนื้อหาเดียวกัน).....97

ผ.6 แบบทดสอบ 50 ข้อซึ่งครอบคลุมเนื้อหาได้ทั้งหมด เรานำมาประเมิน.....101

ผ.7 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2).....103

ผ.8 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2).....104

ผ.9 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ผังห้องปฏิบัติการ Lab รวม....4
2.1 (a) รูปการต่อเชื่อมในแต่ละเฟรมแบบเชิงเส้น....25
2.1 (b) รูปการเชื่อมในแต่ละเฟรมแบบลำดับขั้น....25
2.1 (c) รูปการเชื่อมต่อเฟรมแบบไม่เชิงเส้น....26
2.1 (d) รูปการเชื่อมต่อเฟรมแบบประสม....26
2.2 แบบติวเตอร เขียนเป็น flow-chart....27
2.3 แบบฝึกหัดเขียน flow-chart....28
2.4 แบบจำลองสถานการณ์ เขียน flow chart....29
2.5 แบบเกมเขียน flow chart....30
2.6 แบบทดสอบเขียน flow chart....31
2.7 (a) ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียม....31
2.8 (b) ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน....31
2.9 (c) ขั้นที่ 3-7....32
3.1 เขียน flow chart....47
3.2 (a) สคริปต์ ของไตเติล....48
3.2 (b) ไตเติล บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ....48
3.3 flow chart การสร้าง CBT for microwave....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ความเป็นมา ในปัจจุบันนี้การเรียนการสอน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำสื่อชนิดต่างๆ เข้ามาเป็นหัวใจ รวมทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ หมวด 4 มาตรา 22 ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สิ่งนี้จะเป็นจริงได้ ต่อเมื่อสื่อ การเรียนการสอนดี และมีคุณภาพใช้ช่วยครูสอนได้ ดังนั้นการใช้สื่อการเรียนรู้ เช่นการนำภาพหรือสัญลักษณ์ในรูปแบบของทัศน์วัสดุ แทนการนำของจริงมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เพื่อเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติ ถ้าภาพเหล่านี้มีการเคลื่อนไหวมีการแสดงท่าทางต่างๆ ได้ ยิ่งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ชัดเจนและเป็นการเปลี่ยนสถานการณ์ ในการรับรู้ โดยหลักการแล้ว เป็นที่ยอมรับว่ามนุษย์เรียนรู้และเข้าใจ จากสิ่งที่เป็นของจริงได้มากที่สุด และไม่มีสื่อใดจะให้ความเป็นจริงได้มากเท่ากับของจริงโดยที่ สื่อแต่ละชนิดจะสามารถให้รายละเอียดของความเป็นจริง ตามลำดับชั้นของสื่อแต่ละชนิดนั้นๆ การใช้วัสดุแทนของจริง เช่นการใช้ภาพถ่าย ย่อมจะถ่ายทอดรายละเอียดต่างๆ ได้ดีกว่าภาพวาด ภาพลายเส้น ภาพการ์ตูน ภาพที่เคลื่อนไหวได้ หรือหมุนสามมิติได้ ย่อมให้รายละเอียดได้ดีกว่าภาพถ่ายธรรมดา สื่อชนิดต่างๆ อะไรที่ให้ความรู้ความ ความเข้าใจ ได้ดีเพียงใดนั้น จะต้องพิจารณาสิ่งอื่นๆประกอบอีก (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 73)

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วนั้น และประกอบทั้งการพัฒนาการอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง ทางด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถสูงและนำมาใช้เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสูงรวมทั้งสามารถรวมเอาสื่อต่างๆ เข้าร่วมประกอบกัน เพื่อให้รายละเอียดต่างๆมากขึ้น ซึ่งเรียกว่าระบบมัลติมีเดีย หรือสื่อประสม การใช้สื่อหลายๆชนิดร่วมกันเป็นการบูรณาการประสาทสัมผัสเข้าด้วยกันจะทำให้เกิดการเรียนรู้สูง (ชัยยงค์ พรมวงศ์. 2521 : 17) และยังสามารถช่วยแบ่งเบาภาระการเรียนการสอนให้แก่ครูได้มากขึ้น ช่วยการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างที่ไม่เคยคิดมาก่อน ประหยัดเวลา และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือล้นที่จะเรียน สามารถเพิ่มปริมาณผู้เรียนได้มากขึ้นรวมทั้งผู้ที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด จากการศึกษาเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนในสหรัฐอเมริกาพบว่า การรับรู้ที่ผ่านประสาทสัมผัสทางตา ประมาณร้อยละ 83 ทางหูร้อยละ 11 ทางจมูกร้อยละ 3.5 ทางกายร้อยละ 1.5 และทางลิ้นร้อยละ 1 (สมศรี วงศ์ชัยประทุม. 2536 : 9) ในด้านการศึกษาการส่งสารของมนุษย์มี 2 อย่าง คือ คลื่นแสงและคลื่นเสียง ซึ่งรับรู้ด้วยตา (Visual) และรับรู้ได้ทางหู (audio) ทางแสง การมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นได้ร้อยละ 83 ได้ยินทางหูร้อยละ 11 นอกนั้นเป็นทางกลิ่น รสสัมผัส (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2538 : 51) จากความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่ง มีความแตกต่างทั้งด้าน ร่างกาย ความรู้ ความสามารถ และระดับมันสมอง ความพร้อม สภาพแวดล้อมต่างๆ แม้ว่าจะจัดการเรียนการสอนแบบหลายทางแล้วก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ไม่เท่ากัน ดังคำกล่าวของ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ . 2536: 25) ว่า " การใช้หลักความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นเครื่องชี้นำ การจัดการเรียนการสอนและการผลิตสื่อ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนตามเวลาของตนเองมากว่า ตามความสามารถของตนเอง วิธีการเรียนและการใช้สื่อจะติดอยู่กับผู้เรียนอ่อนมากกว่าผู้เรียนเก่ง ทำให้แนวทางในการตอบสนอง ของผู้เรียนอ่อนและผู้เรียนเก่งถูกจำกัดให้เหมือนกัน ทั้งๆที่แต่ละคนจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ กันตามความสามารถของแต่ละคน " ตามคำกล่าวนี้ การที่เรานำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อประสม มีทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง รวมทั้งมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับสื่อที่ตนเองตอบสนอง และที่สำคัญการที่ผู้เรียนเลือกเรียนด้วยตนเอง ได้ตามเวลาที่ตนเองต้องการโดยไม่จำกัด ซึ่งสอดคล้องกับคำพูดที่ว่า"มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนตามเวลาของตนเองมากว่าตามความสามารถของตนเอง" บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงเข้ามาตอบสนองต่อสิ่งเหล่านี้ การจัดสถานการณ์อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นมี 4 ประการ

1. เปิดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกระทำ (active participation)
2. ป้อนข้อมูลย้อนกลับทันที (immediate feedback)
3. จัดประสบการณ์ที่เป็นผลสำเร็จ (successful experiences)
4. การประมาณการทีละน้อย (gradual approximation)

ซึ่งหลักการทั้ง 4 ข้อนี้ ยิ่งชี้ให้เห็นว่าบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถดำเนินการได้ตามหลักทั้ง 4 ข้อ เช่นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน คอมพิวเตอร์สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเช่นกด mouse"คลิก"จึงจะเปิดหน้าต่อไปสามารถให้คำชมเชยและคำแนะนำต่อผู้เรียนให้กระทำจึงจะเกิดผลในการเรียนการสอน สามารถป้อนข้อมูลย้อนกลับทันที เช่นแบบทดสอบสามารถบอกผลได้เดียวนั้น การรวมคะแนนและบอกเปอร์เซ็นต์ ที่ทำได้ทันทีที่จบการทดสอบ จัดประสบการณ์ที่เป็นผลสำเร็จ เช่นจัดลำดับการเรียนรู้เป็นขั้นตอน แสดงคำชมเชยเมื่อตอบถูก ทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจและการประมาณการทีละน้อย บทเรียนคอมพิวเตอร์ใช้หลักการมาจากบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีการจัดระบบการสอนไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยประกอบกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉงและมีลำดับขั้นตอนเรียนรู้ไปทีละเล็กละน้อย อย่างมีขั้นมีตอนผู้เรียนมีโอกาสใคร่ครวญตามทีละเล็กทีละน้อย และค่อยๆเกิดการเรียนรู้ ซึ่งถือได้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ แบบสื่อสารสองทาง (two-way communication)ผู้เรียนสามารถโต้ตอบได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 ความสำคัญของปัญหา ผู้ทำวิทยานิพนธ์ต้องสร้างชุดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟขึ้น เนื่องจากว่าในปัจจุบันนี้ อุปกรณ์ชุดฝึกปฏิบัติการ ที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาโทรคมนาคมอาทิเช่น

- ชุดฝึกสายส่งสายอากาศ
- ชุดฝึกการสื่อสารอนาลอก
- ชุดฝึกการสื่อสารดิจิตอล
- ชุดฝึกการสื่อสารด้วยระบบไมโครเวฟ
- ชุดฝึกการสื่อสารด้วยระบบไฟเบอร์ออปติค

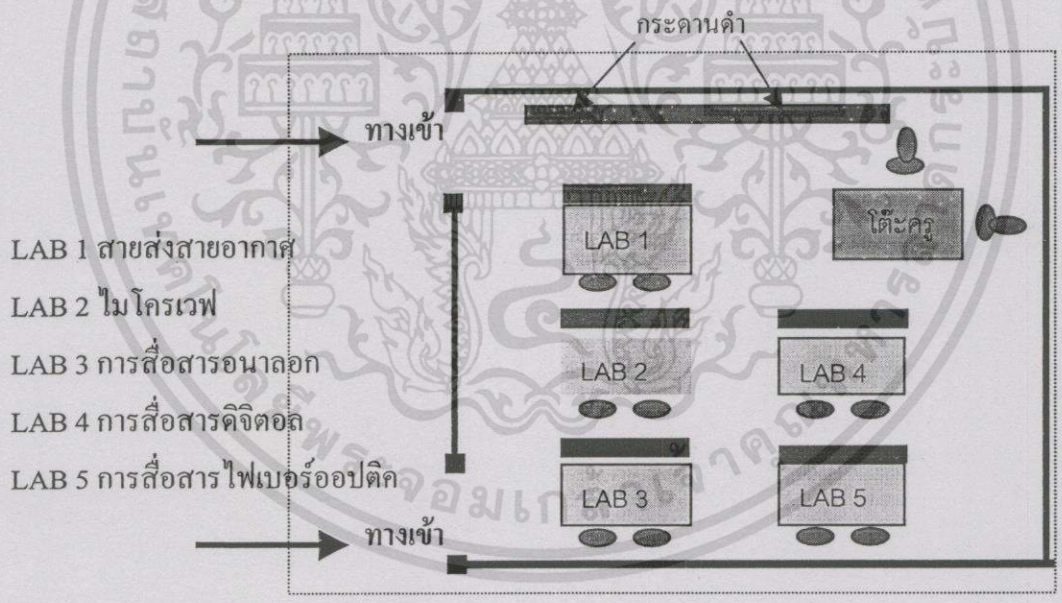
อุปกรณ์ชุดฝึกเหล่านี้มีราคาแพงมากตามตารางที่ 1.1 วิทยาลัยเทคนิคทั่วประเทศที่เปิดทำการสอนในระดับประกาศนียบัตรชั้นสูงสาขาโทรคมนาคม มีชุดฝึกในด้านนี้เพียง 1-2 ชุด

ตารางที่ 1.1 แสดงรายละเอียดจำนวนชุดฝึกในสาขาโทรคมนาคมของแต่ละวิทยาลัย

ชื่อวิทยาลัยเทคนิค จะใช้ตัวย่อว่า ว.ท.	ชุดฝึก ไมโครเวฟ	ชุดฝึกสายส่ง สายอากาศ	ชุดฝึกการสื่อ-สารอนาลอก	ชุดฝึกไฟเบอร์ ออปติค	ชุดฝึกการสื่อ สารดิจิตอล
ว.ท. นครราชสีมา	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	650,000บาท	200,000บาท	520,000บาท
ว.ท. อุบลราชธานี	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	5 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	650,000บาท	100,000บาท	520,000บาท
ว.ท. ขอนแก่น	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	350,000บาท	500,000บาท	450,000บาท	200,000บาท	400,000บาท
ว.ท. อุดรธานี	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	5 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	450,000บาท	450,000บาท	100,000บาท	520,000บาท
ว.ท. เลย	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	450,000บาท	200,000บาท	520,000บาท
ว.ท. กาฬสินธ์	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	450,000บาท	200,000บาท	400,000บาท
ว.ท. สุรินทร์	2 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	5ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	650,000บาท	100,000บาท	520,000บาท
ว.ท. บุรีรัมย์	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	400,000บาท	450,000บาท	200,000บาท	520,000บาท
ว.ท. ชัยภูมิ	1 ชุด	1 ชุด	1 ชุด	5 ชุด	1 ชุด
ราคาต่อ 1 ชุด	500,000บาท	500,000บาท	450,000บาท	100,000บาท	400,000บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า เรื่องที่สำคัญที่สุด คือนักเรียนลงปฏิบัติการ 1 กลุ่ม ประมาน 20 คน และบางวิทยาลัยต้องลงปฏิบัติถึง 2-3กลุ่ม นั่นคือนักศึกษา 1 กลุ่ม 20 คน โอกาศที่นักเรียนจะเข้าฝึกภาคปฏิบัติได้ครบทั้ง 20คนคงเป็นไปไม่ได้ นอกเสียจากครูจะทำการสาธิตให้นักศึกษาดูเท่านั้น หรือแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ถ้าวิทยาลัยแห่งนั้นมีชุดฝึกอยู่ 2 ชุด เช่นวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมามีชุดฝึกไมโครเวฟอยู่ 2 ชุดโดยแบ่งเป็นกลุ่มๆละ 10 คน จะมีผู้ลงปฏิบัติจับเครื่องไม้เครื่องมือได้เพียง 2 คน อีก 8 คนยืนดูอยู่ห่างๆ เมื่อปัญหาเกิดขึ้นเช่นนี้ จึงมีการคิดหาทางแก้ไข ว่าทำอย่างไรถึงจะสามารถทำให้นักเรียนมีโอกาสลงภาคปฏิบัติไมโครเวฟ ได้เกือบทุกคนหรือ 2 คนต่อ 1 ชุดการทดลอง ซึ่งถ้าลงทั้งหมด 20 คนพร้อมๆกันคงเป็นไปไม่ได้ ด้วยเหตุนี้เลยเกิดแนวคิดที่จะตั้งโต๊ะชุดฝึกการทดลองทั้ง 5 ชุด ไว้ในห้องปฏิบัติการซึ่งเรียกว่าห้องปฏิบัติการโทรคมนาคม โดยจัดห้องปฏิบัติการเป็นห้อง open entrance LAB หมายความว่าห้องนี้จะเปิดตลอดเวลาทำการ ตามผังห้องปฏิบัติการที่แสดงไว้ในรูปข้างล่าง ซึ่งภายในห้องปฏิบัติการมี LAB อยู่ถึง 5 โต๊ะการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสาขาโทรคมนาคม 5 วิชาคือ LAB1 สายส่งสายอากาศ LAB 2 ไมโครเวฟ LAB 3 การสื่อสารอนาลอก LAB 4 การสื่อสารดิจิตอล และ LAB 5 การสื่อสารไฟเบอร์ออปติค



รูปที่ 1.1 ผังห้องปฏิบัติการ Lab รวม

การจัดห้องปฏิบัติการเช่นนี้เน้นนักศึกษาเป็นศูนย์กลาง ภายในห้องปฏิบัติการมีอาจารย์ควบคุมอยู่สองท่าน หมายความว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ครูจะต้องคุมปฏิบัติการทั้ง 5 LAB ซึ่งแตกต่างกันไปพร้อมๆกัน

- ครูจะต้องเปิดห้องปฏิบัติการไว้ตลอดเวลาทำการ นักศึกษาสามารถจัดตารางเรียนลงปฏิบัติการได้ด้วยตนเอง นักศึกษาทั้งกลุ่ม 20 คน สามารถลงแต่ละ LAB ได้ครั้งละ 2 คน นั่นหมายความว่าลงปฏิบัติการได้ 10 คน ในเวลาเดียวกัน แต่แยกเป็นประจำโต๊ะ LAB 1 – LAB 5 ด้วยการแก้ไขโดยใช้ห้องปฏิบัติการเปิดเช่นนี้ สามารถทำให้นักศึกษาทุกคนมีโอกาศลงปฏิบัติกับเครื่องมือจริงได้ทุกคน ทุกกลุ่ม

1.1.3 สรุปปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้น

1.1.3.1 ชุดฝึกมีราคาแพงมากแต่ละวิทยาลัยสามารถจัดหาได้เพียง1-2 ชุดเท่านั้น ตามเอกสารอ้างอิงในหน้าที่ผ่านมา

1.1.3.2 การลงปฏิบัติการ1-2 ชุดฝึก ในขณะที่นักศึกษามี 20 คนต่อกลุ่ม ทำได้เพียงแค่สาธิตเท่านั้นหรือแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 10คน ซึ่งมีผู้ที่ทดลองจริงๆเพียง 2-3คน นอกนั้นยืนดูเมื่อมีการแก้ไขโดยใช้ห้องปฏิบัติการเปิด เพื่อใช้ช่วยแก้ปัญหา ตามเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว เพื่อหมุนเวียน LABทั้ง 5 LAB นั้น สามารถแก้ปัญหาได้ ทำให้นักศึกษาเกือบทุกคนได้มีโอกาศลงปฏิบัติการจริง จากชุดทดลอง ทั้ง 5 LAB โดยการหมุนเวียน แต่ก็มีปัญหาใหม่เกิดขึ้นคือ

1.1.3.3 ครูไม่สามารถอธิบายใช้เวลาชี้เฉพาะชุดฝึกหนึ่งชุดใดได้ ในห้อง LAB รวมนี้

1.1.3.4 ครูต้องทำงานหนักมาก เพราะต้องแก้ปัญหาทุก LAB ที่เกิดขึ้น อาจเกิดขึ้นในเวลาที่พร้อมๆกัน

1.1.3.5 ครูต้องเฝ้าห้องปฏิบัติการตลอดเวลาทำการ

1.1.3.6 ครูต้องอธิบายซ้ำๆซากๆทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

1.1.3.7 การเตรียมใบงานทั้ง 5 ชุดการทดลองที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ยุ่งยากและซับซ้อน

จากการปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ถึงวิธีการที่จะนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยสอนภาคปฏิบัติได้หรือไม่ สืบเนื่องจากปัญหาที่ได้กล่าวถึง เรื่องห้องปฏิบัติการเปิด ในลักษณะ open entrance LAB. เช่นห้องปฏิบัติการโทรคมนาคมดังที่กล่าวมาแล้ว ครูจะเหนื่อยมากและอธิบายซ้ำซ้อน ท่านได้ให้ข้อแนะนำว่า ควรจะใช้เป็นแบบ Computer Based Training (CBT) ซึ่งหมายความว่า คอมพิวเตอร์จะช่วยอธิบายทฤษฎีหน้างาน โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน คล้าย CAI สามารถกด “คลิก” เมาส์คำที่ต้องการอธิบายให้เข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น ยิ่งกว่านั้นสามารถ “คลิก”เมาส์ดูภาพ หรือภาพเคลื่อนไหวซ้อนๆลงไปได้ มีเสียงมีภาพประกอบคำอธิบายแต่ที่แตกต่างจากCAIคือ สามารถแสดงขั้นตอนการทดลองโดยลำดับภาพอุปกรณ์มาต่อเป็นชิ้นๆได้ และสามารถทดลองสถานการณ์จำลอง simulation ผลการทดลองที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับมิเตอร์ที่ทำการวัด ทดลองหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยการ simulation การเปลี่ยนแปลง คล้ายการลงปฏิบัติจริงเช่นการปรับจูน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อมิเตอร์ ที่ใช้ในการวัดนั้น ทำให้เข้าใจการทดลอง และผลที่จะเกิดขึ้นต่อการทดลอง จากนั้นก็เข้าสู่การทดลองจริงกับชุดฝึกที่อยู่ข้างๆ CBT นั้น แล้วนำผลการทดลองบนชุดฝึกจริง ป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลการทดลองนั้น ถ้าถูกต้องจะยืนยันการทดลองถูกต้อง และเพื่อยืนยันว่าได้ทำการทดลองจริง นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดหลังจบการทดลองที่ 1 (E1) ซึ่งมีคำถามทั้งเนื้อหาและผลการทดลอง เพื่อยืนยันว่า ได้ลงปฏิบัติการที่ชุดฝึกจริง เหตุนี้ทำให้ผู้ทำวิจัยต้องศึกษาเพิ่มเติมจาก CAI เช่นการ simulation การหมุนภาพชิ้นงาน 3 มิติ จากการศึกษาและทดลองเพิ่มเติมในโปรแกรม Director 6.5 พบว่าโอกาสที่จะสร้างภาพ simulation เป็นไปได้ และโปรแกรม 3 D- animation lead ก็คิดว่าโอกาสที่จะหมุนภาพชิ้นงานมีโอกาสที่จะเป็นไปได้ ถ้าสามารถใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยสอน และอธิบายเสริม ประกอบอยู่กับชุดฝึก ภายในห้องปฏิบัติการ LAB รวม ทั้ง 5 LAB นั้น จะแก้ปัญหาทั้งหมดลงได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยสอนภาคปฏิบัติได้โดย ผู้เรียนสามารถนำแผ่นซีดีรอมไปเรียนรู้และทดลองที่บ้าน โดยการ simulation บนหน้าจอมอนิเตอร์ ในกรณีที่ผู้เรียนมีคอมพิวเตอร์ที่บ้าน นอกจากนั้นยังมีแบบฝึกหัดทดสอบระหว่างเรียน (E1) และ final-test (E2) เช่นเดียวกันกับ CAI ผู้ทำวิทยานิพนธ์ มีความคิดที่จะสร้างในวิชาที่ตนเองถนัดที่สุด คือวิชาไมโครเวฟ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพ ในหลักการ ของ R & D เพื่อตรวจสอบว่าจะมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับใด และจะต้องแก้ไขพัฒนาจุดใด เพื่อให้ CBT ที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งจะนำมาซึ่ง การช่วยแก้ปัญหาห้อง open entrance LAB ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ซึ่งใช้ร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติไมโครเวฟ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มควบคุม สอนโดยครูผู้สอนปกติและกลุ่มทดลองสอนโดย CBT for microwave ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 การเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่กำหนดคือ E1 : E2 ไม่น้อยกว่า 80 : 80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า กลุ่มควบคุมซึ่งปฏิบัติตามใบงานโดยการสาธิตและควบคุมการปฏิบัติโดยครูผู้สอนปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง ปวส. ปีที่2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร และวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา จำนวน 80 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง เราใช้กลุ่มนักศึกษา ระดับชั้นประกาศนียบัตรชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 จากทั้งสองวิทยาลัย เป็นจำนวน 60 คน

1.4.2.1 กลุ่มที่ 1 นักศึกษา ปวส.2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 20 คน หาประสิทธิภาพ

1.4.2.2 กลุ่มที่ 2 นักศึกษา ปวส.2วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร 20คน กลุ่มทดลอง เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

1.4.2.3 กลุ่มที่ 3 นักศึกษา ปวส.2 วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา 20 คน กลุ่มควบคุม เรียนตามใบงานและคู่มือการสอนโดยครู

1.4.3 เนื้อหาใช้เนื้อหาในการทดลองที่ 1 การทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 3 จากการทดลองทั้งหมด 10 การทดลอง ในวิชาไมโครเวฟ ภาคปฏิบัติ รหัสวิชา 3105-2304 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทช่าง อุตสาหกรรมสาขาอิเล็กทรอนิกส์

1.4.4 แบบทดสอบ จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง คือ 1. GUNN-oscillator 2.ความถี่ fo ความยาวคลื่น λo , λc , λg และ 3. การทดลอง Doppler effect Radar เราสร้างแบบทดสอบขึ้น ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทั้ง 3การทดลอง ให้ครอบคลุมเนื้อหาและการทดลองทั้งสาม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีพุทธศักราช 2540

1.4.5 ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

1.4.5.1 ตัวแปรต้นคือวิธีการเรียนสองกลุ่มคือกลุ่มแรก เรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่สอง เรียนโดยครูผู้สอนปกติ

1.4.5.2 ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

1.5 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2 การสร้างเครื่องมือในการดำเนินการวิจัย

1.5.2.1 สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)

1.5.2.2 สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนจบแต่ละ 1 การทดลอง (E1)

1.5.2.3 สร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2.4 สร้างแบบประเมินบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

1.5.3 การหาประสิทธิภาพ ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ CBT for microwave)

1.5.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.5.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีความสามารถใช้คอมพิวเตอร์ ระบบมัลติมีเดียได้ดีพอสมควร และเป็นนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2

1.6.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคปฏิบัตินี้ จะใช้แบบทดสอบที่ผู้ทำการวิจัยสร้างและออกแบบขึ้น และนำไปหาความยากง่าย ความเชื่อมั่น และเลือกข้อที่มีมาตราฐาน ซึ่งครอบคลุมหลักสูตร นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผล

1.6.3 การพัฒนาสื่อในระดับที่ถือว่า มีประสิทธิภาพ คือผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนหลังจบ 1 การทดลอง (E1) ได้ไม่น้อยกว่า 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2) ได้ไม่น้อยกว่า 80% หมายความว่า E1 : E2 ไม่น้อยกว่า 80 : 80

1.6.4 โปรแกรมที่ใช้สร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) เราใช้ถึง 3 โปรแกรมคือ 1. Authorware 2 . โปรแกรม 3D Animation Lead 3. โปรแกรม Photo-Shop

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ประชากร หมายถึงนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์สาขาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา และวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

1.7.2 กลุ่มทดลอง หมายถึงกลุ่มสอนโดยใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ซึ่งบรรจุการเรียนการสอนในแผ่น ซีดี-รอม สามารถเรียนโดยใช้สื่อรวมหลายชนิดในแผ่น มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ที่สำคัญมีการทดลองบนหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยขบวนการ จำลองสถานะการณ์เหมือนลงปฏิบัติจริงๆบนชุดฝึก สามารถเรียนซ้ำๆได้หลายครั้งตามความต้องการของผู้เรียน จากนั้นลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึก ที่ตั้งอยู่บนโต๊ะเดียวกันกับคอมพิว- เตอร์ นำข้อมูลจากการทดลอง ใส่ลงที่คอมพิวเตอร์เพื่อตรวจค่าความถูกต้อง ถ้าผลที่ใส่ถูกต้องคอมพิวเตอร์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปสู่การลงทะเบียนเพื่อ ทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบระหว่างเรียน หลังจบ 1 การทดลอง (E1)ที่เครื่องคอมพิวเตอร์

1.7.3 กลุ่มควบคุม หมายถึงกลุ่มซึ่งสอนโดยครู ดำเนินการสอนโดยปกติโดยใช้ชุดฝึกและใบงานที่มีอยู่ ครูใช้วิธีสาธิตให้นักเรียนดู และให้นักเรียนลงปฏิบัติที่ชุดฝึก ตามขั้นตอนของใบงาน โดยครูควบคุมและดูแลอย่างใกล้ชิด

1.7.4 ใบงาน หมายถึง การเรียนรู้ภาคปฏิบัติการ ตามลำดับ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน รวมทั้งบันทึกผลของการปฏิบัติลงในตารางที่กำหนดหรือวาดรูปลงในตารางรูปกราฟ

1.7.5 เนื้อหา หมายถึงทฤษฎีหน้าใบงาน ให้ความรู้ ในส่วนความรู้ ความจำ เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่เป็นทฤษฎีประกอบการทดลอง

1.7.6 ชุดฝึก หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ฝึก ชุดปฏิบัติการ โดยมีใบงานประกอบการฝึก อย่างชัดเจนและตรงตามหลักสูตรของกรมที่กำหนด

1.7.7 CBT for microwave มาจากคำเต็ม คือ Computer Based Training for microwave หมายถึงชุดคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งออกแบบช่วยสอนภาคปฏิบัติในวิชาไมโครเวฟ มีการสอนแบบจำลองสถานการณ์ มีการเคลื่อนไหวภาพ 3มิติ เพื่อเกิดความรู้และทักษะด้านปฏิบัติ

1.7.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถทางสมอง ทักษะทางวิชาการ ตลอดรวมถึงประสบการณ์ทั้งหมด ที่บุคคลได้จากการเรียนการสอน อาจแสดงให้เห็นได้ด้วยคะแนน หรือการรายงานทั้งเขียนและพูด

1.7.9 ประสิทธิภาพ หมายถึง หลังจากการทดลองใช้ชุด CBT for microwave แล้ว ในแต่ละหน่วยการทดลองมีแบบฝึกหัดทดสอบระหว่างเรียน (E1) และการทดสอบรวมหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลองแล้ว แบบทดสอบ (E2) ซึ่งเป็นกระดาษข้อสอบ โดยกำหนดประสิทธิภาพไว้ว่า ผลการทดสอบระหว่างเรียน(E1) จะต้องเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 80 % และผลการทดสอบหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลองแล้วจะต้องไม่น้อยกว่า 80% โดยเขียนย่อว่า E1 : E2 จะต้องไม่น้อยกว่า 80: 80

1.7.10 ไมโครเวฟ เป็นชื่อวิชาหนึ่ง ที่กล่าวถึงการส่งคลื่นวิทยุ ในลักษณะที่ความถี่สูงมาก คล้ายคลื่นแสง สามารถรวมคลื่นได้ด้วยจานรูปทรง พาราโบลิก และยิงคลื่นได้เป็นลำคลื่น

1.7.11 ชุดฝึกไมโครเวฟ คือชุดฝึกของบริษัทฟิลิปป์ หรือบริษัทธานินไฮเทคซึ่งมีอุปกรณ์ที่จำเป็น ในการทดลองเป็นชุดประกอบ ทั้งมีใบงานและคู่มือ อธิบายการลงปฏิบัติการเป็นขั้นตอน

1.7.12 ห้องปฏิบัติการ LAB รวม ประกอบด้วยชุดฝึก ในกลุ่มเดียวกัน อยู่รวมในห้องเดียวกัน เปิดห้องให้นักศึกษาลงปฏิบัติได้ตลอดเวลาทำการ

1.7.13 open entrance LAB หมายถึงห้องปฏิบัติการ ที่ให้นักศึกษาลงปฏิบัติการ ได้ด้วยตนเอง โดย ห้อง LAB จะเปิดตลอดเวลาทำการ นักศึกษา สามารถลงทะเบียน เพื่อลงปฏิบัติได้ด้วยตนเองในเวลาทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารเกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิชาไมโครเวฟ

2.2 เอกสารเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์

2.3 บทเรียนโปรแกรม

2.4 เอกสารเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

2.5 เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาไมโครเวฟ

ตามหนังสือเอกสาร แนะนำการใช้หลักสูตร หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีพุทธศักราช 2540 ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมอาชีวศึกษา ชื่อวิชา **ไมโครเวฟเทคโนโลยี รหัส 3105-2303** ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ 3 หน่วยกิจ

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์และระบบรับ-ส่งไมโครเวฟ ในระบบโทรคมนาคม และมีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา การแบ่งความถี่ทั่วๆไป และความถี่ไมโครเวฟ การกระจายคลื่น และคุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟ ระบบการรับ-ส่งไมโครเวฟ ส่วนประกอบและอุปกรณ์ไมโครเวฟ หลักการทำงานของระบบดิจิตอลไมโครเวฟ ลักษณะของสัญญานดิจิตอล ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการออกแบบ path profile การวัดและการปรับแต่งทางไมโครเวฟ

2.1.3 ปฏิบัติ ประกอบด้วยการทดลองทั้งหมด 10 การทดลอง ดังนี้

2.1.3.1 GUNN-Oscillator ประกอบไปด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 1.1 และ 1.2
- ใบงานที่1.1 การส่งและรับระบบไมโครเวฟ
- ใบงานที่1.2 การวัดความถี่และการจูนปรับความถี่ GUNN-Oscillator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ความถี่ of ความยาวคลื่น λo , λc , λg ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 2.1 และ 2.2
- ใบงานที่2.1 การวัดความถี่ fo คำนวนλo
- ใบงานที่2.2 การวัด λg การคำนวน λc

2.1.3.3 การทดลอง Doppler effect Radarประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 3
- ใบงานที่ 3. การทดลอง Doppler Radar

2.1.3.4 การทดลอง การใช้ Frequency Meterประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 4
- ใบงานที่ 4. การทดลอง Frequency Meter

2.1.3.5 การทดลอง การวัดกำลังคลื่นไมโครเวฟ ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 5.1 และ 5.2
- ใบงานที่ 5. 1 คุณสมบัติ Thermister
- ใบงานที่ 5.2 การวัดกำลังคลื่นไมโครเวฟ

2.1.3.6 การทดลองเรื่อง Smitt-Chart ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 6
- ใบงานที่ 6 การทดลองเรื่อง Smitt-Chart

2.1.3.7 การทดลอง Diode Microwave Detector ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 7
- ใบงานที่ 7. คุณสมบัติ Diode Microwave Detector

2.1.3.8 การทดลอง Gain และ Pattern ของสายอากาศแบบ Horn ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 8.1และ8.2
- ใบงานที่ 8.1 การวัด Pattern สายอากาศ
- ใบงานที่ 8.2 การวัด Gain ของสายอากาศ

2.1.3.9 การทดลองสายอากาศแบบ Parabolic ประกอบด้วย

- ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 9
- ใบงานที่ 9 การวัด Gain และ Pattern ของสายอากาศแบบ Parabolic

2.1.3.10 การรับส่ง สัญญาณโทรทัศน์ด้วยคลื่นไมโครเวฟ ประกอบด้วย

- ใบงานที่10.1 การทดลองส่งสัญญาณโทรทัศน์

โดยมีแผนการเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 1 & 2 แบ่งออกเป็น 4 ภาคเรียน คือภาคเรียนที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ในการศึกษา ปวส. ปีที่ 1 และภาคเรียนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคเรียนที่ 4 ในการศึกษา ปวส. ปีที่ 2 ประชากรทั้ง 2 วิทยาลัย คือ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา และวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จึงคัดลอก แผนการสอนของทั้ง 2 วิทยาลัยมานำเสนอดังนี้

ตารางที่ 2.1 แผนการเรียนหลักสูตรปวส. 2540 ช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคนิคโทรคมนาคม ภาคเรียนที่ 3

รหัส	รายวิชา		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	หน่วยกิจ
	1. หมวดวิชาพื้นฐาน	**2**			
	2. หมวดวิชาชีพ	**17**			
	2.1 วิชาชีพพื้นฐาน	0			
	2.2 วิชาชีพเฉพาะ	8			
	2.3 วิชาชีพเลือก	9			
3105-2303	ไมโครเวฟเทคโนโลยี		2	3	3
	3. หมวดเลือกเสรี	**4**			
	รวม (คาบ / สัปดาห์)	33	17	17	23

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2540 : 51-56) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

2.2.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (behaviorism) โดยมีความเชื่อว่า จิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ (scientific study of human behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (stimulus and response) โดยเชื่อว่า การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของมนุษย์ จะเกิดขึ้นควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นพฤติกรรมแบบ แสดงอาการกระทำ (operant conditioning) ซึ่งมีการเสริมแรง (reinforcement) เป็นตัวการ โดยทฤษฎีพฤติกรรมนิยม จะไม่พูดถึง ความนึกคิดภายในของมนุษย์ ความทรงจำ ภาพ ความรู้สึก โดยถือว่าคำเหล่านี้เป็นคำต้องห้าม (taboo) ซึ่งทฤษฎีนี้ ส่งผลต่อการเรียนการสอนที่สำคัญในยุคนั้น ในลักษณะที่การเรียน เป็นชุดของพฤติกรรม ซึ่งจะต้องเกิดขึ้นตามลำดับที่แน่ชัด การที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้น จะต้องมีการเรียนตามขั้นตอน เป็นวัตถุประสงค์ๆไป ผลที่ได้จากการเรียนขั้นแรกนี้ จะเป็นพื้นฐานของการเรียนในขั้นต่อๆไปในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ออกแบบตามแนวความคิด ของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้ จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเป็นลินเนีย (linear) โดยผู้เรียนทุกคน จะได้รับการเสนอเนื้อหาเรียงลำดับ ที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้ว ว่าเป็นลำดับการสอนที่ดี และผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการตั้งคำถามผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ ถ้าผู้เรียนตอบถูก ก็จะได้รับการตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล (reward) ในทางตรงกันข้าม ถ้าผู้เรียนตอบผิด ก็จะได้รับการตอบสนองในรูปของผลป้อนกลับในทางลบ และคำอธิบายหรือการลงโทษ (punishment) ซึ่งผลป้อนกลับนี้ถือเป็นการเสริมแรงเพื่อให้เกิดพฤติกรรม ที่ต้องการคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ออกแบบตามแนวคิดของ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม จะบังคับให้ผู้เรียน ผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในตามวัตถุประสงค์เสียก่อน จึงจะสามารถผ่านไปศึกษาต่อยังเนื้อหาของวัตถุประสงค์ต่อไปได้ หากไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษา ในเนื้อหาเดิมอีกครั้ง จนกว่าจะผ่านการประเมิน

2.2.2 ทฤษฎีปัญญานิยม (cognitivism) เกิดจากแนวคิดของ Chomsky ที่ไม่เห็นด้วยกับ Skinner ซึ่งเป็นบิดาของ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ในการมองพฤติกรรมของมนุษย์ที่ว่าเป็นเสมือนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง Chomsky เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์นั้น เป็นเรื่องภายในจิตใจ มนุษย์ไม่ใช่ผ้าขาว ที่เมื่อใส่สีอะไร ลงไปก็จะกลายเป็นสีนั้น มนุษย์มีความนึกคิด มีอารมณ์ มีจิตใจและความรู้สึกภายในที่ต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอน ก็ควรจะคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย ในช่วงนี้มีแนวคิดต่างๆเกิดขึ้นมากมาย เช่น แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวความทรงจำ (short term memory , long term memory , and retention) แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของความรู้ ออกเป็น 3 ลักษณะคือ 1.ความรู้ในลักษณะ เป็นขั้นตอน (procedural knowledge) ซึ่งได้แก่ ความรู้ที่อธิบายว่าทำอย่างไร และเป็นองค์ความรู้ ที่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ชัดเจนเป็นขั้นตอน 2.ความรู้ในลักษณะเป็นการอธิบาย (declarative knowledge) ซึ่งได้แก่ความรู้ที่อธิบายว่าคืออะไรและ 3. ความรู้ในลักษณะเป็นเงื่อนไข (condition knowledge) ซึ่งได้แก่ความรู้ที่อธิบายว่าเมื่อไรและทำไม ซึ่งความรู้ 2 ประเภทหลังไม่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ตายตัว

ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ส่งผลต่อการเรียนการสอนที่สำคัญในยุคนั้น กล่าวคือ ทฤษฎีปัญญานิยม ทำให้เกิดแนวความคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (branching) ของ Crowder ซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะสาขา หากเมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียน ที่ออกแบบตามแนวคิดของพฤติกรรมนิยม แล้วจะทำให้ผู้เรียนมีอิสระมากมากขึ้น ในการควบคุมการเรียนของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระมากขึ้น ในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหา บทเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบ ตามแนวคิดของ ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ ก็จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะสาขา เช่นเดียวกัน โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลำดับที่ไม่เหมือนกัน โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอต่อไปนั้น จะขึ้นอยู่กับ ความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.2.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (shema theory) ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีความเชื่อว่า โครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้น จะมีลักษณะเป็นโหนดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ในการที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ๆนั้น มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ๆ ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (pre-existing knowledge) (Rumelhart and Ortony. 1977) ได้ให้นิยามความหมายของคำโครงสร้างความรู้ไว้ว่า เป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ ซึ่งรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่างๆเอาไว้ หน้าที่ของโครงสร้างความรู้นี้ก็คือ การนำไปสู่การรับข้อมูล (perception) การรับรู้ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ หากขาดโครงสร้างความรู้ (schema) ทั้งนี้ก็เพราะการรับรู้ข้อมูล เป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่งๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นๆเข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญ ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้น โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากโครงสร้างความรู้ จะช่วยในการรับรู้ และการเรียนรู้แล้ว โครงสร้างความรู้ ยังช่วยในการระลึก (recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เราเคยเรียนรู้มา(Anderson . 1984)

2.2.4 ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (cognitive flexibility) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่า ความรู้ แต่ละองค์ความรู้นั้น มีโครงสร้างที่แน่ชัดและสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางประเภท ที่มีโครงสร้างตายตัว ไม่สลับซับซ้อน (well-structured knowledge domains) เพราะตรรกและความเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอนของธรรมชาติขององค์ความรู้ ในขณะเดียวกัน องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยา ถือว่าเป็นองค์ความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวและสลับซับซ้อน(ill structure knowledge domains) เพราะความรู้ไม่เป็นเหตุเป็นผลของธรรมชาติขององค์ความรู้ (West and Other, 1991) อย่างไรก็ตาม การแบ่งลักษณะโครงสร้างขององค์ความรู้ ตามประเภทสาขาวิชา ไม่สามารถหมายรวมไปทั้งองค์กรความรู้ในวิชาหนึ่งๆได้ทั้งหมด บางส่วนขององค์ความรู้ บางประเภทสาขาวิชาที่โครงสร้างตายตัว ก็สามารถที่จะเป็นความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัว ได้เช่นกัน แนวคิดในเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญา ส่งผลให้เกิดความคิด ในการออกแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อตอบสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ ที่แตกต่างกันซึ่งได้แก่ แนวคิดในเรื่องการออกแบบบท
เรียนแบบสื่อหลายมิติ (hypermedia) นั่นเอง

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ที่กล่าวมา ช่วยให้เราเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ทำให้เราเข้าใจธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์ และให้แนวความคิดในการออกแบบ โครงสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ลึกซึ้งและกลมกลืนกับผู้เรียน วิธีการเรียนผู้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรที่จะผสมผสานแนวคิดของทฤษฎีต่างๆ ให้เหมาะสมตามเนื้อหา และโครงสร้างขององค์ความรู้ของสาขาต่างๆ

2.3 บทเรียนโปรแกรม

เนื่องจากว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเนื้อแท้แล้วเริ่มจากการ พัฒนาบทเรียนโปรแกรมมาก่อนเพื่อให้ผู้ทำการวิจัยเข้าใจโครงสร้างในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ดียิ่งขึ้น จึงได้ทำการค้นคว้าเรื่อง บทเรียนโปรแกรมนำมาศึกษาเสียก่อน ดังนี้

2.3.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

ชัยยงค์ พรมวงศ์ (2520) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรม คือเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถ เป็นส่วนย่อยและเป็นขั้นๆจากง่ายไปหายาก บรรจุเนื้อหา ให้ผู้เรียนได้เรียนและได้ตอบคำถาม แล้วมีการสนองตอบเพื่อให้ผู้เรียน ได้ทราบว่าที่ตอบไปนั้นถูกหรือผิดเรียนจบแล้วจะได้ความคิดรวบยอดจากจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้

กิดานันท์ มลิทอง (2536) ได้กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมประกอบด้วย เนื้อหาความรู้ คำถาม และคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาบทเรียนนั้นออกเป็นเนื้อหาย่อยๆจัดลำดับเป็นขั้นตอน ในรูปของกรอบหรือเฟรม (frame) โดยในแต่ละกรอบ จะเสนอเนื้อหา เป็นขั้นตอน ทีละน้อยในทุกขั้นของการเรียน จะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่างๆเช่น หนังสือ ตำรา สไลด์ ฟิล์มสตริป เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องช่วยสอน เป็นต้น นอกจากนั้นอาจเป็นรูปแบบ สื่อประสม ซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อการเรียนแต่ละเรื่องแต่ละรายวิชา

สุนันท์ ปัทมาคม (2523) ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมว่า เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้น โดยการนำเอาเนื้อหาของบทเรียน แบ่งออกเป็นหน่วยๆที่เรียกว่ากรอบ จะมีลักษณะจากง่ายไปหายากซึ่งผู้เรียนจะเรียนต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ กรอบต่างๆ เหล่านี้รวมกันเรียกว่าโปรแกรมการสอน ในแต่ละกรอบมีการอธิบายบทเรียนและมีการใช้แรงจูงใจเข้าประกอบทุกขั้นตอนไป จากนั้นถามด้วยคำถามให้ผู้เรียนได้ตอบ มีการตรวจดูคำตอบทันที โดยให้ผู้เรียนทำถูกมากที่สุดไม่มีการเก็บข้อสงสัยไว้แต่อย่างไร ผู้เรียนจะเรียนได้ด้วยตนเอง เมื่อเรียนรู้ขั้นแรกผ่านไปแล้วก็จะเรียนรู้ขั้นต่อไปจนกว่าจะจบบทเรียน

2.3.2 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีอยู่หลายแบบแต่การสร้างบทเรียนโปรแกรมถือตามหลักการปรัชญา 2 ปรัชญา จึงทำให้เกิดบทเรียนโปรแกรมที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ 2.2.1.ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (behaviorism) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.2 ทำให้เกิดแบบที่ 2.3.2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง เป็นบทเรียนโปรแกรม ที่จัดทำขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เรียน หรือกระทำการตอบสนองเหมือนกันทุกคน และทุกคนจะได้ศึกษาทุกกรอบของบทเรียนเหมือนกัน โปรแกรมจะถูกเรียงไว้ตามลำดับ เพื่อให้นักเรียน ได้เรียนอย่างเป็น ขั้นตอน จากง่ายไปหายากจนกระทั่งจบบทเรียน

แบบที่ 2 ทฤษฎีปัญญานิยม (cognitivism) ทำให้เกิดแบบที่ 2.3.2.2

2.3.2.2 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา สร้างขึ้นตามหลักการที่ว่า การตอบสนองที่ผิดๆ ไม่ใช่สาเหตุ ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อการเรียนรู้ ดังนั้นการเลือกคำตอบจึงมีคำตอบหลายๆข้อ ถ้าคำตอบถูกก็จะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะมีคำอธิบายที่เหมาะสม กับคำตอบแต่ละทางที่นักเรียนเลือกตอบ เมื่อนักเรียนได้รับคำอธิบายก็จะกลับไปตอบคำถามอีกครั้งหนึ่ง

2.3.3 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม

วิเชียร ชิวพิมาย (2526) ได้เสนอขั้นตอน การสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.3.1 ขั้นเลือกเนื้อหา ผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมจะต้องศึกษา หลักสูตรเนื้อหารายวิชา ของระดับชั้นที่เรียน พิจารณาความเหมาะสมกับระดับชั้น ที่จะเรียนบทเรียนโปรแกรม การเลือกเนื้อหาจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่จะนำมาเป็นพื้นฐานแก่ผู้เรียนด้วย

2.3.3.2 ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ หรือการกำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อกำหนดแนวทางในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนของผู้เรียน และกำหนดแนวทางการสอน ของครูผู้สอนไปพร้อม ๆ กัน

2.3.3.3 ขั้นการนำเนื้อหามาเขียนเป็นบทเรียนโปรแกรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.3.3.1 นำเนื้อหาที่จะเขียน เป็นบทเรียนโปรแกรมแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ ในแต่ละหน่วยย่อยๆ จะต้องเป็นพื้นฐาน ที่จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ในหน่วยถัดไป

2.3.3.3.2 เขียนกรอบของบทเรียน โดยผู้เขียนจะต้องหาคำอธิบาย ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และเป็นคำอธิบาย ที่ผู้เรียนตี ความหมายได้ถูกต้องตามหลักของภาษาใช้คำศัพท์ ที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนเนื้อเรื่องถูกต้องตามหลักวิชาการและ มีความสัมพันธ์กันแต่ละกรอบ จะต้องหากิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ตลอดจนวิธีการประเมินผลกิจกรรมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียน รู้ผลการเรียนของตัวเอง

2.3.4 ขั้นแก้ไขบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้น มักทิ้งไว้ในระยะหนึ่ง เพื่อลดความเครียดของผู้เรียน แล้วจึงนำมาทบทวนใหม่เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งควรแก้ไขตามความสำคัญดังนี้

2.3.4.1 แก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยปกติจะมีผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหารายวิชานั้นๆ โดยเฉพาะประมาณ 2-3 คนช่วยตรวจสอบว่าเนื้อหารายวิชาถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.4.2 แก้ไขเทคนิคการเขียน เพื่อตรวจว่า บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น มีความ ต่อเนื่องกันหรือไม่มีการเรียงลำดับก่อนหรือหลังกันหรือไม่ตัวอย่างที่ยกมาอ้างนั้น เหมาะสมที่จะเกิดแนวความคิดที่ถูกต้องต่อผู้เรียนหรือไม่

2.3.4.3 แก้ไขความเรียง เป็นการแก้ไขข้อความให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของภาษา รวมทั้งประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย ตลอดจนเครื่องหมายวรรคตอน

2.3.5 ขั้นทดสอบบทเรียนโปรแกรม หลังจากที่สร้าง และแก้ไขบทเรียน โปรแกรมตามหลักเกณฑ์ที่ผ่านมาแล้ว จะต้องนำบทเรียนโปรแกรมไปทดสอบว่าสามารถทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งการทดสอบมีการทดสอบอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

2.3.5.1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one to one testing) เป็นการทดสอบที่ประกอบไปด้วย ผู้เขียนบทเรียนและตัวแทนของนักเรียน อีกคนหนึ่ง โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนที่อ่อนกว่าระดับปานกลางเล็กน้อย เพื่อไม่ทำให้บทเรียนเร็วไป ให้นักเรียนช่วยค้นหาถ้อยคำที่กำกวม ไม่เข้าใจ และข้อความที่ไม่สอดคล้องกับความคิดรอบยอด ที่เขาได้มาจากตอนต้นของบทเรียน

2.3.5.2 การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (small group testing) เป็นการทดสอบโดยให้ตัวแทนของนักเรียนประมาณ 5-10 คน โดยครั้งแรกทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม (Pretest) ของตัวแทนผู้เรียนครั้งที่สอง ทดสอบว่าผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมขึ้นมากน้อยเพียงไร(Posttest) หลังจากเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแล้ว นำผลไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ ถ้าได้ค่ามาตราฐาน ก็สามารถทดสอบในขั้นต่อไปได้ถ้าไม่ได้มาตราฐานก็นำไปแก้ไขแล้วนำมาทดสอบแบบกลุ่มเล็กอีกครั้งหนึ่ง

2.3.5.3 การทดสอบภาคสนาม (field testing) เป็นการทดสอบกับผู้เรียนเหมือนกับการใช้บทเรียนโปรแกรมในการสอนจริง ๆ ผู้สอน จะต้องอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม ให้ผู้เรียนเข้าใจ จะต้องทำการ pre-test และ post-test แล้ววิเคราะห์หาค่าทางสถิติเช่นเดียวกับกลุ่มเล็ก การทดสอบภาคสนามเพื่อทดสอบหาค่าความตรง (validity) ของบทเรียนโปรแกรม ถ้าผลการทดสอบตรงกับมาตราฐานที่กำหนดก็สามารถใช้กับผู้เรียนหรือกลุ่มเป้าหมายได้

2.3.5.4 ขั้นการเขียนคำชี้แจงและวิธีการเรียนกับบทเรียนโปรแกรม ในคำชี้แจงจะบอกว่า ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมอะไรบ้าง และทำอย่างไร ถ้าเกิดปัญหาขึ้นจะทำอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41534

2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

2.4.1 บทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา computer based education (CBE) มีความหมายเดียวกันกับคำว่า instructional computing (IC) หรือ instructional applications of computer (IAC) ซึ่งหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขีดความสามารถ ในการสอนของครูอาจารย์ สามารถช่วยอาจารย์ผู้สอน ในลักษณะสื่อประสมในขณะเดียวกันก็ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สามารถใช้ช่วยเรียนชดเชย สอนเสริม ศึกษาด้วยตนเองอย่างมี ประสิทธิภาพ

ถนอม เลาหจรัสแสง (2541 : 4-7) ได้กล่าวถึงการแบ่งลักษณะของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาออกเป็น 5 ลักษณะด้วยกัน

2.4.1.1 คอมพิวเตอร์กับการบริหาร ในโรงเรียนส่วนใหญ่เริ่มนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเพื่อใช้งานในด้านการบริหาร โดยที่คอมพิวเตอร์จะถูกนำมาใช้ ในฝ่ายธุรการ เพื่อช่วยงานการประมวลผลข้อมูลต่างๆอาทิ เช่นการทำทะเบียนประวัติของครูนักเรียนและ เจ้าหน้าที่ในโรงเรียน การจ่ายเงินเดือนของครู และเจ้าหน้าที่ การพิมพ์ใบแจ้งผลการเรียน การจัดตารางสอน ตารางสอบ การจัดเก็บ รายรับ-รายจ่าย งบประมาณและข้อมูลทรัพย์สินของโรงเรียนฯลฯ ทั้งนี้ถือเป็นการช่วยผู้บริหารในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะการเตรียมข้อมูลประมวลผล และนำเสนอ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาต่างๆ การออกจดหมายเวียนรายงานการประชุม จดหมายข่าว เป็นต้น

2.4.1.2 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอน (computer-managed instructionหรือ CMI) สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

2.4.1.2.1 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอนทั่ว ๆ ไป คือ การใช้คอมพิวเตอร์ใน การเก็บสถิติต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การเก็บสถิติของนักเรียนที่เข้ามาเรียน ผลการสอบใน แต่ละภาค เกรดเฉลี่ย ฯลฯ ซึ่งครูสามารถใช้ข้อมูล สถิติที่ได้จากการประมวลนี้ มาใช้วางแผนการสอน ตลอดจนปรับปรุงหลักสูตรได้ด้วย

2.4.1.2.2 คอมพิวเตอร์กับการจัดการสอน ทางคอมพิวเตอร์คือ การใช้คอมพิวเตอร์ ในการสร้างระบบ ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และความต้องการของผู้เรียน เช่น จำนวนครั้งที่เข้าใช้ระบบ ระยะเวลาในการใช้ ผลสอบของผู้เรียน

2.4.1.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer-assisted instruction หรือ CAI) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองในปัจจุบันมีการนำสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (multimedia) เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาบน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ การนำเสนอเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มาก ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

2.4.1.4 คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการนำเสนอด้านเนื้อหา (presentation) การสร้างสื่อการสอน และการสร้างฐานข้อมูลต่างๆ สำหรับการนำเสนอเนื้อหา โดยใช้คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีมัลติมีเดียนั้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ของการสอนแบบบรรยายได้เป็นอย่างมาก

2.4.1.5 คอมพิวเตอร์กับการติดต่อสื่อสาร และการค้นหาข้อมูล การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน เป็นเครือข่าย โดยเฉพาะการเชื่อมต่อเข้ากับ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet) จะช่วยให้ผู้ใช้ทั้งครูและนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนข่าวสารและถามความคิดเห็น ศึกษาทำวิจัยร่วมกับผู้ใช้อื่นๆ ทั้งที่อยู่ในสถาบันเดียวกันและสถาบันต่างๆทั่วโลก จากข้อความข้างต้นจึงกล่าวสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ มีบทบาท สำคัญอย่างมาก ต่อวงการ ศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน เป็นการพัฒนาการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ และเพิ่มศักย์ภาพในการสอนของครูอาจารย์ และทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเราสามารถแบ่งลักษณะ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาเป็น 5 ลักษณะคือ คอมพิวเตอร์กับการบริหาร คอมพิวเตอร์กับการจัดการเรียนการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การเรียนการสอน และคอมพิวเตอร์กับการติดต่อสื่อสารการค้นหาข้อมูล

2.4.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI มาจากคำเต็มในภาษาอังกฤษว่า (compute - assisted - instruction) หรือ (computer – aided – instruction) บางครั้ง ก็ใช้คำว่า CAL (computer – assisted – learning) หรือ CBE (computer- – based – education) รวมทั้ง CBT (computer – based – training)

นอกจากนั้น ยังมีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า หมายถึงบทเรียนที่ได้จัด กระทำไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอเนื้อหา ที่ต้องการสอนกับผู้เรียนและ เปิดโอกาสให้ ผู้เรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์ กับคอมพิวเตอร์ (interactive) โดยตรง ตามความสามารถ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 136)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียน สามารถฝึกด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู (ผดุง อารยะวิญญ. 2527 : 41)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืน ภู่วรรณ (2531 : 121) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 70) กล่าวว่า CAI เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนเนื้อหาวิชา หรือทบทวน โดยเฉพาะในแต่ละหน่วยของเนื้อหา จะบอกถึงวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรม และเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า course-ware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ

วีระ ไทยพาณิช (2526 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล

พิสนธิ์ จงตระกูล (2532 : 2) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการศึกษาชนิดหนึ่ง เพื่อใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองเช่นเดียวกับตำรา ภาพสไลด์ประกอบเสียง ภาพยนต์เป็นต้น

ช่วงโชติ พันธุเวช (2534 : 16) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ และช่วยในการเรียนการสอนศาสตร์ต่างๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากบทเรียนในศาสตร์ต่าง ๆ นั้น

นงนุช วรรธนวหะ (2535 : 74) ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเป็นสื่อในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ในรูปแบบต่าง ๆ กัน คือ โปรแกรมฝึกทักษะ (drill and practice) โปรแกรมทบทวนบทเรียน (tutorial) โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (simulation) โปรแกรมเกม เพื่อการศึกษา (instructional game) โปรแกรมสาธิต (demonstration) โปรแกรมทดสอบ (test)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2528 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ มาช่วยสอนวิชาต่าง ๆ ให้มนุษย์โดยการนำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอน มาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ใช้ช่วยสอนโดยให้เครื่องกับผู้เรียนโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ แต่ไม่รวมถึงการสอนคนให้รู้จักวิธีใช้คอมพิวเตอร์ หรือรู้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร คอมพิวเตอร์จึงเป็นเพียงเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นสื่อในการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zinn ,K.L. (1976 : 268) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่นักเรียน และบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

Stolurow (1917 : 390-400) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพอสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีทางของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดเนื้อหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม มีการใช้สื่อต่าง ๆ ซึ่งเป็นการสอนรายบุคคลอย่างแท้จริง

Prenis (1977 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียนการสอน ที่ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถาม ให้คอมพิวเตอร์ สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่นักเรียนได้

Spencer (1988 : 50) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้า ในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

Sippl (1981 : 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ถูกนำมาช่วย ในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียน และขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด

เนื่องจากงานวิจัย ที่จะดำเนินการวิจัยนี้ เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยได้เขียนจดหมายติดต่อบริษัทที่เคยเรียนและฝึกงาน ในประเทศเยอร์มันนี ได้รับหนังสือจากบริษัทผลิตสื่อ การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ชื่อ (a.i.m. Gmbh Germany. 1997 : 1-2) ซึ่งเป็นศูนย์กลาง interactive training ของ Germany เกี่ยวกับเรื่อง CBT ซึ่งใช้ในการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ นำมาแปลได้ความว่า CBT คือความหมายของ (computer based training) และสามารถใช้เป็นขั้นตอนของร่ม (umbrella concept) ซึ่งครอบคลุมขบวนการเรียนการสอนได้ทั้งหมดด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น CAE (computer aided education) , CAT (computer aided-training) ระบบการเรียนด้วยสื่อประสม “multimedia learning” จะเป็นหัวใจในการเรียนการสอนต่อไปในอนาคต ซึ่งสามารถนำเสนอได้ทั้ง วิดีโอ ภาพ เสียง คนตรี ทั้งหมดรวมอยู่ในโปรแกรมการเรียนการสอนโดยคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนที่กล่าวมานี้ ทั้งหมด ก็มีเป้าหมายเดียวกัน ที่จะใช้คอมพิวเตอร์นำมาเป็นเนื้อหาหลักสูตร ที่ใกล้ชิดกับผู้รับการอบรมมากที่สุด จากประสพการณ์ของเรา แสดงให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าผู้เรียนจะถูกตรึงความสนใจได้ตลอดเวลา ด้วยการมี ปฏิสัมพันธ์(interactive)และภาพแสดงที่มีการเคลื่อนไหว (animation)ซึ่งนำแสดงในจังหวะที่เหมาะสมโดย โปรแกรมของ CBT ด้วยการอบรม ที่มีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องของวัตถุประสงค์ ได้กำหนดเป้าหมายตัวของตัวมันเอง เป้าหมายการใช้เทคโนโลยี และ CBT เป็นสื่อการสอนที่มีผล ที่เป็นไปได้ทีเดียว สิ่งเหล่านี้หมายความว่าจุดโฟกัสไม่ได้อยู่ที่ คอมพิวเตอร์ แต่อยู่ที่ผู้เข้ารับการอบรมหรือผู้เรียน ส่วนคอมพิวเตอร์ จะมีความหมายเป็นเพียงแค่จุดสุดท้ายของการเผยแพร่ เนื้อหาหลักสูตร ถ้าจะถามว่า CBT คืออะไร คำตอบก็คือ CBT คือการปฏิสัมพันธ์ (interactivity) ซึ่งมีหลายวิธีที่จะเผยแพร่ความรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ เช่นการนำเสนอเป็น สไลด์โชว์ (slide show) และก็อีกหลากหลายที่ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ ส่วนของ CBT แตกต่างจากสิ่งเหล่านี้อย่างชัดเจน โดยอาศัยการการมีปฏิสัมพันธ์อย่างเป็นธรรมชาติ การเรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ โดยเพียงสนทนาโต้ตอบกับซอฟแวร์เท่านั้น ขั้นตอนสัมฤทธิ์ผล มีได้หลายขนาด และสามารถแสดงผล ได้ด้วยการเรียนด้วยตนเอง ถ้าผู้เรียนมีระดับความรู้ที่พอเพียงอยู่แล้ว เช่นบทนำก็สามารถผ่านไปได้เลย หรือผู้เรียนจะกระโดดข้ามตรงไปที่ Final test เลยก็ได้ ก็จะทำให้รู้ว่ามีมากน้อยเพียงไรที่เรายังไม่รู้ การเรียนทีละขั้นตอนในระบบ CBT โดยปรกติแล้ว จะกำหนดอยู่ในตัวโปรแกรมเอง หลังจากที่ผู้เรียนเรียนรู้จบ 1 บทแล้วก็สามารถเข้าสู่บทเรียนใหม่ได้โดยอัตโนมัติ ถ้าจะถามว่า CBT ถูกใช้ที่ใด ก็จะได้คำตอบว่าถูกใช้ในทุกพื้นที่ที่มีการฝึกอบรม CBT สามารถใช้เป็นบทเรียน text-book และผู้ที่ทำการติวการสอน ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนเขียนและอธิบายบทเรียน สามารถที่จะใส่ลงที่คอมพิวเตอร์ได้ทั้งหมด พื้นที่ ที่ควรจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CBT ควรจะเป็นกรณีพิเศษ ที่จะต้องใช้ทักษะความชำนาญงาน (psychomotor skill)ในการเรียน นั่นคือการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจัดอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต้องการอบรมจริงๆ อาจกล่าวเพิ่มเติมได้ว่า การยอมรับของสังคม ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างน้อยสุด ก็มีข้อโต้แย้ง ที่ว่า ไม่มีคอมพิวเตอร์ใด ที่ใช้แทนครูผู้สอนที่เป็นมนุษย์ได้ ในหลายๆพื้นที่ ที่ต้องการอบรมที่เป็นความรู้ขั้นพิเศษ และรู้ว่าจะเผยแพร่ความรู้ได้อย่างไร CBT จะมีความเหมาะสมที่สุด เพราะว่า CBT ในขณะนี้ได้ถูกบรรจุไว้อย่างถาวรในศูนย์การสอน โรงเรียน โรงงาน และเป็นสิ่งอำนวยความสดวก ในการเรียนการสอน CBT สามารถใช้เป็นได้ทั้งการเตรียมวัตถุประสงค์การสอน และเป็นตัวการเผยแพร่ความรู้ที่ดี ยิ่งกว่านั้นการติดตามการเรียน และแสดงวัตถุประสงค์ก็สามารถทำได้โดย CBT

2.4.3 แนวความคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากหลักการที่ว่า ความสามารถของมนุษย์ในการเรียนรู้ มีศักย์ภาพที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากความสามารถทางกำลังสมอง ความนึกคิด สติปัญญา และสุขภาพร่างกาย ทำให้การเรียนรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าไม่เหมือนกัน ด้วยเหตุผลนี้ การใช้สื่อหลากหลาย ที่เรียกว่าสื่อประสมย่อมทำให้การเรียนรู้ ของบุคคลที่มีความแตกต่างกัน สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้เท่ากัน ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ใช้แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญมากในการแก้ปัญหาที่กล่าวนี้ เพราะว่า คอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันนี้ มีความสามารถที่จะผสมประสานสื่อทุกชนิด เข้าด้วยกัน ที่เรียกว่า ระบบมัลติมีเดีย (multi-media) และถูกนำมาใช้เป็นบทเรียนสอนเป็นรายบุคคล เรียนด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนรับรู้ โดยสื่อหลาย ๆ ชนิด ในเวลาเดียวกัน เช่นตัวอักษรที่มีสีสันสามารถเน้นหัวข้อที่สำคัญ รวมทั้งการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งภาพถ่ายวิดีโอ ประกอบเสียงบรรยาย การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล ที่มีความแตกต่างกัน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพราะฉะนั้นจะต้องมีการวางแผนการสอน อย่างเป็นขั้นตอน โดยกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน วิธีการสอน การเตรียมเนื้อหา สื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถรู้ล่วงหน้า สามารถวัดความก้าวหน้า ในการเรียนด้วยตนเอง และคอมพิวเตอร์ยังสามารถที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน สามารถโต้ตอบและให้คำติชมกับผู้เรียน
ได้ ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานกับการเรียน สามารถใช้เวลาเรียนนานเท่าไรก็ได้ ตามความสามารถของตนเอง แนวคิดที่จะใช้คอมพิวเตอร์ มาช่วยการเรียนการสอน โดยเฉพาะการเรียนรายบุคคลจึงเป็นไปได้

2.4.4 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่มีขั้นตอน มีรูปแบบ รวมทั้งวิธีและกระบวนการเรียนที่ดำเนินไป เหมือนกับบทเรียนโปรแกรม โดยที่ (ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 211-213) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิธีการสอนไว้ดังนี้

2.4.4.1 เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ จัดการสอนให้เนื้อหาเรียง ไปตามลำดับ (linear sequence) เริ่มจากเรื่องที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ๆ ที่ยังไม่รู้โดยทำเป็นกรอบ (frame) หลายๆกรอบ ผู้เรียนจะค่อยๆ เรียนรู้ ไปทีละกรอบ ตามลำดับจากง่ายไปหายาก

2.4.4.2 เนื้อหาที่ค่อยๆเพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ ค่อนข้างง่าย และมีสาระใหม่ ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.4.4.3 แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การแนะความรู้เนื้อหาใหม่ๆ ทีละมากๆ จะทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย

2.4.4.4 ในระหว่างการเรียน จะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามไปด้วยเช่นตอบคำถามทำแบบทดสอบไม่ใช่คิดตามอย่างเดียว เพราะจะทำให้เบื่อ

2.4.4.5 การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกับ ไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่าหรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบถูกต้องผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและรับคำตอบ หรือรู้ผลในทันที จะทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกมักได้รับคำชมเชย ทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิดบางทีก็อาจถูกตำหนิซึ่งก็ไม่มีใครอยากได้ยินทำให้รู้สึกอับอายหรือหมดกำลังใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.6 การเรียนโดยวิธีนี้ ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดัน ด้วยกำหนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนไม่ทัน

2.4.4.7 การเรียนในลักษณะนี้ เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกัน การเรียนบทเรียนแต่ละบท ก็จะใช้เวลา ไม่เท่ากัน

2.4.4.8 ในการเสนอบทเรียนในลักษณะนี้ การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบท จะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้น หมายถึง สรุปเนื้อหา และสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วยว่าผู้เรียนใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้า หรือทำงานเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียน ยิ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไร การเรียนก็ยิ่งมีผลเท่านั้นแต่การทดสอบธรรมดา มักมีปัญหาเรื่องการตรวจข้อสอบ ยิ่งถ้าผู้เรียนในชั้นเรียนมีมาก ก็อาจยิ่งต้องเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อยๆหมดไป หากครูไม่ขยันพอ

2.4.4.9 การทำกรอบบทเรียน แต่ละบทนั้นถ้าทำไม่ดี เราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปได้ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนอาจทำให้คำตอบแตกต่างกันไป เราสามารถวิเคราะห์ จากคำตอบของนักเรียนได้ว่าการที่เลือกคำตอบข้อนั้น ๆ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูก) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิด เป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ตีความคำถามผิด หรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดี หากผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้น เป็นตอนจริงๆ ผู้เรียนควรจะทำได้ถูกต้องทั้งหมด บางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายก็ได้

2.4.4.10 การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้าง จะช่วยให้การแบ่งเนื้อหา ซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับ ทำได้ดีขึ้น ไม่ออกนอกลู่ นอกทางโดยไม่จำเป็นลักษณะทั่วไปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามคำกล่าวของ (Caldwell . 1980 : 7-8)

2.4.4.10.1 การควบคุมโปรแกรม โดยผู้เรียนได้ รับอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถควบคุมลำดับการเรียนด้วยตัวเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งรวมถึงการให้การทบทวนในกรอบที่ผ่านมา หรือการเลือกทางเลือก ที่จะนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนในเวลาที่สั้นที่สุด นั่นคือการให้โอกาสผู้เรียนที่จะก้าวไปข้างหน้า หรือทบทวน หรือออกจากบทเรียนเวลาใดก็ได้

2.4.4.10.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนและสนอง ตอบต่อรายบุคคลได้สูง โดยผู้เรียนจะเรียนตามความสามารถของตนเอง(self-pacing) สามารถเลือกสาขาหรือทางเลือกในการทบทวน หรือเสริมความรู้ได้ โดยอิสระตามต้องการ

2.4.4.10.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเป็นโมดูล ย่อยๆ และมีโครงสร้างที่ต่อเนื่องกันไปเป็นเรื่องเป็นราวมีรูปแบบที่เป็นระเบียบ แต่ก็ต้องมีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ได้สูง ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

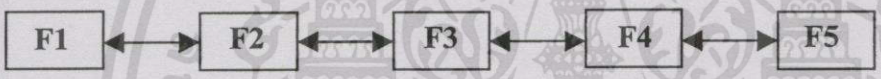
2.4.4.10.4 ทักษะต่างๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุ จะต้องตั้ง เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมความละเอียดของบทเรียนจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ ที่ให้ผู้เรียนสามารถบรรลุและประเมินความก้าวหน้าได้

2.4.4.10.5 ความก้าวหน้าในการเรียนสามารถวัดได้ ในรูปแบบของการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4.4.10.6 ยุทธศาสตร์สำหรับวินิจฉัย การตอบสนองของผู้เรียน การวางเงื่อนไขและการแนะนำในบทเรียน ต้องนำมาใช้ให้เหมาะสม ประสิทธิภาพของบทเรียนนำไปสู่การตรวจสอบทักษะของผู้เรียนและข้อมูล ที่ได้จะนำผู้เรียน ไปสู่ตำแหน่งที่เหมาะสมกับผู้เรียน ได้ดีที่สุด

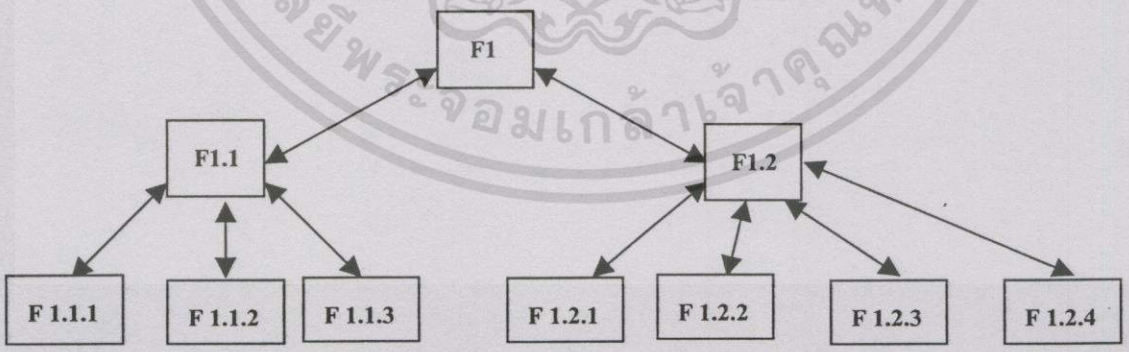
2.4.4.10.7 บทเรียนควรจะมีรูปแบบในการตอบสนองหลายๆรูปแบบ

1. แบบเชิงเส้น (linear) ผู้เรียนเดินไปตามเส้นทางอย่างเป็นลำดับ จากกรอบหนึ่งไปกรอบหนึ่ง จากสารสนเทศหนึ่ง ไปอีกสารสนเทศหนึ่ง



รูปที่ 2.1 (a) รูปการต่อเชื่อมในแต่ละเฟรมแบบเชิงเส้น

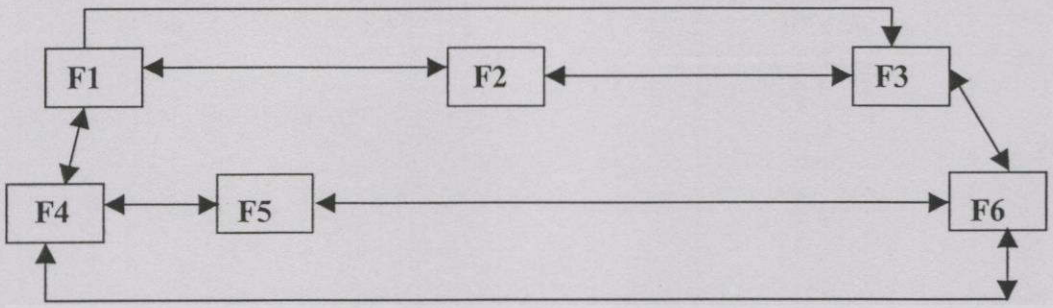
2. แบบลำดับขั้น (hierarchical) ผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางที่แยกแขนงออกตามธรรมชาติของเนื้อหา ดังรูปการต่อเชื่อมในแต่ละเฟรมหน้าต่อไป



รูปที่ 2.1 (b) รูปการต่อเชื่อมในแต่ละเฟรมแบบลำดับขั้น

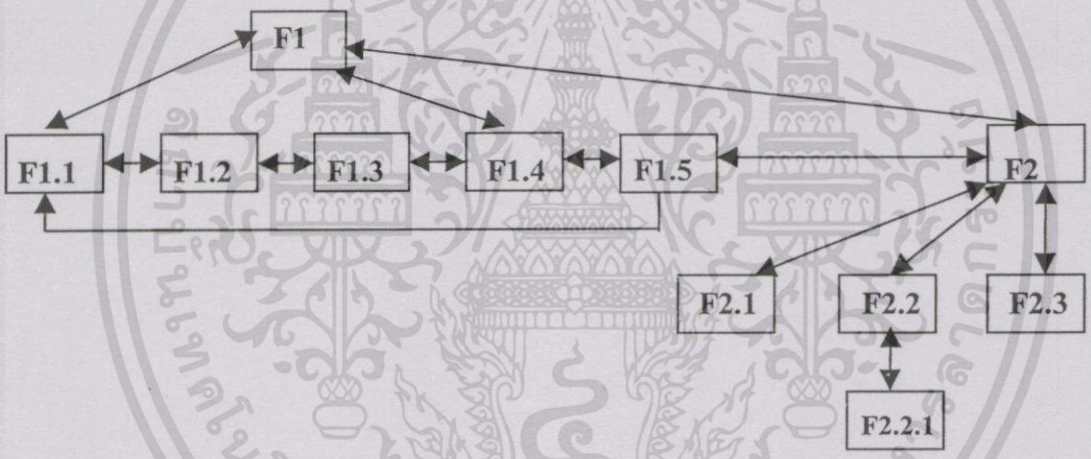
3. แบบไม่เชิงเส้น (non linear) ผู้เรียน เดินไปตามเส้นทางต่างๆ อย่างอิสระ ไม่กำหนดขอบเขตของเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 (c) รูปการเชื่อมต่อเฟรมแบบไม่เชิงเส้น

4. แบบประสม (composite) ผู้เรียนสามารถไปตามเส้นทางต่างๆได้อย่างอิสระแต่ในบางครั้งอาจไปในลักษณะเชิงเส้นตรง หรือแยกแขนงไปตามลำดับเนื้อหา



รูปที่ 2.1 (d) รูปการเชื่อมต่อเฟรมแบบประสม

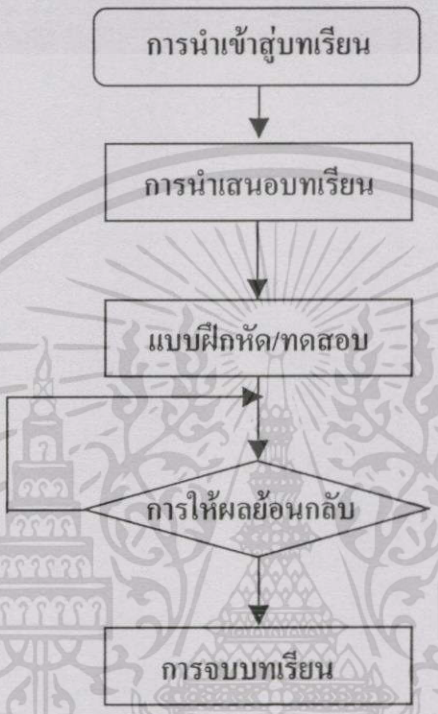
2.4.5 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันในวงการศึกษาไทยได้มีนักวิชาการ นักการศึกษาแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปรวมได้ 7 ประเภท ดังนี้ (ยืน ภู่วรรณ . 2529 : 4-5) (บุปผาชาติ. 2529 : 25-35) (ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 92-94) (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2540 : 11-12) และ (Stolutrow. 1971 : 394-396)

2.4.5.1 ติวเตอร์ (tutorial) เป็นบทเรียนคล้ายบทเรียนสำเร็จรูป โดยจัดลำดับเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตามจะมีแบบทดสอบหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความต้องการของตนเอง



โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท แบบฝึกหัด

รูปที่ 2.2 แบบติวเตอร เขียนเป็น flow - chart ได้ดังนี้

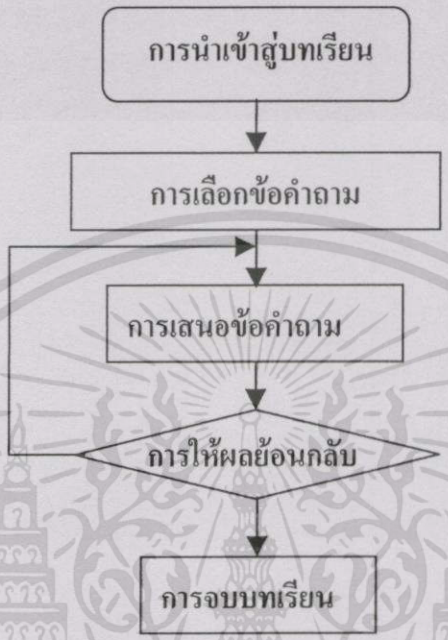
2.4.5.2 การแก้ปัญหา (problem solving) คอมพิวเตอร์ได้รับความนิยมมาก ในการนำไปใช้เพื่อช่วยแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาที่เรียน โดยไม่มีขีดจำกัดว่า ต้องเป็นเนื้อหาด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งลักษณะบทเรียน จะคล้ายกับการจำลองสถานการณ์จริง (simulation) แต่การแก้ปัญหาจะเน้นขบวนการคิดในระดับที่สูงกว่าในด้านการใช้เหตุผล

2.4.5.3 การสาธิต โดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิต เกี่ยวกับวิชา คณิตศาสตร์ และ วิชาวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง

2.4.5.4 แบบฝึกหัด (drill and practice) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียน อธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

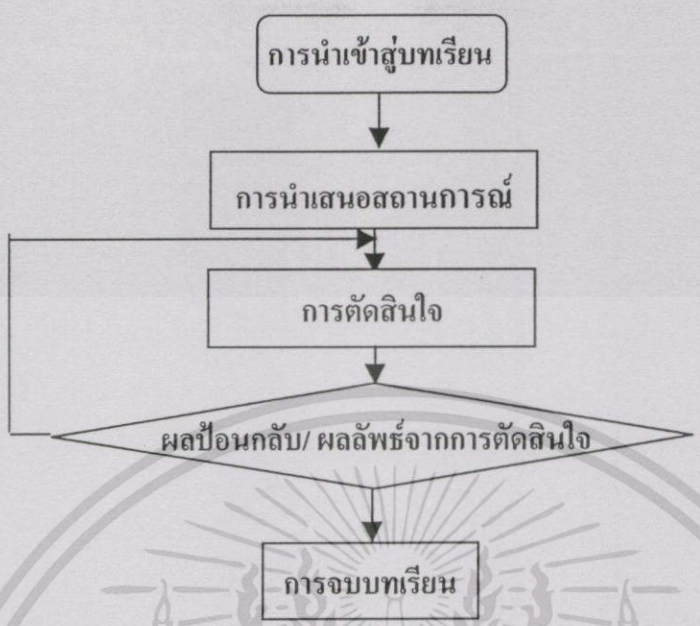


โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท แบบฝึกหัด

รูปที่ 2.3 แบบฝึกหัดเขียน flow – chart ได้ดังนี้

2.4.5.5 แบบจำลองสถานการณ์ (simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำการเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ โดยการจำลองสถานการณ์ (simulation) ที่เหมือนเกิดขึ้นจริง และบังคับให้ผู้เรียนตัดสินใจ แก้ปัญหา(problem solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองสถานการณ์การสอน โดยจำลองสถานการณ์เหมือนจริงช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

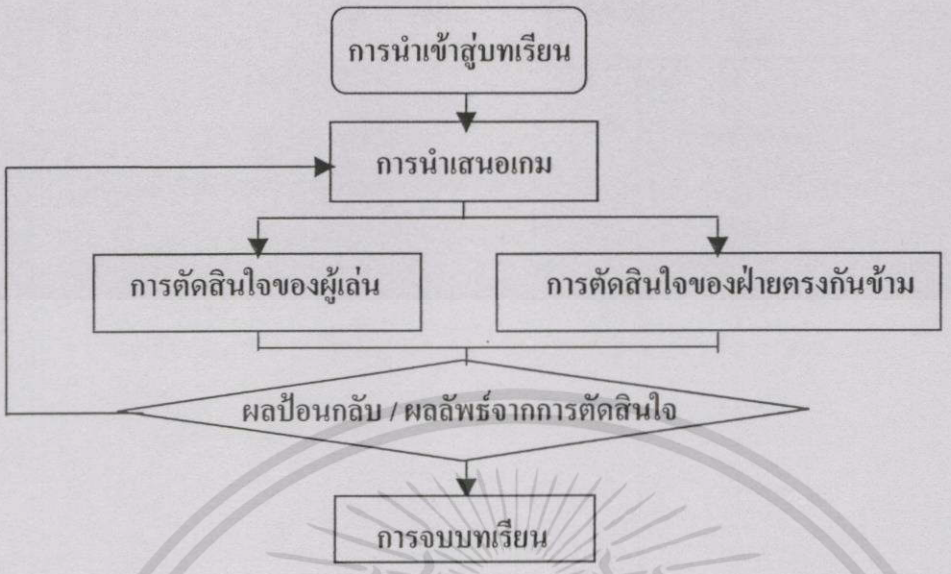


โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท แบบการจำลองสถานการณ์

รูปที่ 2.4 แบบจำลองสถานการณ์ เขียน flow chart ได้ดังนี้

2.4.5.6 เกมเพื่อการสอน (instructional game) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปของเกม ลักษณะของเกมจะมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเป็นการแข่งขันมักจะออกแบบเพื่อให้ได้ ทั้งความรู้และความบันเทิงแก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอกราฟฟิกที่สวยงาม มีเสียงประกอบ จึงสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

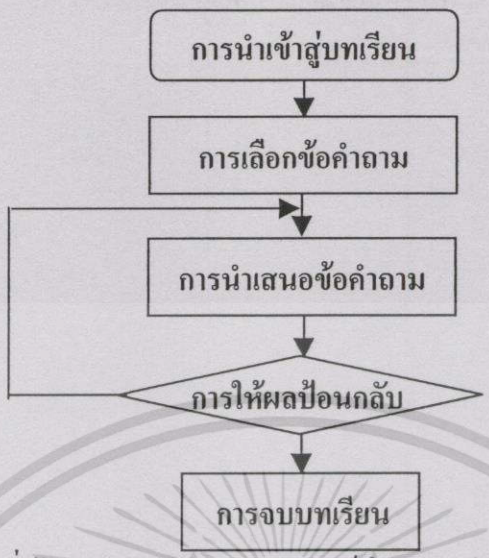


โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม

รูปที่ 2.5 แบบเกมเขียน flow chart ได้ดังนี้

2.4.5.7 แบบทดสอบ (testing) คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือการที่ผู้เรียน ได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (immediate- feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

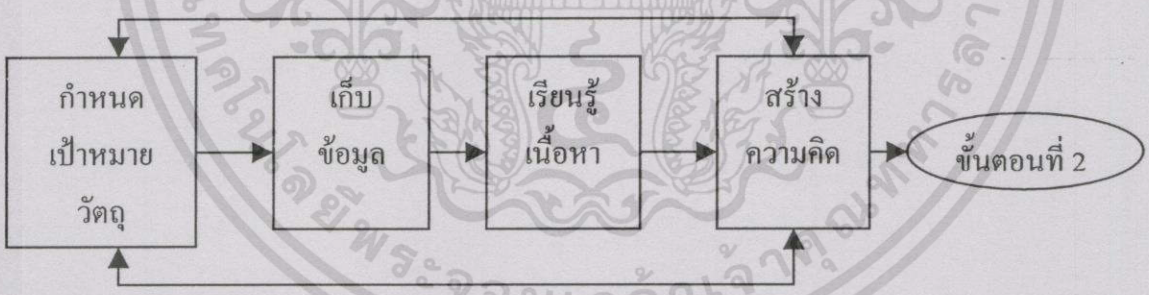


โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ

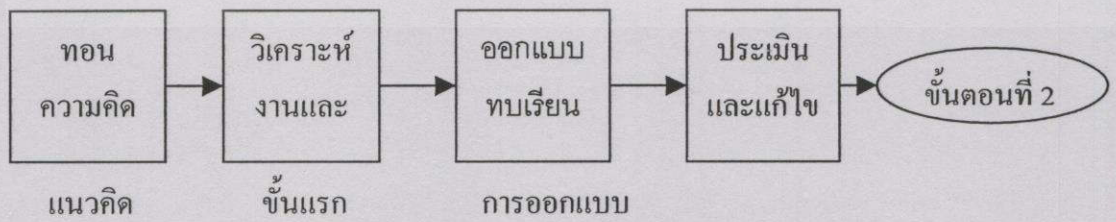
รูปที่ 2.6 แบบทดสอบเขียน flow chart ได้ดังนี้

2.4.6 ขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Alessi and Trollip (1991) นักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เสนอแนะขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้น ดังต่อไปนี้

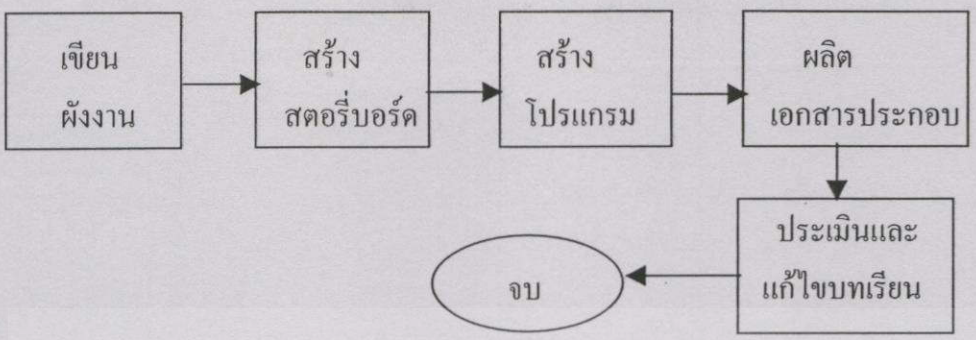


รูปที่ 2.7 (a) ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียม



รูปที่ 2.7 (b) ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 (c) ขั้นตอนที่ 3-7

แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi and Trollip

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (preparation)

- ขั้นกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (determine goals objectives)
- รวบรวมข้อมูล (collect resources)
- เรียนรู้เนื้อหา (learn content)
- สร้างความคิด (generate ideas)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (design instruction)

- ทอนความคิด (elimination of ideas)
- วิเคราะห์งานและแนวคิด (task and concept analysis)
- ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (preliminary lesson description)
- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (evaluation and revision of the design)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (flowchart lesson)

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (create storyboard)

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่างๆ เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (program lesson)

ขั้นตอนการสร้าง/การเขียนโปรแกรม เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (produce supporting materials)

เอกสารประกอบบทเรียน อาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่ว ๆ ไป (เช่นใบงาน)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (evaluate and revise)

ในบทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมินในส่วนของการนำเสนอโดยผู้มีประสบการณ์ในการออกแบบ และส่วนของการทำงานของบทเรียน ผู้ออกแบบควรจะทำการสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ หรือทดสอบผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน

2.4.7 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์

ฝนทิพย์ อมาตยกุล (531 : 22-23) ได้สรุปประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลงานวิจัย ของผู้วิจัยหลายท่านไว้ดังต่อไปนี้

2.4.7.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนตามเอกัตภาพ

2.4.7.2 มีการป้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย

2.4.7.3 ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงๆก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป

2.4.7.4 ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน

2.4.7.5 ผู้เรียน เรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาเรียนลง

2.4.7.6 สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ

2.4.7.7 ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2.4.7.8 ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเอง

2.4.7.9 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน

2.4.7.10 ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน

2.4.7.11 เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน

2.4.7.12 มีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ

2.4.7.13 ผู้เรียนเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปยาก

2.4.7.14 ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาไมโครเวฟ

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังต่อไปนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ หรือ ทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้รายวิชาต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. 2536 : 286)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (learning achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนหรือการสอนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว (สุรชัย ขวัญเมือง. 2522) อ้างถึงใน (ลมุน ฮอสูงเนิน. 2536)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนว่าเรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้เท่าใด มีความสามารถชนิดใดซึ่งสามารถวัดไว้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ไพศาล หวังพานิช. 2526)

จากแนวคิดของนักการศึกษา พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไมโครเวฟ หมายถึง การตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน ในสิ่งที่เรียนไปแล้ว ว่าได้บรรลุจึงจุดมุ่งหมาย ที่ตั้งไว้หรือไม่เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงการเรียนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์(achievement test) หมายถึง แบบทดสอบ ที่วัดความรู้ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับการเรียนรู้มาจากอดีต ยกเว้นการวัดทางด้านร่างกาย ข้อทดสอบประเภทวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่จะใช้วัดสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการเป็นการวัดว่าเด็กเรียนรู้ มาแล้วจากอดีตเท่าไร กล่าวได้ว่าเป็นเรื่องราวของอดีต ข้อสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็นประเภทคือ

2.5.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (teacher-made test) หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ทั่ว ไป ในโรงเรียนที่ใช้แล้วก็ทิ้งไป จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่ หรือเอาของเก่ามาเปลี่ยนแปลงใหม่โดยไม่มีวิธีการอะไร ที่เป็นหลักในการปรับปรุงแต่ประการใด ข้อสอบแบบนี้ มีข้อเสียตรง ที่ครูส่วนมากไม่ค่อยสนใจว่าข้อสอบที่ออกใช้ไปแล้วนั้นดี-เลว ประการใด

2.5.1.2 แบบทดสอบมาตราฐาน (standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นแล้วได้นำไปใช้ทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบตามวิธีทางสถิติหลายครั้ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น และเป็นแบบทดสอบที่มาตราฐานสำหรับใช้กับเด็กทั่ว ๆ ไป มีการหาเกณฑ์ปกติเพื่อใช้เป็นหลักเปรียบเทียบ แบบทดสอบมาตราฐานนี้ เป็นแบบทดสอบ ที่ใช้วัด และ ประเมินค่าการเรียนการสอน (วิเชียร เกตุสิงห์. 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (attitude) เป็นคำมาจากรากศัพท์ภาษาลาตินว่า "aptus" แปลว่าโน้มเอียง เหมาะสม ได้มีนักจิตวิทยาและนักศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Thurston , LL ได้ให้ความหมายว่า เจตคติหมายถึง ผลรวมทั้งหมดของความโน้มเอียงของบุคคล ความรู้สึก ความลำเอียง แนวคิด ความกลัว การข่มขู่ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

Allport , Gardon W (1935 : 417) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาวะความพร้อมทางจิตซึ่งเกิดขึ้นจากประสบการณ์ ที่เป็นตัวกำหนดทิศทางการตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

Good (1963 : 48) ได้ให้คำจำกัดความของเจตคติไว้ว่า เจตคติคือ ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะหนึ่งอาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่าง บุคคลหรือสิ่งใด ๆ เช่น รักเกลียด หรือกลัว หรือไม่พอใจมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น

Hillgard , Ernest R. (1967 : 583-594) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงพฤติกรรม หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นครั้งแรกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความคิดหรือสถานการณ์ใด ๆ ในทางเข้าใกล้ชิด หรือออกห่าง และความพร้อมที่จะตอบสนองครั้งต่อไป ในทางเอนเอียงไปในลักษณะเดิม เมื่อพบกับสิ่งหรือสภาวะการณ์ดังกล่าวอีก

สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2525 : 507) ได้สรุปว่าหมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเกิดจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ซึ่งเป็นผลให้บุคคลมีแนวโน้มในการปฏิบัติหรือแสดงท่าทีต่อสิ่งนั้น ๆ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เจตคติเป็นระบบอย่างหนึ่งในบุคคลซึ่งสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความรู้สึก แนวโน้มในการปฏิบัติ

อนันต์ จันทร์กวี (2537 : 260) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ท่าทีความคิดเห็นความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจแสดงให้เห็นในลักษณะ ความเชื่อ ท่าทาง ความคิด ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.5.5.1 เจตคติทางบวกเป็นการแสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วยชอบ สนับสนุนปฏิบัติด้วยความเต็มใจ

2.5.5.2 เจตคติทางลบ เป็นการแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ คัดค้าน ไม่ร่วมมือ

2.5.2.3 เจตคติที่เป็นกลาง ๆ หรือระดับกลาง ๆ อยู่ระหว่างกลางของข้อ (1) และข้อ (2)

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2520 : 38) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆอัน เป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดง พฤติกรรมหรือแนวโน้มที่จะตอบสนองสิ่งเร้านั้น ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : 1) กล่าวว่า เจตคติ เป็นความเชื่อ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น บุคคล สิ่งของ การกระทำ สถานการณ์และอื่น ๆ รวมทั้งท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ เช่น บุคคล สิ่งของ การกระทำสถานการณ์และอื่น ๆ รวมทั้งท่าทีที่แสดงออก ที่บ่งถึงสภาพของจิตใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุชา จันทน์เอม และสุรางค์ จันทน์เอม (2521 : 78) กล่าวว่า เจตคติ คือ สภาพทางจิตใจที่เกิดจากประสบการณ์ซึ่งจะทำให้บุคคลมีท่าทีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

จากแนวคิดของนักจิตวิทยา และนักการศึกษาพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ จากการที่บุคคลได้รับประสบการณ์จากสิ่งนั้น ซึ่งแสดงออกในลักษณะที่เอนเอียงไปในทางใดทางหนึ่ง

ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาไมโครเวฟ เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่พึงพอใจต่อวิชาไมโครเวฟ หลังจากที่นักเรียน ได้เรียนวิชาไมโครเวฟ นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมสนองต่อวิชาไมโครเวฟไปทางใดทางหนึ่ง หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีนนทบุรี จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อมร สุขจำรัส (2533) ได้ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ. โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี มีจำนวน 60 คนผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.000)คือนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ นักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับ เห็นด้วยอย่างมาก คิดเป็นร้อยละ 100 ตามเกณฑ์การประเมินค่าของ Best

ภาวิบูรณ์ โชติศิริรัตน์ (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีภาพประกอบแบบภาพนิ่ง และแบบภาพเคลื่อนไหว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนเซนต์จอห์น จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิราภรณ์ สัพทานนท์ (2538) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 แผนกบัญชี จำนวน 68 คน วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่ได้รับการสอนจากครูที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ กับกลุ่มที่เรียนตามปกติ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษามีเจตคติทางบวกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อ

ขนิษฐา โชคลือชัย (530) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วย ในการวินิจฉัย และแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม เรื่องการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอุตสาหกรรม ที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม เรื่องการเคลื่อนที่ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังใช้โปรแกรมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังจากการใช้โปรแกรมนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม

ฝนทิพย์ อมตยกุล (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และที่เรียนจากการสอนคู่มือครู ของ สสวท. โดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากครูเป็นผู้สอน และผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนตากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากครู

นัยนา ลีนะธรรม (2535) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกแต่งกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการเปรียบเทียบนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน พบกว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ผลงานวิจัยต่างประเทศ

Conlin (1990 : A) ได้ศึกษาผลกระทบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในโรงเรียนที่เน้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กลุ่มประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 3 และ 5 จำนวน 332 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และ กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ลงทะเบียนในโรงเรียนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยเรียนตามหลักสูตรของโรงเรียน ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งในการเรียน ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 4 ครั้ง / สัปดาห์ และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมการเรียน ภาษาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามดุลพินิจของครูเป็นเวลา 2 ภาคเรียน กลุ่มควบคุมกลุ่มที่1 คือนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนศิลป์ศาสตร์ ในโรงเรียนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กลุ่มที่ 2 คือนักเรียนจากโรงเรียนทั่วไปเรียนตามหลักสูตรของรัฐ โดยไม่เน้นเฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่ง ทำการทดสอบก่อน และหลังเรียนในวิชาภาษาศาสตร์ การอ่าน คำศัพท์ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มควบคุม ที่เรียนตามหลักสูตรของรัฐกับกลุ่มทดลองโดยกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าในวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนผลสัมฤทธิ์ในวิชาอื่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 กลุ่ม

Rosner (1989 : 669-670-A) ได้ทำการประเมินผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในหน่วยการเรียนเรื่อง “ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า” สำหรับนักเรียน เกรด 6-9 แบ่งหน่วยการเรียนออกเป็น 2 หน่วย ย่อย คือ “ วัตต์ในบ้าน ” และ “การควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าในบ้าน” โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 6-9 จำนวน 292 คน ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้ง 2 หน่วยย่อย และทำแบบสอบถามหลังจากการสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนก่อนและหลังเรียน ทั้ง 2 หน่วยย่อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนักเรียนเกรด 6 และ 7 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่า การจำลองสถานการณ์ ในหน่วยการเรียน ให้ทั้งความสนุก และประสบการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เวลาการเรียนแต่ละหน่วยย่อย 1-2 คาบ ก็เพียงพอที่นักเรียนจะได้รับความรู้จากสถานการณ์จำลองนี้ อย่างไรก็ดี การอภิปรายในชั้นเรียน การบ้าน และการลงมือปฏิบัติกิจกรรมก็เป็นสิ่งจำเป็น ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอด ในเรื่องเกี่ยวกับการใช้ และการประหยัดไฟฟ้า จากสถานการณ์จำลองได้ดียิ่งขึ้น

Mccurry (1988 : 1108-A) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ฝึกและปฏิบัติในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ของนักเรียนโดยเปรียบเทียบกับการฝึกและปฏิบัติในชั้นเรียนปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยศิลปะที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 23 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่เรียนในชั้นเรียนปกติ ทำการทดลองสอน 2 หน่วยการเรียน ใช้เวลาหน่วยละ 3 สัปดาห์ เท่ากัน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างกลุ่มควบคุม และ กลุ่มทดลอง แต่เมื่อแบ่งระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นระดับความรู้สูงและต่ำ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ สูงกว่าส่วนในด้านเจตคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ จากการใช้คอมพิวเตอร์พบว่ากลุ่มที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีเจตคติเป็นทางบวกมากกว่ากลุ่มควบคุม

Rowland (1988 : 780-A) ได้ทำการศึกษาถึงผลของรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและรูปแบบ ของการเรียนที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์ ของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษามหาวิทยาลัย วิชาเอกประถมศึกษา จำนวน 97 คน ทำการทดลองสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ช่วย จากนั้นจึงทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการนำไปใช้ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีคะแนนการนำไปใช้สูงกว่ากลุ่ม ที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอน แต่กลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ และพบว่าการเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้ CAI เหมาะสำหรับผู้ที่มีแรงจูงใจภายใน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยในเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้หลักการของ R & D ซึ่งประกอบด้วยหลักการ 3 ประการ เราจึงมีขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ที่ทำการศึกษาและทดลองวิจัย คือนักศึกษาระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคสกลนครและวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา จำนวน 80 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.1 กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่สุ่มจากนักศึกษา 40 คน วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร แผนก อิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส.ปีที่ 2 โดยวิธี สุ่มอย่างง่าย จำนวน 20 คน ใช้เป็นกลุ่มทดลอง หาประสิทธิภาพของเครื่องมือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปฏิบัติการไมโครเวฟ CBT for microwave

3.1.2.2 กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ สุ่มจากนักศึกษา 40 คน วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 โดยสุ่มอย่างง่าย จากกลุ่ม ที่ 2 จำนวน20 คน เป็นกลุ่มทดลอง เรียนโดยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ครูแนะนำการใช้ แผ่นซีดีรอมนักศึกษาเรียนด้วยตนเอง และลงทะเบียนเพื่อปฏิบัติการบน ชุดฝึกได้ด้วยตนเอง ที่ห้องปฏิบัติการ open entrance LAB

3.1.2.3 กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่สุ่มจากนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย จำนวน20 คน เป็นกลุ่มควบคุม สอนตามใบงานและคู่มือ โดยครูสาธิตให้นักเรียนดู ก่อนที่ จะลงปฏิบัติตามขั้นตอนของใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาคปฏิบัติไมโครเวฟ 3 การทดลอง

3.2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

3.2.3 แบบประเมินสื่อ และเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านสื่อ และอีก 3 ท่านด้านเนื้อหา

3.2.1 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทดลองไมโครเวฟ 3 การทดลอง

นำเอารายละเอียดของใบงานประกอบชุดฝึกที่มีอยู่ ซึ่งมีทั้งหมด 10ใบงานแต่ในที่นี้เลือกมาเพียง 3การทดลอง เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอ ต่อการวิจัยเช่นการออกแบบข้อทดสอบ E1 ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และมีเนื้อหาเพียงพอ รวมทั้งข้อสอบ post-test มีความหลากหลายเพียงพอและไม่มากจนเกินไป ดังนี้

การทดลองที่ 1. GUNN-Oscillator

ใบงานที่ 1.1 การส่งและรับระบบไมโครเวฟ

ใบงานที่ 1.2 การวัดความถี่และการจูนปรับความถี่ GUNN-Oscillator

การทดลองที่ 2. ความถี่ fo ความยาวคลื่น λo , λc , λg

ใบงานที่ 2.1 การวัดความถี่ fo คำนวนλo

ใบงานที่ 2.2 การวัด λg การคำนวน λc

การทดลองที่ 3. การทดลอง Doppler effect Radar

ใบงานที่ 3. การทดลอง Doppler Radar

ศึกษาเนื้อหาวิชา ตลอดขั้นตอนการปฏิบัติของใบงานอย่างละเอียด จากหนังสือประกอบการฝึกชุดฝึกไมโครเวฟ ธานินท์ ไฮเทค นำมาเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการทดลองทั้ง 3 การทดลองให้ครอบคลุม เนื้อหาและใบงานทั้งหมดดังนี้

การทดลองที่ 1. GUNN-Oscillator

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายโครงสร้างและการทำงาน GUNN Osc. และอุปกรณ์ได้ (เนื้อหา)
2. ประกอบวงจรส่ง-รับไมโครเวฟ ได้ (ใบงานที่1.1)
3. วัดและปรับแต่งความถี่ GUNN-Oscillator ได้ (ใบงานที่ 1.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2. ความถี่ fo ความยาวคลื่น λo , λc, λg

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการกระจายคลื่นในท่อเวฟไกด์และ Slotted-line ได้ (เนื้อหา)
2. ประกอบวงจรและทำการวัดความถี่ได้ } ใบงานที่ 2.1
3. คำนวนค่าความยาวคลื่น จากสูตรความถี่ได้
4. ประกอบวงจรวัดค่าความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ λg ได้ } ใบงานที่ 2.2
5. วัดและคำนวนค่าความสัมพันธ์ระหว่าง λc และ λg ได้

การทดลองที่ 3. การทดลอง Doppler effect Radar

จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการเกิด Doppler effect ได้ เนื้อหา
2. ประกอบวงจร Doppler Radar ได้ } ใบงานที่ 3
3. คำนวณ ความเร็วจากสูตร Doppler effect ได้

จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของการทดลองทั้ง 3 เราแยกรายละเอียดได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 จากวัตถุประสงค์ที่ 1

1. อธิบายโครงสร้างและการทำงาน GUNN OSC. และอุปกรณ์ได้ (เนื้อหา)

เราแยกเนื้อหาในวัตถุประสงค์ที่ 1 ดังนี้

บทนำ

1.1 GUNN Diode

1.1.1 ทฤษฎีและสรุปผลการทดลองของนาย JB. GUNN

1.1.2 รูปกราฟและคุณสมบัติ

1.2 ทรานสิท ไทม์ โหมด (Transit Time Mode)

1.3 ช่องว่างที่ใช้ควบคุมความถี่ในการออสซิลเลท (Cavity – Controlled Oscillator)

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

1.4.1 อุปกรณ์ภายในภายนอก GUNN – Oscillator

1.4.2 Block Diagram ของ GUNN - Oscillator

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator)

1.6 ตัวลดความแรงคลื่นไมโครเวฟชนิดปรับได้ (Variable Attenuator)

1.6.1 หลักการทำงาน

1.6.2 หน้าที่และโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 สูตรการคำนวณการลดทอนสัญญาณ (Attenuator)

1.7.1 สูตรและการคำนวณ

1.7.2 ตัวอย่างการคำนวณ

จากหัวข้อใหญ่และย่อย รวมทั้งหมด 12 หัวข้อ เรานำมาออกแบบข้อทดสอบ 24 ข้อโดยออกแบบไว้เผื่อหัวข้อละ 2 ข้อ เพื่อนำไปหามาตราฐานของข้อสอบและเผื่อเลือกตัด ข้อสอบที่ไม่มีมาตราฐานออก

ภาคปฏิบัติ ใบงานเรากำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 2ข้อคือ

2. ประกอบวงจรส่ง-รับไมโครเวฟ ได้ (ใบงานที่1.1)

3. วัดและปรับแต่งความถี่ GUNN-Oscillator ได้ (ใบงานที่ 1.2)

ใบงานที่ 1.1 แยกเป็นหัวข้อทดลองย่อยๆ พร้อมทั้งเลือกแบบทดสอบดังนี้

1.1.1 การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 1.1 (ใช้การเลือกภาพแทนเกมการต่อภาพ)

1.1.2 การปรับ Attenuator คำถาม 4 ตัวเลือก

1.1.3 การปรับ ความแรงของสัญญาณ MOD. คำถาม 4 ตัวเลือก

1.1.4 การปรับทิศทางสายอากาศภาครับ คำถาม 4 ตัวเลือก

1.1.5 การตอบสนองต่อความถี่ของสัญญาณที่เข้าไป MOD. คำถาม 4 ตัวเลือก

ใบงานที่ 1.2

1.2.1 การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 1.2 (ใช้การเลือกภาพแทน เกมการต่อภาพ)

1.2.2 หลักการใช้งาน ฟรีเควนซี่มิเตอร์ คำถาม 4ตัวเลือก

1.2.3 การปรับจูน ในการวัดความถี่ คำถาม 4ตัวเลือก

1.2.4 การอ่านความถี่จากกราฟ คำถาม 4ตัวเลือก

1.2.5 การปรับจูนความถี่ของ GUNN OSC. คำถาม 4ตัวเลือก

เนื่องจากภาคทฤษฎี ออกไว้ 24ข้อ เลือก 12ข้อ เรากำหนดข้อสอบไว้ 20ข้อต่อ 1 การทดลอง ดังนั้นยังเหลืออยู่อีก 8 ข้อ สำหรับภาคปฏิบัติ จึงออกข้อสอบอีก 16 ข้อ แบบ 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับผลการลงปฏิบัติในหัวข้อ 1.1.2 , 1.1.3 , 1.1.4 , 1.1.5 , 1.2.2 , 1.2.3 , 1.2.4 และ 1.2.5 ไว้อีกหัวข้อละ 2 ข้อ เป็น 16 ข้อ

การทดลองที่ 2 จากวัตถุประสงค์ที่ 1.

1. อธิบายการกระจายคลื่นในท่อเวฟไกด์และ Slotted-line ได้ (เนื้อหา)

เราแยกเนื้อหาในวัตถุประสงค์ที่ 1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ท่อนำคลื่นไมโครเวฟ (Wave Guide)

2.1.1 ความเป็นมาและคลื่นที่ Popagate ในท่อนำคลื่น

2.1.2 ลักษณะการ Popagate คลื่นในท่อนำคลื่น

2.1.3 Mode เฉพาะ ของการ Popagate ใน Regtangula-Wave Guide

2.2 ความถี่ ความยาวคลื่น λo , λg และ λc

2.2.1 สูตรการคำนวณ λo และตัวอย่างการคำนวณ

2.2.1.1 สูตรการคำนวณ λo

2.2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณ

2.2.2 สูตรการคำนวณ λg , λc และตัวอย่างการคำนวณ

2.2.2.1 สูตรการคำนวณ λg , λc

2.2.2.2 ตัวอย่างการคำนวณ

2.2.3 สูตรความสัมพันธ์ ระหว่าง λ ทั้งสาม

2.2.4 Standing Wave และการวัด λg

2.3 Slotted Line

2.3.1 ทฤษฎี และการใช้

2.3.2 SWR Meter

2.3.2.1 SWR Meter ช่วงบน

2.3.2.2 SWR Meter ช่วงล่าง

จากหัวข้อใหญ่และย่อย รวมทั้งหมด 12 หัวข้อ เรานำมาออกแบบข้อทดสอบ 24ข้อ โดยออกแบบไว้เผื่อหัวข้อละ 2 ข้อ เพื่อนำไปหามาตราฐานของข้อสอบ และเผื่อเลือกตัดข้อสอบที่ไม่มีมาตราฐานออก ก็ยังคงข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหา 12 ข้อ

ภาคปฏิบัติ ในใบงานเรากำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 4ข้อคือ

2. ประกอบวงจรและทำการวัดความถี่ได้ ใบงานที่ 2.1

3. คำนวนค่าความยาวคลื่น จากสูตรความถี่ได้

4. ประกอบวงจรวัดค่าความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ λg ได้ } ใบงานที่ 2.2

5. วัดและคำนวนค่าความสัมพันธ์ระหว่าง λc และ λg ได้ }

ใบงานที่ 2.1 แยกเป็นหัวข้อทดลองย่อยๆ พร้อมทั้งเลือกแบบข้อทดสอบ

2.1.1 การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 2.1 (เกมการต่อภาพ)

2.1.2 การคำนวณค่า λo จาก fo คำถาม 4 ตัวเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2.2

2.2.1 การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 1.2 (เกมการต่อภาพ)

2.2.2 การ วัด Standing Wave จาก Compleat-missmatch คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.3 การ วัด Standing Wave จากสภาวะ Matching คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.4 การอ่าน สเกลของ Standing Wave คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.5 การวัดค่า λg จาก Standing Wave คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.6 การวัด λc คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\lambda 0$, λc และ λg คำถาม 4 ตัวเลือก

2.2.8 สูตรการหาความถี่ fo จาก λg และ λc คำถาม 4 ตัวเลือก

เนื่องจากทฤษฎีหน้าใบงานที่ 2.1แล้ว2.2 ออกไว้ 24ข้อ เลือกไว้ 12ข้อ เรากำหนดข้อสอบไว้ 20ข้อต่อ 1 การทดลอง ดังนั้นยังเหลืออยู่อีก 8 ข้อสำหรับภาคปฏิบัติ จึงออกอีก 16 ข้อแบบ 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับผลการทดลองในหัวข้อที่ 2.1.2 , 2.2.2 , 2.2.3 ,2.2.4 , 2.2.5 , 2.2.6 ,2.2.7 และ 2.2.8 โดยออกไว้หัวข้อละ 2 ข้อ

การทดลองที่ 3 จากวัตถุประสงค์ที่ 1

1.อธิบายการเกิด Doppler effect ได้ (เนื้อหา)

แยกเนื้อหาในวัตถุประสงค์ที่ 1 ดังนี้

บทนำ

3.1 การทำงานของดอปเปลอร์เรดาร์ (Doppler RADAR Principle)

3.1.1 หลักการของดอปเปลอร์เรดาร์

3.1.2 คณิตศาสตรประกอบการอธิบาย

3.1.3 สูตรการหาค่าความเร็วของเป้า

3.1.4 ตัวอย่างการคำนวณ

3.2 ส่วนประกอบของดอปเปลอร์เรดาร์

3.2.1 การทำงานส่วนต่างๆของดอปเปลอร์เรดาร์

3.2.2 อุปกรณ์ประกอบจริง

จากหัวข้อใหญ่และย่อย รวมทั้งหมด 7หัวข้อ เรานำมาออกแบบ ข้อทดสอบ 14 ข้อ โดยออกหัวข้อละ 2 ข้อเพื่อเลือกตัดข้อสอบที่ไม่มีมาตราฐานออก เหลือ 7ข้อที่ครอบคลุมเนื้อหา

ในภาคปฏิบัติ ใบงานที่ 3 มี 2 วัตถุประสงค์

2. ประกอบวงจร Doppler Radar ได้ (ใบงานที่ 3)

3. คำนวณ ความเร็วจากสูตร Doppler effect ได้

ใบงานที่ 3. แยกเป็นหัวข้อทดลองย่อยๆ พร้อมทั้งเลือกแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 3. (เกมการต่อภาพ)

3.2 การวัดความถี่ที่ส่ง คำถาม 4ตัวเลือก

3.3 การวัด fd โดย Storage Oscilloscope คำถาม 4ตัวเลือก

3.4 การคำนวนความเร็วเป้า คำถาม 4ตัวเลือก

เนื่องจาก ทฤษฎี ออกไว้ 14 ข้อ เลือก 7ข้อ เรากำหนดข้อสอบไว้ 10ข้อในการทดลองที่ 3 นี้ เพราะมีเนื้อหาไม่มากนัก และ ใบงานเพียงใบงานเดียว ดังนั้นยังเหลืออยู่อีก 3 ข้อเราออกไว้ 6ข้อ แบบ 4ตัวเลือก โดยเป็นคำถามที่เกี่ยวข้อง กับผลการทดลองในใบงานที่ 3 คือ หัวข้อที่ 3.2 , 3.3 , และ 3.4 โดยออกไว้หัวข้อละ 2 ข้อ รวมเป็น 6ข้อ เพื่อหามาตราฐานและเลือกไว้ 3 ข้อ

นำเอาข้อทดสอบชนิด 4ตัวเลือก ของทั้ง 3 การทดลอง รวมทั้งหมด 100 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษา ที่เคยเรียนผ่านวิชาไมโครเวฟมาแล้ว โดยเลือกนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเรียนในเทอมที่ 3 ได้เรียนผ่านการทดลองที่ 1-3มาแล้ว เพราะการทดลองที่ 1-3 นั้น เป็นการทดลองแรกๆ ซึ่งเรียนอยู่ในช่วงต้นๆเทอม จำนวน 44 คน นำผลของข้อทดสอบทั้ง 100 ข้อ 4 ตัวเลือกไปวิเคราะห์ทางสถิติ ความยากง่าย(P) อำนาจการจำแนก (D)

ได้ค่าความยากง่าย (P) อยู่ที่ 0.23 -0.77

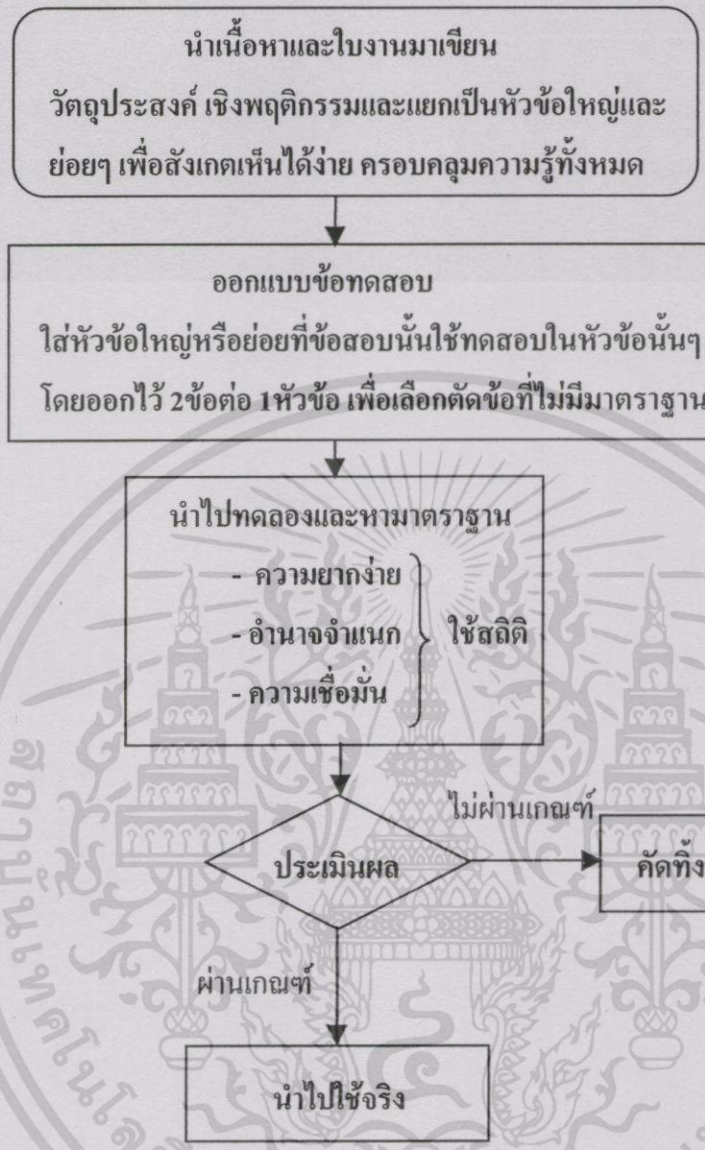
ค่าอำนาจจำแนก(D) อยู่ที่ 0.23-0.59

นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ เมื่อ $n = 50$, $S^2 = 84.65$ และ $\sum pq = 14.08$

ได้ค่าความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.85 (ดูรายละเอียด ภาคผนวก ค. หน้า96-102)

หมายเหตุ การออกแบบข้อทดสอบ จะออกไว้มากกว่าเพื่อนำไปหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก ในที่นี้ ออกไว้100 ข้อ เขียนกำกับหัวข้อใหญ่และ ย่อยไว้ที่ข้อสอบ เพื่อครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ออกไว้ 2ข้อ ต่อ 1หัวข้อใหญ่หรือย่อย เพื่อตัดข้อที่ไม่ได้มาตราฐานออก 1 ข้อ ยังเหลืออีก 1ข้อที่ได้มาตราฐาน ถ้าได้มาตราฐาน 2 ข้อ เลือกออกข้อใดข้อหนึ่ง ถ้าไม่ได้มาตราฐานทั้ง 2 ข้อต้องปรับข้อสอบใหม่ ในการทดลองนี้ไม่มี จึงไม่ต้องปรับข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้มาตราฐานทั้ง 50 ข้อ มาสลับข้อไม่เรียงลำดับหัวข้อการเรียนและการทดลอง รวมทั้งสลับตำแหน่งคำตอบ ใช้เป็นแบบทดสอบ E2 และ final test ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อสอบระหว่างเรียนหลังจบการทดลองแต่ละการทดลอง E1 เช่นการทดลองที่ 1 เลือกข้อสอบจากข้อสอบมาตราฐาน 50 ข้อที่ได้มาแล้ว โดยวางข้อสอบเรียงลำดับตามหัวข้อเนื้อหา หัวข้อการเรียนและการทดลองใบงาน โดยไม่ต้องสลับคำตอบเหมือนกับข้อสอบ E2 ใช้เป็นข้อทดสอบ E1(1) ของการทดลองที่ 1 20ข้อ ทำนองเดียวกันเดียวกัน ในการทดลองที่ 2 เลือกแบบเดียวกันกับของการทดลองที่ 1 ได้ข้อสอบ E1 (2) ของการทดลองที่ 2อีก 20ข้อ และ E1(3) ของการทดลองที่ 3 อีก 10ข้อ แสดง flow chart ในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 เขียน flow chart ได้ดังนี้

3.2.2 สร้างชุด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

3.2.2.1 จากใบงานของชุดฝึกไมโครเวฟมีทั้งหมด 10 การทดลองในการสร้าง CBT for microwave จะเลือกเพียง 3 การทดลอง เพื่อทำการวิจัยดังนี้

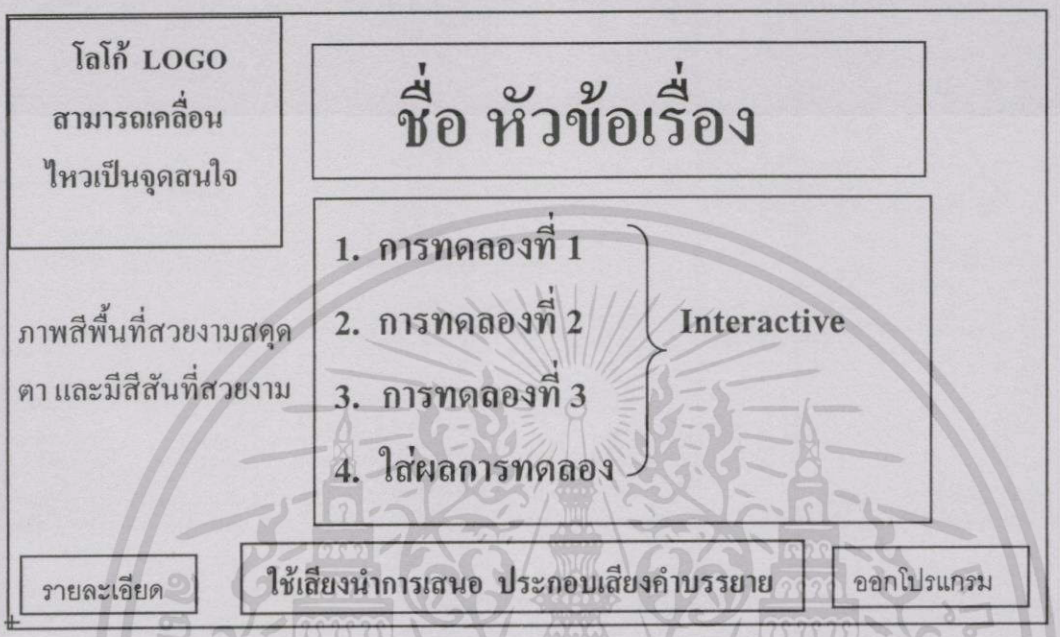
การทดลองที่ 1. GUNN-Oscillator

การทดลองที่ 2. ความถี่ fo ความยาวคลื่น λo , λc, λg

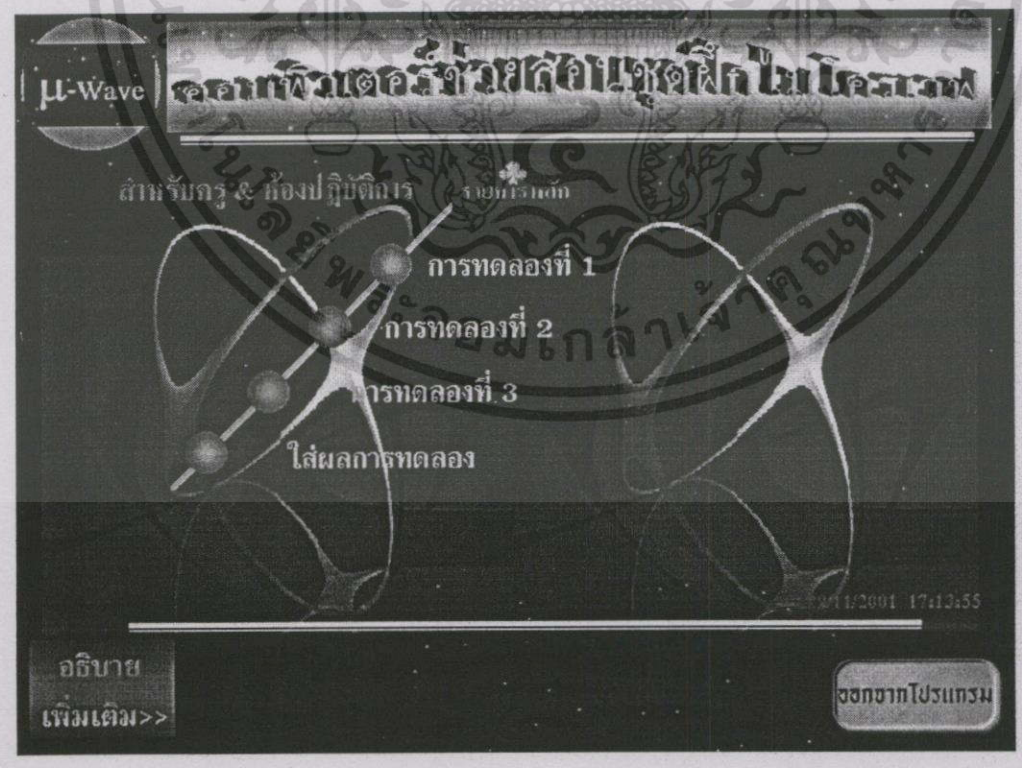
การทดลองที่ 3. การทดลอง Doppler effect Radar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแรก คือการออกแบบ ไตเติลเพื่อเร้าใจและนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเขียนสคริปต์การนำเสนอและสิ่งที่จะนำเสนอ เช่นชื่อเรื่อง โลโก้ ที่มีการเคลื่อนไหวได้ เพื่อเป็นจุดเด่นของไตเติล เสียง Sound effect , เสียงบรรยาย และหัวข้อที่สามารถ interactive เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน



รูปที่ 3.2 (a) สคริปต์ ของ ไตเติล



รูปที่ 3.2 (b) ไตเติล บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ เราจะยกมาเพียง 1 การทดลอง คือการทดลองที่ 1 ดังนี้

การทดลองที่ 1. มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3ข้อ

1. อธิบายโครงสร้างและการทำงาน GUNN OSC. และอุปกรณ์ได้ (เนื้อหา)
2. ประกอบวงจรส่ง-รับไมโครเวฟ ได้ (ใบงานที่1.1)
3. วัดและปรับแต่งความถี่ GUNN-Oscillator ได้ (ใบงานที่ 1.2)

3.2.2.2 การสร้าง CBT จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3ข้อจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 เป็นเรื่องเนื้อหา เรานำการแยกเนื้อหาจากหัวข้อที่ 3.2.1 มาแสดงอีกครั้ง

บทนำ

1.1 GUNN Diode

1.1.1 ทฤษฎีและสรุปผลการทดลองของนาย JB. GUNN

1.1.2 รูปกราฟและคุณสมบัติ

1.2 ทรานสิท ไทม์ โหมด (Transit Time Mode)

1.3 ช่องว่างที่ใช้ควบคุมความถี่ในการออสซิลเลท (Cavity – Controlled Oscillator)

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

1.4.1 อุปกรณ์ภายในภายนอก GUNN – Oscillator

1.4.2 Block Diagram ของ GUNN - Oscillator

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator)

1.6 ตัวลดความแรงคลื่นไมโครเวฟชนิดปรับได้ (Variable Attenuator)

1.6.1 หลักการทำงาน

1.6.2 หน้าที่และโครงสร้าง

1.7 สูตรการคำนวณการลดทอนสัญญาณ (Attenuator)

1.7.1 สูตรและการคำนวณ

1.7.2 ตัวอย่างการคำนวณ

ทั้งหมด 12หัวข้อ เรากำหนดการนำเสนอ ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งมีหลายวิธี เช่นดำเนินการสอนได้ ด้วย

1. ตัวหนังสือ เคลื่อนไหวทางเทคนิค (word presentation)
2. สามารถดำเนินการสอนได้ ด้วยภาพสไลด์ หรือภาพนิ่งประกอบเสียงบรรยาย ในระบบมัลติมีเดีย (slide show multi media)
3. สามารถดำเนินการสอนได้ ด้วยภาพ รูปเขียนตบแต่ง เคลื่อนไหว (animation)
4. สามารถดำเนินการสอนได้ ด้วยรูปภาพถ่ายของจริง เคลื่อนไหวได้ (demonstration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถดำเนินการสอนได้ ด้วยกราฟฟิกที่เคลื่อนไหวได้ (graphic animation)

6. สามารถสอนได้ด้วย ไฟล์ ภาพ วีดีโอ ประกอบการบรรยาย

เลือกรูปแบบการนำเสนอ1-6 อาจเป็นการนำเสนอผสม 2รูปแบบหรือหลายรูปแบบก็ได้ ตามความเหมาะสม หัวข้อที่กำหนดรูปแบบการนำเสนอแล้ว นำไปจัดเป็นเฟรมเนื้อหาเล็กๆ หลายเฟรม โดยใส่หมายเลขที่หัวข้อเฟรมนั้นๆ ในการนำเสนอ เพื่อครอบคลุมเนื้อหาได้ทั้งหมด ของวัตถุประสงค์ที่ 1 และทำให้เกิดการเรียนรู้ ทีละเล็กทีละน้อย นำเอารายละเอียดของเนื้อหาใน แต่ละเฟรม ไปเขียนสคริปต์ เพื่อเตรียมดำเนินการสร้าง CBT ต่อไป

ภาคปฏิบัติในวัตถุประสงค์ที่ 2 และ 3

ในภาคปฏิบัติ นำเสนอด้วยเกมส์การต่อภาพ และการจำลองสถานะการณ์ (simulation) โดยสามารถทดลองปฏิบัติบนจอมอนิเตอร์ ได้เสหมือนลงปฏิบัติจริงๆ บนชุดฝึก ทำให้นักศึกษา เรียนรู้ ได้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความเข้าใจลองผิดลองถูกได้ ก่อนลง ปฏิบัติจริงบน ชุดฝึก

ใบงานที่ 1.1 แยกเป็นหัวข้อทดลองย่อยๆ พร้อมทั้งเลือกการนำเสนอ

- การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 1.1 (เกมการต่อภาพและการสาธิตลำดับขั้นตอน)
- การปรับ Attenuator (ซิมมูเลเตอร์ 1)
- การปรับ ความแรงของสัญญาณ MOD. (ซิมมูเลเตอร์ 2)
- การตอบสนองต่อความถี่ของสัญญาณที่เข้าไป MOD. (ซิมมูเลเตอร์ 3)

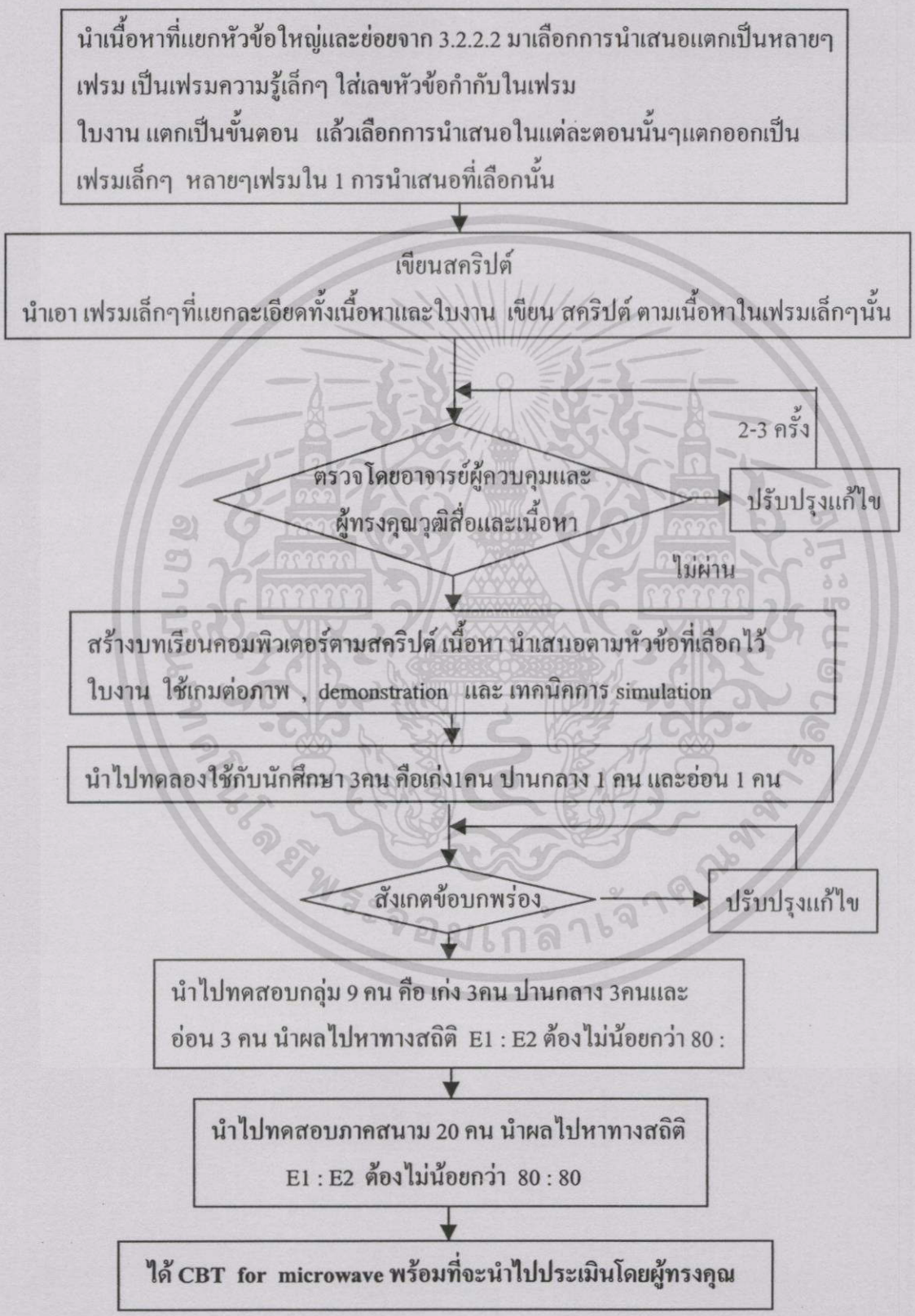
ใบงานที่ 1.2

- การประกอบอุปกรณ์ วงจรทดลองที่ 1.2 (เกมการต่อภาพ และการสาธิตลำดับขั้นตอน)
- การทำงานของฟรีเควนซี่มิเตอร์ (สาธิตตามลำดับขั้นตอน)
- การปรับ สัญญาณแรงสุดในการวัดความถี่ (ซิมมูเลเตอร์ 1)
- การอ่านความถี่จากกราฟ (สาธิตตามลำดับขั้นตอน)
- การปรับจูนความถี่ของ GUNN OSC. (ซิมมูลเลเตอร์ 2)

เมื่อกำหนดรูปแบบการนำเสนอแล้วนำมาแยกเป็นเฟรมเล็กๆหลายเฟรมซึ่งใช้ในการนำ เสนอ เพื่อนำไปเขียนสคริปต์ ทั้งทฤษฎีในวัตถุประสงค์ที่ 1 และสคริปต์ภาคปฏิบัติ ในวัตถุ ประสงค์ที่2 และ3 ปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางสื่อและเนื้อหาตรวจ และนำมาปรับปรุง 2-3 ครั้ง สร้าง CBT for microwave ตามสคริปต์ นำบทเรียนCBT ทั้ง 2 คือ เนื้อหา และใบงานประสมประสานความต่อเนื่องในการนำเสนอ ก่อนที่นำไปทดลองกับนักศึกษา 3 คน เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน สังเกตข้อบกพร่อง นำกลับไปปรับปรุงบทเรียนให้ดี ยิ่งขึ้น ทดลองกลุ่มนักศึกษา 9 คน เก่ง 3คน ปานกลาง 3คน และอ่อน 3 คน นำผลทดสอบไปหา ค่าทางสถิติ E1 : E2 ต้องไม่น้อยกว่า 80 : 80 นำไปทดสอบ ภาคสนามกับนักศึกษา 20 คนเพื่อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ ได้บทเรียน CBT for microwave ที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมด พร้อมที่จะส่งไปประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ



รูปที่ 3.3 flow chart การสร้าง CBT for microwave

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แบบประเมินด้านเนื้อหาและด้านสื่อ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือแบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินสื่อ โดยแบ่งหัวข้อการประเมินดังนี้

แบบประเมินด้านเนื้อหา

1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์พฤติกรรมที่เขียนหรือไม่เพียงใด
2. การนำเข้าสู่บทเรียนได้ดีเพียงใด
3. ความสอดคล้องของเนื้อหา การแบ่งข้อใหญ่ ข้อเล็ก และข้อย่อยได้ดีเพียงใด
4. ความถูกต้องของเนื้อหา
5. ความสอดคล้องและสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละตอน
6. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและเวลาในแต่ละตอนได้ดีเพียงใด
7. การสรุปเนื้อหาได้ดีเพียงใด

แบบประเมินด้านสื่อ

1. ผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนได้ด้วยตนเอง ด้วยความเข้าใจอย่างชัดเจน
2. จัดลำดับการใช้สื่อและการเรียนอย่างเป็นลำดับและมีระบบ
3. ความเหมาะสมของรูปแบบในการนำเสนอหรือวิธีการนำเสนอ
4. การจัดพื้นที่นำเสนอบนจอภาพ และขนาดของภาพได้อย่างเหมาะสม
5. ใช้สีและกราฟฟิกได้อย่างเหมาะสม และกลมกลืน เสริมความสนใจของผู้เรียน
6. มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นเร้าใจผู้เรียน
7. แสดงปุ่มคำสั่งไว้ชัดเจน เห็นได้ง่าย
8. มีแบบทดสอบที่สามารถให้ผลและความต่อเนื่อง ให้กำลังใจผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย
9. ความเหมาะสมในการประสานสื่อผสมชนิดต่างๆได้อย่างกลมกลืนและเหมาะสม

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การตีความหมาย

เกณฑ์ $\overline{X}$	ความหมาย
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ต้องปรับปรุง

โดยแบ่งระดับได้เป็น 5 ระดับ

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินสื่อ และเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุติทั้ง 6 ท่าน คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 3.2 (a) และ 3.2 (b)

ตารางที่ 3.2 (a) ผลการประเมินด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านดังนี้

หัวข้อ	รายละเอียดของการประเมิน	ค่า $\overline{X}$ 3ท่าน	ระดับเกณฑ์
1.	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่เพียงใด	4.67	ดีมาก
2.	การนำเข้าสู่บทเรียนได้ดีเพียงใด	4.33	ดี
3.	ความสอดคล้องของเนื้อหาการแบ่งข้อใหญ่ ข้อเล็กและข้อย่อย ได้ดีเพียงใด 4.33	4.33	ดี
4.	ความถูกต้องของเนื้อหาดี	4.67	ดีมาก
5.	ความสอดคล้องและสัมพันธ์ของเนื้อหา ในแต่ละตอน	4.67	ดีมาก
6.	ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและ เวลาในแต่ละตอนได้ดีเพียงใด	4.33	ดี
7.	การสรุปเนื้อหาได้ดีเพียงใด	4.67	ดีมาก
	เฉลี่ย	4.52	ดีมาก

สรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย = 4.52 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่า S.D. =0.54

ตารางที่ 3.2 (b) ผลการประเมินด้านสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังนี้

	รายละเอียดการประเมิน	ค่า $\overline{X}$ 3ท่าน	ระดับเกณฑ์
1.	ผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนได้ด้วยตนเอง ด้วยความเข้าใจอย่างชัดเจน	5.00	ดีมาก
2.	จัดลำดับการใช้สื่อและการเรียนอย่างเป็นลำดับและมี ระบบ	4.67	ดีมาก
3.	ความเหมาะสมของรูปแบบในการนำเสนอหรือวิธีการนำเสนอ	5.00	ดีมาก
4.	การจัดพื้นที่นำเสนอบนจอภาพ และขนาดของภาพได้อย่างเหมาะสม	4.33	ดี
5.	ใช้สีและกราฟฟิกได้อย่างเหมาะสมและกลมกลืนเสริมความสนใจผู้เรียน	4.33	ดี
6.	มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและกระตุ้นเร้าใจผู้เรียน	4.67	ดีมาก
7.	แสดงปุ่มคำสั่งไว้ชัดเจน เห็นได้ง่าย	4.67	ดีมาก
8.	แบบทดสอบสามารถให้ผลและความต่อเนื่องให้กำลังใจผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อ	4.67	ดีมาก
9.	ความเหมาะสมในการประสานสื่อชนิดต่างๆ อย่างกลมกลืนและเหมาะสม	4.67	ดีมาก
	เฉลี่ย	4.67	ดีมาก

สรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย = 4.67 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก มีค่า S.D. = 0.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. 3 เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเตรียมการจัดดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

3.3.1 นำจดหมายราชการจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำวิจัย ที่วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร และออกหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคหนองคายถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาเพื่อขอใช้แบบทดสอบเข้าทดสอบความรู้นักศึกษา

3.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ วัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร โดยครั้งแรกทดลองกับนักศึกษา จำนวน 3 คน มาจากกลุ่มคนเก่ง 1คน ปานกลาง 1คน และอ่อน 1คน หาจุดบกพร่องและปัญหาการใช้งาน นำไปปรับปรุง ไม่ได้ใช้สถิติ ครั้งที่ สองทดลองกับนักศึกษา จำนวน 9 คน มาจากกลุ่มคนเก่ง 3คน ปานกลาง 3คน และอ่อน 3คน ครั้งที่สามทดลองภาคสนาม จากนักศึกษา 20 คน โดยมีวิธีการดังนี้ (หมายเหตุ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 นำข้อมูลมาเพื่อการหาทางสถิติ)

3.3.2.1 ผู้ทำการวิจัย อธิบายหลักการใช้ CBT for microwave พร้อมแจกแผ่นซีดี-รอมให้ผู้เรียนคนละ 1 แผ่น อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการใช้ ผู้เรียนจะต้องนำแผ่นซีดีไปเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งทฤษฎี และการทดลองบนหน้าจอ มอนิเตอร์ โดยการ simulator จนเข้าใจ ดีแล้ว ลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึก เลือกเวลาลงปฏิบัติการเอง โดยที่ชุด CBT for microwave จะตั้งอยู่ในห้อง ที่เปิดตลอดเวลาทำการ 5วันใน 1 สัปดาห์ วันละ 8คาบ รวมเป็น 40คาบ

3.3.2.2 ผู้เรียนนำผลจากการทดลองจากชุดฝึกจริง ป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจค่าความถูกต้อง เมื่อถูกต้องจะนำนักศึกษาเข้าสู่การลงทะเบียน เพื่อทำแบบฝึกหัดทดสอบระหว่างเรียน (E1) เก็บคะแนนซ่อนไว้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งอยู่ข้างชุดฝึก นักศึกษา 1คน ใช้เวลา 2 คาบ

3.3.2.3 เมื่อผู้เรียน เรียนจบการทดลองทั้ง 3 แล้ว ผู้ทำการวิจัย จะใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (E2 paper test) เข้าทดสอบ ซึ่งมี 50 ข้อ 4 ตัวเลือกและได้ผ่านการหา มาตราฐานของข้อสอบ และผ่านมาตราฐานมาแล้ว

3.3.2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในครั้งที่สองทดลอง กับกลุ่มเล็ก 9 คน ได้ E1: E2 เท่ากับ 84.70 : 82.00 ในครั้งที่สาม ทดลองภาคสนาม 20 คนได้ E1: E2 เท่ากับ 82.82 : 81.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 102 –103)

3.3.3 ขั้นตอนดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนการ ดำเนินงานดังนี้

3.3.3.1 กลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรชั้นสูงปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 20 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ดังขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.1.1 ผู้ทำการวิจัย อธิบายหลักการใช้ CBT for microwave พร้อมแจกแผ่น ซีดีให้ผู้เรียนคนละ 1 แผ่น อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการใช้ ผู้เรียนจะต้องนำแผ่น ซีดีไปเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งทฤษฎี และการทดลองบนหน้าจอ มอนิเตอร์ โดยการ simulator จนเข้าใจดีแล้วลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึก เลือกเวลาลงปฏิบัติการเอง โดยที่ชุดฝึกไมโครเวฟ ตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการที่เปิดตลอดเวลาทำการ 5วันใน1 สัปดาห์ วันละ 8คาบรวม40คาบ

3.3.3.3.2 ผู้เรียนนำผลจากการทดลองจากชุดฝึกจริง ป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจค่าความถูกต้อง เมื่อถูกต้องจะนำนักศึกษาเข้าสู่การลงทะเบียน เพื่อทำแบบฝึกหัด ทดสอบระหว่างเรียน (E1) เก็บคะแนนซ่อนไว้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งอยู่ข้างชุดฝึก ครูสามารถติดตามการลงปฏิบัติการของนักศึกษาได้ นักศึกษา 1คนใช้เวลา 2 คาบ

3.3.3.3.3 เมื่อผู้เรียน เรียนจบการทดลองทั้ง 3 แล้ว ผู้ทำการวิจัยจะใช้แบบทดสอบ ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบมาตราฐาน 50ข้อ และเป็นข้อสอบเดียวกับการทดสอบ E2 ทดสอบเก็บคะแนน เพื่อไปวิเคราะห์ทางสถิติกับกลุ่มควบคุมต่อไป

3.3.3.2 กลุ่มควบคุมซึ่งเป็นนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรชั้นสูงเรียน โดยครูผู้สอนตามปกติเดิม โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

3.3.3.2.1 ครูอธิบายทฤษฎีหน้าใบงานที่ 1.1 และ1.2 ครูแจกใบการทดลองที่ 1 ให้นักเรียนใช้ประกอบการอธิบาย

3.3.3.2.2 ครูสาธิตการทดลองตามขั้นตอน ในใบงานที่ 1.1 และ1.2 โดยสาธิตการทดลองบนชุดฝึกไมโครเวฟให้นักเรียนดู นักเรียนดูการทดลองตามขั้นตอนของใบงานซึ่งมีอยู่ในใบงานการทดลองที่ 1 ที่แจกแล้ว

3.3.3.2.3 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 10 คน ลงทดลองตามใบงานที่ 1.1 และ 1.2 โดยครูควบคุมอยู่อย่างใกล้ชิด

3.3.3.2.4 ครูแจกแบบฝึกหัดและคำถามหลังใบงานให้นักเรียนทำ เพื่อทบทวน

3.3.3.2.5 หลังจากเรียนจบทั้ง 3 การทดลองแล้ว ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลอง ทำการทดสอบเก็บคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

3.3.3.3 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์หาความยากง่าย (P) ของแบบข้อสอบเป็นรายข้อ

3.4.2 วิเคราะห์หาอำนาจการจำแนก (D) ของข้อสอบทุกข้อ

3.4.3 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของข้อสอบ โดยใช้สูตร KR - 20

3.4.5 นำข้อมูลผลการทดสอบข้อสอบ E1 และผลของข้อสอบ E2 มาหาประสิทธิภาพของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ CBT for microwave โดยใช้

สูตร E1 / E2 E1 ประสิทธิภาพของขบวนการ

E2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

3.4.6 เปรียบเทียบผลสำฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม

3.4.7 วิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 6 ท่าน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้

3.5.1 สถิติหาความยากง่าย (สมบูรณ์ ชิตพงศ์. 2537 : 582)

P = R / N

P คือความยากง่าย

R คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์ ความยากง่ายดังนี้

ระดับความยากง่าย(P)	ความหมาย
0.00 - 0.19	ยากมาก
0.20 - 0.39	ยาก
0.40 - 0.59	(ดีมาก)ไม่ยากไม่ง่าย
0.60 - 0.79	ง่าย
0.80 - 1.00	ง่ายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2531 :136)

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

D คืออำนาจการจำแนก

R_U คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มคนเก่ง

R_L คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มคนอ่อน

N คือจำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์อำนาจในการจำแนกดังนี้

อำนาจจำแนก (D)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	คุณภาพข้อสอบดีมาก
0.30 - 0.39	คุณภาพข้อสอบดีพอสมควร
0.20 - 0.29	คุณภาพข้อสอบพอใช้
0.00 - 0.19	คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการหาความเชื่อมั่น ใช้สูตรของ Kuder Richardson

$$KR_{20} = rtt = (k/k\text{-}1)(1 - \sum pq / S^2)$$ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ . 2540 : 157)

rtt คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k คือจำนวนข้อในแบบทดสอบ p คือสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือสักส่วนของผู้ที่ตอบผิด ($q = 1 - p$)

$\sum pq$ คือความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ (ในกรณีที่ให้คะแนน 0กับ1)

S^2 คือค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

$$S^2 = \frac{\sum(X - \overline{X})^2}{N-1}$$

X คือคะแนนของแต่ละคนที่ตอบถูก

N คือจำนวนผู้เข้าทดสอบ

(ในกรณี กลุ่มทดลอง)

$$\overline{X} = \sum X / N$$

$\sum X$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือจำนวนผู้เข้าทดสอบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยยงค์ พรหมวงค์, 2520 : 136)

$$E1 = \frac{\Sigma X / N}{A} \times 100 \qquad E2 = \frac{\Sigma F / N}{B} \times 100$$

E1 คือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจาก แบบทดสอบระหว่างเรียนหลังจบ 1 การทดลองคิดเป็นร้อยละ

E2 คือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจาก Post-test คิดเป็นร้อยละ

ΣX คือคะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบระหว่างเรียน หลังจบ 1 การทดลอง

ΣF คือคะแนนรวมที่ตอบถูกของ Post-test

A คือคะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน หลังจบ 1 การทดลอง

B คือคะแนนเต็มของ Post-test

N คือจำนวนผู้เรียน

3.5.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.5.1 การหาคะแนนเฉลี่ยของผู้ประเมิน $\overline{X}$

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

X คือคะแนนของแต่ละคน

N คือจำนวนผู้ประเมิน (ใช้ประชากรทั้งหมด)

3.5.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน **S.D.**

$$S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma X^2}{N} - \left(\frac{\Sigma X}{N}\right)^2}$$

3.5.6 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม

3.5.6.1 ในกรณีที่ไม่ทราบความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทั้ง2กลุ่ม และตั้งข้อตกลงว่า

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สูตรหน้าต่อไป

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

$\overline{X_1}$ คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วย CBT on microwave

$\overline{X_2}$ คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่สอนตามใบงานโดยครูผู้สอนปกติ

S_1^2 คือค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วย CBT on microwave

S_2^2 คือค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมที่สอนตามใบงานโดยครูผู้สอน

n_1 คือจำนวนคนของกลุ่มเรียนทดลองเรียนโดย CBT on microwave

n_2 คือจำนวนคนของกลุ่มควบคุมสอนตามใบงานโดยครูผู้สอน

กำหนดให้ $df = n_1 + n_2 - 2$

3.5.6.2 ในกรณีที่ไม่ทราบความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ตั้งข้อตกลงว่า

$$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

โดยมี

$$df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1}{n_1}\right]^2}{n_1} + \frac{\left[\frac{S_2}{n_2}\right]^2}{n_2}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความแปรปรวน

ในการทดสอบในกรณีที่ไม่สามารถตัดสินใจว่าจะตั้งสมมุติฐานใด

ระหว่าง $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ หรือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$/

จะต้องทดสอบความแปรปรวนก่อนโดยใช้สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{หรือ} \quad \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad \text{ใช้ค่ามากเป็นเศษ}$$

$$df_1 = n_1 - 1 \quad , \quad df_2 = n_2 - 1$$

นำค่า F ที่คำนวณได้เปรียบเทียบค่ากับค่า F ที่เปิดจากตาราง

ถ้า F คำนวณ > F ในตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน

จะต้องใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

โดยมี

$$df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1}{n_1}\right]^2}{n_1} + \frac{\left[\frac{S_2}{n_2}\right]^2}{n_2}}$$

ถ้า F คำนวณ < F ในตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่ม เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะใช้สูตรหน้าต่อไป

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

เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ก่อนอื่นคือ สร้างแบบทดสอบที่มีมาตราฐานที่ครอบคลุมเนื้อหาการสอนทั้งภาคทฤษฎีหน้าใบงานและภาคปฏิบัติเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น และใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน (CBT)

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2กลุ่ม

4..1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

ผลการนำเครื่องมือ สื่อการสอน CBT ไปทดลองหาประสิทธิภาพ ซึ่งได้ตั้งมาตราฐานไว้ที่ E1:E2 จะต้องไม่ต่ำกว่า 80 : 80 ได้ดังนี้

จากการนำไปทดลองกับนักศึกษาที่เลือกมาจากกลุ่ม เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมเป็น 3 คน เพื่อมาทดลองใช้ CBT จากการสังเกตและพบข้อบกพร่องและปัญหา บันทึกไว้ เช่น

- เกมส์ไม่ทราบว่าต่อตรงไหน(ก่อนนี้ไม่บอกตำแหน่งที่จะนำมาต่อ)
- การกด"คลิก" เมาส์ ไม่เปลี่ยนเป็นรูปมือก่อน ทำให้ไม่รู้ว่า จะกดคลิกเมาส์ ตรงใดจึงจะมีผล (ก่อนนี้บางจุดเปลี่ยนบางจุดไม่เปลี่ยน)
- การใช้ขนาดตัวอักษร บางครั้งเล็กไป หรือสีไม่ชัดเจน
- การหน่วงเวลาน้อยไปอ่านไม่ทัน เปลี่ยนเป็นการกด"คลิก"Mouseเปลี่ยนไปหน้าต่อไป เมื่ออ่านจบ

ผลจากการค้นพบข้อบกพร่อง ในการทดลองกับนักศึกษาทั้ง 3 คน นำไปปรับปรุงเครื่องมือให้ดีขึ้น ปรับปรุงข้อบกพร่อง นำไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและสื่อ รวมทั้งอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำและข้อบกพร่องเพิ่มเติม นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง นำไปใช้ทดลอง และวิเคราะห์ทางสถิติ กับนักศึกษากลุ่มย่อย 9 คน จากกลุ่มคนเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน และกลุ่มคนอ่อน 3 คน นำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพภาคสนาม นักศึกษา 20 คน วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2)

ลำดับที่	(E1)1 การทดลองที่ 1 %	(E1)2 การทดลองที่ 2 %	(E1)2 การทดลองที่ 3 %	คะแนนเฉลี่ย 3 การทดลอง คิดเป็น%	คะแนน (E2)	คิดเป็น %	E1 / E2 %
1	98	96	93	95.66	47	94	95.66 / 94.00
2	97	96	92	95.00	47	94	95.00 / 94.00
3	92	93	94	93.00	46	92	93.00 / 92.00
4	92	91	95	92.66	46	92	92.66 / 92.00
5	92	92	89	91.00	45	90	91.00 / 90.00
6	89	87	91	89.00	44	88	89.00 / 88.00
7	89	87	90	88.66	44	88	88.66 / 88.00
8	87	87	90	88.00	43	86	88.00 / 86.00
9	85	87	88	86.66	43	86	86.66 / 86.00
10	82	84	79	81.66	40	80	81.66 / 80.00
11	81	84	78	81.00	40	80	81.00 / 80.00
12	79	80	78	79.00	39	78	79.00 / 78.00
13	78	80	79	79.00	39	78	79.00 / 78.00
14	79	80	78	79.00	39	78	79.00 / 78.00
15	75	79	77	77.00	38	76	77.00 / 76.00
16	75	78	75	76.00	37	74	76.00 / 74.00
17	77	77	74	76.00	37	74	76.00 / 74.00
18	73	74	72	73.00	36	72	73.00 / 72.00
19	71	70	69	70.00	33	66	70.00 / 66.00
20	68	65	62	65.00	32	64	65.00 / 64.00
ค่าเฉลี่ย	82.95	83.35	82.15	82.82		81.50	82.82 / 81.50

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบภาคสนาม ได้ค่าเฉลี่ย E1 และE2 ดังนี้ ค่า E1= 82.82% E2 = 81.50% เพราะฉนั้น E1 / E2 = 82.82% / 81.50% ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ตั้งไว้ E1 / E2 ต้องไม่น้อยกว่า 80 / 80 (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ภาคผนวก ค.หน้าที่ 103-104)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2กลุ่ม

การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดย CBT for microwave จำนวน 20 คน เป็นนักศึกษาระดับปวส. ปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนครโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย และกลุ่มควบคุม 20คน เป็นนักศึกษาระดับปวส.ปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายเช่นเดียวกัน โดยเราตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า กลุ่มควบคุม ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ กลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยใบงานและการสาธิตชุดฝึกโดยครูผู้สอนปกติ และกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ CBT for microwave

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน ของทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนผู้ทดสอบ n	ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$	ความแปรปรวน S^2
กลุ่มทดลองเรียนโดย CBT	20	40.10	14.41
กลุ่มควบคุมโดยครูผู้สอน	20	34.10	17.84

จากตารางที่ 4.2 ผลกการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่มกลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลองเรียนโดย CBT

n1 = 20 คน ได้ค่า X1 = 40.10 และค่าความแปรปรวน $S1^2$ = 14.41

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุมเรียนโดยครูผู้สอนปกติตามใบงาน

n2 = 20 คน ได้ค่า X2 = 34.10 และค่า ความแปรปรวน $S2^2$ = 17.84

เนื่องจากความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน คำนวณค่า t ได้ = 5.472

ที่ค่า df = 38 ระดับนัยสำคัญ 0.05 เราเปิดค่า t ในตารางได้ t ตาราง = 1.687

ค่า t คำนวณ มากกว่าค่า t ตาราง แสดงว่ากลุ่มที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CBT แตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยครูผู้สอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CBT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยครูผู้สอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ 0.05 (รายละเอียดการคำนวณอยู่ใน ภาคผนวก ค. หน้าที่ 105-107)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เราดำเนินการสร้างสื่อ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) โดยเน้นหนักให้สามารถใช้เป็นแบบเรียนได้ด้วยตนเอง สามารถทดลองปฏิบัติการได้เหมือนทดลองบนชุดฝึกจริง โดยขบวนการจำลองสถานการณ์ ให้ดูเหมือนลงปฏิบัติจริง (simulation) ก่อนที่นักศึกษาจะลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึกไมโครเวฟ นำไปหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสำฤทธิ์ของนักศึกษา 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เราจึงสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.4 วิธีดำเนินการวิจัย

5.5 สรุปผลการทำวิจัย

5.6 อภิปรายผลการวิจัย

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT-for microwave) ซึ่งใช้ร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติไมโครเวฟ

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ผล ระหว่างกลุ่มควบคุมที่สอนตามใบงาน โดยครูผู้สอนปกติ และกลุ่มทดลองใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.2.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร และวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา จำนวน 80 คน

5.2.2 กลุ่มตัวอย่าง เราใช้กลุ่มนักศึกษา ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 ทั้งสองวิทยาลัย เป็นจำนวน 60 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.1 กลุ่มที่ 1 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 20 คน ทดลองหาประสิทธิภาพ

5.2.2.2 กลุ่มที่ 2 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร 20 คน เป็นกลุ่มทดลองเรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

5.2.2.3 กลุ่มที่ 3 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา 20 คน กลุ่มควบคุมเรียนตามใบงานและคู่มือ สอนโดยครูปกติ

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาคปฏิบัติไมโครเวฟ 3 การทดลองซึ่งออกแบบข้อสอบไว้ 2ข้อต่อ 1หัวข้อการสอน รวมเป็น 100 ข้อ นำไปทดสอบกับนักศึกษา 44 คน ณ.วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ที่ผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไมโครเวฟ การทดลองที่ 1-3 มาแล้ว คัดข้อที่ได้มาตราฐานไว้ 50 ข้อ เป็นการทดลองที่ 1 จำนวน 20 ข้อ การทดลองที่ 2 จำนวน 20 ข้อ และการทดลองที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาทั้งทฤษฎีหน้างานและภาคปฏิบัติได้ทั้งหมด

5.3.2 บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ทั้ง 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การทดลองที่ 2 การทดลองที่ 3 ได้ซีดีรอม 2 แผ่นคือ

แผ่นที่ 1 สำหรับครูผู้สอน มี 3การทดลอง และใส่ผลการทดลอง เมื่อถูกต้องจะนำเข้าทดสอบ

แผ่นที่ 2 สำหรับนักศึกษาทุกคนๆละ 1แผ่น มี 3 การทดลองไม่มีใส่ผลเพื่อเข้าสู่การทดสอบ

5.3.3 แบบประเมินสื่อ และเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแยกเป็นด้านสื่อ 3 ท่าน ด้านเนื้อหา 3 ท่าน มีหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จากสถาบันฯ ขณะที่ดำเนินการสร้างได้นำเสนอเพื่อปรึกษากับทั้ง 6 ท่านเป็นระยะ ๆ รวมทั้งอาจารย์ผู้ควบคุม นำข้อบกพร่องมาแก้ไขและเพิ่มเติม

5.4 วิธีดำเนินการวิจัย

จากแนวคิดที่จะสร้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ วัตถุประสงค์ เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการแบบเปิด (open entrance LAB.)ให้นักศึกษาเรียนได้ด้วยตนเอง ทดลองบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จนชำนาญ ก่อนที่จะลงปฏิบัติการ บนชุดฝึกจริง พร้อมทั้งนำผลมาประมวลบนคอมพิวเตอร์ เมื่อผลทดลองถูกต้อง จึงนำเข้าสู่ การทดสอบเก็บคะแนน ซ่อนไฟล์ไว้ให้ครูสามารถติดตามการเรียนของนักศึกษาได้ ผู้วิจัยจึงวางขั้นตอน ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.1 นำจดหมายราชการจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำวิจัย ที่วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร และออกหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา เพื่อขอใช้แบบทดสอบเข้าทดสอบความรู้นักศึกษา

5.4.2 สร้างแบบทดสอบมาตราฐาน นำเนื้อหามาวิเคราะห์ เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใส่หมายเลขหัวข้อ ใหญ่ รองและหัวข้อย่อย สร้างแบบทดสอบมาตราฐาน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือทดสอบ ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยออกข้อสอบไว้ 100ข้อครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 3 การทดลอง นำไปทดสอบกับนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา 44คนซึ่งผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการไมโครเวฟมาแล้ว นำผลไปหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น เลือกข้อสอบที่ได้มาตราฐานไว้ 50 ข้อ

5.4.3 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ จากเนื้อหาที่นำมาวิเคราะห์ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แยกแยะใส่หมายเลขหัวข้อกำกับ นำแต่ละหัวข้อมาเขียนสคริปต์ วางลำดับการนำเสนอ รวมทั้งเลือกการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหาในหัวข้อนั้นๆ สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ นำเสนอให้อาจารย์ด้านเนื้อหาและสื่อ รวมทั้งอาจารย์ผู้ควบคุม ช่วยชี้ข้อบกพร่อง นำไปปรับปรุง นำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มเล็ก 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง และจุดอ่อน นำมาปรับปรุงอีกครั้ง ได้เป็นซีดีรอม 2 แผ่น

แผ่นที่ 1 สำหรับครูผู้สอนติดตั้งที่คอมพิวเตอร์ประจำชุดฝึกไมโครเวฟ มีการใส่ผลทดลอง ถ้าผลถูกต้อง จะนำไปสู่การลงทะเบียน เพื่อเข้าสู่การทดสอบเก็บคะแนน

แผ่นที่ 2 สำหรับนักศึกษานำไปศึกษาด้วยตนเอง ไม่มีการใส่ผลการทดลอง และทดสอบเก็บคะแนน โดยนักศึกษามีทุกคนๆละ 1แผ่น เราพร้อมที่จะนำไปทดลองหาประสิทธิ ภาพต่อไป

5.4.4 การหาประสิทธิภาพ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการปรับปรุงข้อบกพร่องและข้อแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ไปทดลองกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ทดลองกลุ่มเล็ก จำนวน 3 คนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และ อ่อน 1 คน หาข้อบกพร่อง เพื่อนำไปปรับปรุง จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มย่อยนักศึกษา 9 คน เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คนและอ่อน 3 คน ได้ผลการทดลอง E1 / E2 เป็นไปตามเกณฑ์ ไม่น้อยกว่า80 / 80 นำไปหาประสิทธิภาพ ภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน 20 คน โดยวิธีตามขั้นตอนดังนี้

- ผู้ทำการวิจัย อธิบายหลักการใช้ CBT for microwave พร้อมแจกแผ่นซีดี-รอมให้ ผู้เรียนคนละ 1 แผ่น อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการใช้ ผู้เรียน นำแผ่นซีดีไปเรียนรู้ ได้ด้วยตนเองทั้งทฤษฎี และการทดลองบนหน้าจอ มอนิเตอร์ โดยการ simulator จนเข้าใจดีแล้ว ลงปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริงบนชุดฝึก เลือกเวลาลงปฏิบัติการเอง โดยที่ชุด CBT for microwave ซึ่งตั้งอยู่ในห้อง ที่เปิดตลอดเวลาทำการ 5วันใน 1 สัปดาห์ วันละ 8คาบ รวมเป็น 40คาบ

- ผู้เรียนนำผลจากการทดลองจากชุดฝึกจริง ป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจค่าความถูกต้อง เมื่อถูกต้องจะนำนักศึกษาเข้าสู่การลงทะเบียน เพื่อทำแบบฝึกหัดทดสอบระหว่างเรียน (E1) คะแนนจะถูกซ่อนไว้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งอยู่ข้างชุดฝึก นักศึกษา 1คน ใช้เวลา 2 คาบ

- เมื่อผู้เรียน เรียนจบการทดลองทั้ง 3 แล้ว ผู้ทำการวิจัย จะใช้แบบ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (E2 paper test) เข้าทดสอบ ซึ่งมี 50 ข้อ 4 ตัวเลือกและได้ผ่านการหามาตราฐานของข้อสอบ และผ่านมาตราฐานมาแล้ว

- ผู้วิจัยเปิดไฟล์ที่ซ่อนคะแนน E1 ของแต่ละคนที่ป้อนผลการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย E1: E2 ซึ่งตั้งค่ามาตราฐานไว้ไม่น้อยกว่า80:80

5.4.5 การหาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม นำแบบทดสอบที่มีมาตราฐาน 50 ข้อ ซึ่งสลับข้อไม่เรียงตามหัวข้อและการทดลอง เป็นกระดาษแบบทดสอบ ซึ่งสร้างไว้แล้วไปทดสอบ นักศึกษาที่เรียนจบทั้ง 3 การทดลองกับกลุ่มทดลอง 20คน วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย และกลุ่มควบคุม 20 คน วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

5.5 สรุปผลการทำวิจัย

5.5.1 ผลการวิจัย ประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ได้ผลประสิทธิภาพดังนี้ คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E1) ได้ 82.82% และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง ได้ 81.50% นั่นคือ E1 : E2 = 82.82 : 81.50 เป็นไปตามค่ามาตราฐานที่ตั้งไว้ คือ E1 : E2 ต้องได้ไม่น้อยกว่า 80 : 80

5.5.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ได้ผลว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นจริงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.6 อภิปรายผลการวิจัย

ชุดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ที่สร้างขึ้นนี้ สามารถทำการเรียนการสอนแบบการใช้สื่อประสมหลายๆอย่าง เป็นการบูรณการ ประสาทสัมผัสเข้าด้วยกัน ทำให้ เกิดการเรียนรู้ได้สูง (ชัยยงค์ พรมวงศ์. 2521 : 17) การประสมประสานสื่อ อย่างต่อเนื่อง และการเรียนรู้ โดยผู้ที่เรียนอ่อน สามารถเรียนรู้ได้เท่ากับผู้ที่เรียนเก่ง โดยใช้เวลาเรียนที่มากกว่า เพราะผู้ที่เรียนอ่อน สามารถเรียนซ้ำ ๆ และใช้เวลามากเท่าไรก็ได้ ตามความเหมาะสมของผู้เรียนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 25) เราอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

5.6.1 ประสิทธิภาพของ CBT for microwave จากการวิจัยในครั้งนี้ ได้ผลออกมาว่า มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1 : E2 ต้องไม่น้อยกว่า 80 : 80 คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E1) ได้ 82.82% และคะแนนเฉลี่ย หลังจบการเรียนทั้ง 3 การทดลอง (E2) ได้ 81.50% ซึ่งการเรียนในแบบเดิม ให้ผลได้ถึง 80% น้อยมาก และส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าใจภาคปฏิบัติได้จริงๆ เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว เครื่องมีจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียน เมื่อทำการทดลองภาคปฏิบัติ จะมีผู้ปฏิบัติได้จริงๆ น้อยมาก และทำให้การเรียนแบบ Self-access มีประสิทธิภาพเกินกว่า 80% ซึ่งแบบเดิมเป็นไปไม่ได้ ทำให้การเรียนการสอนแบบห้องปฏิบัติการรวม เป็นจริง และมีประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้

5.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดย CBT for microwave การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมซึ่งเรียนโดยปกติสอนโดยครูสาธิตและทดลองตามใบงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ซึ่งใช้วิธีการเรียนที่สดวกและสามารถทดลองบนหน้าจอมอนิเตอร์ คอมพิวเตอร์ ได้เหมือนทดลองจริงๆบนชุดฝึก และสามารถทดลองได้ทุกคนและกี่ครั้งก็ได้ ทำให้เกิดความเข้าใจและ มีความชำนาญภาคปฏิบัติ ผู้เรียนมีความรู้สึกไม่เหนื่อยหน่าย และเข้าใจได้ง่ายเนื่องจากมีการนำเสนอหลายรูปแบบ ทำให้ผู้เรียน รู้สึกมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถป้อนข้อมูลย้อนกลับได้ในทันที เช่นแบบทดสอบที่แสดงผลว่าถูกหรือผิด รวมทั้ง แสดงผลการทดสอบได้ทันทีที่จบการทดสอบ (ฝนทิพย์ อมาตยกุล. 2531 : 22-23) ที่สำคัญสำหรับ CBT คือการสามารถจำลองสถานการณ์การทดลองได้เหมือนการทดลองจริง ๆ บนชุดฝึก ทำให้สามารถสอนภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลในทางการเรียน

5.7 ข้อเสนอแนะ

จากแนวคิดที่จะสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคปฏิบัติการในชุดปฏิบัติการสาขาโทรคมนาคม ซึ่งมีราคาแพง และสามารถมีเพียง 1 หรือ 2 ชุดเท่านั้น ในวิทยาลัยเทคนิคต่างๆของกรมอาชีวศึกษา ด้วยการจัดกลุ่มห้องปฏิบัติการรวม ในสาขาโทรคมนาคม แบบห้องปฏิบัติการที่เปิดตลอดการทำการ (open entrance LAB) ซึ่งถ้าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปฏิบัติการไมโครเวฟ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และประสิทธิภาพจริงดังที่ตั้งสมมุติฐานไว้ การที่จะจัดการเรียนการสอน ในลักษณะที่ สามารถเรียนได้ด้วยตัวเอง (self – access) โดยเน้นการ ปฏิบัติบนหน้าจอมอนิเตอร์คอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการ simulation และทฤษฎี โดยการนำเสนอเช่นเดียวกับ CAI สามารถทดลอง ซ้ำๆได้ตามใจชอบ โดยไม่สร้างการชำรุดแก่ชุดฝึก จนเข้าใจการปฏิบัติได้ดีแล้ว จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึก โดยลงทะเบียนแบ่งเวลาเข้าทดลองของทั้งกลุ่ม (20 คน)กันเอง และนำผลจากการทดลอง ใส่ผลลงที่คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบอยู่ข้างชุดฝึกไมโครเวฟ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 2 ชั่วโมง ต่อการทดลอง 1คน นั่นหมายความว่าใน 1 สัปดาห์จะสามารถลงทดลองได้ทุกคนในกลุ่ม ซึ่งการสอนที่เป็นมาก่อนหน้านี้ ทำได้เพียงครูสาธิต และลงทดลองกลุ่มใหญ่ กลุ่มละ 10 คน มีเพียง 2-3 คนเท่านั้น ที่สามารถลงปฏิบัติบนชุดฝึกจริง นอกนั้นยืนสังเกตการณ์อยู่วงนอก หรือบางครั้งครูสอน โดยวิธีการสาธิตให้ดูเท่านั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ ที่สร้างขึ้น เพื่อทำการวิจัยเพียง 1 วิชา คือไมโครเวฟ ใน 5 กลุ่มวิชา ทางสาขาโทรคมนาคม ถ้าเราสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขึ้นทั้ง 5 ชุดปฏิบัติการนั่นหมายความว่าในห้องปฏิบัติการ open entrance lab นี้ นักศึกษา ลงปฏิบัติบนชุดฝึกได้พร้อมๆ กัน 5 คน หลังจากเรียนรู้ด้วยตนเอง จนเข้าใจและ สลับเวลาเพื่อลงเรียนรู้บนชุดทดลองทั้ง 5 LAB ทำให้ปัญหาการเรียนการสอน ชุด ปฏิบัติการที่ ราคาแพงและมีเพียงชุดการทดลองเพียง สาขาวิชาละ 1ชุด สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลงปฏิบัติจริงด้วยตนเองได้ทุกคนในกลุ่ม โดยอาจารย์จะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาในการเรียนรู้ และให้คำแนะนำการเรียนการสอนเท่านั้น

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ เราได้ค้นพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) ช่วยให้การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถทดลองโดยสถานะการณ์จำลองบนจอมอนิเตอร์ ทำให้ทดลองแทนชุดฝึกที่ขาดแคลน ฝึกหัดทดลองได้ด้วยตนเอง จัดขบวนการเรียนและบริหารเวลาในการทดลองบนชุดฝึกจริง ได้อย่างดี ทำให้ทุกคนมีโอกาสลงปฏิบัติจริงบนชุดฝึก ซึ่งมีน้อยชุด การวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองเพียง 3 การทดลอง เมื่อนำไปทดลองใช้ เป็นที่สนใจของนักศึกษาอย่างมาก นักเรียนต้องการใช้ครบทั้ง 10 การทดลอง เพราะสดวกในการเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย ไม่ต้องเรียนรู้แบบเดิม ซึ่งไม่เร้าใจและเวลาที่ใช้ในการทดลองได้ไม่เพียงพอ การเรียนรู้เป็นไปโดยวิธีที่ยาก และไม่สดวกจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.7.1 ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้งาน คือควรนำงานวิจัยนี้ไปจัดสร้างให้ครบ 10 การทดลองเพื่อเป็นไปโดยสมบูรณ์ใน 1 LAB วิชาไมโครเวฟ ในห้องปฏิบัติการแบบเปิด และเพื่อให้ห้องปฏิบัติการแบบเปิด (OPEN ENTRANCE LAB.) นี้สมบูรณ์จริง ควรจัดสร้าง CBT นี้ขึ้นอีก 4 สาขาวิชาที่เหลือ ในสาขาโทรคมนาคมคือ

-- ชุดฝึกสายส่งสายอากาศ (CBT for transmissionline & antenna system)

-- ชุดฝึกการสื่อสารอนาลอก (CBT for analog communication)

-- ชุดฝึกการสื่อสารดิจิตอล (CBT for digital communication)

-- ชุดฝึกการสื่อสารด้วยระบบไฟเบอร์ออปติค (CBT for fiber-optic communication)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นหมายความว่า การจัดขบวนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ในสาขาที่ชุดทดลองมีราคาแพงและไม่เพียงพอ ในกรมอาชีวศึกษาขณะนี้ เช่นสาขาโทรคมนาคมที่ทำการวิจัย เมื่อทำครบทุกวิชาในสาขานี้ และเผยแพร่สู่ทุกวิทยาลัยเทคนิค จะทำให้การเรียนการสอนในวิธีการนี้ได้มีบทบาทในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ สนองการเรียนการสอนที่เรียกว่า Self-accessทำให้ชุดฝึกที่มีอยู่ ถูกนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะอีกอันหนึ่ง คือ เมื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CBT) ถูกนำไปใช้ครบ 1 ปี ควรมีการประเมินเพื่อปรับปรุงการนำเสนอ เนื้อหา เนื่องจากความสามารถของคอมพิวเตอร์ซึ่งมีเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเนื้อหาซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไป ควรสร้างและพัฒนาเป็น รุ่น 1 รุ่น 2 และ รุ่น 3ต่อๆไป

5.7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป เนื่องจากว่า การสื่อสารโยงใยในระบบเครือข่ายผ่านสายโทรศัพท์ (internet) ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง รวมทั้งโปรแกรมการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้พัฒนาการที่จะนำขนาดโปรแกรมที่ใหญ่ๆ เช่นโปรแกรม auth orware version ใหม่ๆมีโปรแกรมช่วยแบ่งไฟล์ใหญ่ๆ เป็นไฟล์เล็กหลายๆร้อยไฟล์เพื่อการส่งผ่านระบบ เครือข่ายผ่านสายโทรศัพท์ (internet) ดังนั้นงานวิจัยคราวต่อไปควรพัฒนาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติผ่านเครือข่าย internet ซึ่งจะนำมาซึ่งการศึกษาทางไกลที่สมบูรณ์ ซึ่งรวมเอาเทคโนโลยีทางการเรียนการสอน โดย CBT ในทุกสาขา ที่กระจายไปได้ทั่วภูมิภาค และทั่วประเทศทำให้การเรียนการสอน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันทั่วประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. 2540. คู่มือประกาศนียบัตรวิชาชีพ, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา.

กิดานันท์ มลิทอง. 253. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เอดิสัน เพรส โพรดักส์.

ขนิษฐา โชคลือชัย (2530) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วย ในการ

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2527. คอมพิวเตอร์ กับการศึกษาคอมพิวเตอร์ : ไมโครคอมพิวเตอร์ , 10 (ตุลาคม).

จิตติรัตน์ ทัดเทียมรัมย์. 2514. "ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมคอมพิวเตอร์ศาสตร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษา." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ช่วงโชติ พันธ์เวช. 2535. การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ชัยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีการวิจัย. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2516. ประมวลคำบรรยายรายวิชา Programmed Instruciton : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ บำรุงจิตร์. 2537. "การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบ อยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ คุรุสภาลาดพร้าว.

ธีระชัย บูรณโชติ. 2532. การสร้างผลงานทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ เหมกรณ์. 2539. การสื่อสารดาวเทียม . ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นภพินธุ์ อนันตรศิริชัย. 2530. แนวทางในการสร้างโปรแกรมสอนซ่อมเสริม . วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 15 (มกราคม-มีนาคม).

นัยนา ลีนะธรรม (2535) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ต่อวิชา

นิตยา กาญจนวรรณ. 2516. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน . วารสารรามคำแหง , 9(1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิพนธ์ ศุขเปรมปรี. 2533. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิพนธ์ ศุขเปรมปรี. 2527. คู่มือปฏิบัติการด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

บุปฝาชาติ ทัพหิกรณ์. 2531. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนในโรงเรียน. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา , 5(3)

บริษัทธานินทร์ไฮเทค. 2530. ทฤษฎีและการทดลองไมโครเวฟ:บริษัทธานินทร์ไฮเทค 1987 จำกัด.

ประวิทย์ สิมมาทัน. 2539. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้า สำหรับผู้เข้ารับการฝึก หลักสูตรการฝึกเตรียมเข้าทำงาน." การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสิทธิ์ เขียวศรี. 2533. " ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง การใช้ผลย้อนกลับ ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบการเรียนของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวิธีการอ่านค่าความต้านทาน." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศน์ศึกษา , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผกาทิพย์ ศุขวัฒน์. 2528. "ผลของบุคลิกกับเพศ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำนำหน้านาม จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศน์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฝนทิพย์ อมตยกุล (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์

พรพรรณ ไวทยางกูร และนภพินธุ์ อนันตรศิริชัย. 2533. การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน. วารสาร ส.ส.ว.ท. , 8(26).

พิทักษ์ ศีลรัตนา. 2529. คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน. วารสาร ส.ส.ว.ท. , 14 (ตุลาคม-ธันวาคม)

ไพศาล หุ่มแก้ว. 2527. คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. วารสารครุศาสตร์เทคโนโลยี , 2(กุมภาพันธ์)

ภัทรา นิคมานนท์. 2524. การประเมินผลการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพมหานคร. คณะวิชาครุศาสตร์ : วิทยาลัยครูจันทรเกษม.

ยืน ภู่วรวรรณ . 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2526. มูลสารการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ . กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวิบูรณ์ โชติศิริรัตน์ (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยา

ล้วน สายยศ และอังคนา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยสาส์น.

วรกิต วัดเข้าหลาม. 2533. แนวทางการผลิตและใช้ชุดการสอน . ในเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคนิคการผลิตและการใช้ชุดการสอน ,หน้าที่ 9-17 .ขอนแก่น. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ :มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527. การศึกษาเอกเทศกับการศึกษารายบุคคล . สารพัฒนาหลักสูตร, 28 (เมษายน-พฤษภาคม).

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2532. สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษา และการสอนร่วมสมัย , กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

วิเชียร ชิวพิมาย. 2526. บทเรียนแบบโปรแกรม . พิมพ์ครั้งที่ 2 . ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีระ ไทยพานิช. 2527. บทบาท และปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน . รวมบทความเทคโนโลยีการศึกษา, หน้า 9-19. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียนกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์กรมศาสนา.

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ . 2530. "การพัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรม" ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร (ค.204) เรื่องสมการ . วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมศักดิ์ ด้วงอิ่ม. 2539. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษเรื่อง Article สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1."การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สันทัด ภิบาลสุขและพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2525. การใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร: พีรพัฒนา.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราเรียนตรงไหน. กรุงเทพมหานคร.ภาควิชาโสตทัศนศึกษา : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีการศึกษา กับการจัดการศึกษาไทยในอนาคต. วารสารครุศาสตร์ , 4(9)

สุระชอบ ดีสิน. 2539. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล ระดับชั้นมัธยมปีที่ 5." การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิพร ศรียมก . 2532 . การประเมินผลสื่อการสอน .ในเอกสารประกอบการสอน ชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา หน่วยที่ 11-15 , หน้า 245-253. สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อาทิตย์ จิรวัฒนผล. 2538. " การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์. " การค้นคว้าอิสระ ปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกพงษ์ คงวรรณ. 2538. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องประจุไฟฟ้าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมชั้นปีที่ 5." การค้นคว้าอิสระ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย ,มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อุทัย บุญประเสริฐ. 2532. การวางแผนการศึกษา, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนวย เดชชัยศรี. 2542. สื่อการศึกษาพื้นฐาน : หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์ .

อำนวย เดชชัยศรี. 2542. นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา : หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์.

Alessi , S.M. and Tollip , Computer-Bassed Instruction:Methods and Development . 2nd ed Englewood Cliffs : New Jersey . Prentice-Hall. S.R. 1991

Allport , Gardon W. " Attitude " in Handbook of Social Psychology S. Murchison. , ed . Clark university press , Mass , 1935

Ando Electric. Microwave Training Set : Ando Electric Co. LTD ,1989

J.A. and Sprecher , Computer Assisted Instruction . Current Trends and Critical Issues. California Brook / Cole : Publishing Company. J .W.1983

Charmber , J . and Spreches , J . Comuter Assited Instruction Its Use in the Classroom. N.J. : Prentice-Hall , 1983.

Cordell , B. J .1989. "The Effect of Different Learning Styles on Outcome of Education using Two Computer - Assisted Instructional Design ." Dissertation Abstract International , 50 (November).

Freidman . L.T .1974 . Programmed lesson in PRG computer programming for New York City high school sinior . Dissertation Abstracts International, 29(August).

Friedman, lucille T . 1974."Programmed Lesson in RPG Computer Programming for new York City High school Senior." Dissertation Abstracts.International, 29(August)

Good , Carter V. Dictionary of Education. New York. McGraw Hill Book , 1959

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gagne, R.M. Briggs , L.J. Principles of Instruction Design. 2nd New York: Holt , Richart and Wington , 1979

Goodman , R . L., Flettcher , K.A. and Schncider , EW . The Effectiveness index As a comparative mcasure in media product evaluations . Educational technology : E.W. 1980.

Hilgard , Ernest R. Introduction to Psychology. 3rd New York : Harcourt , Brace and Word , 1967 .

Hall Keith A . " Computer-Based Education." in Encyclopedia of Education Research , 3rd ed (1987)353-363

Lee , James Lawrence. "The Effectiveness of computer." Assusted Program Degignes to Teach Ver bal-Dessertation Abstracts Internation, 36(September),1975

Miller , R . B . "Response time in man – computer conversational transaction . " Systems Analysis of Data Transmission . New Jersey : Prentice-Hall , 1972

McCuistion, Patrick Jay.1990 "StaticVA.Dynamic Visuals in Computer-Assisted Instruction." Dissertation Abstracts International. 51(August).

Morris. Computer aided instruction . Toward a new diredtion . Educational Techmoloty , 15 (May).J.M. 1983.

Oden , Robin Earl. "An Assessment of the Effectiviness of Computer - Assisted . Instruction for Teaching a visual Diserimination Task to Learing Disabled Student." Dissertation Abstracts International , 43(August),1982

Prenis, John Running Press Glossary of Computer Terms . New Jersey : Kaiman & Polon, 1977

Sippl , Charles J. Microcomputer Dictionary. 2 edition U.S.A. : Howard W . Sams & Co, 1981.

Stolurow , L.M. Computer Encyclopedia of Education 2 edition , 1971.

Skinner , BF Science and Human Behavior . New York : Mac Millan , 1968

Stephen M . Alessi and Stainly R . Trollip . Computer-Based Instruction Method and Development , Englowood Cliffs , New Jersey : Prentice-Hall , 1985

Spencer , Ken. The Psychology of Education Technology and Instructional Media. London,1988

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Silver Lab. Microwave Basic Experiment I : Phillip Thailand 1980

Silver Lab. Microwave Basic Experiment II : Phillip Thailand 1980

Silver Lab. Microwave Basic Experiment III : Phillip Thailand 1980

Silver Lab. Microwave Basic Experiment V : Phillip Thailand 1980

Silver Lab. Microwave Basic Experiment IV : Phillip Thailand 1980

Silver Lab. Microwave Basic Experiment X : Phillip Thailand 1980

Schwartz , M. 1989.Anxiety in the language Classroom and Computer assisted Language learing. Dessertation Abstracts International , 50(2).

Thurston , LL Attitude Theory Measurement . New York : John Wiley and sons , 1968.

Woerner, L.N. 1991 " Computer based diagnosis and remediation of Computational errors Screen Between Thai and American Student." Dissertation Abstracts Internantional, 52(May).

Zinn , K.L. " Computer- Assisted Instruction (CAI). " Encyclopedia of Computer Science 1976: 268-270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการที่ใช้ในการประกอบการดำเนินการวิจัย

- หนังสือขออนุญาติใช้แบบทดสอบ
- หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือ
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
รับที่ 2808 / ๒๕๔๓ น.
วันที่ ๗ ส.ค. ๒๕๔๓

ที่ ศธ 0907.69/ 1133

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

5 สิงหาคม 2543

เรื่อง ขออนุญาตนำข้อสอบวิชาไมโครเวฟทดสอบนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ ปวส.

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

เนื่องด้วยนายชิงชัย วรรณรักษ์ ตำแหน่งผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ประสงค์จะทำข้อสอบมาตรฐาน วิชา ปฏิบัติการไมโครเวฟ โดยใช้นักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ นักศึกษาในระดับ ปวส. ซึ่งปัจจุบันกำลังเรียนวิชานี้

ดังนั้น เพื่อเป็นการหาข้อมูลและวัดระดับความรู้ของนักศึกษา เพื่อทำเป็นข้อสอบมาตรฐาน ใคร่ขอนำข้อสอบเข้าทดสอบ ในระหว่างวันที่ 7 – 8 สิงหาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

1 เพื่อโปรดทราบ
2 ตามอนุมัติ
3 .....
4 .....
5 .....
9 / ก.ค. / 43

ขอแสดงความนับถือ

(นายทองทิพย์ ไชยทองสุก)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ฝ่ายส่งเสริมการศึกษา
โทร. 042-411776, 412460, 465303 ต่อ 106
โทรสาร 042-412458

1 ทราบ
2 แจ้งแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ทราบ
7 ส.ค. 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 54/2543

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ

และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายชิงชัย วรรณรักษ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. **คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์**

ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์โอวาท	พูลศิริ	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
อาจารย์อัจฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. **คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์**

รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	ประธานกรรมการ
อาจารย์โอวาท	พูลศิริ	กรรมการ
อาจารย์อรรถพร	ฤทธิเกิด	กรรมการ
ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	กรรมการ
อาจารย์อัจฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	กรรมการ

สั่ง ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2543

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2543

1. นายชิงชัย วรรณวีณย์ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ" โดยมี ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์โอภาส พูลศิริ และ อาจารย์อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ.2543

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร
รับที่ 1836 82
วันที่ 29 มิ.ย. 2544
เวลา 11.00 น.

ที่ ทม 1504/ 2415

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปฏิบัติการไมโครเวฟ " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาต ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดลองสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ยน ผู้อำนวยการฯ
☑ เพื่อโปรดทราบ.....
☐ เพื่อโปรดพิจารณา.....
☑ เห็นควร มอบฝ่ายวิชาการ แขวงแผนก วิชาสื่อเทคโนโลยี งานสำนักงาน และสำนักงาน
.....
29 มิ.ย. 44

ทราบ
6 มิ.ย. 44

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

ผู้รับงาน
ทราบ 6 มิ.ย. 44
จัดทำ 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 2445

คณะครุศาสตร์อุตสหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

8 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. เค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด
2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ " และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2543 ในการทำวิจัยเรื่องนี้นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยใช้การทดลองสอนในสถานศึกษาของท่าน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาต ให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 4037

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชิตชัย สุทธาศิวิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านเนื้อหาวิชา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679
โทรสาร.3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. โทร.3973

ที่ ทม 1504/ 4037 **วันที่** 25 สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.นิพา ลีลารุจิ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. โทร.3979

ที่ ทม 1504/ 4037 **วันที่** ๒๕ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พลศาสตร เลิศประเสริฐ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 4037

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

28 สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายอาทิตย์ จิรวัฒนพล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านสื่อ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679
โทรสาร.3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 4037

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวิทยา นิลกำเนิด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านสื่อ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679
โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 4037

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

23 สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายประเวศ ยอดยิ่ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านสื่อ

ด้วย นายชิงชัย วรรณรักษ์ นักศึกษาระดับปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบประเมินด้านสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายชิงชัย วรรณรักษ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679
โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านเนื้อหาและด้านสื่อ
- ตัวอย่างแบบประเมินด้านเนื้อหา
- ตัวอย่างแบบประเมินด้านสื่อ
- ตารางแสดงค่าเฉลี่ยผลการประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ชิตชัย สุทธาศวิน วศบ. (จุฬา)
   M.Sc. (Ed) , M.Sc. (EE) OKAHOMA
   ปัจจุบัน ผู้ตรวจราชการ กรมอาชีวศึกษา
2. ร ศ. นิภา ลีลารุจิ
   วศบ. โทรคมนาคม วศม. ไฟฟ้า สจล.
   ปัจจุบัน อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร
   ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สจล.
3. อาจารย์ พลศาสตร เลิศประเสริฐ
   วศม. อิเล็กทรอนิกส์ สจล.
   ปัจจุบัน อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร
   ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สจล.

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ

1. อาจารย์ อาทิตย์ จิรวัฒนผล
   สศม. เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ปัจจุบัน อาจารย์ปรจำคณะครุศาสตรอุตสาหกรรม ปทส.
   วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
2. อาจารย์ วิทยา นิลกำเนิด
   สศม. เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ปัจจุบันหัวหน้าสื่อและโสตทัศน์ศึกษา
   วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม การต่อเรือ หนองคาย
3. อาจารย์ ประเวศ ยอดยิ่ง
   คอ.บ. อุตสาหกรรมเครื่องกล คอ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา –สจพ.)
   ปัจจุบันศึกษานิเทศก์ด้านสื่อการเรียนการสอน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กรมอาชีวศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเนื้อหาการเรียนการสอน

เนื้อหา วิชาไมโครเวฟภาคปฏิบัติ อันประกอบด้วย 3 การทดลองคือ
ในแต่ละการทดลอง จะประกอบไปด้วย ทฤษฎีหน้างาน และใบงานการทดลองดังนี้

ตารางที่ ผ.1 แบบประเมินเนื้อหา

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์พฤติกรรมที่เขียนหรือไม่เพียงใด					
2. การนำเข้าสู่บทเรียนได้ดีเพียงใด					
3. ความสอดคล้องของเนื้อหา การแบ่งข้อใหญ่ ข้อเล็ก และข้อย่อย ได้ดีเพียงใด					
4. ความถูกต้องของเนื้อหา					
5. ความสอดคล้องและสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละตอน					
6. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและเวลาในแต่ละตอนได้ดีเพียงใด					
7. การสรุปเนื้อหาได้ดีเพียงใด					

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

.....

คะแนนรวม.....คะแนน ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

คิดเป็นร้อยละ.....% (.....)

ตำแหน่ง.....

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ

COMPUTER BASED TRAINING for Microwave

ตารางที่ ผ.2 แบบประเมินสื่อ

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. ผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนได้ด้วยตนเอง ด้วยความเข้าใจอย่างชัดเจน					
2. จัดลำดับการใช้สื่อและการเรียนอย่างเป็นลำดับและมี ระบบ					
3. ความเหมาะสมของรูปแบบในการนำเสนอหรือวิธีการนำเสนอ					
4. การจัดพื้นที่นำเสนอบนจอภาพ และขนาดของภาพได้อย่างเหมาะสม					
5. ใช้สีและกราฟฟิกได้อย่าง เหมาะสมและกลมกลืน เสริมความสนใจของผู้เรียน					
6. มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นเร้าใจผู้เรียน					
7. แสดงปุ่มคำสั่งไว้ชัดเจน เห็นได้ง่าย					
8. มีแบบทดสอบที่สามารถให้ผลและความต่อเนื่อง ให้กำลังใจผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย					
9. ความเหมาสมในการประสานสื่อผสมชนิดต่างๆ ได้อย่างกลมกลืนและเหมาะสม					

ความคิดเห็นอื่นๆ .....

.....

คะแนนรวม.....คะแนน ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

คิดเป็นร้อยละ.....% (.....)

...../...../..... ตำแหน่ง .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการประเมินด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

ตารางที่ ผ.3 ผลการประเมิน ด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3ท่านดังนี้

หัวข้อที่ให้คะแนน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่เพียงใด	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
2. การนำเข้าสู่บทเรียนได้ดีเพียงใด	5	5	3	4.33	0.97	ดี
3. ความสอดคล้องของเนื้อหา การแบ่งข้อใหญ่ ข้อเล็ก และข้อย่อย ได้ดีเพียงใด	4	4	5	4.33	0.47	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
5. ความสอดคล้องและสัมพันธ์ของเนื้อหา ในแต่ละตอน	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
6. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและเวลาในแต่ละตอนได้ดีเพียงใด	5	4	4	4.33	0.47	ดี
7. การสรุปเนื้อหาได้ดีเพียงใด	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.86	4.57	4.14	4.52	0.54	ดีมาก

สรุปผลการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ท่านทางด้านเนื้อหาดังนี้

หัวข้อที่ 1, หัวข้อที่ 4, หัวข้อที่ 5 และหัวข้อที่ 7 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

หัวข้อที่ 2, หัวข้อที่ 3 และ หัวข้อที่ 6 อยู่ในเกณฑ์ ดี

ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ท่านเท่ากับ 4.52 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย ดีมาก ที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย = 0.54

คิดโดยค่าเฉลี่ยแล้ว ด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการประเมินด้านสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

ตารางที่ ผ.4 ผลการประเมิน ด้านสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านได้ดังนี้

หัวข้อที่ให้คะแนน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	X	S.D	ความหมาย
1. ผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนได้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจอย่างชัดเจน	5	5	5	5.00	0	ดีมาก
2. จัดลำดับการใช้สื่อและการเรียนอย่างเป็นลำดับและมี ระบบ	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบในการนำเสนอหรือวิธีการนำเสนอ	5	5	5	5.00	0	ดีมาก
4. การจัดพื้นที่นำเสนอบนจอภาพ และขนาดของภาพได้อย่างเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.47	ดี
5. ใช้สีและกราฟฟิกได้อย่างเหมาะสมและกลมกลืน เสริมความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.47	ดี
6. มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นเร้าใจผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
7. แสดงปุ่มคำสั่งไว้ชัดเจน เห็นได้ง่าย	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
8. มีแบบทดสอบที่สามารถให้ผลและความต่อเนื่องให้กำลังใจผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
9. ความเหมาสมในการประสานสื่อผสมชนิดต่างๆ ได้อย่างกลมกลืนและเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.33	4.78	4.89	4.67	0.37	ดีมาก

สรุปผลการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ท่านทางด้านสื่อดังนี้

หัวข้อที่ 1 , หัวข้อที่ 2 , หัวข้อที่ 3 , หัวข้อที่ 6 , หัวข้อที่ 7 , หัวข้อที่ 8 และหัวข้อที่ 9 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

หัวข้อที่ 4 และ หัวข้อที่ 5 อยู่ในเกณฑ์ ดี

คิดโดยค่าเฉลี่ยแล้ว อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 4.67 โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบน =0.37

ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยที่ ดีมาก มีค่า S.D. = 0.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 100 ข้อ ที่ใช้ทดสอบ
- การประเมินข้อสอบที่เลือกไว้ 50ข้อ
- การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพ
- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 การวิเคราะห์ ข้อสอบ 100ข้อ(เลขข้อที่วงเล็บอยู่ข้างหน้าคือ ข้อที่มีเนื้อหาเดียวกัน)

(ข้อที่สีทึบคือข้อที่ตัดทิ้ง) **ค่าความยากง่าย = 0.2 - 0.8** **คิดที่ 0.2ขึ้นไป**

ข้อที่	ผู้ตอบถูกทั้งหมด $R = R_U + R_L$	ผู้ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ผู้ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	ค่าความยากง่าย $P = R./N$	$R_U - R_L$	อำนาจการจำแนก $D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
(2) 1	9	5	4	0. 20	1	0.05
(1) 2	17	11	6	0. 39	5	0.23
(16) 3	31	18	13	0. 70	5	0.23
(17) 4	21	13	8	0. 48	5	0.23
(8) 5	34	20	14	0. 77	6	0.27
(7) 6	28	17	11	0. 64	6	0.27
(6) 7	17	9	8	0. 39	1	0.05
(5) 8	22	12	10	0. 50	2	0.09
(23) 9	32	19	13	0. 73	6	0.27
(22)10	28	18	10	0. 64	8	0.36
(12)11	30	19	11	0. 68	8	0.36
(11)12	27	14	13	0. 61	1	0.05
(20)13	42	22	20	0. 95	2	0.09
(19)14	31	21	10	0. 70	11	0.50
(18)15	36	21	15	0. 82	6	0.27
(3) 16	7	4	3	0. 16	1	0.05
(4) 17	13	7	6	0. 30	1	0.05
(15)18	28	17	11	0. 64	6	0.27
(14)19	32	16	16	0. 73	0	0.00
(13)20	33	20	13	0. 75	7	0.32
(24)21	36	19	17	0. 82	2	0.09
(10)22	21	16	5	0. 48	11	0.50
(9) 23	8	4	4	0. 18	0	0.00
(21)24	26	17	9	0. 59	8	0.36
(26)25	16	9	7	0. 36	2	0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 (ต่อ)

(ข้อที่สีทึบคือข้อที่ตัดทิ้ง) **ค่าความยากง่าย = 0.2 - 0.8** **คิดที่ 0.2 ขึ้นไป**

ข้อที่	ผู้ตอบถูกทั้งหมด $R = R_U + R_L$	ผู้ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ผู้ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	ค่าความยากง่าย $P = R./N$	$R_U - R_L$	อำนาจการจำแนก $\frac{R_U - R_L}{N/2}$
(25) 26	15	11	4	0. 34	7	0.32
(28) 27	30	18	12	0. 68	6	0.27
(27) 28	8	4	4	0. 18	0	0.00
(30) 29	17	11	6	0. 39	5	0.23
(29) 30	14	10	4	0. 32	6	0.27
(32) 31	10	8	2	0. 23	6	0.27
(31) 32	4	2	2	0. 09	0	0.00
(34) 33	29	17	12	0. 66	5	0.23
(33) 34	6	3	3	0. 14	0	0.00
(36) 35	33	19	14	0. 75	5	0.23
(35) 36	38	19	19	0. 86	0	0.00
(40) 37	8	4	4	0. 18	0	0.00
(39) 38	28	19	9	0. 64	10	0.45
(38) 39	25	15	10	0. 57	5	0.23
(37) 40	18	12	6	0. 41	6	0.27
(42) 41	28	19	9	0. 64	10	0.45
(41) 42	27	18	9	0. 61	9	0.41
(44) 43	40	21	19	0. 91	2	0.09
(43) 44	31	20	11	0. 70	9	0.41
(46) 45	34	21	13	0. 77	8	0.36
(45) 46	31	19	12	0. 70	7	0.32
(53) 47	26	14	12	0. 59	2	0.09
(50) 48	32	22	10	0. 73	12	0.55
(58) 49	27	19	8	0. 61	11	0.50
(48) 50	15	9	6	0. 34	3	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 (ต่อ)

(ข้อที่สีทึบคือข้อที่ตัดทิ้ง) ค่าความยากง่าย = 0.2 - 0.8 คิดที่ 0.2 ขึ้นไป

ข้อที่	ผู้ตอบถูกทั้งหมด $R = R_U + R_L$	ผู้ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ผู้ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	ค่าความยากง่าย $P = R./N$	$R_U - R_L$	อำนาจการจำแนก $\frac{R_U - R_L}{N/2}$
(54) 51	34	21	13	0. 77	8	0.36
(55) 52	21	12	9	0. 48	3	0.14
(47) 53	34	19	14	0. 75	5	0.23
(51) 54	31	17	14	0. 70	3	0.14
(52) 55	20	16	4	0. 45	12	0.55
(60) 56	14	8	6	0. 32	2	0.09
(59) 57	11	10	1	0. 25	9	0.41
(49) 58	30	21	9	0. 68	12	0.55
(57) 59	14	8	6	0. 32	2	0.09
(56) 60	15	13	2	0. 34	11	0.50
(62) 61	42	22	20	0. 95	2	0.09
(61) 62	33	19	14	0. 75	5	0.23
(64) 63	26	19	7	0. 59	12	0.55
(63) 64	26	19	7	0. 59	12	0.55
(69) 65	19	12	7	0. 43	5	0.23
(68) 66	22	11	11	0. 50	0	0.00
(74) 67	14	7	7	0. 32	0	0.00
(66) 68	19	16	3	0. 43	13	0.59
(65) 69	7	4	3	0. 16	1	0.05
(71) 70	15	10	5	0. 34	5	0.23
(70) 71	7	4	3	0. 16	1	0.05
(73) 72	20	10	10	0. 45	0	0.00
(72) 73	16	11	5	0. 36	6	0.27
(67) 74	15	11	4	0. 34	7	0.32
(76) 75	12	9	3	0. 27	6	0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 (ต่อ)

(ข้อที่สีทึบคือข้อที่ตัดทิ้ง) ค่าความยากง่าย = 0.2 - 0.8 คิดที่ 0.2 ขึ้นไป

ข้อที่	ผู้ตอบถูกทั้งหมด $R = R_U + R_L$	ผู้ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ผู้ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	ค่าความยากง่าย $P = R./N$	$R_U - R_L$	อำนาจการจำแนก $\frac{R_U - R_L}{N/2}$
(75) 76	32	19	13	0. 73	6	0.27
(78) 77	20	13	7	0. 45	6	0.27
(77) 78	10	9	1	0. 23	8	0.36
(80) 79	10	8	2	0. 23	6	0.27
(79) 80	19	12	7	0. 43	5	0.23
(82) 81	37	20	17	0. 84	3	0.14
(81) 82	34	21	13	0. 77	8	0.36
(86) 83	32	19	13	0. 73	6	0.27
(85) 84	24	16	8	0. 55	8	0.36
(84) 85	33	19	14	0. 75	5	0.23
(83) 86	17	9	8	0. 39	1	0.05
(90) 87	31	19	12	0. 70	7	0.32
(89) 88	18	14	4	0. 41	10	0.45
(88) 89	22	15	7	0. 50	8	0.36
(87) 90	33	18	15	0. 75	3	0.14
(92) 91	32	19	13	0. 73	6	0.27
(91) 92	30	19	11	0. 68	8	0.36
(94) 93	28	18	10	0. 64	8	0.36
(93) 94	18	13	5	0. 41	8	0.36
(96) 95	17	11	6	0. 39	5	0.23
(95) 96	23	12	11	0. 52	1	0.05
(98) 97	10	8	2	0. 23	6	0.27
(97) 98	11	7	4	0. 25	3	0.14
(100)99	16	12	4	0. 36	8	0.36
(99) 100	27	14	13	0. 61	1	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อสอบ 100 ข้อ ออกข้อสอบไว้ 2ข้อ ต่อ 1หน่วยหัวข้อ เผื่อตัดทิ้งข้อที่ไม่ได้มาตราฐานมีหลักการดังนี้ ได้มาตราฐานทั้ง 2ข้อ เลือกข้อใดข้อหนึ่งไว้ 1 ข้อ ถ้าตกมาตราฐาน 1ข้อเลือกข้อที่ได้ไว้ 1 ข้อ ถ้าตกทั้ง 2 ข้อ ต้องปรับข้อสอบใหม่ แต่ในกรณีนี้ไม่มี

ตารางที่ ผ.6 แบบทดสอบ 50 ข้อซึ่งครอบคลุมเนื้อหาได้ทั้งหมด เรานำมาประเมินได้ดังนี้

ข้อที่	ทดสอบ หัวข้อที่	ความยากง่าย P	อำนาจจำแนก D	การประเมิน	
				ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
2	บทนำ	0. 39	0. 23	ยากดี	พอใช้
3	1.1.1	0. 70	0. 23	ง่ายดี	พอใช้
4	1.4.2	0. 48	0. 23	ดีมาก	พอใช้
5	หัวข้อ 1.3	0. 77	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
6	หัวข้อ 1.2	0. 64	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
9	1.7.1	0. 73	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
10	1.4.1	0. 64	0. 36	ง่ายดี	ดี
11	หัวข้อ 1.5	0. 68	0. 36	ง่ายดี	ดี
14	1.6.2	0. 70	0. 50	ง่ายดี	ดีมาก
18	1.1.2	0. 64	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
20	1.6.1	0. 75	0. 32	ง่ายดี	ดี
24	1.7.2	0. 59	0. 36	ดีมาก	ดีมาก
26	1.1.2	0. 34	0. 32	ยากดี	ดี
27	1.1.3	0. 68	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
29	1.1.4	0. 39	0. 23	ดี	พอใช้
31	1.1.5	0. 23	0. 27	ยากดี	ดีพอใช้
33	1.2.2	0. 66	0. 23	ง่ายดี	พอใช้
35	1.2.3	0. 75	0. 23	ง่ายดี	พอใช้
38	1.2.4	0. 64	0. 45	ง่ายดี	ดีมาก
40	1.2.5	0. 41	0. 27	ดีมาก	ดีพอใช้
41	2.1.1	0. 64	0. 45	ง่ายดี	ดีมาก
44	2.1.2	0. 70	0. 41	ง่ายดี	ดีมาก
45	2.1.3	0. 77	0. 36	ง่ายดี	ดี
48	2.2.1.1	0. 73	0. 55	ง่ายดี	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.6 (ต่อ)

ข้อที่	ทดสอบ หัวข้อที่	ความยากง่าย P	อำนาจจำแนก D	การประเมิน ความยากง่าย	การประเมิน อำนาจจำแนก
49	2.2.1.2	0. 61	0. 50	ง่ายดี	ดีมาก
51	2.2.2.2	0. 77	0. 36	ง่ายดี	ดี
53	2.2.2.1	0. 75	0. 23	ง่ายดี	พอใช้
55	2.2.3	0. 45	0. 56	ดีมาก	ดีมาก
57	2.3.1	0. 25	0. 41	ยากดี	ดีมาก
60	2.2.4	0. 34	0. 50	ยากดี	ดีมาก
62	2.3.2.1	0. 75	0. 23	ง่ายดี	พอใช้
63	2.3.2.2	0. 59	0. 55	ดีมาก	ดีมาก
65	2.2.2	0. 43	0. 23	ดีมาก	พอใช้
68	2.1.2 ปฏิบัติ	0. 43	0. 59	ดีมาก	ดีมาก
70	2.2.3 ปฏิบัติ	0. 34	0. 23	ยากดี	พอใช้
73	2.2.4 ปฏิบัติ	0. 36	0. 27	ยากดี	ดีพอใช้
74	2.2.5	0. 34	0. 32	ยากดี	ดี
75	2.2.6	0. 27	0. 27	ยากดี	ดีพอใช้
77	2.2.7	0. 45	0. 27	ดีมาก	ดีพอใช้
79	2.2.8	0. 23	0. 27	ยากดี	ดีพอใช้
82	บทนำ3	0. 77	0. 36	ง่ายดี	ดี
83	3.1.1	0. 73	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
84	3.1.2	0. 55	0. 36	ดีมาก	ดี
87	3.1.3	0. 70	0. 32	ง่ายดี	ดี
88	3.1.4	0. 4 1	0. 45	ดีมาก	ดีมาก
91	3. 2.1	0. 73	0. 27	ง่ายดี	ดีพอใช้
93	3.2.2	0. 64	0. 36	ง่ายดี	ดี
95	หัวข้อ 3.2	0. 39	0. 23	ดี	พอใช้
97	หัวข้อ 3.3	0. 23	0. 27	ยากดี	ดีพอใช้
99	หัวข้อ 3.4	0. 36	0. 36	ยากดี	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรานำมาหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรของ Kuder Richardson

ค่าความเชื่อมั่น $rtt = (k / k-1)(1- \sum pq / S^2)$ **..... KR 20**

rtt คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ **k**จำนวนข้อสอบ = **50**

$\sum pq =$ **14.08** $S^2 =$ **84.65**

$$s^2 = \frac{\sum(X - \overline{X})^2}{N - 1}$$

X คือคะแนนของแต่ละคนที่ตอบถูก

N คือจำนวนผู้เข้าทดสอบ

(ในกรณี กลุ่มทดลอง)

เราคำนวนค่า rtt ได้ความเชื่อมั่นที่ ระดับ 0. 85

การวิเคราะห์ ประสิทธิภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

นักเรียนกลุ่มย่อย 9 คน กลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน กลุ่มอ่อน 3 คน

ตารางที่ ผ.7 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2)

ลำดับที่	(E1)1 การทดลองที่1 %	(E1)2 การทดลองที่2 %	(E1)3 การทดลองที่3 %	คะแนนเฉลี่ย E1 3 การทดลองคิดเป็น %	คะแนน (E2)	คิดเป็น%	E1 /E2 คิดเป็น%
1	99	98	98	98.33	49	98	98.33 / 98.00
2	99	97	96	97.33	48	96	97.33 / 96.00
3	97	96	98	97.00	48	96	97.00 / 96.00
4	85	84	86	85.00	42	84	85.00 / 84.00
5	82	83	84	83.00	41	82	83.00 / 82.00
6	81	82	84	82.33	40	80	82.33 / 80.00
7	73	79	77	76.33	35	70	76.33 / 70.00
8	75	75	70	73.33	33	66	73.33 / 66.00
9	68	71	70	69.66	33	66	69.66 / 66.00
ค่าเฉลี่ย	84.33	85.00	84.77	84.70		82	84.70 / 82.00

ได้ E1 / E2 อยู่ที่ 84.70% / 82.00% มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ E1 / E2 ≥ 80 / 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาประสิทธิภาพภาคสนาม นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 20 คน

ตารางที่ ผ.8 ผลคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียนจบทั้ง 3 การทดลอง (E2)

ลำดับที่	(E1)1 การทดลองที่1 %	(E1)2 การทดลองที่2 %	(E1)2 การทดลองที่3 %	คะแนนเฉลี่ย 3 การทดลอง คิดเป็น %	คะแนน (E2)	คิดเป็น %	E1 / E2 %
1	98	96	93	95.66	47	94	95.66 / 94.00
2	97	96	92	95.00	47	94	95.00 / 94.00
3	92	93	94	93.00	46	92	93.00 / 92.00
4	92	91	95	92.66	46	92	92.66 / 92.00
5	92	92	89	91.00	45	90	91.00 / 90.00
6	89	87	91	89.00	44	88	89.00 / 88.00
7	89	87	90	88.66	44	88	88.66 / 88.00
8	87	87	90	88.00	43	86	88.00 / 86.00
9	85	87	88	86.66	43	86	86.66 / 86.00
10	82	84	79	81.66	40	80	81.66 / 80.00
11	81	84	78	81.00	40	80	81.00 / 80.00
12	79	80	78	79.00	39	78	79.00 / 78.00
13	78	80	79	79.00	39	78	79.00 / 78.00
14	79	80	78	79.00	39	78	79.00 / 78.00
15	75	79	77	77.00	38	76	77.00 / 76.00
16	75	78	75	76.00	37	74	76.00 / 74.00
17	77	77	74	76.00	37	74	76.00 / 74.00
18	73	74	72	73.00	36	72	73.00 / 72.00
19	71	70	69	70.00	33	66	70.00 / 66.00
20	68	65	62	65.00	32	64	65.00 / 64.00
ค่าเฉลี่ย	82.95	83.35	82.15	82.82		81.50	82.82 / 81.50

ภาคสนามเราได้ว่าประสิทธิภาพ E1 / E2 อยู่ที่ ค่า 82.82% / 81.50% เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ E1 / E2 ต้องไม่น้อยกว่า 80 / 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มทดลอง n1 = 20 กลุ่มควบคุม n2 = 20

วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 20 คน วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาจำนวน 20 คน

ตารางที่ ผ.9 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนน $X1$	$\overline{X1} = \frac{\sum X1}{n1}$	$X1-\overline{X1}$	$(X1-\overline{X1})^2$	คนที่	$X2$	$\overline{X2} = \frac{\sum X2}{n2}$	$X2-\overline{X2}$	$(X2-\overline{X2})^2$
1	49	41.05	7.95	63.20	1	43	34.10	8.90	79.21
2	48	41.05	6.95	48.30	2	43	34.10	8.90	79.21
3	48	41.05	6.95	48.30	3	41	34.10	6.90	47.61
4	47	41.05	5.95	35.40	4	41	34.10	6.90	47.61
5	47	41.05	5.95	35.40	5	39	34.10	4.90	24.01
6	46	41.05	4.95	24.50	6	38	34.10	3.90	15.21
7	46	41.05	4.95	24.50	7	38	34.10	3.90	15.21
8	45	41.05	3.95	15.60	8	38	34.10	3.90	15.21
9	44	41.05	2.95	8.70	9	37	34.10	2.90	8.41
10	44	41.05	2.95	8.70	10	37	34.10	2.90	8.41
11	43	41.05	1.95	3.80	11	37	34.10	2.90	8.41
12	43	41.05	1.95	3.80	12	37	34.10	2.90	8.41
13	42	41.05	0.95	0.90	13	35	34.10	0.90	0.81
14	41	41.05	-0.05	0.00	14	33	34.10	-1.10	1.21
15	40	41.05	-1.05	1.10	15	33	34.10	-1.10	1.21
16	40	41.05	-1.05	1.10	16	33	34.10	-1.10	1.21
17	40	41.05	-1.05	1.10	17	32	34.10	-2.10	4.41
18	39	41.05	-2.05	4.20	18	31	34.10	-3.10	9.61
19	39	41.05	-2.05	4.20	19	30	34.10	-4.10	16.81
20	39	41.05	-2.05	4.20	20	29	34.10	-5.10	26.01
$\sum X1 =$	682	$\sum(X1-\overline{X2})^2 = 273.85$			$\sum X2 =$	682	$\sum(X1-\overline{X2})^2 = 338.99$		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราคำนวณค่า $S^2 1 = 14.41$ เราคำนวณค่า $S^2 2 = 17.84$

ค่า $\overline{X}1 = 41.05$ ค่า $\overline{X}2 = 34.10$

จำนวนนักศึกษา ทั้งสองกลุ่มๆละ 20 คน

กลุ่มทดลอง n1 = 20 คน กลุ่มควบคุม n2 = 20 คน

$S^2 1 = 14.41$ $\overline{X}1 = 41.05$ $S^2 2 = 17.84$ $\overline{X}2 = 34.10$

ตั้งสมมุติฐาน Ho : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน)

F-Test $$F = \frac{S_2}{S_1} = \frac{17.84}{14.41} = 1.237$$ (ค่าที่คำนวณได้)

เปิดตารางค่าF ที่นัยสำคัญ 0.05 ได้ $F_{0.05}(19, 19)$ เท่ากับ 2.163 ค่า F จากการคำนวณเท่ากับ 1.237 น้อยกว่าในตาราง นั่นหมายความว่า ยอมรับ Ho ปฏิเสธ H_1ค่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน เราจึงใช้สูตร

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$$

ใช้สูตร

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

แทนค่าลงในสูตร คำนวนค่า t ได้เท่ากับ 5.472

กำหนดให้ $df = n_1 + n_2 - 2$

$df = 20 + 20 - 2 = 38$

ที่นัยสำคัญระดับ 0.05 (One tail) เราตั้งสมมุติฐานไว้ว่า

Ho : $\mu 1 = \mu 2$ (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน)

H1 : $\mu 1 > \mu 2$ (กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม)

อ่านค่า t จากตาราง $t_{0.05}$ (38) one tail จากตารางได้ = 1.687

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่า t ที่คำนวนได้ = 5.472 มีค่ามากกว่าค่าในตาราง แสดงว่า ปฏิเสธ Ho แต่ยอมรับ H1 นั่นหมายความว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนโดยครูผู้สอนปฏิบัติตามใบงานตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

- คู่มือการทดลองชุดฝึกไมโครเวฟ 3 การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดลอง GUNN-Oscillator

ประกอบด้วย 2 การทดลอง

1.1 การส่งและรับระบบไมโครเวฟ

1.2 การวัดความถี่และการจูนปรับความถี่ GUNN-Oscillator

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. รู้การกำเนิดสัญญาณและการส่ง-รับระบบไมโครเวฟ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายโครงสร้าง การทำงาน GUNN OSC. และอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญได้
2. ประกอบวงจรส่ง-รับไมโครเวฟ ได้
3. วัดและปรับแต่งความถี่ GUNN-Oscillator ได้

อุปกรณ์ที่ใช้		จำนวน
1. X-Band GUNN-Oscillator	PN1025	1
2. Variable Attenuator	PN1022	1
3. Frequency-Meter	PN1125	1
4. Diode – Detector	PN 1023	1
5. Horn – Antenna	PN 1204	1
6. Rotary – Joint	PN 1508	1
7. Adapter Reg.-Waveguide → Coaxial	PN 1704	1
8. GUNN POWER SUPPLY	PN 1024	1
9. Wooden Bench	PN 1026	1
10. Clamp AND STAND	PN 1011	1
11. FUNCTION GENERATOR		1
12. DUALTRACE OSCILLOSCOPE		1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 1.1 และ 1.2

บทนำ ก่อนอื่นเราจะทบทวนความถี่ของคลื่นไมโครเวฟก่อนดังนี้

ย่าน L-Band 1-2 GHz ใช้ในอุปกรณ์ เรด้าค้นหาระยะไกล การส่งไมโครเวฟย่าน Troposcatter

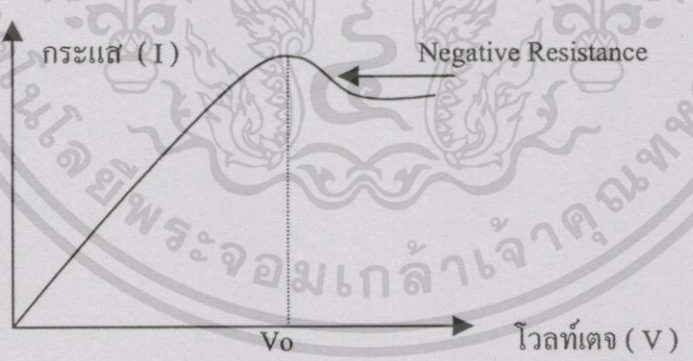
ย่าน S-Band 2-4 GHz ใช้ในการส่งการสื่อสารดาวเทียม และระบบ Line of Sight

ย่าน C-Band 4-6 GHz เป็นที่นิยมในการส่งไมโครเวฟ Line of Sight ระยะไกล รวมทั้งระบบดาวเทียม

ย่าน X-Band 8.2-12.4 GHz ใช้ส่งไมโครเวฟ Line of Sight ระยะใกล้ และเรด้าระยะใกล้ในการนำล่อง

1.1 GUNN – Diode

1.1.1 ทฤษฎี เราอาศัยสภาวะที่เรียกว่า BULK-EFFECT ของ GUNN-OSCILLATOR ซึ่งค้นพบโดย นาย J B. GUNN โดยในปี ค.ส.1960 เขาได้ศึกษาการป้อนสนามพลังสูงเข้าสู่สารที่เรียกว่าแกลเลี่ยมอาเซ-ไนด์ (Gallium Arsenide Ga As) เมื่อเขาป้อนสนามไฟฟ้าประมาณ 2000 V / cm เขาได้พบว่ามันเกิดการผลิตความถี่ย่านไมโครเวฟขึ้น ดังคำพูดของเขาว่า "เมื่อข้าพเจ้าเพิ่มสนามไฟฟ้าเกือบประมาณ 1000-2000V/ cm บางสิ่งบางอย่างที่ไม่คาดฝันได้บังเกิดขึ้น แทนที่มันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงธรรมดาระหว่างกระแส (I) และโวลท์เตจ (V) ปรากฏว่ามันเกิดการกระโดดข้ามของกระแส ขึ้นๆ ลงๆ ไม่เป็นไปตามฎเกณฑ์เดิม ทำให้มันกำเนิด สัญญาณ Electrical – Noise ขึ้น กระแสเพิ่มเป็นแอมแปร์แทนที่จะเป็น นาโนแอมแปร์ตามที่เคยเห็น" ถ้าเราไม่ได้สังเกตการเกิดออสซิลเลท เนื่องจากElectrical Noise ค่าโวลท์เตจและกระแสก็จะเป็นไปตามรูปที่ ง-1



รูปที่ ง-1 คุณสมบัติของ โวลท์เตจ – กระแสของ GUNN ไดโอด

1.1.2 คำอธิบายรูปกราฟ ที่ตำแหน่ง Vo แกลเลี่ยมอาเซไนด์ (Ga AS) เริ่มเกิดคุณสมบัติค่า Negative Resistance ภายหลังจากที่ GUNN ได้ทดลองอยู่หลายครั้ง เขาจึงสรุปว่า คุณสมบัตินี้เขาเรียกว่า Bulk-effect คือแทนที่จะเป็นการนำกระแสธรรมดา กับเป็นการกระโดดข้ามพื้นที่ปริมาตรแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ทรานสิท ไทม์ โหมด (Transit– Time - mode)

การเริ่มต้นของสนามที่ คาโทดของไดโอด ทำให้เกิดสนามสูงขึ้นมุ่งตรงไปสู่อาโนด ทันทีที่มันถึงอาโนด สนามนั้นกลับหายไปทันที และก็กำเนิดซ้ำๆอีกที่คาโทด มุ่งไปสู่อาโนดเป็นเช่นนี้เรื่อยๆ **เวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก คาโทดไปสู่อาโนดของไดโอดนี้** เราเรียกว่า **ทรานสิท ไทม์** ซึ่งมีผลต่อความถี่ในการออสซิลเลท ถ้าอุปกรณ์ไดโอดมีขนาดเล็กและสั้นๆ ความถี่ในการออสซิลเลทก็จะสูง กว่าไดโอดที่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า สิ่งเหล่านี้เป็นคำอธิบายประกอบผลที่เรียกว่า Bulk-effect

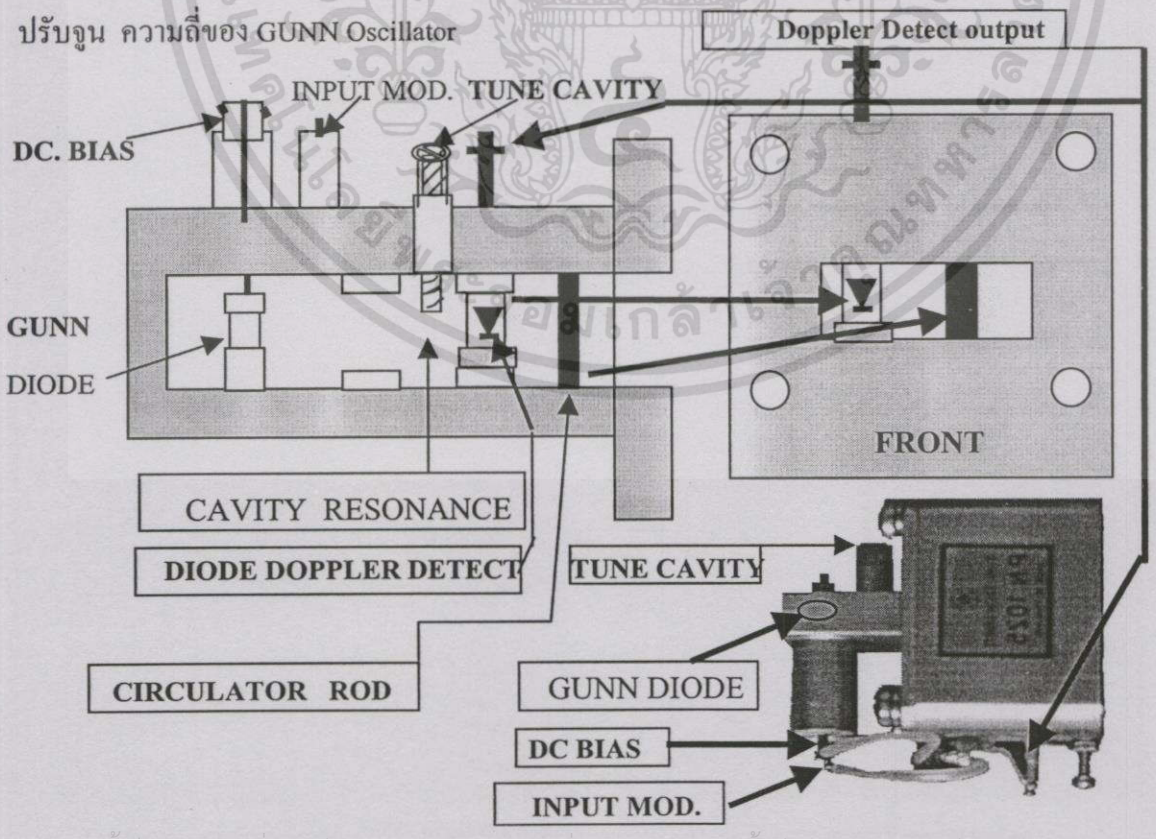
1.3 ช่องว่างที่ใช้ควบคุมความถี่ในการออสซิลเลท (Cavity – Controlled Oscillator)

ใน GUNN Oscillator ไดโอดจะถูกวางไว้ใน รีโซแนนซ์ คาวิตี้ อาจเป็น (Micro strip , Coaxial หรือท่อเวฟไกด์) ในกรณีย์นี้ความถี่ในการออสซิลเลท จะถูกควบคุม และกำหนดโดย คาวิตี้ เสียมากกว่าตัวไดโอดเอง โหมดของการทำงานจะไม่ตรงกับ ทรานสิท ไทม์ โหมด มันเป็นไปได้ที่จะได้รับความถี่ที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความถี่ของ ทรานสิท ไทม์ โหมด ในปี ค.ส. 1978 กันน์ ไดโอดใช้เป็นภาคกำเนิดกำลังต่ำเช่นใน ภาค โลคอล-ออสซิลเลเตอร์ ใช้ในการส่งไมโครเวฟกำลังต่ำ 6 GHz ความถี่ในการออสซิลเลทได้ถึง 100 GHz และปัจจุบันได้กำลังได้ถึงหลายวัตต์ ดังแสดงไว้ในรูปข้างล่างนี้

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

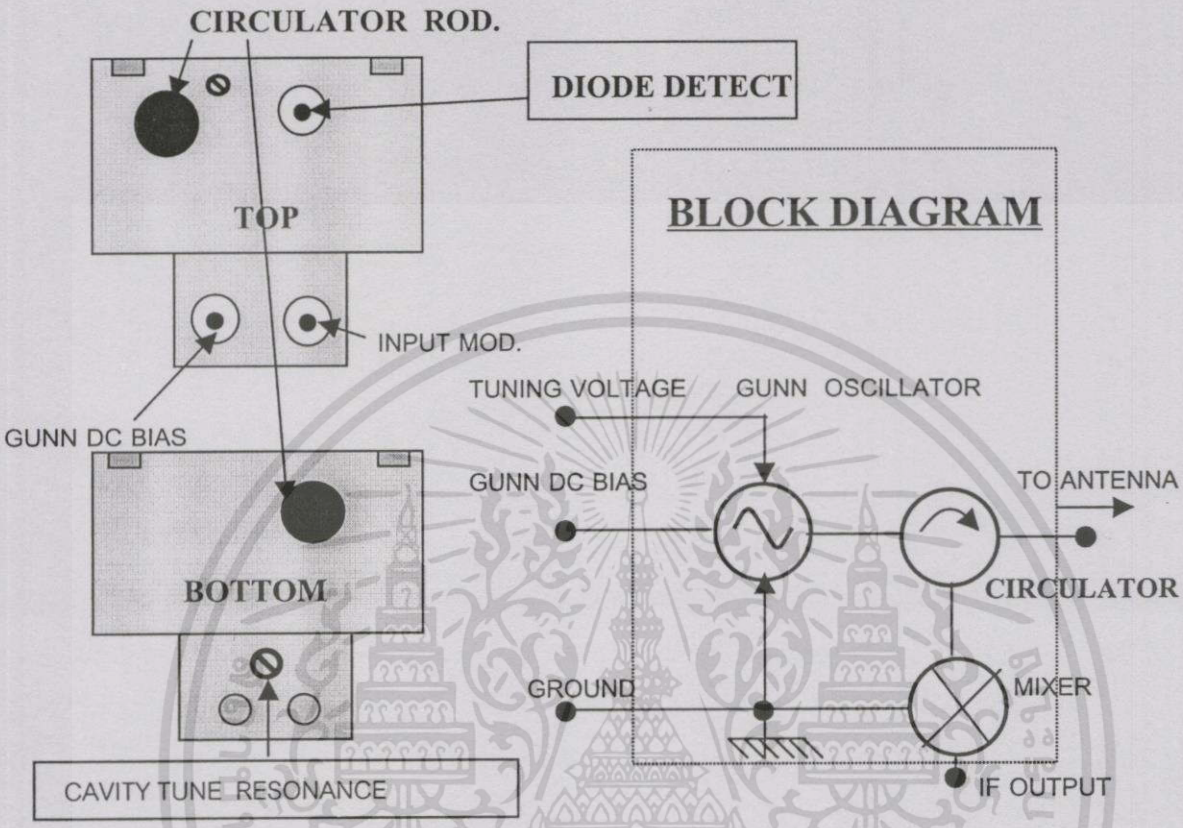
1.4.1 อุปกรณ์ภายในภายนอก GUNN – Oscillator

ในตัวGUNN Oscillator GUNN Diode ถูกวางอยู่ใน Cavity Controlled Oscillatorเพื่อการปรับจูน ความถี่ของ GUNN Oscillator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 Block Diagram ของ GUNN – Oscillator CIRCULATOR ROD

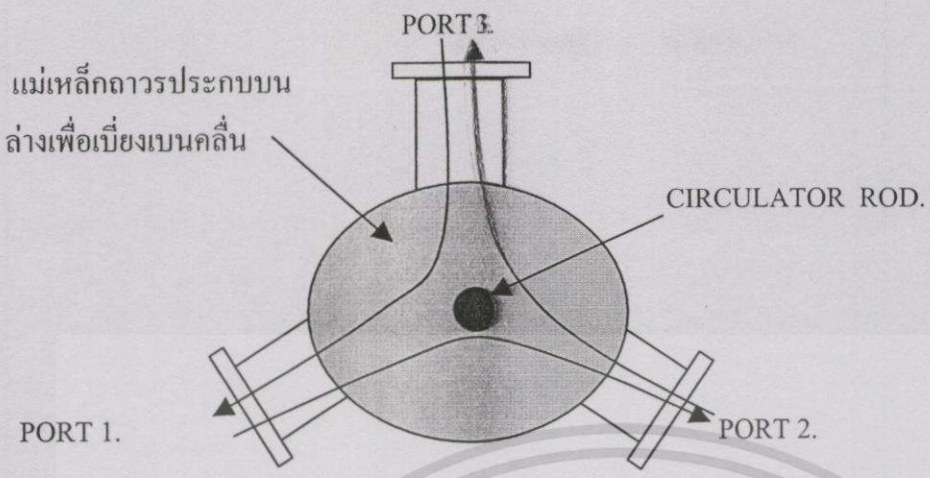


ใน Block Diagram CIRCULATORและ MIXER จะมีแท่ง CIRCULATOR ROD. ทำหน้าที่เบี่ยงเบนคลื่นจากGUNN OSC. ไปสู่ ANTENNA และเบี่ยงเบนคลื่นสะท้อนจากANTENNA กลับไปสู่ไดโอด MIXER เป็น IF Output หรือ Doppler Detect

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator)

จากหลักการของไอโซเลเตอร์ แต่เราใช้ทั้งหมด 3 พอรท์ (Port)ด้วยกันคือ 1. พอรท์ (Port) ที่ 1 2. พอรท์ (Port) ที่ 2 3.พอรท์ (Port) ที่ 3 โดยวางเฟอร์ไรท์ รอด (Ferrite Rod) หรือ CIRCULAR ROD. ไว้ที่ตรงกลาง ดังแสดงไว้ในรูปที่ ง-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

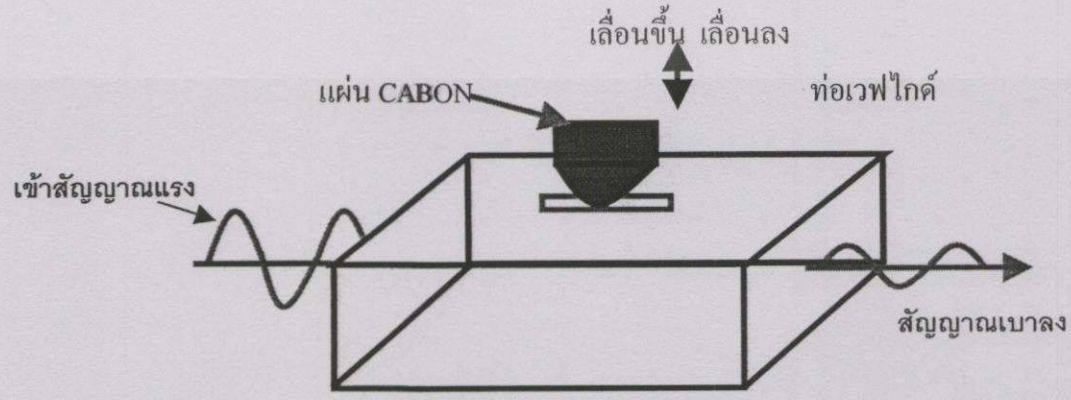


รูปที่ ง-2 หลักการของไอโซเลเตอร์

เพราะฉะนั้นคลื่นที่เข้า PORT 1 ถูกเบี่ยงเบนชิดขวา ไปออกที่ PORT 2 สัญญาณเข้าที่ PORT 2 ถูกเบี่ยงเบนชิดขวาไปออกที่ PORT 3 สัญญาณเข้าที่ PORT 3 ถูกเบี่ยงเบนให้ชิดขวาไปออกที่ PORT 1 ทั้งหมดนี้ จะย้อนกลับไม่ได้ คือ PORT 1 ไปออก PORT 3 ไม่ได้ และ PORT 3 ไปออก PORT 2 ไม่ได้ PORT 2 ไปออก PORT 1 ไม่ได้

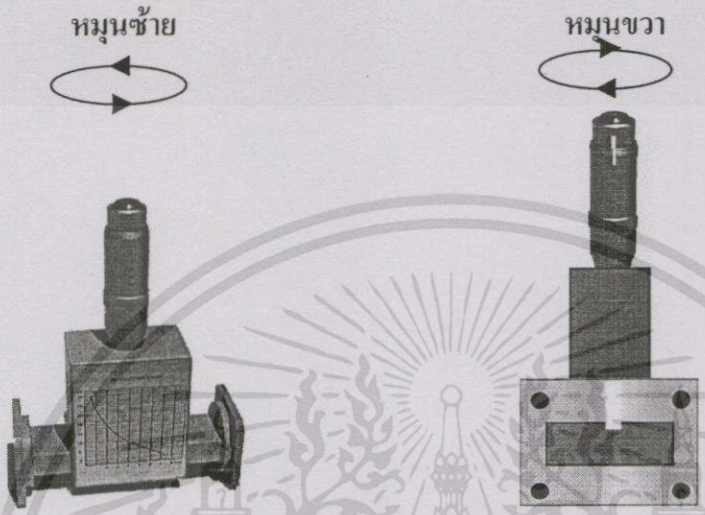
1.6 ตัวบั่นทอนความแรงคลื่นไมโครเวฟชนิดปรับได้ (Variable Attenuator)

1.6.1 หลักการทำงาน เราทราบมาก่อนว่าสนามไฟฟ้าจะแรงสุดที่ตรงกึ่งกลางในท่อนำคลื่นชนิด ท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Wave Guide) ซึ่งการเดินทางของคลื่นอยู่ใน โหมด $TE_{1,0}$ ด้วยเหตุผลนี้การบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟในท่อนำคลื่นทำได้ โดยเจาะร่องตรงกลาง แล้วใส่แผ่นความต้านทาน คาร์บอน ลงไปตรงร่องตรงกลาง ถ้าแผ่นเลื่อนลงไปในท่อลึก การบั่นทอนคลื่นจะเกิดขึ้นสูง ถ้าแผ่นคาร์บอนเลื่อนสูงขึ้นมาจากร่องค่าบั่นทอนจะลดลง ถ้าเราปรับแผ่นนี้เลื่อนขึ้นลงได้ตามร่อง นั่นหมายความว่าเราสามารถปรับการบั่นทอนสัญญาณไมโครเวฟในท่อนำคลื่นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.2 หน้าที่และอุปกรณ์จริง ในการทดลอง อุปกรณ์ที่ต่อจาก แหล่งกำเนิดคลื่น GUNN-Oscillator จะต้องเป็นอุปกรณ์บั่นทอนคลื่นนี้ เพื่อปรับกำลังแรงของคลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกมา เพราะถ้าแรงเกินไปอาจทำให้ตัวดีเทคเสียได้ง่าย และการทดลองที่ต้องการกำลังคลื่นพอเหมาะ ไม่เกิดการสะท้อนคลื่น ดังภาพแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมต่อไปนี้



1.7 สูตรคำนวณการลดทอนสัญญาณไมโครเวฟ in dB (เดซิเบล)

1.7.1 สูตรและการคำนวณ

การลดทอนสัญญาณไมโครเวฟลงนั้น โดยปกติเราแสดงเป็นค่า เดซิเบล (dB) ซึ่งมีค่านิยามดังนี้คือ

$$\text{Attenuation in dB} = 10 \text{ Log } \frac{P1}{P2}$$

P1 คือกำลังด้าน INPUT

P2 คือกำลังด้าน OUTPUT

$$\text{อัตราการขยาย Gain in dB} = 10 \text{ Log } \frac{P2}{P1}$$

Log ผลหาร เท่ากับ Log ผลลบของเศษและส่วน ดังนี้

$$\text{Attenuation in dB} = 10 (\text{Log } P1 - \text{Log } P2) \qquad \text{Gain in dB} = 10 (\text{Log } P2 - \text{Log } P1)$$

1.7.2 ตัวอย่างการคำนวณ ถ้า กำลัง input P1 เข้ามา = 100 mW ได้กำลัง output P2 ออกมาลดลงครึ่งหนึ่ง = 50 mW จงหาว่ามันบั่นทอน(Attenuation) ไปกี่ dB

จากสูตร ค่า $\text{Attenuation in dB} = 10 \text{ Log } \frac{100}{50}$

$$= 10 \text{ Log } 2$$

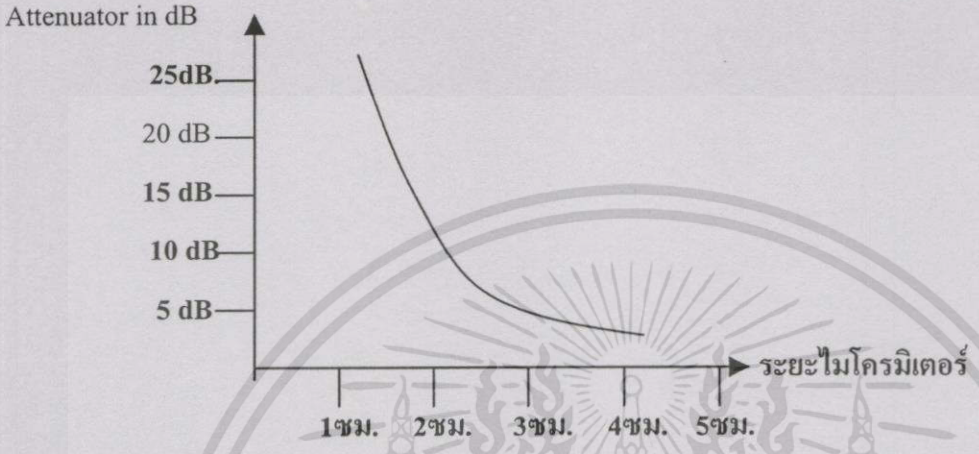
$$= 10 (\text{Log } 2)$$

$$= 10 \times 0.30 = 3 \text{ dB}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

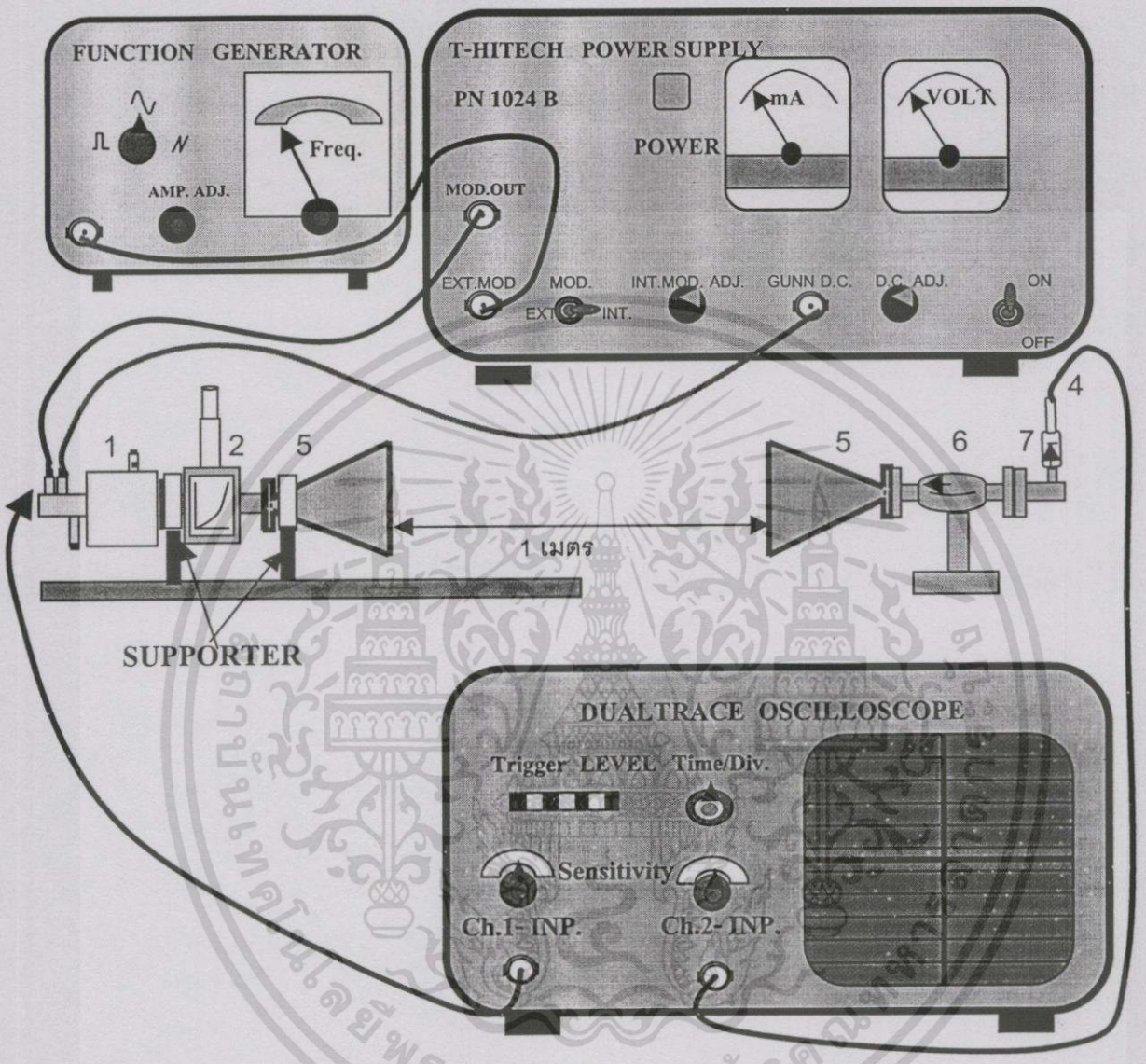
นั่นหมายความว่ามันบั่นทอนไป = **3 dB**

เนื่องจากการปรับ Variable Attenuator ขึ้นลง มันเป็นการอ่านระยะทาง เลื่อนขึ้นเลื่อนลงเป็นเซนติเมตร ดังนั้นเราจึงนำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเลื่อนหน่วยเซนติเมตรและค่า Atten. ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1.1



รูปที่ ง-3

การทดลอง

1. ประกอบวงจรทดลองตามรูปที่ ง-3 ต่อไฟเลี้ยง GUNN-Oscillator เข้าที่ปุ่ม GUNN-DC บน POWER-SUPPLY และสัญญานมอดเข้าที่ปุ่ม MOD.OUT. โดยปรับสวิทปุ่ม MOD. ไว้ที่ INT. ภาครับที่ดีเทคเตอร์ ไดโอดต่อเข้าที่ INP. Ch.2 ของออสซิลโลสโคป ปรับ Sensitivityไว้ที่ 0.5mV / ช่อง ปรับ Variable Atennuator ตามเข็มนาฬิกาไว้ ATTEN. สูงสุด

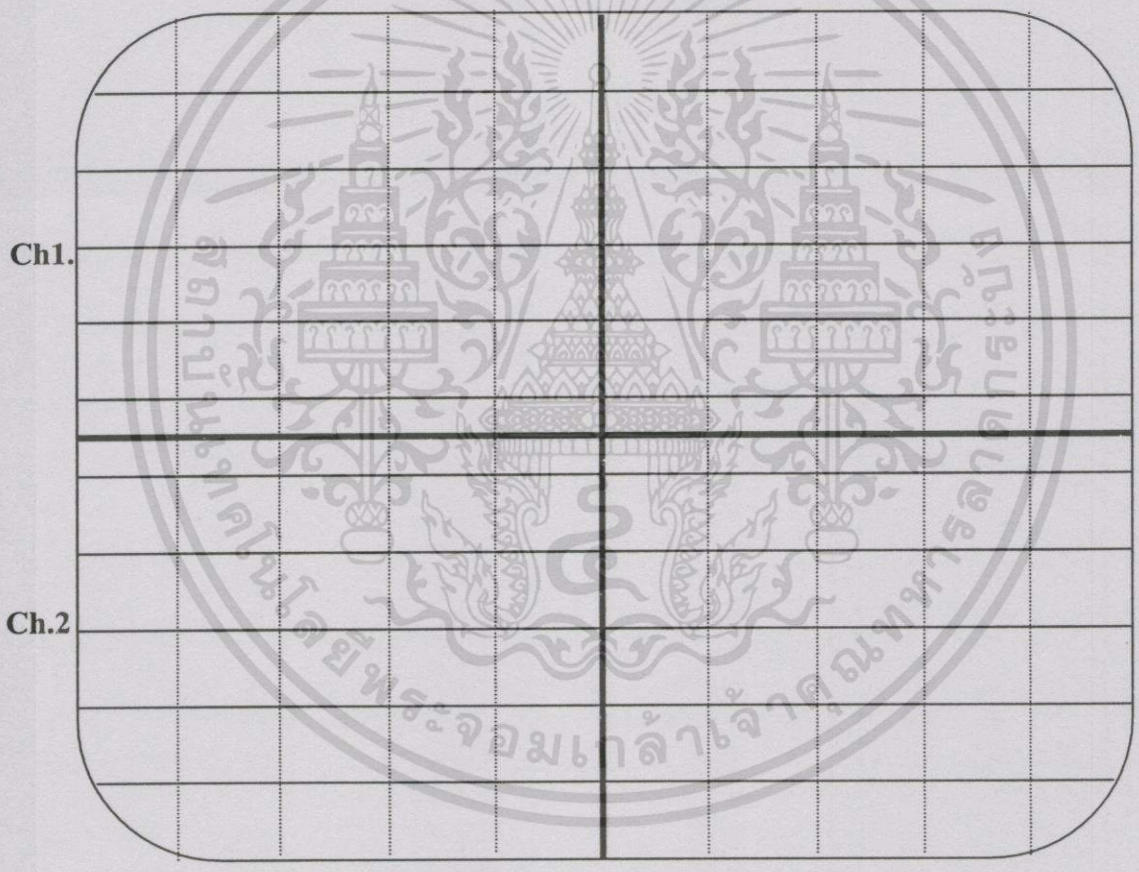
2. เปิดสวิท POWER - SUPPLY ON ปรับปุ่ม D.C. ADJ. ตั้งค่าไฟ DC ไว้ที่ 9 VOLT อ่านค่ากระแส บันทึกทั้งค่า DC. VOLT และค่ากระแสลงในช่องเหนือรูปตารางที่ 1.1 สังเกตสัญญาณที่จอออสซิลโลสโคปปรับ ATTEN. ทวนเข็มนาฬิกา จนเห็นสัญญานภาครับที่จอออสซิลโลสโคป ปรับทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสายอากาศทั้งด้านส่งและด้านรับให้ได้สัญญาณแรงสุด อาจปรับเปลี่ยน RANGE ของ Sensitivity ช่วย

3. ปรับความแรงสัญญาณที่ปุ่ม INT. MOD. ADJ. ให้ได้สัญญานถาครับที่จอออสซิลโลสโคปดีที่สุดบันทึกภาพและความแรงของสัญญาณลงในรูปตารางที่ 1.1ach.2 ใช้สโคป ch.1 วัดที่จุดสัญญาน MOD. OUT บน POWER-SUPPLY ปรับสโคปบันทึกภาพและความแรงลงในรูปตารางที่ ผ.3 (a) ch.1

GUNN DIODE	ค่าโวลท์	ค่ากระแส

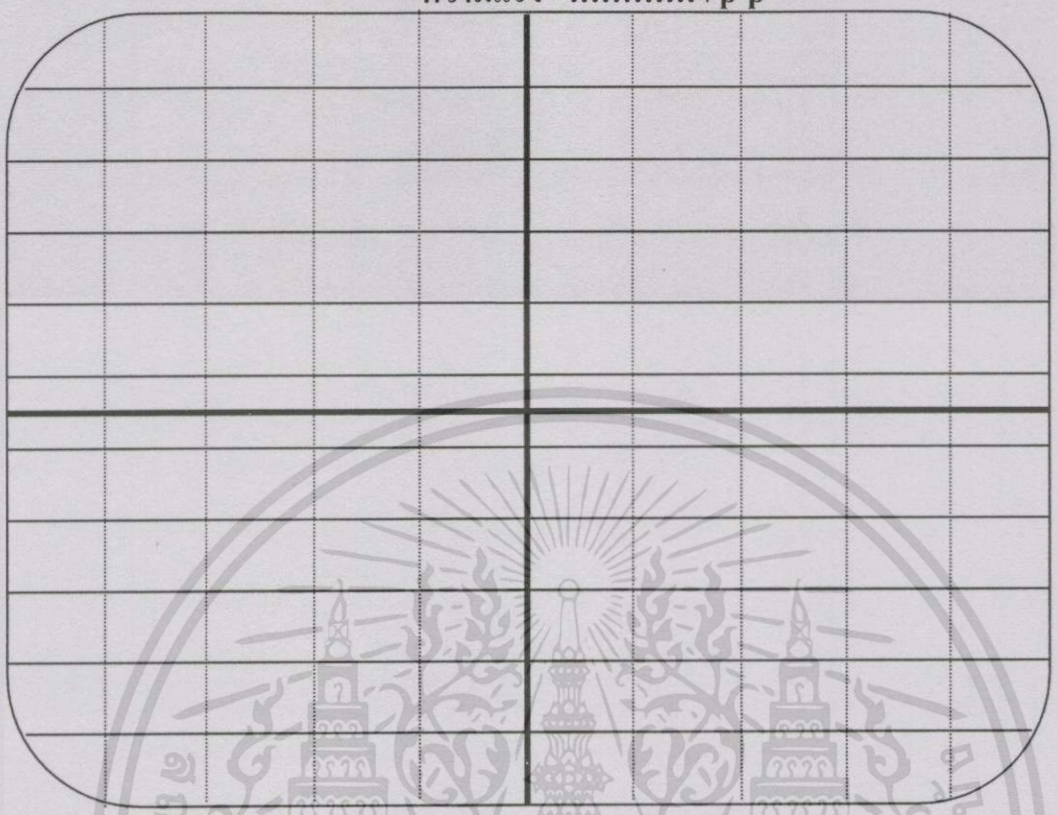


รูปที่ ง-4 (a)

4. ทดลองซ้ำในหัวข้อที่ 1-3 แต่เปลี่ยน เป็นป้อนสัญญาณจาก EXT. โดยใช้สัญญาณจาก FUNCTION GEN. ป้อนเข้าที่ปุ่ม EXT. MOD. ปรับปุ่มสวิท MOD. ไปที่ตำแหน่ง EXT. ตั้ง FUNCTION GEN.รูปสัญญาณ SINE ความถี่ 10 KHz บันทึกรูปและความแรงสัญญาณที่จอสโคปลงในตารางรูปกราฟ 1.1b เปลี่ยน ความถี่เป็น 100KHz , 1MHz , และ 5MHz วาดและบันทึกรูปและความแรงของสัญญาณ ลงในตารางรูปกราฟที่ 1.1c , 1.1d และ 1.1e ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแรง =.....Vp-p

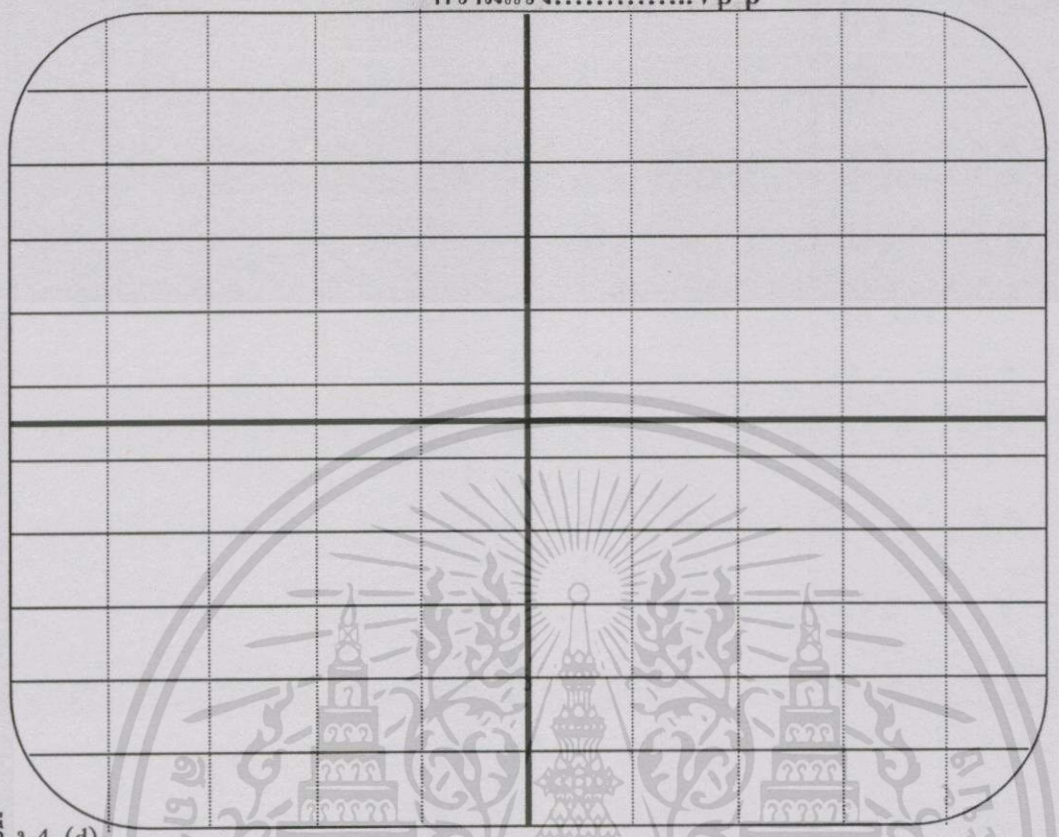


รูปที่ ง-4 (b)

รูปที่ ง-4 (c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแรง.....Vp-p



รูปที่ ง-4 (d)

ความแรง .....Vp-p

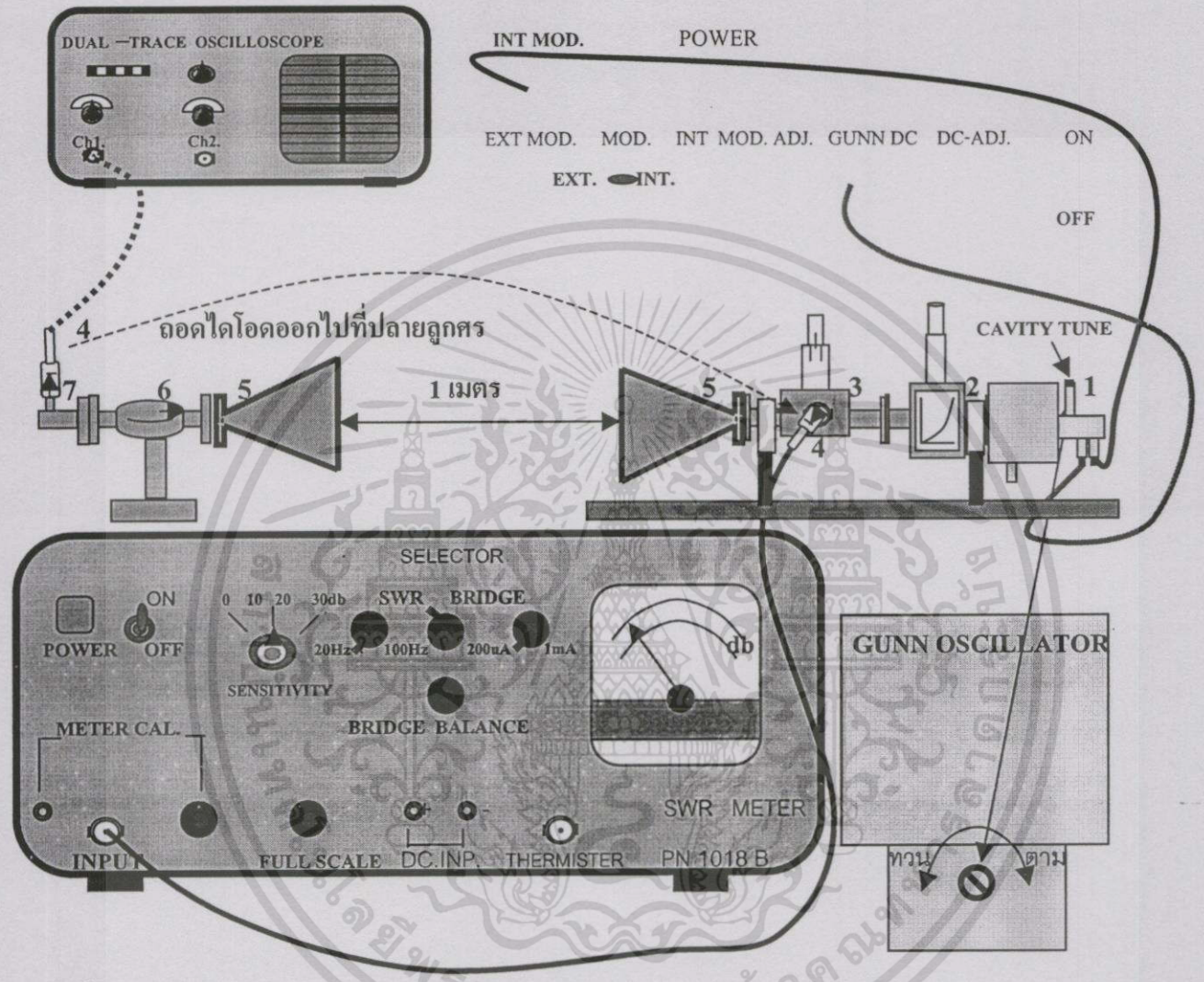
รูปที่ ง-4 (e)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1.2

GUNN POWER SUPPLY

PN-1024 B



รูปที่ ง-5 CAVIITY TUNE

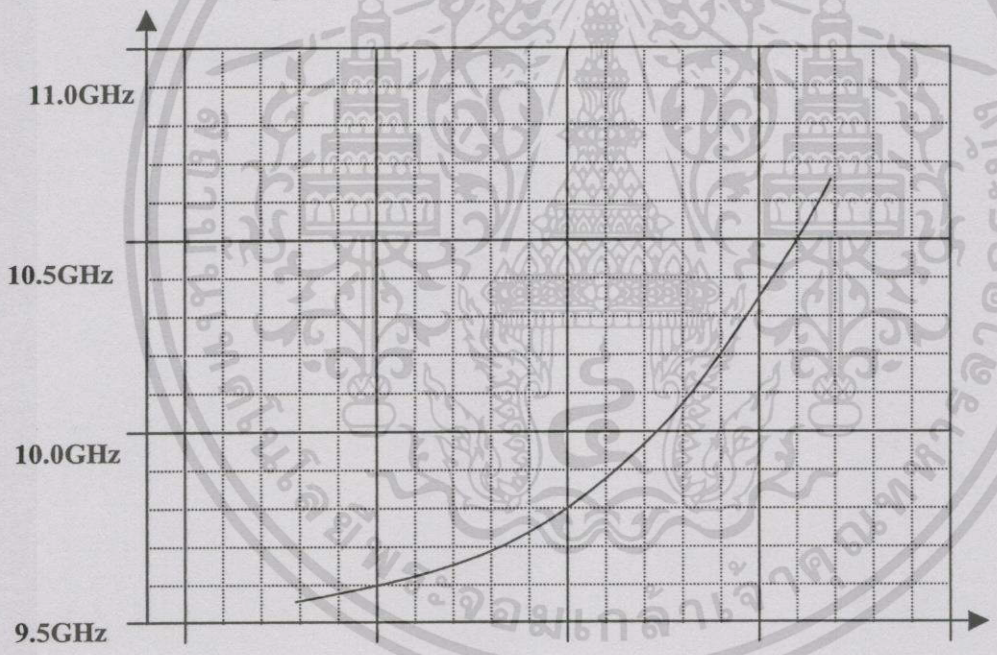
การทดลอง

1. ประกอบวงจรทดลองตามรูปที่ ง-5 ต่อไฟเลี้ยง GUNN-Oscillator เข้าที่ปุ่ม GUNN-DC บน POWER-SUPPLY และสัญญานมอดเข้าที่ปุ่ม MOD. OUT. โดยที่กลับGUNN-Osc. ให้ปุ่มปรับจูนหงายอยู่ด้านบน ตั้งปรับปุ่ม MOD. ไว้ที่ INT. ภาครับที่ดีเทคเตอร์ หมายเลข 4 ต่อเข้าที่ INP. Ch.1 ของออสซิลโล- สโคป ปรับ Senitivity ไว้ที่ 0.5 / ช่อง ปรับ Variable Atennuator ตามเข็มนาฬิกาไว้ ATTEN. สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดสวิท ON POWER –SUPPLY ปรับปุ่ม D.C. ADJ. ตั้งค่าไฟ DC ไว้ที่ 9 VOLT อ่านค่ากระแส บันทึกทั้งค่า DC. VOLT และค่ากระแสได้ =.....VOLT กระแส.....mA สังเกตสัญญาณบนจอสโคป ปรับ ATTEN. ทวนเข็มนาฬิกา จนเห็นสัญญาณบนจอสโคป ปรับทิศทางสายอากาศช่วยให้แรงสุด

3. นำเอาอุปกรณ์ภาคส่งด้านซ้ายมือออกไปเหลือแต่ด้านส่งขวามือ ถอดไดโอดดีเทคเตอร์หมายเลข4 มาใส่ที่ FREQUENCY METER หมายเลข 3 ต่อ Output ไดโอดไปที่ INPUT ของ SWR METER ตั้ง SELECTOR อยู่ที่ SWR. ตั้งแบนด์ที่ 100Hz ตั้ง SENSITIVITY อยู่ที่10dB สวิท ON SWR. METER ปรับไมโครมิเตอร์ของ FREQ. METER จนได้สัญญาณที่มิเตอร์ สวิงถึงจุดสัญญาณแรงสุด ถ้าสัญญาณแรงเต็มสเกลให้ปรับATTEUATOR ตามเข็มนาฬิกาเพื่อลดสัญญาณลง และถ้าจุดสวิงสูงสุดเบามากให้ปรับ ATTEUATOR ทวนเข็มนาฬิกาเพื่อเพิ่มสัญญาณแรงขึ้น สังเกตจุดที่สัญญาณแรงสุด อ่านค่าไมโครมิเตอร์ว่าได้เท่ากับ .....ซม. นำไปอ่านค่าความถี่จากรูปกราฟ 1.2 FREQ. ได้ความถี่เท่ากับ.....GHz



รูปที่ ง-6 FREQ.

4. ทดลองซ้ำสเตปที่ 3. แต่ปรับ CAVITY TUNE ตามเข็มนาฬิกา ประมาณ 45องศา อ่านค่าไมโครมิตอร์จาก FREQ.METER ได้=.....ซม. นำค่าที่อ่านจากไมโครมิเตอร์ไปอ่านเป็นความถี่ จากรูปกราฟ1.2 FREQ. ได้ความถี่เท่ากับ.....GHz เช่นเดียวกันแต่ปรับ CAVITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TUNE กลับทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา อ่านค่าจากไมโครมิเตอร์ได้เท่ากับ.....ซม. อ่านความถี่จากรูปกราฟ1.2 FREQ. ได้ความถี่ =.....GHz

5. จากการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าเมื่อเร้าปรับ CAVITY RESONANCE ตามเข็มนาฬิกาทำให้ความถี่ ของ GUNN – OSCILLATOR มีความถี่.....(สูงขึ้นหรือต่ำลง) *เช่นเดียวกันเมื่อปรับ CAVITY RESONANCE ทวนเข็มนาฬิกาทำให้ความถี่ของ GUNN–OSCILLATOR มีความถี่ .....(สูงขึ้นหรือต่ำลง)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองความถี่ fo ความยาวคลื่น

λ_o , λ_c และ λ_g

ประกอบด้วย 2 การทดลอง

2.1 การวัดความถี่ fo คำนวนλ_o

2.2 การวัด λ_g การคำนวน λ_c

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจเรื่องความถี่ และความยาวคลื่นช่วงต่างๆ
2. รู้ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่น

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการกระจายคลื่นในท่อเวฟไกด์และ SLOTTED-LINE ได้
2. ประกอบวงจรและทำการวัดความถี่ได้
3. คำนวณค่าความยาวคลื่น จากความถี่ได้
4. ประกอบวงจรวัดค่าความยาวคลื่นในท่อ Wave Guide (λ_g) ได้
5. วัดและคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่าง λ_c และ λ_g ได้

อุปกรณ์ที่ใช้

		จำนวน
1. X-Band GUNN-Oscillator	PN1025	1
2. Variable Attenuator	PN1022	1
3. Frequency-Meter	PN1125	1
4. Diode – Detector	PN 1023	1
5. Horn – Antenna	PN 1204	2
6. Slotted – Line	PN 1305	1
7. Adapter Reg.-Waveguide → Coaxial	PN 1704	1
8. GUNN POWER SUPPLY	PN 1024 B	

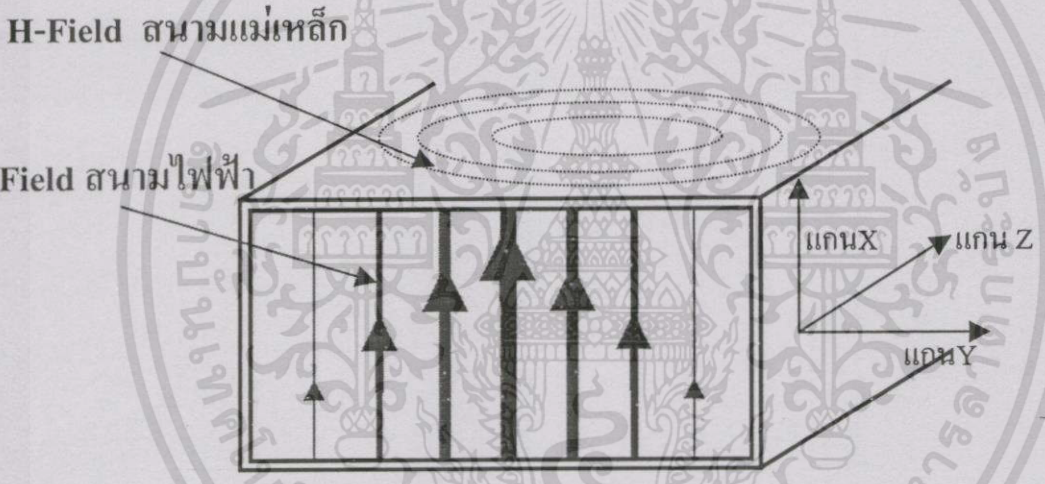
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 2.1 และ 2.2

2.1 ท่อนำคลื่นไมโครเวฟ (WAVE GUIDE)

2.1.1 ความเป็นมาและคลื่นที่ Popagate ในท่อนำคลื่น

ความถี่วิทยุที่อยู่ในย่าน UHF เราใช้สายส่ง (Transmission Line) ที่เรียกว่าสายโคแอคเชี่ยล (Coaxial- Cable) ในย่านไมโครเวฟ เราใช้ท่อนำคลื่นหรือเวฟไกด์เป็นสายส่ง ในบทนี้เราจะอธิบายท่อนำคลื่นและการเดินทางของคลื่น (Popagation) ในท่อนำคลื่น (Wave-Guide) ท่อนำคลื่นโดยทั่วๆไปทำด้วยท่อโลหะกลวง ซึ่งพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเดินทางผ่านไปได้ มีทั้งท่อกลม ท่อเหลี่ยม แต่ในที่นี้เราจะอธิบายท่อรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Wave-Guide) ซึ่งเป็นท่อนำคลื่นที่นิยมใช้มากในระบบไมโครเวฟ ดังแสดงไว้ในรูปที่ ง-7 (a)



รูปที่ ง-7 (a) $TE_{1,0}$ mode ใน Rectangular - Wave Guide

2.1.2 ลักษณะการ Popagate คลื่นในท่อนำคลื่น

ท่อนำคลื่นที่เราใช้ในห้องปฏิบัติการอยู่ในย่าน X-Band ซึ่งมีขนาดเล็กกระทัดรัดเหมาะที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการ ความถี่อยู่ที่ 8.2-12.4 GHz ตามทฤษฎีแล้วในท่อนำคลื่นชนิดใดๆคลื่นสามารถเดินทางผ่านได้ในหลายๆลักษณะรูปแบบเป็นจำนวนอินฟินิตี้รูปแบบเลยทีเดียว ในแต่ละรูปแบบนั้นเราเรียกว่า "mode" ซึ่งมีรูปลักษณะทิศทางของคลื่นไฟฟ้าและแม่เหล็กโดยเฉพาะของมันเอง และแต่ละ mode จะมีความถี่วิกฤติของมันเองเรียกว่า Cut-off Frequency ซึ่งความถี่ต่ำกว่านี้ ไม่สามารถเดินทางผ่านท่อได้ค่า Cut-off Frequency ของแต่ละ mode จะขึ้นอยู่กับขนาดของท่อนำคลื่น ท่อนำคลื่นส่วนใหญ่จะใช้ช่วงความถี่ที่เหนือกว่าความถี่ Cut-off ในการ Popagate โดยทั่วไปแล้วมีอยู่สองโหมดที่ใช้คือ

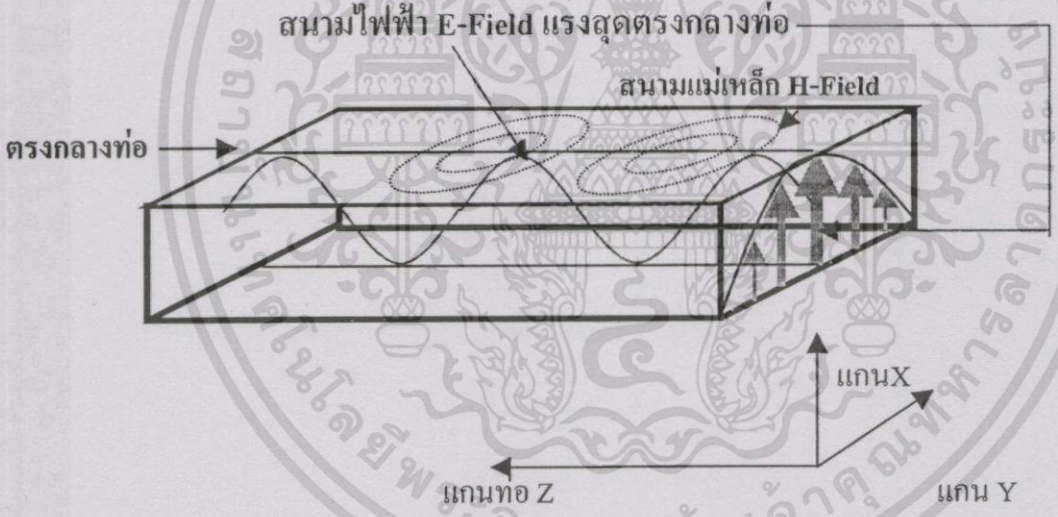
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TE - modes สนามไฟฟ้าที่จุดใดๆในท่อนำคลื่นจะตั้งฉากกับทิศทางการ Popagate (แกนกลางท่อ)

TM- modes สนามแม่เหล็กที่จุดใดๆในท่อนำคลื่นจะตั้งฉากกับทิศทางการ Popagate

2.1.3 Modeเฉพาะ ของการ Popagate ใน Regtangula-Waveguide

เราจะพูดถึงการ Popagate ในลักษณะพิเศษอันหนึ่งคือ TEM-modes ซึ่งทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับทิศทางการ Popagate และทั้งคู่ก็ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ซึ่งโหมดนี้เป็นการเดินทางใน Free-Space และในสายส่งแบบ COAXIAL ค่าโหมดที่แตกต่างกันแยกออกด้วยค่าตัวอักษรตาม m,n เช่น $TE_{m,n}$ m และ n จะเป็นตัวเลข เพื่อบ่งชี้โหมด ที่แตกต่างกัน เช่นการเดินทาง ของคลื่นผ่าน Rectangular-Wave Guide m = 1 , n = 0 เป็น $TE_{1,0}$ ซึ่งมีรูปแบบคือสนามไฟฟ้าอยู่ในแนวตั้งทิศทาง X ของท่อนำคลื่นและแรงสุดที่ตรงกลางท่อ ค่อยๆจางลงไปสู่ขอบท่อทั้งสองเป็น 0 ไม่มีสนามไฟฟ้าในแกน Y และ Z เลย ดังแสดงไว้ในรูปที่ ง-7 (b)



รูปที่ ง-7 (b)

2.2 ความถี่ ความยาวคลื่น λo , λg , และ λc

2.2.1 สูตรการคำนวณ λo และตัวอย่าง

2.2.1.1 สูตรการคำนวณ เราหาความสัมพันธ์ ระหว่าง ความถี่ และความยาวคลื่นได้ดังนี้

$$c = f \cdot \lambda o \quad (\text{ใน FREE – SPACE})$$

$$\lambda o = c / f \quad (c = 300 \text{ , } f \text{ มีหน่วยเป็น MHz } \lambda o \text{มีหน่วยเป็นเมตร})$$

2.2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณ เรด้านำล่องของเรือรบลำหนึ่ง ส่งคลื่นไมโครเวฟความถี่ 10 GHz กำลังส่ง 10 Kw จงคำนวณหา ความยาวคลื่นในฟรีสเปส (λo) ว่ามีความยาวเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตร $\lambda o = c / f$ ($c = 300$, f มีหน่วยเป็น MHz λoมีหน่วยเป็นเมตร)

ในที่นี้ f = 10000 MHz แทนค่าได้

$$\lambda o = 300 / 10000 = 0.03 \text{ เมตร}$$

เราคำนวณความยาวคลื่นในฟรีสเปสได้ λo = 3 เซนติเมตร

2.2.2 สูตรการคำนวณ λo λc และตัวอย่าง

2.2.2.1 ความยาวคลื่นในฟรีสเปส มีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ดังนี้

$$\lambda g = \frac{\lambda o}{\sqrt{1 - \left[\frac{\lambda o}{\lambda c}\right]^2}}$$

$$\lambda c = \frac{2}{\sqrt{\left[\frac{m}{a}\right]^2 + \left[\frac{n}{b}\right]^2}}$$

สำหรับ TE m n หรือ TM m n - mode ในท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า Reg. - Wave Guide เมื่อ

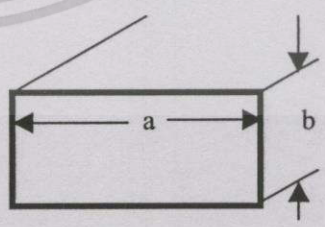
c คือความเร็วของคลื่นในที่ว่าง (FREE SPACE) มีค่าเท่ากับความเร็วของแสง มีค่า = 300 ล้านเมตร / วินาที หรือ 3×10^{11} มิลลิเมตร / วินาที

f คือความถี่

λo คือความยาวคลื่นใน FREE - SPACE

λg คือความยาวคลื่นในท่อนำคลื่น

λc คือความยาวคลื่น Cut – off ในท่อนำคลื่น



a คือขนาดด้านกว้างของท่อนำคลื่น

b คือขนาดด้านแคบของท่อนำคลื่น

สำหรับในกรณีย์ $TE_{1,0}$ mode จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

m = 1 n = 0 แทนค่า m และ n

$$\lambda c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{0}{b}\right)^2}} = 2a$$

2.2.2.2 ตัวอย่างการคำนวณ จากการใช้ท่อนำคลื่นชนิด Reg. - Wave Guideย่าน X-Band ซึ่งวัดขนาดได้ด้าน a = 2.5 เซนติเมตร ด้าน b = 1.1 เซนติเมตร ส่งด้วยความถี่ 10 GHz จงคำนวณหาค่า

λc และ λg ตามลำดับ

จากตัวอย่างที่ 2.2.1.1 เราคำนวณได้ λo = 3 เซนติเมตร

จากสูตร $\lambda c = 2a$ แทนค่าได้ $\lambda c = 2 \times 2.5 = 5$ เซนติเมตร

จากสูตร

$$\lambda g = \frac{\lambda o}{\sqrt{1 - \left[\frac{\lambda o}{\lambda c}\right]^2}}$$

แทนค่า λc และ λo ลงในสูตรจะได้

$$\lambda g = \frac{3}{\sqrt{1 - (3/5)^2}} = \frac{3}{\sqrt{1 - (.36)}} = \frac{3}{0.8} = 3.75 \text{ เซนติเมตร}$$

เราคำนวณหาค่า λg ได้เท่ากับ 3.75 เซนติเมตร ในขณะที่ λo = 3 เซนติเมตร

2.2.3 การหาสูตรความสัมพันธ์ ระหว่าง λ ทั้งสาม

$$\text{จาก } \lambda g = \frac{\lambda o}{\sqrt{1 - \left[\frac{\lambda o}{2a}\right]^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda o}\right)^2 - \left(\frac{1}{2a}\right)^2}}$$

$$\lambda o = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\quad}\right)^2 - \left(\frac{1}{\quad}\right)^2}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\backslash \quad \lambda_g \qquad 2a$$

เพราะฉะนั้น เราคำนวณหา f ได้ดังนี้

$$f = \frac{c}{\lambda_o} = c\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda_g}\right)^2 - \left(\frac{1}{2a}\right)^2}$$

เมื่อยกกำลังสองทั้งสองด้าน ย้าย λ_g ไว้ซ้ายมือ λ_c λ_o ไว้ขวามือ เราได้เป็นสมการดังนี้

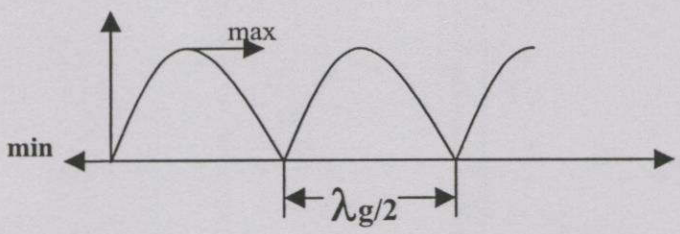
$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_o}{\lambda_c}\right)^2}}$$

แสดงให้เห็นว่า ความยาวคลื่นในท่อนำคลื่นจะมีค่ามากกว่าความยาวคลื่นใน Free – Space จุดที่ความถี่คัทออฟ (Cutoff Frequency) นั้น ค่า λ_g จะมีค่าความยาวเป็นอินฟินิตี้ (Infinity) ซึ่งหมายความว่าจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และพลังงานไม่สามารถส่งผ่านได้

2.2.4 Standing Wave และการวัด λ_g

Standing Wave หมายถึง การรวมตัวกันระหว่าง 1.คลื่นที่เดินทาง Forward คือออกจาก Source ผ่านท่อนำคลื่นไปสู่สายอากาศ เราเรียกว่า Incident Wave และ 2.คลื่นที่สะท้อนกลับจากสายอากาศ (ในกรณีย์ที่ไม่ Matching กัน) ผ่านท่อนำคลื่นมาสู่ Source เราเรียกว่า Reflected Wave คลื่นทั้งสองนี้รวมกันเรียกว่า Standing Wave คลื่นนี้จะเกิดขึ้นอย่างมากมาย ในกรณีย์ที่ ไม่ Matching กันอย่างรุนแรง เช่น ถอดสายอากาศออก เราเรียกว่า Open Load หรือใช้แผ่นโลหะปิดกั้นท่อนำคลื่น แทนสายอากาศ เราเรียกว่า Short Load ดังแสดงไว้ในรูปที่ ง-8 (a)

ความยาวคลื่นของท่อนำคลื่น (λ_g) สามารถหาได้จาก 2 เท่า ของระยะทางระหว่างจุดต่ำสุด (min) 2 จุดใน Standing Wave Pattern หรือจุดสูงสุด (max) 2จุดใน Standing Wave Pattern จากจุด maxถึง max หรือ min ถึง min มีค่าเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของ λ_g

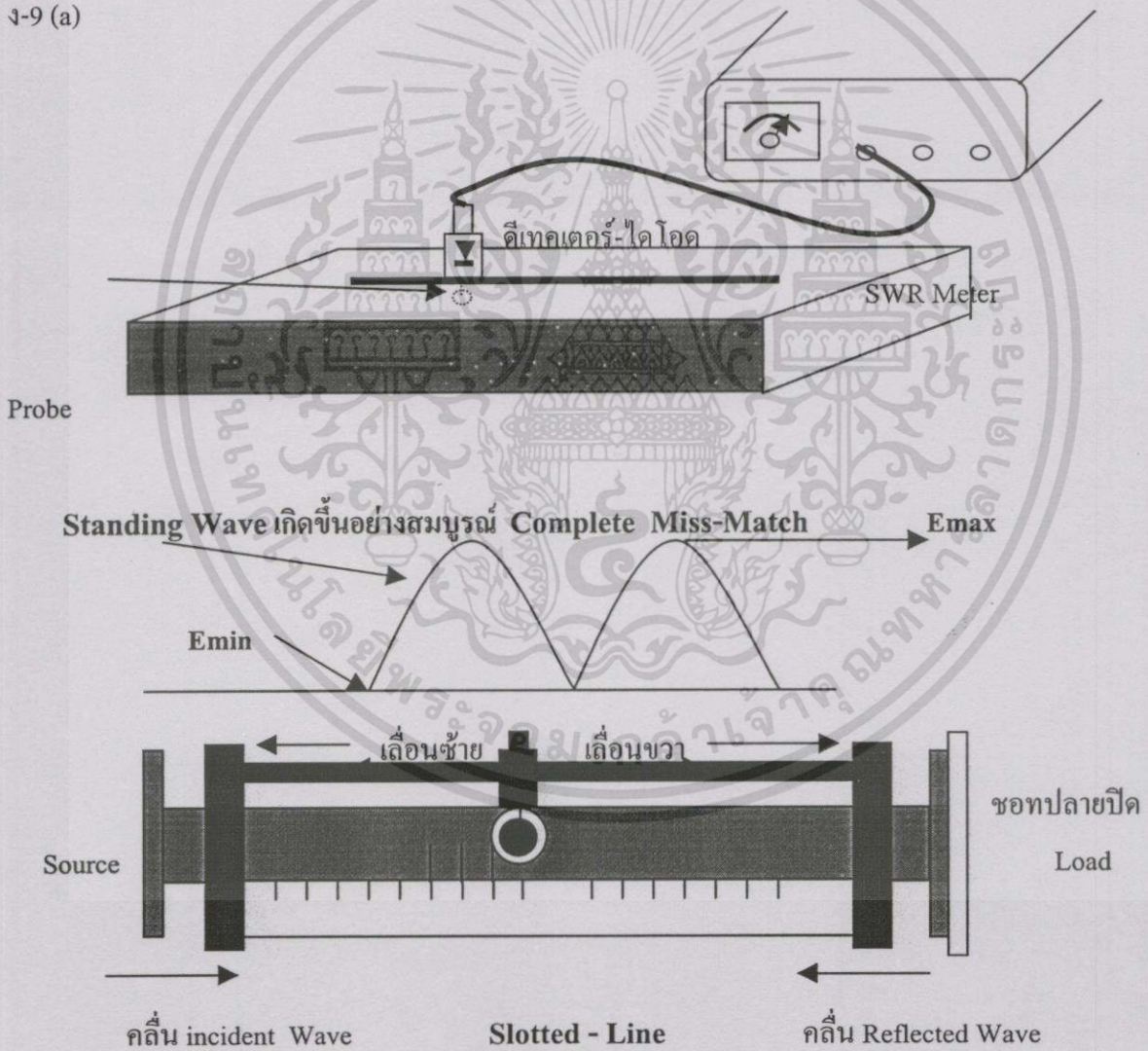


รูปที่ ง-8 (a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สลอตเตท ไลน์ (Slotted – Line)

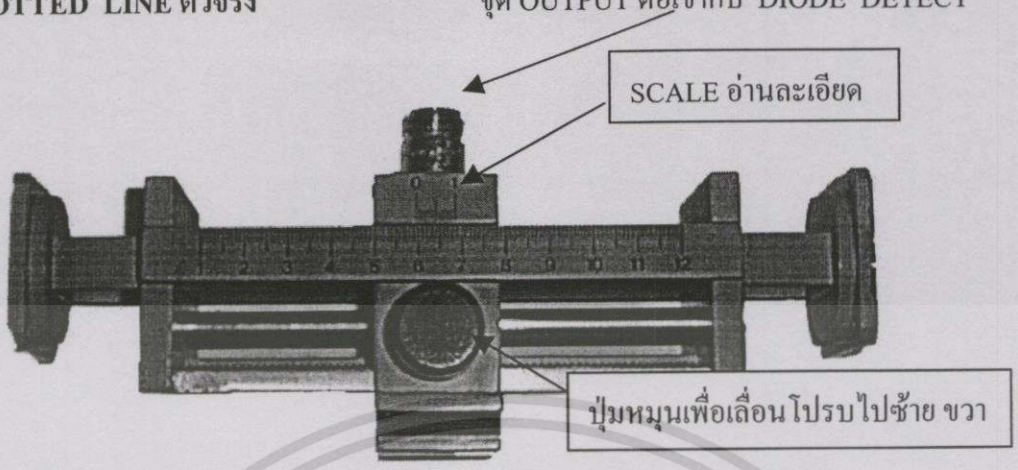
2.3.1 ทฤษฎี ในการวัดความเปลี่ยนแปลงของคลื่นในท่อนำคลื่น ซึ่งมีทั้ง คลื่นเดินทางไปสู่สายอากาศ คลื่นสะท้อนกลับ และผลการรวมกันของทั้งสองคลื่นเป็น Standing Wave เราสามารถทำได้โดยใช้ท่อนำคลื่น ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีความยาวเกินกว่า 2-5 เท่า ของความยาวคลื่น มาเซาะร่องตรงกลางท่อเป็นแนวยาว เพื่อให้ปลายเข็ม (Probe) ลงไปแทรก อยู่ระหว่างกึ่งกลางร่อง เพื่อปรับลากวัดความเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงความยาว ของท่อนำคลื่นได้ อุปกรณ์ชนิดนี้ เราเรียกว่า Slotted – Line โดยปลายทั้งสองด้านยึดคล่อมตัวท่อนำคลื่นเพื่อให้ Probe เคลื่อนที่ได้ มีสเกลอ่านละเอียดแบบคาริบเปอร์เวอร์เนีย เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงบนจุดต่างๆของ Standing Wave ในขณะที่เรากำลังส่งคลื่นออกอากาศได้โดยตรง ที่ Probeวัด ต่อกับดีเทคเตอร์ไดโอดและต่อ เข้าที่ Standing Wave Meter ดังแสดงในรูปที่ ง-9 (a)



รูปที่ ง-9 (a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป SLOTTED LINE ตัวจริง



2.3.2 SWR METER

2.3.2.1 SWR METER ช่วงบน

1. ไฟหน้าปัทย์เปิดเครื่อง

2. สวิทย์เปิด ปิดเครื่อง

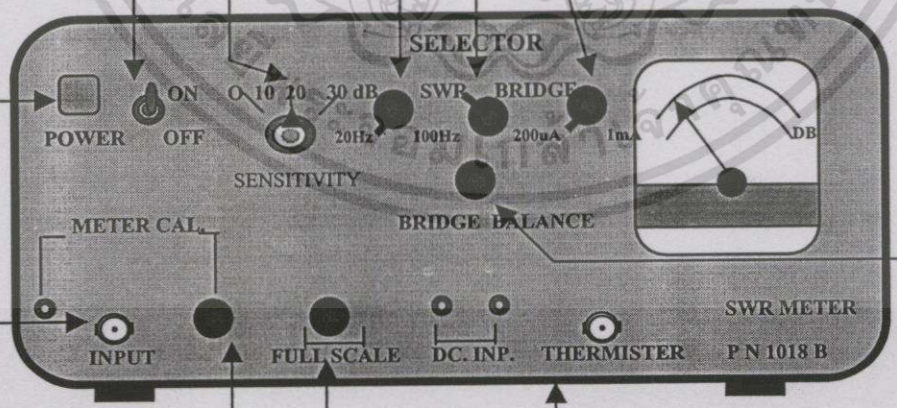
3. SELECTOR เลือก ความไว(SENSITIVITY)ในการวัด มี 4 สเกล 0 10 20 และ 30 dB ยิ่งค่ามากยิ่งไวมาก

4. SELECTOR เลือก แบนด์วิท 20Hz หรือ 100Hz

5. SELECTOR เลือก METER เป็น SWR หรือ BRIDGE

6. SELECTOR เลือก METER ให้อยู่ช่วงกระแส 200 uA หรือ 1 mA

7. ปุ่มปรับ BRIDGE BALANCE ในการวัดกำลังของคลื่น



2.3.2.2 SWR METER ช่วงล่าง

8. INPUT SWR METER

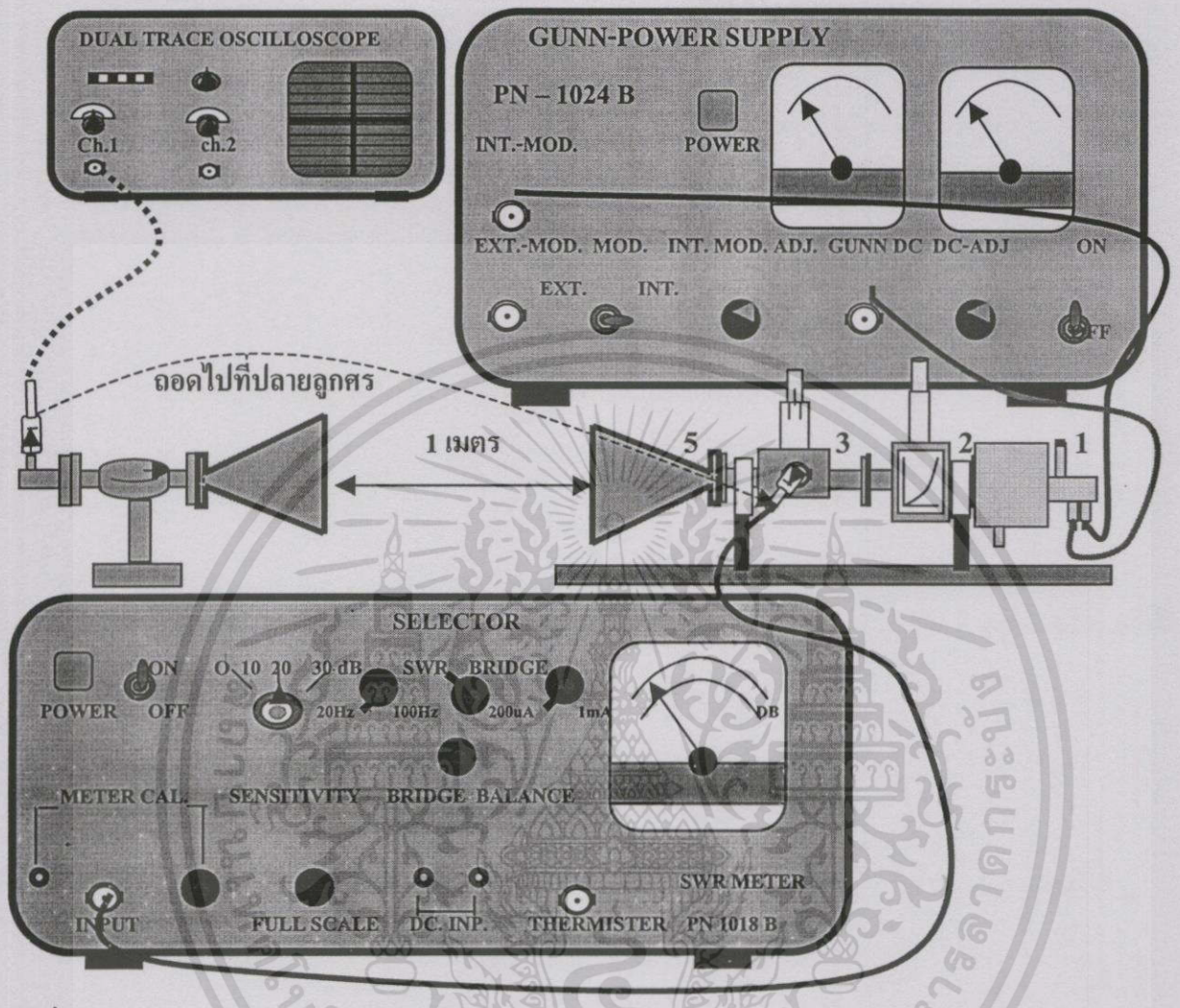
9. ปรับ METER ที่ ขีด 0

10. ปรับ METER FULL SCALE

11. จุด INPUT ของTHERMISTER ในการวัดกำลังคลื่น แปรเป็นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2.1



รูปที่ ง-10

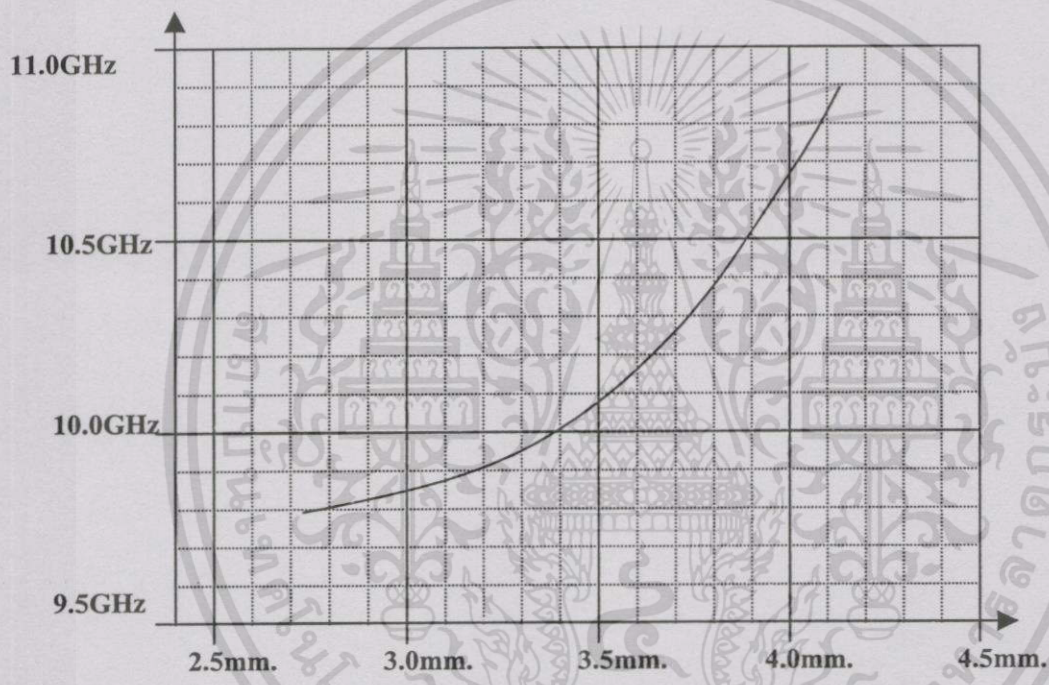
การทดลอง

1. ประกอบวงจรทดลองตามรูปที่ ง-10 ต่อไฟเลี้ยง GUNN-Oscillator เข้าที่ปุ่ม GUNN-DC บน POWER-SUPPLY และสัญญานมอดเข้าที่ปุ่ม MOD. OUT. โดยที่กลับGUNN-Osc. ตั้งปรับปุ่ม MOD. ไว้ที่ INT. ภาครับที่ดีเทคเตอร์ หมายเลข 4 ต่อเข้าที่ INP. Ch.1 ของออสซิลโลสโคป ปรับ Senitivityไว้ที่ 0.5 / ช่อง ปรับ Variable Atennuator ตามเข็มนาฬิกาไว้ ATTEN. สูงสุด

2. เปิดสวิท ON POWER –SUPPLY ปรับปุ่ม D.C. ADJ. ตั้งค่าไฟ DC ไว้ที่ 9 VOLT อ่านค่ากระแส บันทึกทั้งค่า DC. VOLT และค่ากระแสได้ =.....VOLT กระแส.....mA สังเกตสัญญาณบนจอสโคป ปรับ ATTEN. ทวนเข็มนาฬิกา จนเห็นสัญญาณบนจอสโคปแรงสุด ปรับทิศทางสายอากาศช่วยให้ได้สัญญาณแรงและดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำเอาอุปกรณ์ภาคส่งด้านซ้ายมือออกไปเหลือแต่ด้านส่งขวามือ ถอดไดโอดดีเทคเตอร์หมายเลข4 มาใส่ที่ FREQUENCY METER หมายเลข 3 ต่อ Output ไดโอดไปที่ INPUT ของ SWR METER ตั้ง SELECTOR อยู่ที่ SWR. ตั้งแบนด์ที่ 100Hz ตั้ง SENSITIVITY อยู่ที่10dB สวิท ON SWR. METER ปรับไมโครมิเตอร์ของ FREQ. METER จนได้สัญญาณที่มิเตอร์ สวิงถึงจุดสัญญาณแรงสุด ถ้าสัญญานแรงเต็มสเกลให้ปรับ ATTEUATOR ตามเข็มนาฬิกาเพื่อลดสัญญาณลง หรือจุดสวิงสูงสุดเบามากให้ปรับ ATTEUATOR ทวนเข็มนาฬิกา เพื่อเพิ่มสัญญาณแรงขึ้น สังเกตจุดที่สัญญาณแรงสุด อ่านค่าไมโครมิเตอร์ว่าได้เท่ากับ .....ซม. นำไปอ่านค่าความถี่จากรูปกราฟ 1.2 FREQ. ได้ความถี่เท่ากับ.....GHz



รูปที่ ง-11

4. นำเอาค่าความถี่ fo ที่อ่านได้ใน สเตปที่ 3. ซึ่งเป็นความถี่ในฟรีสเปส FREE - SPACE (fo) มาทำการคำนวนหาความยาวของคลื่นในฟรีสเปส FREE – SPACE (λo) จากสูตรต่อไปนี้

λo = 300 . เมตร_ เราอ่านค่า fo จากสเตปที่ 3. ได้.....GHz

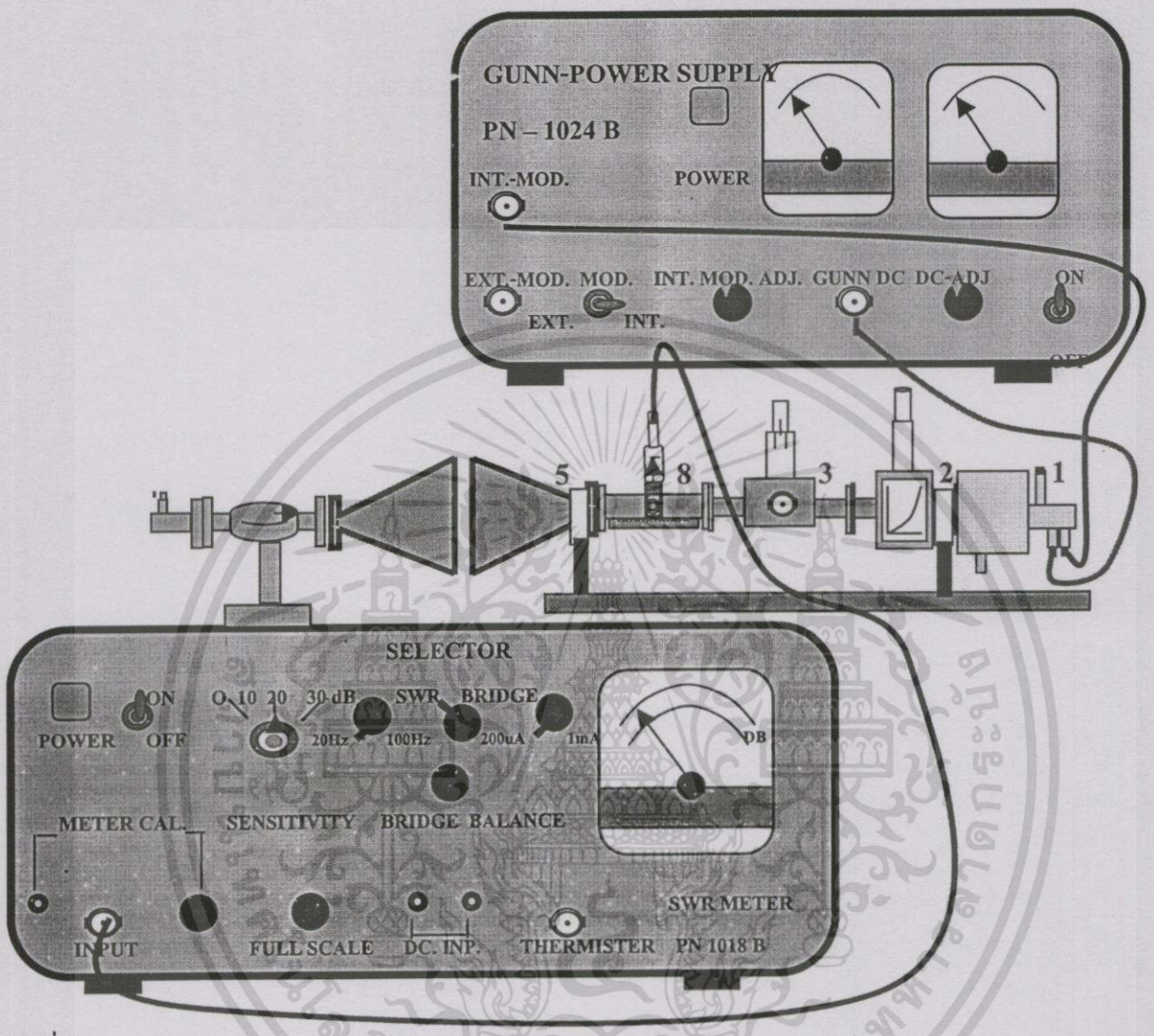
fo

λo มีหน่วยเป็น เมตร นำมาคำนวนได้ λo =.....เซนติเมตร

fo มีหน่วยเป็น MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2.2



รูปที่ ง-12

การทดลอง

1. จากการทดลองที่ 2.1 ในสเตปที่ 1-4 เราสามารถวัดความถี่ของ GUNN-OSCILLATOR ได้ความถี่เท่ากับ fo ใช้ความถี่ fo นี้เป็นการทดลองต่อในการทดลองที่ ง-12 นี้ ประกอบวงจรโดยเพิ่มเติม SLOTTED LINE หมายเลข 8 ระหว่างสายอากาศฮอน (5) และ FREQUENCY-METER (3) เลื่อนอุปกรณ์ภาครับซ้ายมือเข้ามาชิดด้านส่งเพื่อเกิด COMPLEAT-MISSMATCH ดังแสดงในรูปการทดลองที่ ง-12

2. เปิดสวิท GUNN POWER- SUPPLY ON ปรับเลื่อนปุ่ม SLOTTED-LINE ไปทางซ้ายหรือทางขวาเพื่อวัด Standing-Wave จาก MIN.→ MAX. ตั้ง SWR-METER ไว้ที่ค่าเดิมจากการทดลองที่ 2.1 เปิดสวิทSWR-METER ON ถ้าสัญญาณสวิงแรงเกินมิเตอร์ของ SWR มิเตอร์ในช่วง MAX. ให้ปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATTEN. ช่วย ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาช่วย อ่านระยะจาก MAX. –MAX.บน SLOTTED-LINEบันทึกลงในตารางที่ ผ.10

ตารางที่ ผ.10

ตำแหน่ง MAXที่	1	2	3	4	
ระยะ.....ซม.					

3. นำเอาค่าในตารางที่ ผ.10 MAX. ที่ 2 ไปลบ MAX. ที่ 1 , MAX. ที่ 3 ไปลบ MAX. ที่ 2 และ MAX. ที่4 ไปลบ MAX. ที่ 3 บันทึกค่าลงข้างล่างนี้

MAX. ที่ 2. – MAX. ที่ 1 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

MAX. ที่ 3. – MAX. ที่ 2 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

MAX. ที่ 4. – MAX. ที่ 3 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

นำค่าทั้ง 3 มาเฉลี่ยโดยบวกกันเข้าแล้วหารด้วย 3 ได้ d เท่ากับ .....เซนติเมตร

เราหาค่าความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ λg มีค่าเท่ากับ 2d = ...เซนติเมตร

4. นำเอาสายอากาศด้านรับออกไป เพื่อวัด Standing Waveในสภาวะ Matching สายอากาศ (ไม่ใช่ Compleat Matching) จึงเกิด Standing Wave ขึ้นบ้างเล็กน้อย ให้ทำการทดลองอ่าน MAX→MAX อีกครั้งบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ ผ.11

ตารางที่ ผ.11

ตำแหน่ง MAXที่	1	2	3	4
ระยะ.....ซม.				

5. นำเอาค่าในตารางที่ ผ.11 MAX. ที่ 2 ไปลบ MAX. ที่ 1 , MAX. ที่ 3 ไปลบ MAX. ที่ 2 และ MAX. ที่4 ไปลบ MAX. ที่ 3 บันทึกค่าลงข้างล่างนี้

MAX. ที่ 2. – MAX. ที่ 1 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

MAX. ที่ 3. – MAX. ที่ 2 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

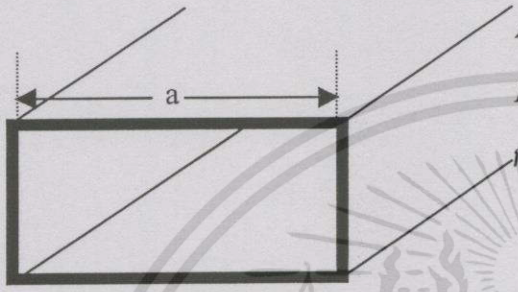
MAX. ที่ 4. – MAX. ที่ 3 ได้เท่ากับ.....เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าทั้ง 3 มาเฉลี่ยโดยบวกกันเข้าแล้วหารด้วย 3 ได้ d เท่ากับ .....เซนติเมตร

เราหาค่าความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ λ_g มีค่าเท่ากับ 2d = ...เซนติเมตร

6. ใช้คาลิเปอร์ เวอร์เนีย วัดความกว้างด้าน a ของท่อเวฟไกด์ ดังแสดงในรูป บันทึกค่าที่วัดได้ลงในช่องว่างนี้ ค่าความกว้างด้านในท่อ ด้าน a ของเวฟไกด์วัดได้(λ_c) = 2a ได้..... เซนติเมตร



λ_c คือความยาวของคลื่นที่ CUT-OFF-FREQUENCY

การเดินทางของคลื่นในท่อเวฟไกด์แบบ Reg-Wave Guide เป็น $TE_{1,0}$ (m=1, n=0)

7. เราจะทำการสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับความถี่ fo และความยาวคลื่นใน FREE –SPACE λ_o และ ความยาวคลื่นในท่อเวฟไกด์ λ_g รวมทั้งค่าความยาวคลื่นที่ CUT-OFF FREQ. λ_c มาสรุปได้ดังนี้

λ_o =.....เซนติเมตร

λ_g =.....เซนติเมตร

λ_c =.....เซนติเมตร

$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{1 - \left[\frac{\lambda_o}{\lambda_c}\right]^2}}$$

นำเอาค่า λ_o , λ_g และ λ_cแทนค่าในสมการขวามือ ดูว่าเท่ากันหรือไม่

ซ้ายมือเท่ากับ.....ขวามือเท่ากับ.....

8. นำเอาค่า λ_g และ a ไปแทนค่าในสูตรข้างล่างนี้ ในขณะที่ c = 3×10^8 เมตร / วินาที คำนวนความถี่ f ได้เท่ากับ.....GHz ในขณะที่วัด fo = ...GHz

จากสูตร

$$f = c\sqrt{\left[\frac{1}{\lambda_g}\right]^2 - \left[\frac{1}{2a}\right]^2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลอง Doppler effect

ประกอบด้วย 1 การทดลอง

1. การทดลอง Doppler Radar

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจหลักการ Doppler effect และ Doppler - Radar

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการเกิด DOPPLER EFFECT ได้
2. ประกอบวงจร Doppler Radar ได้
3. คำนวณ ความเร็วจากสูตร Doppler effect ได้

อุปกรณ์ที่ใช้		จำนวน
1. POWER – SUPPLY	PN 1024	1
2. X-Band GUNN-Oscillator	PN1025	1
3. Variable Attenuator	PN1022	1
4. Horn – Antenna	PN 1204	1
5. WOODEN BENCH	PN 1026	1
6. Clamp AND STAND	PN 1011	1
7. แผ่นโลหะเพื่อเคลื่อนที่เป็นเป้า		1
8. STORAGE - OSCILLO-SCOPE		1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

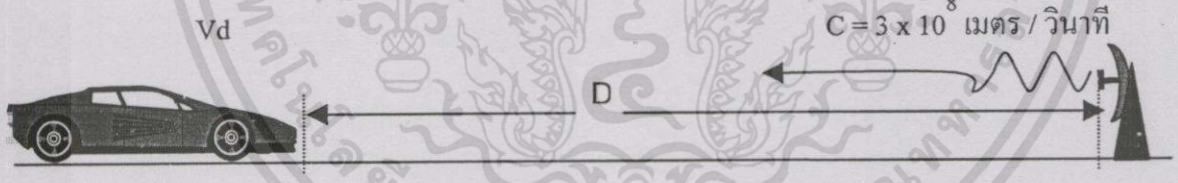
ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 3

บทนำ หลักการ ถ้าเรายืนอยู่ริมถนนในขณะที่รถตำรวจหรือรถพยาบาลกำลังวิ่งเปิดไซเรนอยู่ เราจะพบว่าเสียงที่ได้ยินจะแหลมขึ้นเรื่อยๆ ถ้ารถตำรวจหรือรถพยาบาลนั้น วิ่งเข้าหาตัวเรา นั่นคือ สัญญาณเสียงไซเรนที่เราได้ยิน มีความถี่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นั่นเอง แต่ถ้ารถวิ่งออกจากตัวเราไปเรา จะได้ยินเสียงไซเรนทุ้มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากความถี่เสียงที่เราได้ยินมีความถี่ต่ำลง ปรากฏ การณ์ ที่ทำให้มีการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณ เมื่อแหล่งกำเนิดสัญญาณ เป้าหมายเคลื่อนที่สัมพันธ์ต่อกัน จะเรียกว่าปรากฏการณ์นี้ว่า ดอปเปลอร์ (DOPPLER)

ผลของปรากฏการณ์ ดอปเปลอร์(DOPPLER) ทำให้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ กันมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในย่านไมโครเวฟ และที่ใกล้ตัวมากที่สุดสำหรับในบ้านเราก็คือ เรดาร์จับความเร็วรถยนต์ของตำรวจ หรือที่เรามักเรียกกันว่า DOPPLER RADAR นั่นเอง

3.1 การทำงานของดอปเปลอร์เรดาร์ (DOPPLER RADAR PRINCIPLE)

3.1.1 หลักการของดอปเปลอร์ เรดาร์ เราพิจารณาได้ตามรูปที่ 1 เมื่อเราส่งสัญญาณ CW ความถี่ย่านไมโครเวฟจากแหล่งกำเนิดออกสายอากาศในรูปของ COS ωt สัญญาณนี้จะเดินทางไปยังเป้าหมาย (รถยนต์) ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสง($C = 3 \times 10^8$ M/S) ดังนั้น สัญญาณจะเดินทางไปถึงรถยนต์โดยใช้เวลาเท่ากับ D / C และสัญญาณจะสะท้อนตัวรถยนต์กลับมายังสายอากาศรับ (ตัวเดียวกับสายอากาศส่ง) ใช้เวลาเท่ากับ D / C เช่นเดียวกัน



รูปที่ ง-13 หลักการของ DOPPLER RADAR

3.1.2 คณิตศาสตร์ประกอบการอธิบาย จะเห็นได้ว่าเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางจากสายอากาศถึงรถยนต์ และกลับมาที่สายอากาศอีกครั้งใช้เวลาเท่ากับ 2D / C (ซึ่งจะเป็นจริงต่อเมื่อความเร็วรถยนต์น้อยกว่าความเร็วแสงมากๆ) ดังนั้นสัญญาณที่รับได้จะถูกหน่วงไปเป็นเวลา 2D / C นั่นคือ สัญญาณที่รับได้จะเป็น

$$\cos \omega(t - 2D/C) = \cos(\omega t - 2\omega D/C) \quad \text{----------(1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าความเร็วของรถยนต์คงที่ ระยะทางD จะแปรผันตามเวลซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดัง

$$D = Do \pm Vd\ (t - to) \quad \text{----------(2)}$$

โดยที่ Do = เป็นระยะทางที่เวลาเริ่มต้น

Vd = เป็นความเร็วของรถยนต์

หมายเหตุ เครื่องหมาย - และ + แสดงว่ารถยนต์เคลื่อนที่เข้าและออกจากสายอากาศตามลำดับ เมื่อแทนค่าจากสมการ (2) ลงในสมการที่ (1) สัญญาณที่รับได้จะเป็น

$$\cos\left\{\omega t - \frac{2\omega Do}{C} \pm \frac{Vc\,2\omega t}{C} \pm \frac{Vd\ 2\omega to}{C}\right\}$$

เขียนใหม่โดยแทนค่า $\frac{2\omega\, Vd}{C} = \omega d$ จะได้

$$\cos\left\{(\omega \pm \omega d)t - (2\omega Do \pm \omega d\, to)\right\} \quad \text{----------(3)}$$

เมื่อพิจารณาสมการ (1) และ (3) จะพบว่า

3.1.3 สูตรการหาความเร็วของเป้า ค่า ωd ในสมการ (3) เป็นค่าความเร็วเชิงมุมที่เลื่อน หรือเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ดังนั้นเราจึงเรียกความถี่ fd ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า ความถี่ ดอปเปลอร์ (DOPPLER FREQUENCY) ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$fd = \frac{\omega d}{2\pi} = \frac{2f}{C} Vd$$ เพราะฉะนั้นความเร็วเป้า $Vd = C \times \frac{fd}{2f} \times 3.6$ กม./ชม.

f และ fd อยู่ในหน่วย Hz , $C = 3 \times 10^8$ เมตร / วินาที

ความถี่ดอปเปลอร์จะขึ้นอยู่กับความเร็วของรถยนต์ ดังนั้นถ้าเราสามารถวัดความถี่ fd ได้ เราก็จะหาความเร็วรถยนต์ Vd ได้นั้นเอง (ความเร็วของคลื่น $C = 3 \times 10^8$ เมตร / วินาที)

สำหรับกรณีที่เครื่องส่งดอปเปลอร์เรดาร์ส่งสัญญาณที่ไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย หรือสัญญาณที่ส่งออกไปทำมุม กับแนวการเคลื่อนที่ของเป้าหมายความถี่ดอปเปลอร์จะมีค่าเป็น

$$fd = \frac{2f\ Vd\ \cos\theta}{C}$$

เพราะฉะนั้นความเร็วเป้า $Vd(\theta) = \frac{C \times fd}{2f \times \cos\theta} \times 3.6$ กม./ชม. หรือ $\frac{Vd}{\cos\theta}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่าง ในการส่ง เรด้าตรวจจับความเร็วรถยนต์ของตำรวจ ใช้ความถี่ X-Band 10GHz ถ้าเราวัดความถี่ Doppler fd ได้เท่ากับ 1 KHz จงคำนวณหาความเร็วของรถยนต์คันดังกล่าว

วิธีทำ จากสูตร $$Vd = \frac{C \times fd \times 3.6 \text{ กม./ชม.}}{2f}$$

$C = 3 \times 10^8$ เมตร / วินาที , $fd = 1 \times 10^3$ Hz , $f = 10 \times 10^9$ Hz

แทนค่าลงในสูตร $$Vd = \frac{3 \times 10^8 \times 1 \times 10^3 \times 3.6}{2 \times 10 \times 10^9} = \frac{3 \times 3.6 \times 10}{2} \text{ กม./ชม.}$$

$$= 54 \text{ กม./ชม.} \quad \underline{\text{Ans}}$$

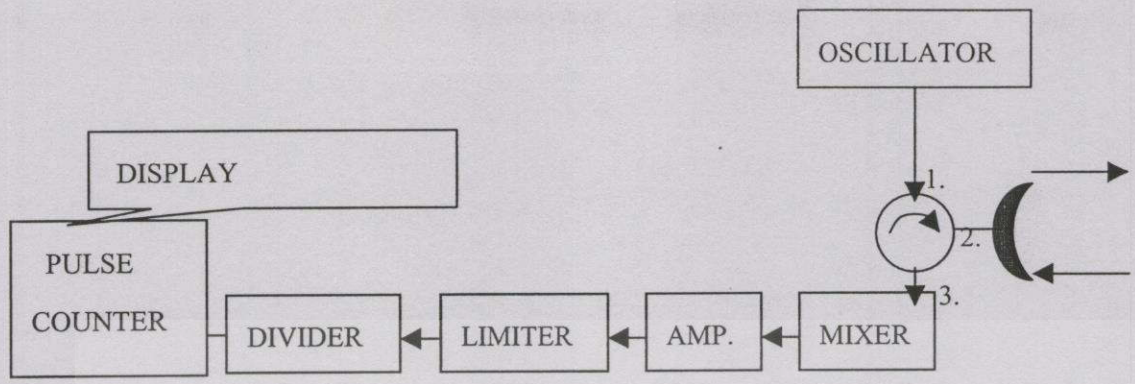
และถ้าตำรวจผู้นั้นยืนทำมุม 60^0 ความเร็วรถจะเป็นเท่าไร

$$Vd = \frac{54}{\cos\theta} = \frac{54}{\cos 60} = \frac{54}{1/2} = 108 \text{ กม./ชม.} \quad \underline{\text{Ans}}$$

3.2 ส่วนประกอบของดอปเปลอร์เรดาร์

3.2.1 การทำงานส่วนต่างๆของดอปเปลอร์เรดาร์ เราได้พิจารณาถึงหลักการของดอปเปลอร์เรดาร์แล้ว พบว่าความถี่ดอปเปลอร์จะแปรผัน ตามความเร็วของรถยนต์ ต่อไปนี้เราจะพิจารณาว่าดอปเปลอร์เรดาร์ จะต้องประกอบด้วยภาคต่างๆ อะไรบ้าง ดอปเปลอร์ เรดาร์ ประกอบด้วยภาคต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ง-14 ภาคออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณ CW ความถี่ในย่านไมโครเวฟ เพื่อส่งสัญญาณออกไปยังสายอากาศผ่าน เซอร์คูเลเตอร์ ซึ่งเซอร์คูเลเตอร์นี้ในอุดมคติเป็นอุปกรณ์ไมโครเวฟที่ยอมให้สัญญาณเดินทางผ่านได้ทางเดียวในทิศทางตามลูกศรเท่านั้น การใช้เซอร์คูเลเตอร์จะทำให้เราสามารถใช้สายอากาศส่งและสายอากาศรับเป็นตัวเดียวกันได้ ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและพื้นที่ในการติดตั้งเมื่อนำไปใช้งานจริง ถ้าเราป้อนสัญญาณความถี่ f_o จากออสซิลเลเตอร์เข้าที่พอร์ท 1 ของเซอร์คูเลเตอร์สัญญาณจะผ่านออกสู่สายอากาศที่พอร์ท 2 โดยไม่มีสัญญาณออกไปสู่พอร์ท 3 แต่ในการใช้งานจริงเซอร์คูเลเตอร์ไม่เป็นอุดมคติ จึงมีสัญญาณรั่วไหลจากพอร์ท 1 ไปพอร์ท 3 ซึ่งมีขนาดของสัญญาณต่ำ สัญญาณความถี่ f นี้ เมื่อออกจากสายอากาศไปกระทบเป้าหมายที่กำลังเคลื่อนที่ สัญญาณจะสะท้อนกลับมาที่สายอากาศรับ (ตัวเดียวกับสายอากาศส่ง) โดยที่ความถี่ของสัญญาณจะเปลี่ยนไปเป็น f fd และสัญญาณผ่านไปยังเซอร์คูเลเตอร์ที่พอร์ท 2 แล้วออกไปที่พอร์ท 3 สัญญาณนี้ จะมีขนาดต่ำลง เนื่องจากถูกลดทอนระหว่างการเดินทาง เมื่อสัญญาณรั่วไหลจากพอร์ท 1 และได้รับ

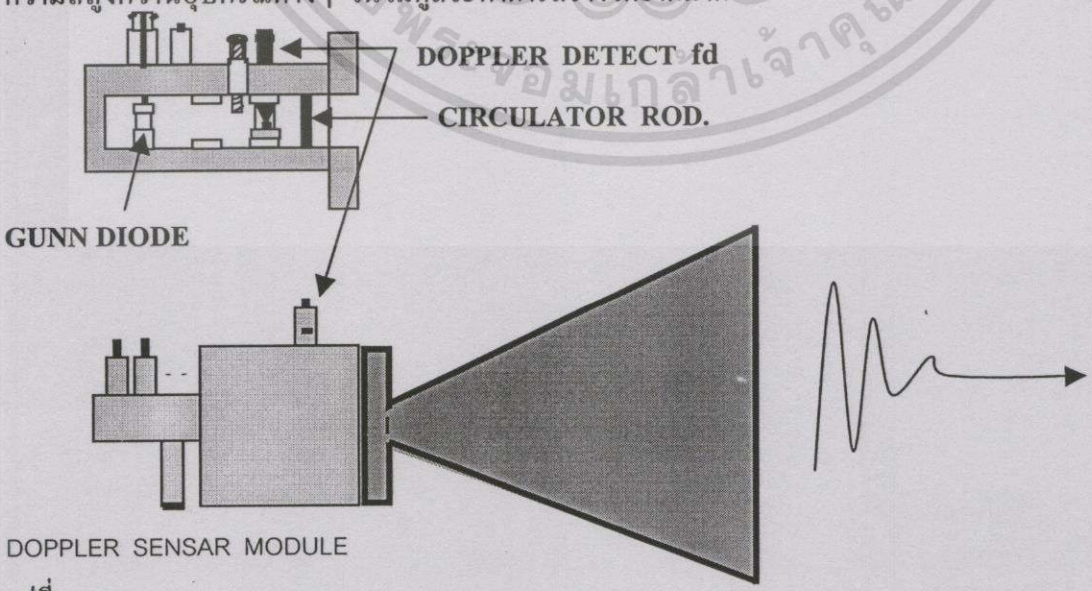
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-14

จากพอร์ท 2 ผ่านเซอร์คูเลเตอร์มาที่พอร์ท 3 จะถูกป้อนไปยังวงจรมิกเซอร์ และได้ความถี่ ดอปเปลอร์ fd ออกมา ซึ่งเป็นความถี่ต่ำและแปรผันกับความเร็วของเป้าหมายดังนั้นภาคต่างๆ ที่อยู่หลังมิกเซอร์จะเป็นวงจรอีเลคทรอนิกส์ธรรมดา ซึ่งประกอบด้วยวงจรขยายสัญญาณความถี่ fd ให้มีขนาดโตขึ้น และผ่านวงจรลิมิเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม จากนั้นผ่านวงจร เพื่อเปลี่ยนความถี่ fdให้เป็นขนาดของความเร็ว Vd โดยวงจรหารและจะถูกนำไปผ่านวงจรนับ เพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขในภาคสุดท้าย

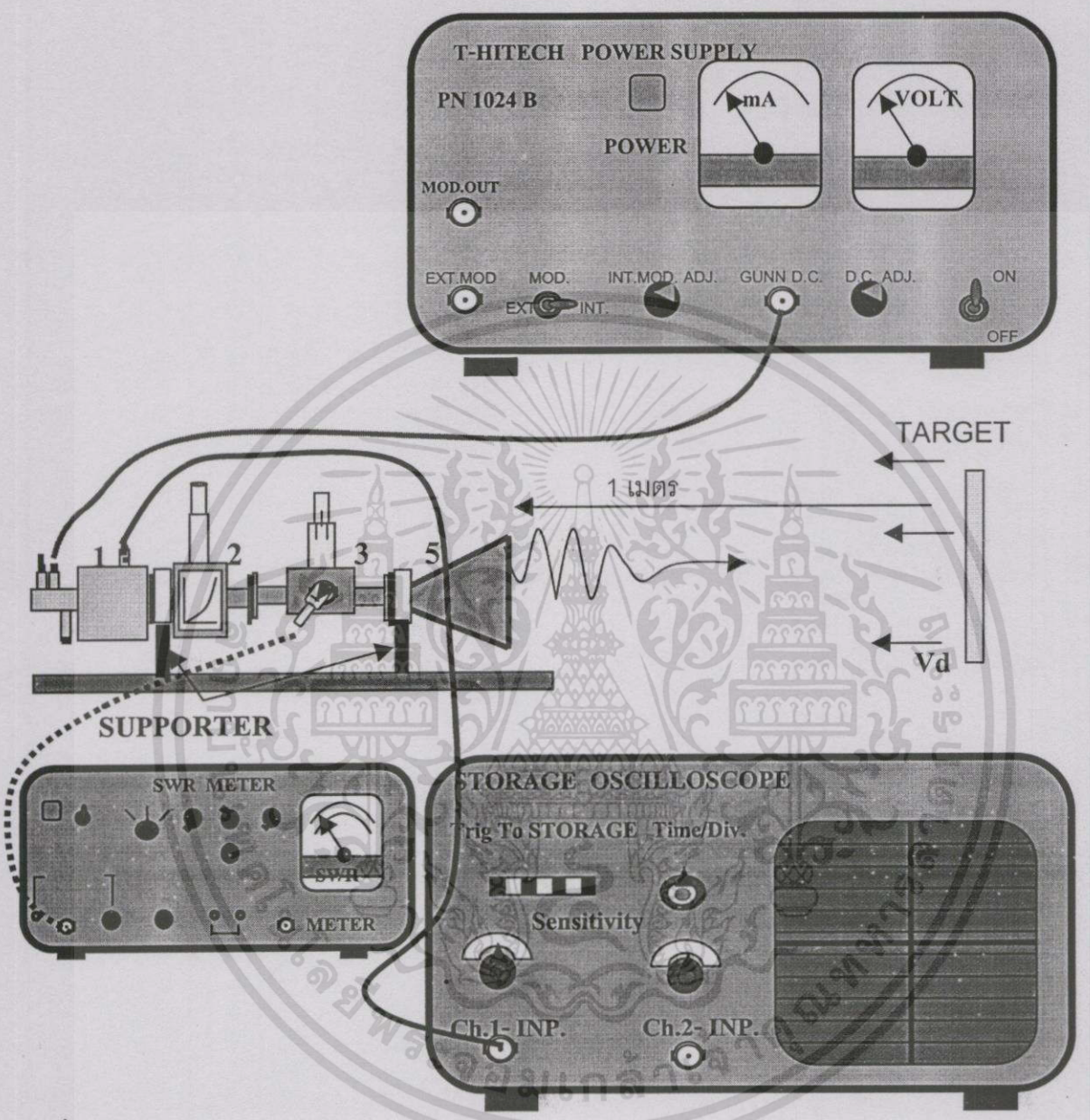
3.2.2 อุปกรณ์ประกอบจริง ในปัจจุบันได้มีบริษัทผู้ผลิตนำออสซิลเลเตอร์ เซอร์คูเลเตอร์และมิกเซอร์มาผลิตอยู่ในโมดูลเดียวกันในรูปของ HYBRID MIC ดังแสดงอยู่ในรูปที่ ง-15 ซึ่งเรามักจะเรียกโมดูลนี้ว่า “DOPPLER SENSAR MODULE” ทำให้การนำมาประยุกต์ ใช้งานสะดวกมากยิ่งขึ้น กำลังงานส่งของโมดูลที่ผลิตออกมาจำหน่ายประมาณ 10-50 mw. และความถี่ที่ใช้จะเท่ากับ 10.525 ซึ่งเป็นความที่ใช้งานที่เหมาะสมมากที่สุด เพราะที่ความถี่ต่ำกว่านี้จะทำให้สายอากาศมีขนาดใหญ่และที่ความถี่สูงกว่านี้อุปกรณ์ต่างๆ ในโมดูลจะทำการสร้างได้ยากมาก



รูปที่ ง-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3



รูปที่ ง-16

การทดลอง

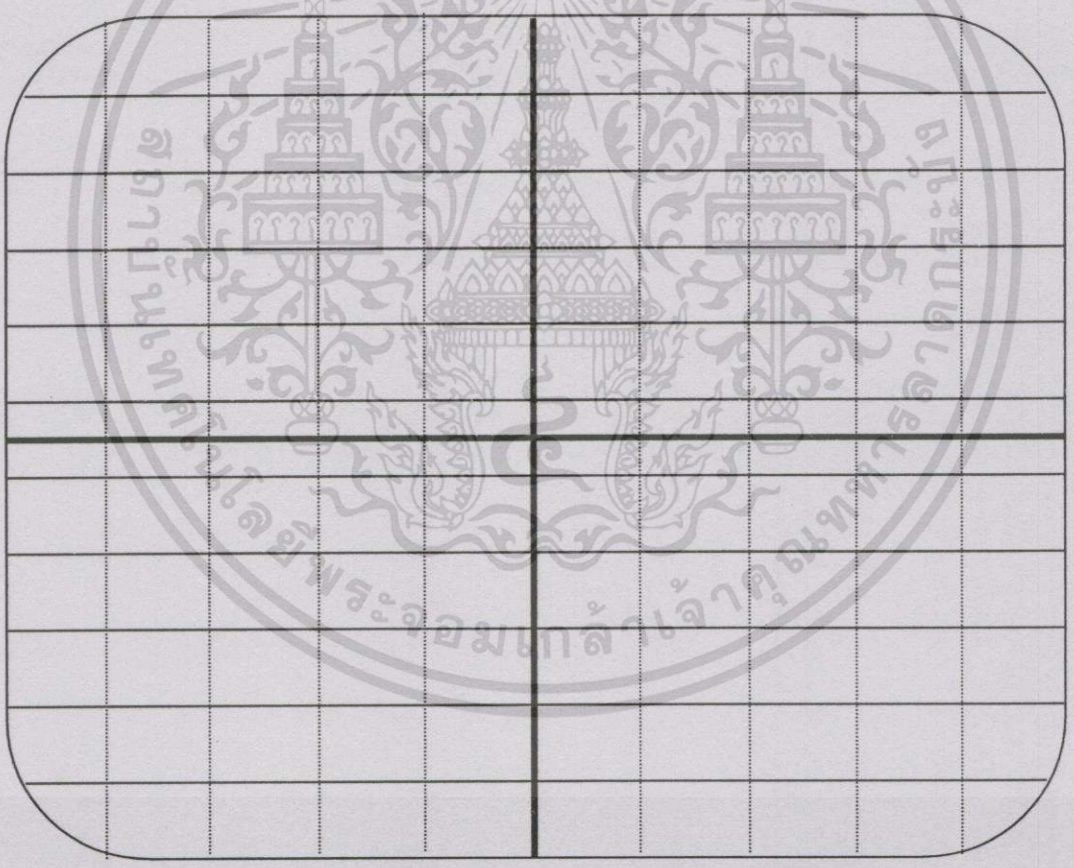
1. ทำการทดลองวัดความถี่ ของ GUNN –OSC. จากการทดลองวัดความถี่ของ GUNN – OSC. ในการทดลองที่ 1.2 จากสเตปที่ 1 ถึง 3 โดยใช้ SWR-METER และ FREQUENCY METER และอ่านค่าจากรูปกราฟที่ 1.2 FREQ. วัดความถี่ของ GUNN – OSC. ได้ f =.....GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประกอบวงจรทดลองตามรูปที่ ง-16 ต่อไฟเลี้ยง GUNN-Oscillator เข้าที่ปุ่ม GUNN-DC บน POWER-SUPPLY ต่อจุด Doppler Detect จาก GUNN OSC .ไปเข้าที่ Ch.1 ของ STORAGE OSCILLOSCOPE

3. สวิท ON GUNN POWER SUPPLY ปรับ DC. ADJ.ไว้ที่ 9 Volt เปิดสวิท STORAGE สโคป ON เคลื่อนแผ่น TARGET เข้าสู่หน้าปากเปิดสายอากาศ HORN ปรับ STORAGE สโคป สังเกตสัญญาณ Doppler ที่จอสโคป มีสัญญาณเกิดขึ้นสังเกตเห็นได้หรือไม่ ถ้าไม่เห็นให้ปรับ ATTENUATOR ทวนเข็มนาฬิกาเพื่อเพิ่มความแรงของสัญญาณขึ้นจนสังเกตเห็นสัญญาณ Doppler ที่จอ STORAGE สโคป

4. เลื่อนแผ่น TARGET เข้าสู่หน้า สายอากาศHORN TRIG. STORAGE สโคป จำสัญญาณ Dopplerไว้ทำการ วาดและบันทึกสัญญาณ Doppler ที่ได้ลงในรูปที่ ง-17 อ่านความถี่ Doppler ลงในรูปเดิม



รูปที่ ง-17 (a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ fd อ่านจากสัญญาณที่บันทึกไว้ =.....

5. นำเอาค่า fd ที่อ่านได้จากสเตปที่ 3. มาทำการคำนวนหาความเร็วของเป้า โดยใช้สูตรในการหาดังต่อไปนี้

$$vd = \frac{fd \times C \times 3.6}{2f}$$ กม./ชม.

Fd คือความถี่ Doppler ที่อ่านจากจอสโคป

C คือความเร็วคลื่น = $3x10^8$ เมตร/วินาที

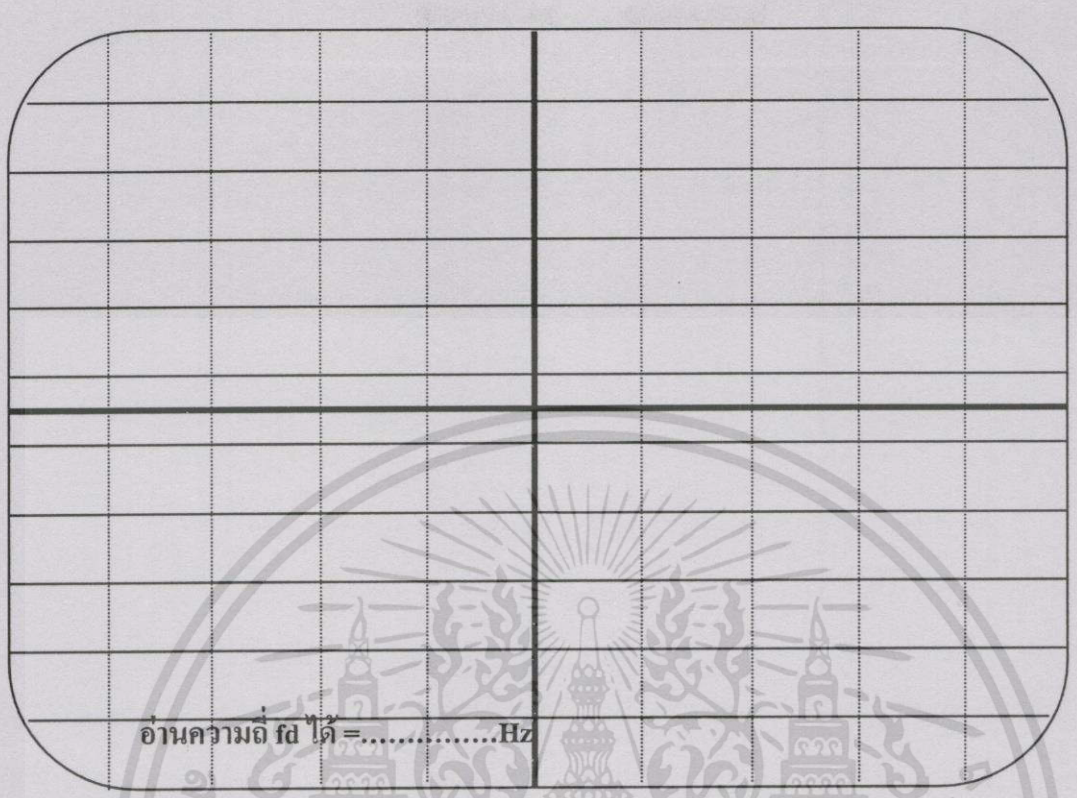
คำนวน Vdได้ =.....กิโลเมตร/ชั่วโมง f คือความถี่ที่ยิงออกไปจาก GUNN – OSC.

6. ทำการทดลองซ้ำในสเตปที่ 2-5 โดยเคลื่อนวัตถุเข้ามาอีกสองครั้ง ทำการวาดและบันทึกรวมทั้งคำนวนค่าความเร็วของวัตถุลงในรูปที่ ง-17 (b) และ 3 c ตามลำดับ

คำนวนค่า ความเร็ววัตถุได้= ..... กิโลเมตร/ ชั่วโมง

รูปที่ ง-17 (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำนวนค่าความเร็ววัตถุได้ =.....ก.ม. / ชม.

รูปที่ ง-17 (c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อสอบมาตราฐานและเฉลย

- ข้อสอบมาตราฐาน 50ข้อซึ่งสลับไม่เรียงลำดับหัวข้อและการทดลอง
- แบบเฉลยข้อทดสอบทั้ง 50ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสอบที่ได้มาตราฐาน 50 ข้อ

ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 3 การทดลอง เรานำมาสลับข้อไม่เรียงตามลำดับ คละกันทั้ง 3 การทดลองและสลับคำตอบ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และใช้เป็น Final - test (E2)

1. ใน Block Diagram Circulator & Mixerหมายถึงอะไร (1.4.2)

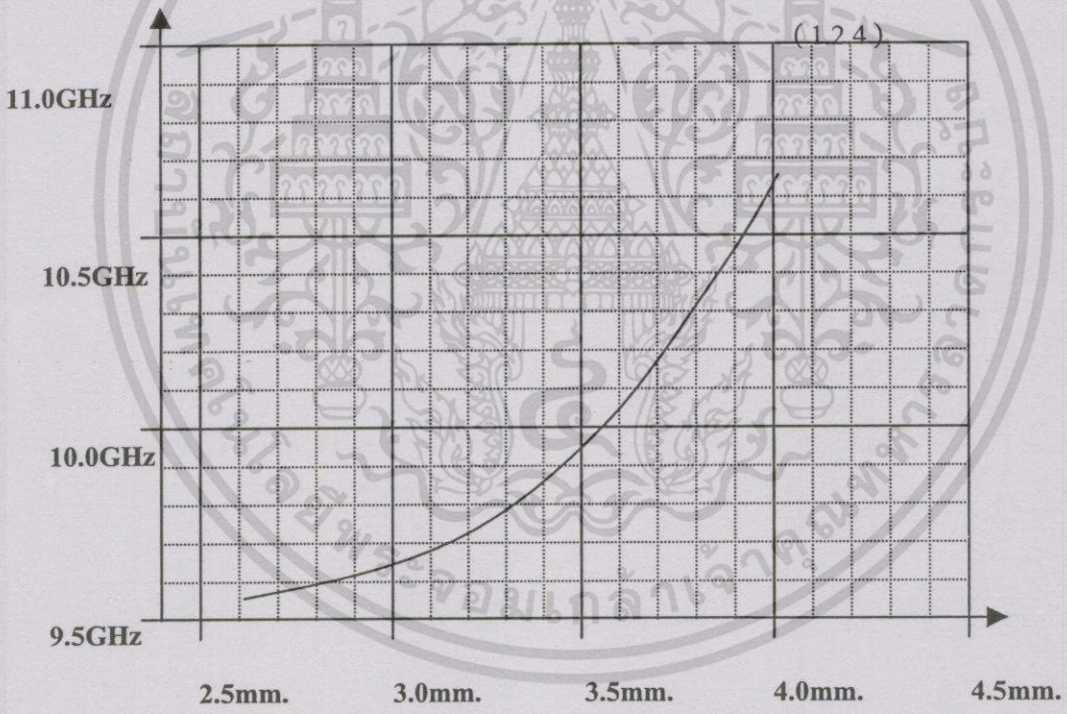
a. เกิดการกระโดดข้ามขึ้นๆลงๆของกระแสเกิด Electrical Noise ขึ้น

b. เวลาที่สนามเกิดเพิ่มสูงขึ้นจากคาโทดมุ่งตรงไปสู่อาโนดจนถึงอาโนด ก็หายวับไปในทันที

c. ช่องว่างที่วาง GUNN –Diode และสามารถควบคุมความถี่ที่เกิดขึ้นได้ มากกว่าตัวไดโอดเอง

d. วางไดโอดและ Rod.ไว้ให้คลื่นวิ่งออกสู่สายอากาศและสะท้อนกลับ ถูก Rod.แยกไปสู่ไดโอด

2. จากการปรับฟรีเควนซี่มิเตอร์ สามารถอ่านมิเตอร์ได้เท่ากับ 2. 95 จงอ่านความถี่จากกราฟข้างล่างนี้



a. 9.95 GHz b. 9.65 GHz c. 9.74 GHz d. 9.85 GHz

3. ใน DOPPLER RADAR CIRCULATOR ทำหน้าที่อะไร (3.2.1)

a. ผสมคลื่นจาก OSCILLATOR เข้ากับ สัญญาณ สะท้อนกลับเป็น fd

b. ทำหน้าที่รับสัญญาณ PULSE ที่เข้ามานับเป็นระบบดิจิตอล

c. แยกสัญญาณส่งจาก OSC. สู่สายอากาศ และรับสัญญาณสะท้อนกลับในสายอากาศอันเดียวกัน d. กำเนิดสัญญาณไมโครเวฟกำลังต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สูตรใดเป็นสูตรการหาค่า Attenuator in dBw (1.7.1)

a. = 20 Log P2 / P1 b. = 10 (LogP1-LogP2)

c. = 20 Log P1 / P2 d. = 10 (LogP2 - LogP1)

5. ในการวัดความถี่ ไมโครเวฟ ด้วยฟรีเควนซี่มิเตอร์ เราปรับจูนไมโครมิเตอร์ จนได้สัญญาณ ที่ SWR. METER เป็นอย่างไร (1.2.2)

a. เพิ่มเป็น 2เท่า b.ลดลงครึ่งหนึ่ง c. แรงสุด d. เบาต่ำสุด

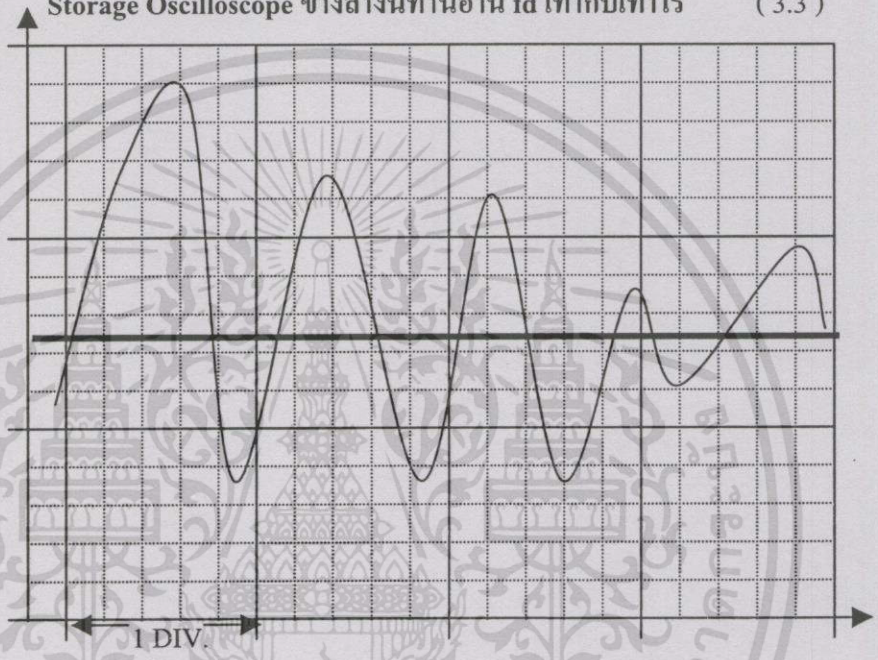
6. จากรูปบนจอของ Storage Oscilloscope ข้างล่างนี้ท่านอ่าน fd เท่ากับเท่าไร (3.3)

ตั้งสโคปไว้ที่

Time / DIV. =5ms

SENITIVITY

= 5mV / DIV



a. 25 Hz b. 2.5 KHz c. 250 Hz d. 2.5 Hz

7. จากการอ่านค่าfdจากข้อที่6. ความถี่=10.525GHz ให้นำมาคำนวณหาความเร็วของเป้า (3.4)

a. 1.28 กม. / ชม. b. 1.3 กม. / ชม. c.13.5 กม./ชม. d. 12.82 กม. / ชม.

8. ความถี่ย่านใด เป็นที่นิยม ในการสื่อสารไมโครเวฟระบบ Line of Sight ระยะใกล้ ได้ (บทนำ)

a. L-Band 1-2 GHz b. S-Band 2 - 4 GHz c. X-Band 8.2 - 12.4 GHz d. C-Band 4-6GHz

9. จากสูตรข้างล่างนี้ ถ้าคลื่น Popagate ในท่อ Regtangular Wave Guide λ c จะมีค่าเท่ากับ

$$\lambda c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}} \qquad (2.2.2.1)$$

a. 2 b b. $2\lambda g$ c. 2a d. $2\lambda c$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Cavity Control Oscillator หมายถึงอะไร (1.3)

a. เวลาที่สนามเกิดเพิ่มสูงขึ้นจากคาโทดมุ่งตรงไปสู่อาโนดจนถึงอาโนดและหายวับไปในทันที

b.ช่องว่างที่วาง GUNN – Diode และสามารถควบคุมความถี่ที่เกิดขึ้นได้ มากกว่าตัวไดโอดเอง

c.วางไดโอดและ Rod.ไว้ให้คลื่นวิ่งออกสู่สายอากาศและสะท้อนกลับ ถูก Rod. แยกไปสู่ไดโอด

d. เกิดการกระโดดข้าม ขึ้นๆลงๆของกระแสเกิด Electrical Noise ขึ้น

11. TEM Mode หมายถึง (2.1.3)

a. สนามแม่เหล็ก ⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

b. สนามไฟฟ้า⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

c. สนามไฟฟ้า⊥ สนามแม่เหล็กและทั้งคู่⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

d. สนามแม่เหล็ก ⊥ สนามไฟฟ้า

12. DOPPLER RADAR ใช้คลื่นอะไรและส่งในลักษณะอย่างไร (3.1.1)

a. คลื่นเสียง ส่งเป็นช่วงๆ (PULSE) b. คลื่นเสียง ส่งอย่างต่อเนื่อง (CW)

d. คลื่นไมโครเวฟ ส่งเป็นช่วงๆ (PULSE) d. คลื่นไมโครเวฟ ส่งอย่างต่อเนื่อง (CW)

13. Transit Time Mode หมายถึงอะไร (1.2)

a.เกิดการกระโดดข้ามขึ้นๆลงๆของกระแสเกิด Electrical Noise ขึ้น

b.เวลาที่สนามเกิดเพิ่มสูงขึ้นจากคาโทดมุ่งตรงไปสู่อาโนดจนถึงอาโนดและหายวับไปในทันที

c. ช่องว่างที่วาง GUNN – Diode และสามารถควบคุมความถี่ที่เกิดขึ้นได้ มากกว่าตัวไดโอดเอง

d.วางไดโอดและ Rod.ไว้ให้คลื่นวิ่งออกสู่สายอากาศและสะท้อนกลับ ถูก Rod.แยกไปสู่ไดโอด

14. สายส่ง ที่ใช้กับความถี่ UHF เราใช้สิ่งใดใน การนำคลื่น (2.1.1)

a. ท่อไฟเบอร์ออปติค b.ท่อนำคลื่น Wave Guide c. สาย Coaxial_ d. Twin Lead

15. สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาความเร็วของเป้า ในหลักการของ DOPPLER RADAR คือ

a. $Vd = \frac{C \times fd}{2f}$ กม. / ชม. b. $Vd = \frac{C \times fd}{2f} \times 3.6$ กม. / ชม. (3.1.3)

c. $Vd = \frac{C \times fd}{COS\theta \times 2f}$ กม. / ชม. D. $Vd = \frac{C \times fd \times 3.6}{COS\theta \times 2f}$ กม. / ชม.

16. ที่ตำแหน่งกระแสสูงสุด Vo เกิดคุณสมบัติ Negative Resistance ขึ้นที่สาร.....
ภายหลังที่ นาย JB. GUNN ได้ทดลองอยู่หลายครั้ง เขาจึงสรุป ว่าคุณสมบัติที่เกิดขึ้นนี้ เขาเรียกว่า .....คือแทนที่จะเป็นการนำกระแส ธรรมดา กับเป็นการกระโดดข้ามพื้นที่ปริมาตรแทน (1.1.2)

a. Bulk effect , แกลเลี่ยม อาเซไนด์ (GA AS) b. แกลเลี่ยม อาเซไนด์ GaAs, Electrical Noise

c. Electrical Noise , 2000V / CM d. แกลเลี่ยม อาเซไนด์ GA AS , Bulk effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

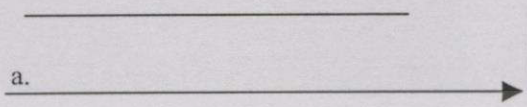
17. DOPPLER SENSAR MODULE คืออะไร (3.2.2)

a. โมดูล HYBRID MIC RADAR b. GUNN OSCILLATOR , Isolator , Counter

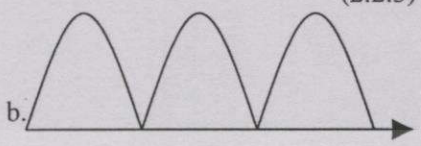
c. DOPPLER RADAR d. GUNNออสซิลเลเตอร์มิกเซอร์และเซอร์คูเลเตอร์อยู่ในชุดเดียวกัน

18. รูป Standing Wave ใดเป็น Matching (2.2.3)

a.

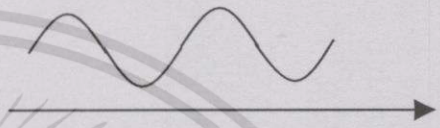


b.



c.

d.



a. c b. d c. b d. a

19. การใส่ตัวบั่นทอนคลื่นเข้าไปในการทดลองเพื่อประโยชน์ใด (1.6.2)

a. เพื่อปรับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟตรงกลางท่อ ในการวัดและทดลองไมโครเวฟ

b. เพื่อปรับความแรงของคลื่นไมโครเวฟตรงขอบท่อ เพื่อใช้ในการวัดและทดลองไมโครเวฟ

c. เพื่อปรับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟจาก GUNN OSC. ในการวัดและทดลองไมโครเวฟ

d. เพื่อปรับความแรงของคลื่นไมโครเวฟ ป้องกันไดโอดดีเทค และความแรงที่พอเหมาะ

20. สูตรหาความถี่ fo จากค่า λg และ λc คืออะไร (2.2.8)

a. $= \frac{c}{\lambda o}$

b. $= c\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda g}\right)^2 - \left(\frac{1}{2a}\right)^2}$

c. $= \frac{\lambda o}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda o}{\lambda c}\right)^2}}$

d. $= \frac{\lambda o \cdot c}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda o}{2a}\right)^2}}$

21. เมื่อความถี่ มีค่าเท่ากับ 10 GHz ความยาวคลื่น λo มีค่าเท่ากับ (2.2.1.2)

a. 30 เมตร b. 30 เซนติเมตร c. 3 เมตร d. 3 เซนติเมตร

22. การกระจายคลื่นในท่อเวฟไกด์ ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Regtangular Wave-Guide) เป็นไปในโหมดใด (1.6.1)

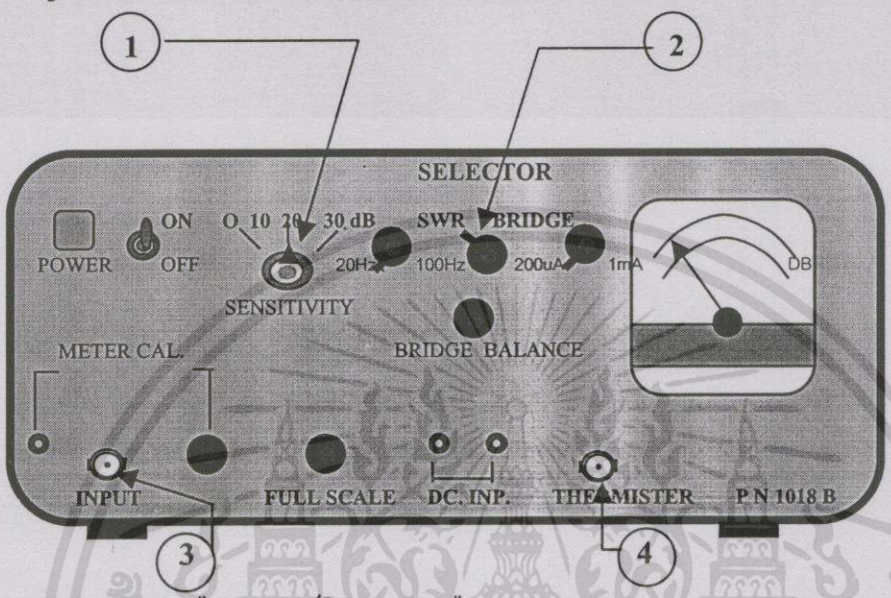
a. $TE_{-1,0}$ b. $TE_{0,1}$ c. $TM_{1,0}$ d. $TM_{0,1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. หลักการดอปเปลอร์ (DOPPLER) นี้เรานำมาใช้ประโยชน์ที่ใด (บทนำ 3)

a. เรด้าจับความเร็วรถ b. ไล่ค้างคาว c. เรด้า นำร่อง d. ทำเสียงไซเรน

24. จากรูป SWR METER ข้างล่าง หมายเลข 2 คืออะไร (2.3.2.1)



a. SELECTOR เลือก แบนด์วิท 20Hz หรือ 100Hz

b. SELECTOR เลือก ความไวในการวัด มีหลาย ระดับให้เลือกการวัด

c. SELECTOR เลือก METER เป็น SWR หรือ BRIDGE

d. SELECTOR เลือก METER ให้อยู่ช่วงกระแส 200 uA หรือ 1 mA

25. จากรูป SWR METER ในข้อที่ 24. หมายเลข 3 คืออะไร (2.3.2.2)

a. จุดต่อเข้า เลือก แบนด์วิท 20Hz หรือ 100Hz b. จุดต่อเข้า SWR METER

c.จุด ต่อเข้า ในการวัดกำลังคลื่น แปรเป็นความร้อน d. จุดต่อเข้าปรับ METER FULL SCALE

26. การปรับ ATTENUATOR ในช่วงเปิด POWER SUPPLY ควรจะปรับอย่างไร (1.1.2)

a. ตามเข็มนาฬิกา b. ขวาสุด c. ซ้ายสุด d. ทวนเข็มนาฬิกา

27. ความถี่ของ SIGNAL 1 KHz เปลี่ยนเป็น 1 MHz ขนาดความแรง ของสัญญาณที่ จอ ออสซิลโลสโคปจะมีขนาดอย่างไรในการทดลอง (1.1.5)

a. คงที่ b. เพิ่มขึ้น c. ลดลง d. ลดลงครึ่งหนึ่ง

28. ถ้าขณะนี้ ความถี่อยู่ที่ 9. 65 GHz ถ้าต้องการความถี่สูงขึ้นเป็น 10 GHz จะต้องปรับจูน CAVITY TUNE ไปทางใด (1.2.5)

a. ซ้ายมือสุด b. ตามเข็มนาฬิกา c. ขวามือสุด d. ทวนเข็มนาฬิกา

29. จากการทดลองเราได้พิสูตรว่า ค่า λg มีค่า.....λo (2.2.3)

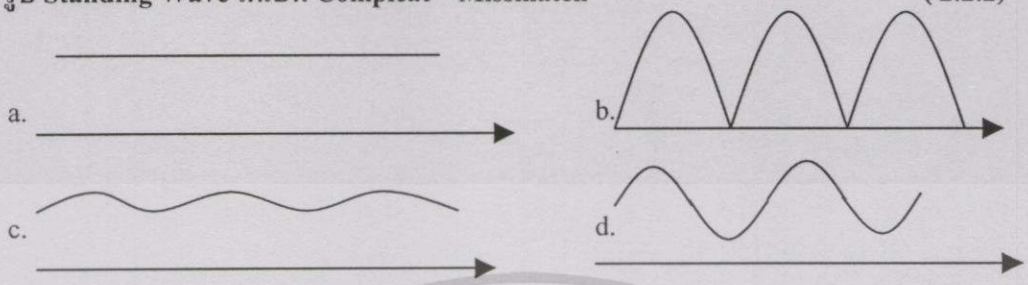
a. เป็น2เท่า b.ยาวกว่า c. Infinity d. สั้นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. ระยะเวลาที่คลื่น เดินทางจากจานส่ง ไปถึงรถยนต์ และสะท้อนกลับมาเท่ากับเท่าไร (3.1.2)

a. 2 C / D b. 2 D / C c. 2 D d. 2 C

31. รูป Standing Wave ใดเป็น Compleat – Missmatch (2.2.2)

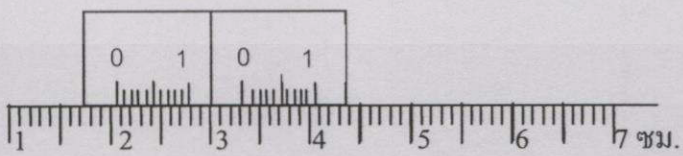


a. d b. c c. a d. b

32. ถ้าเราอ่านจากฟรีเควนซี่มิเตอร์ได้ 3.6 จงอ่านความถี่จากรูปกราฟข้างล่างนี้ และคำนวณหาค่า λ_0 ได้เท่ากับ..... (2.1.2.)

a. 2 .65 เซนติเมตร b. 2.8 เซนติเมตร c. 2.75 เซนติเมตร d. 2.92 เซนติเมตร

33. จากการอ่าน จุด MAX สองจุดจงหาค่า d เท่ากับเท่าไร (2.2.4)



a. 1.33 ซม. b. 1.20 ซม. c. 1.26 ซม. d. 1.29 ซม.

34. จากข้อที่ 33. ท่านคำนวณหาค่า λ_g ได้เท่ากับ..... (2.2.5)

a. 2.66 ซม. b. 2.52 ซม. c. 2.4 ซม. d. 2.58 ซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. เราหมุนสายอากาศด้านรับไปขวามือหรือ ซ้ายมือ สัญญาณที่จอ ออสซิลโลสโคปเป็นอย่างไร

a. เบาลง b. แรงขึ้น c. เหมือนเดิม d. เท่ากับ 0 (1.1.4)

36. TE Mode หมายถึง (2.1.2)

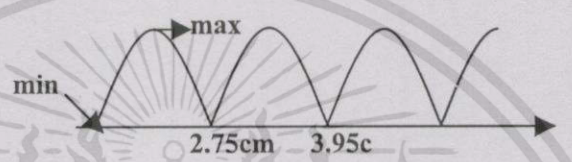
a. สนามไฟฟ้า⊥ สนามแม่เหล็กและทั้งคู่⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

b. สนามแม่เหล็ก ⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

c. สนามไฟฟ้า⊥ กับทิศทางการปอปปาเกต

d. สนามแม่เหล็ก ⊥ สนามไฟฟ้า

37. จากรูปข้างล่างนี้ จงคำนวนหา λg (2.2.4)



a. 1.2 cm. b. 2.8 cm. c. 2.4cm. d. 3 cm.

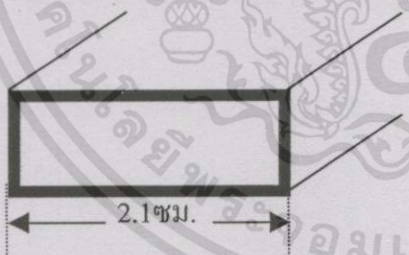
38. ในการทดลอง ถ้าสัญญาณเต็มสเกลของมิเตอร์ ไม่สามารถเห็นตำแหน่งสูงสุดของ SWR Meter ได้ท่านดำเนินการอย่างไร (3.2)

a. ปรับSENSITIVITY b.ปรับ CAVITY TUNE c. ปรับ Atten. d. ปรับINT.MOD.ADJ.

39. ในการทดลองของท่านค้นพบว่า λg ..... λc (2.2.7)

a. ยาวกว่า b.สั้นกว่า c. เท่ากัน d. 2 เท่า

40. จากรูปท่อ Wave-Guide ข้างล่างนี้ จงคำนวณหาค่า λc ท่อหนา 1 มม. (2.2.6)



a. 4.2 ซม. b. 2.1 ซม. c. 1.9 ซม. d. 3.8 ซม.

41. ถ้าเราวัดความถี่ ดอปเปอร์ (Doppler Frequency) fd ได้เท่ากับ 100 Hz ให้คำนวณหาความเร็วของเป้า โดยที่ความถี่ไมโครเวฟที่ใช้กับเรด้า = 10 GHz (3.1.4)

a. 5.4 กิโลเมตร / ชม. b. 45 กิโลเมตร / ชม c. 54 กิโลเมตร / ชม d. 4.5 กิโลเมตร / ชม

42. ในการวัด Standing Wave เราต้องการ.....เพื่อได้ Standing Wave แรงสุด (2.3.1)

a. คลื่นรวมของ Incident & Reflected Wave b. การ Miss-Matching ที่สมบูรณ์

c. การ Match ที่สมบูรณ์ d. Probe ที่อยู่ตรงกลาง Slotted Line

43. สูตรคำนวณหาความยาวคลื่น λo เท่ากับ (2.2.1.1)

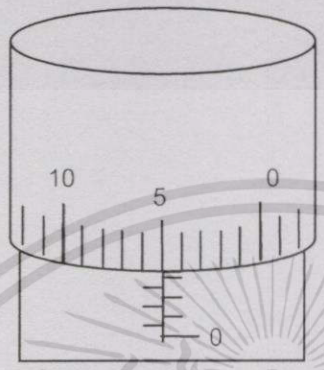
a. c / f b. f / c c. λc / f d. f / λc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44. ถ้าท่อ เวฟไกด์ชนิด Regtangular wave guide มีขนาด a x b = 2.7 x 1.1 ซม. เรา สามารถคำนวนค่าความยาวคลื่นคัท ออฟ λc ได้เท่ากับเท่าไร (2.2.2.2)

a. 2.2 เซนติเมตร b. 5.4 เซนติเมตร c. 2.7 เซนติเมตร d. 1.35 เซนติเมตร

45. จากภาพ สเกลของฟรีเควนซี่ มิเตอร์ที่เห็นอ่านได้ เท่ากับ (1.2.3)



a. 3.55 มม. b. 3.05 มม. c. 3.50 มม. d. 3.25 มม.

46. GUNN Diode ที่ใช้ในชุดการทดลองนี้เป็น (1.4.1)

a. GUNN Diode พร้อมกับ Circulator และ Transit Time Mode

b. GUNN Diode พร้อมกับ Circulator . , Diode Mixer , Tuning Mod. .และCavity Tune

d. GUNN Diode พร้อมกับ Diode Mixerและ Gallium Arsenide (Ga As)

c. GUNN Diode พร้อมกับ Circulator , Diode Mixer , Tuning Mod..และBulk - effect

47. หน้าที่ของ Circulator คือ (1.5)

a. ควบคุมคลื่นวิ่งเป็นวงกลม Port 1. ไป Port 2. ได้ Port 2. ไป Port 3 ได้ Port 3. ไป Port1. ได้

b. ควบคุมคลื่นวิ่งออกได้ทางเดียวไม่มีการย้อนกลับ

c. ควบคุมคลื่นวิ่งเป็นวงกลม Port 2. ไป Port 1. ได้ Port 3. ไป Port 2. ได้ Port 2. ไป Port1 ได้

d. ควบคุมความถี่ในการออสซิลเลท คลื่นของ GUNN Diode

48. ถ้าสัญญาณ P out = 1mW สัญญาณ Pin = 50mw Atten. เท่ากับกี่ dB. (1.7.2)

a. 16.9 dB b. 15 dB c. 3dB d. 20dB

49. เราตั้งสวิท MOD. ไว้ที่ตำแหน่งใดในการปรับสัญญาณ INT. MOD. ADJ. (1.1.3)

a. ขวาสุด b. EXT c. ซ้ายสุด. d. INT.

50. Bulk–effect หมายถึงอะไร (1.1.1)

a. เวลาที่สนามเกิดเพิ่มสูงขึ้นจากคาโทดมุ่งตรงไปสู่อาโนดจนถึงอาโนดและก็หายวับไปในทันที

b. เกิดการกระโดดข้ามขึ้นๆลงๆของกระแสเกิด Electrical Noise ขึ้น

c. ช่องว่างที่วาง GUNN – Diode และสามารถควบคุมความถี่ที่เกิดขึ้นได้ มากกว่าตัวไดโอดเอง

d. วางไดโอดและ Rod. ไว้ให้คลื่นวิ่งออกสู่สายอากาศและสะท้อนกลับถูก Rod. แยกไปสู่ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษคำตอบ FINAL TEST วิชาปฏิบัติการ เทคโนโลยีไมโครเวฟ ระดับ ปวส. ปีที่ 2

นาย.....รหัส.....สอบเวลา 14.00น-16.00น.

ให้เลือกกา ☒ ข้อที่ถูกที่สุด 1ข้อ a. หรือ b. หรือ c. หรือ d. ในคำตอบ แบบ 4 ตัวเลือก

	a.	b.	c.	d.
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				

	a.	b.	c.	d.
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				
31.				
32.				
33.				
34.				
35.				
36.				
37.				
38.				
39.				
40.				
41.				
42.				
43.				
44.				
45.				
46.				
47.				
48.				
49.				
50.				

ผลคะแนน

(.....)

ลายเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

- คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CBT
- สคริปต์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้ CBT

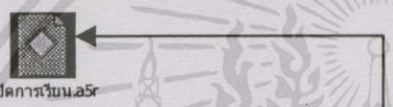
ข้อพิกัดเบื้องต้นของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เรียน CBT

1. ต้องเป็นคอมพิวเตอร์ Pentium CPU ขนาด 160 MHz หรือเทียบเท่าขึ้นไป
2. เป็นคอมพิวเตอร์ ระบบมัลติมีเดีย มีเครื่องอ่านซีดีรอม มี Sound-card ลำโพง สเตรีโอ
3. มีโปรแกรมพื้นฐาน ไมโครซอฟ Win 98 หรือ Win 95 โปรแกรม Authoware 5
4. RAM ขนาด 8MB ขึ้นไป
5. Hard disk ขนาด 1 GB ขึ้นไป

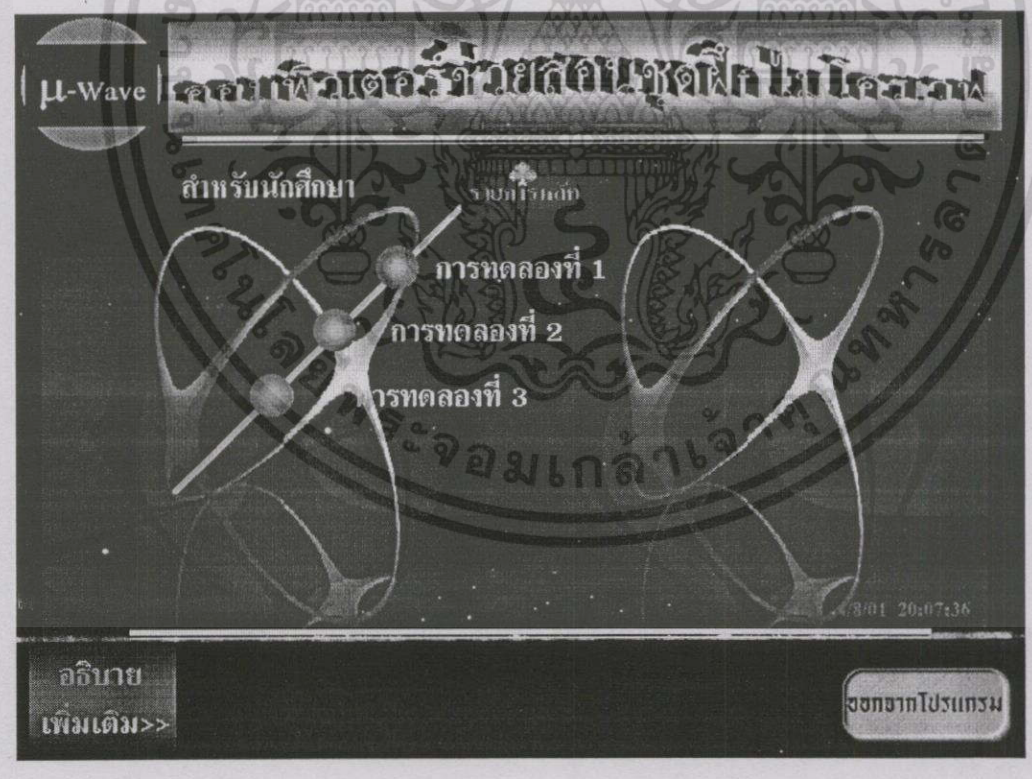
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิบัติการไมโครเวฟ (CBT for microwave)

ประกอบไปด้วย แผ่น ซีดี-รอม 2 แผ่น คือ

1. แผ่นสำหรับนักศึกษา ซึ่งมี ไฟล์เปิดการเรียน .a5r



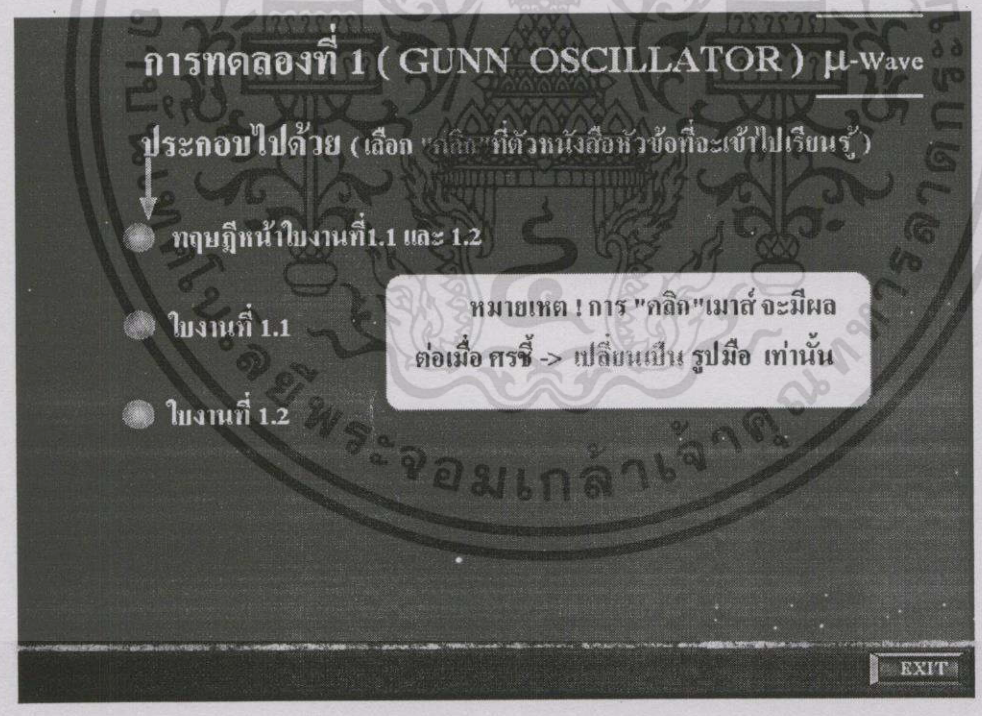
ให้ใช้ เมาส์ Double Click ที่ภาพ เปิดการเรียนซึ่งมีการเรียน 3 การทดลอง ดังแสดงในรูปข้างล่าง(แผ่นที่ 1นี้นักศึกษามีทุกคนไว้เรียนด้วยตนเองที่บ้านหรือที่ห้องInternet)



ในรูปการเข้าสู่การเรียนทั้ง 3 การทดลอง เราใช้ ลูกศรของเมาส์ ลากผ่านแต่ละการทดลอง ลูกกลมจะเปลี่ยนสีเป็นสีแดง ซึ่งจะมีคำอธิบายในแต่ละการทดลองเพิ่มเติมข้างล่าง

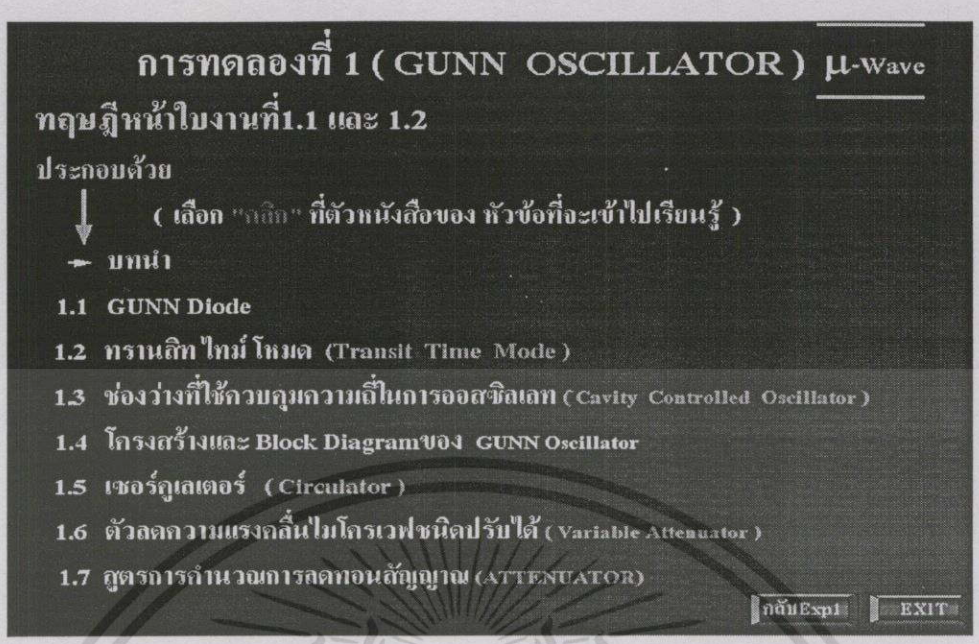
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดคลิกเมาส์เลือก การทดลองที่จะเข้าไปเรียนรู้ เช่นกดคลิกที่ การทดลองที่ 1จะได้ภาพเข้าไปเรียนรู้ การทดลองที่ 1 ดังนี้

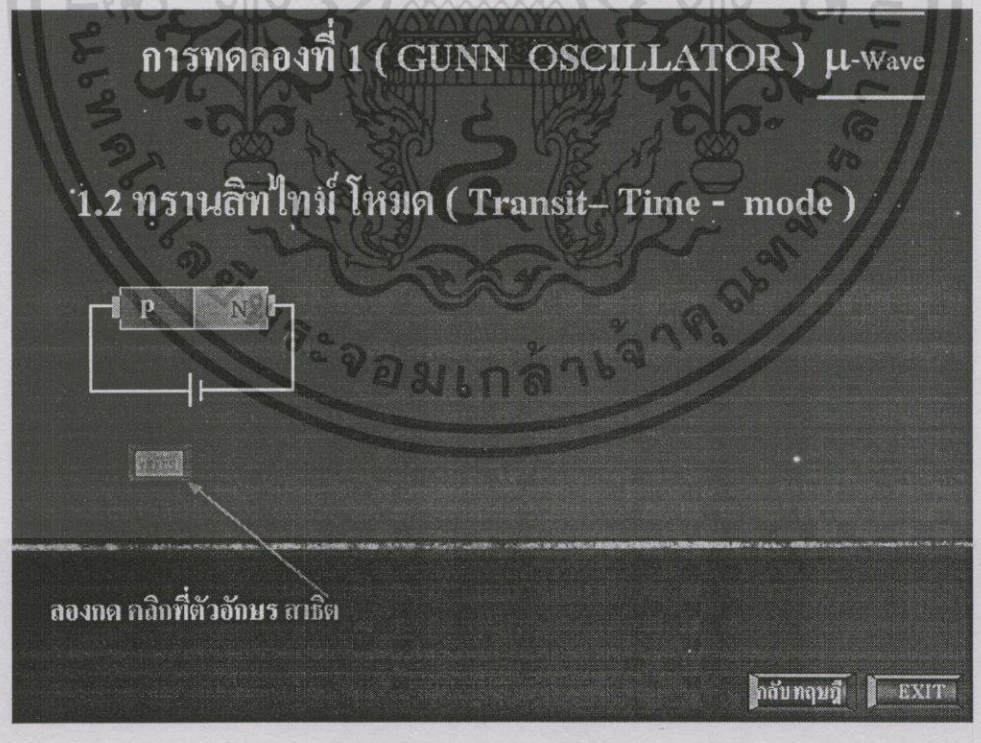


การทดลองที่ 1 ประกอบด้วย ◎ ทฤษฎีหน้าใบงาน ซึ่งเราสามารถคลิกเข้าไปเรียนรู้ หรือจะคลิกเข้าไปเรียนรู้ ภาคปฏิบัติ ใบงานที่ 1.1 ◉ ใบงานที่ 1.2 หรือ ออกจากบทเรียน โดยคลิกที่ EXIT เช่นเราคลิกเข้าไปเรียนรู้ ○ ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 1.1 & 1.2 ดังรูปต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



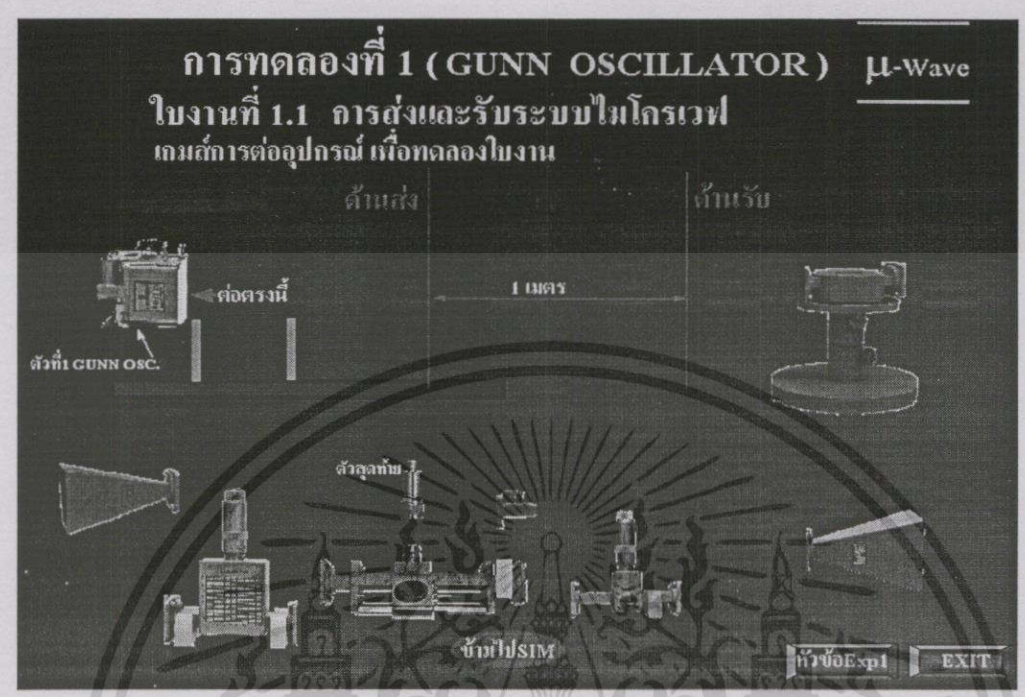
เราลากเมาส์เข้าไปเลือกคลิก หัวข้อย่อยที่จะเข้าไปเรียนรู้ จะเป็น บทนำ , 1.1 , 1.2 , 1.3 .....หรือ 1.7 หรือ คลิก กลับ EXP1 เพื่อกลับการทดลองที่ 1 หรือ EXIT เพื่อ ออกจากโปรแกรม ในรายละเอียดของหัวข้อจะมีเสียงคำอธิบายประกอบ หรือภาพชี้แจงทำให้เข้าใจการใช้ง่ายขึ้นดังรูปต่อไป



ในรูปนี้ให้กดคลิกที่ สาธิต เพื่อเกิดภาพ Animation ในการเรียนรู้และเข้าใจได้ง่ายมาก หรือกด คลิก กลับทฤษฎี เพื่อกลับมาที่หัวข้อทฤษฎี หรือ EXIT เพื่อออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

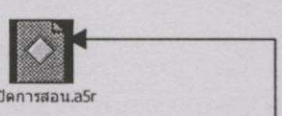
ในกรณีที่ เราคลิกเข้าไปเรียนรู้ ใบงานที่ 1.1 หรือ 1.2 เราจะเรียนรู้เบื้อต้นด้วยเกมส์ต่อภาพดังแสดงในรูปต่อไปนี้



เกมส์ต่อภาพนี้ท่านต้องใช้ เมาส์ กดคลิกแช่ ที่อุปกรณ์ ข้างล่าง ลากไปต่อที่จุดต่อจากตัวที่ 1 คือ GUNN – OSCILLATOR ที่จุด ◄–ต่อตรงนี้ ถ้าอุปกรณ์ตัวนั้นถูกต้องจะต่อแน่นเข้าที่จุดนั้น แต่ถ้าผิดอุปกรณ์นั้นจะวิ่งกลับ เราทดลองเดาถูก เดาผิดได้ ถ้าเราต้องการข้ามไปการทดลองใบงานโดยการซิมมูเลเตอร์ เราสามารถคลิกที่ (ข้ามไปSIM) หรือกลับไปที่การทดลองที่ 1 เราก็คลิกที่ [หัวข้อ EXP1] หรือ ออกจากโปรแกรมโดยคลิกที่ [EXIT]

ในการทดลองใบงาน โดยการซิมมูเลเตอร์ จะมีเสียงอธิบาย พร้องภาพที่สามารถกดคลิกเม้าส์ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว และเปลี่ยนแปลงเสหมือน ทดลองจริงๆบนชุดฝึก ผู้เรียนสามารถทดลองซ้ำ ได้หลายๆครั้ง จนเข้าใจได้เป็นอย่างดี ก่อนที่จะไปทดลองบนชุดฝึกจริงๆ ที่ห้องปฏิบัติการแบบ เปิดไว้ให้นักศึกษาลงปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ตลอดเวลาทำการ และนักศึกษาต้องบันทึกผลการทดลองไว้เพื่อ ป้อนข้อมูลเข้าสู่ คอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งอยู่ข้างชุดฝึกไมโครเวฟนั้น ซึ่งแผ่นที่ 2 จะบรรจุอยู่ที่ Hard-disk ของเครื่องคอมพิวเตอร์นี้

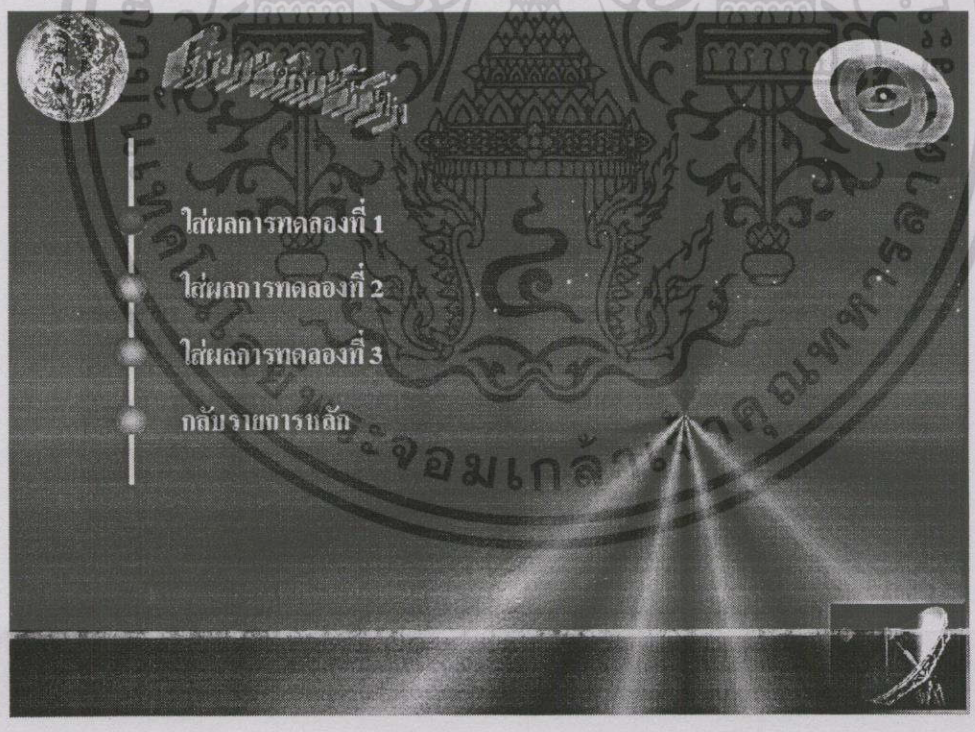
2. แผ่นซีดี-รอม 2 สำหรับครู จะประจำที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ตั้งอยู่ข้างชุดฝึกไมโครเวฟโดยในแผ่นจะมีเปิดการสอนดังนี้



ให้ใช้ เมาส์ Double Click ที่ภาพ– ในแผ่นนี้จะประกอบไปด้วย 3 การทดลองเหมือนแผ่นที่ 1 แต่ แตกต่างเพราะมี หัวข้อใส่ผลการทดลอง เพื่อนำผลที่ทดลองได้มาใส่ดังภาพต่อไป

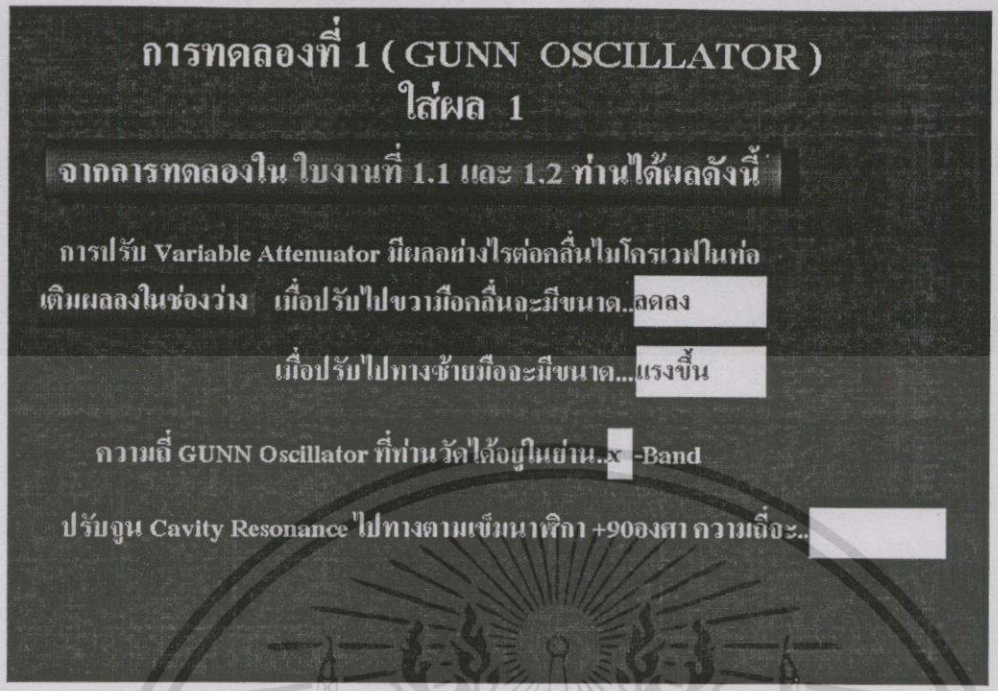
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราคลิกเข้าสู่ใส่ผลการทดลอง หมายความว่าเราได้ทดลองบนชุดฝึกจริงๆแล้ว เรานำผลที่ได้มาใส่ลงในคอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งอยู่ข้างๆชุดฝึกไมโครเวฟ เพื่อประมวลผลการทดลองว่าทดลองจริง และค่าการทดลองถูกต้อง ซึ่งการใส่ผลจะแบ่งแยกเป็นแต่ละการทดลองดังนี้

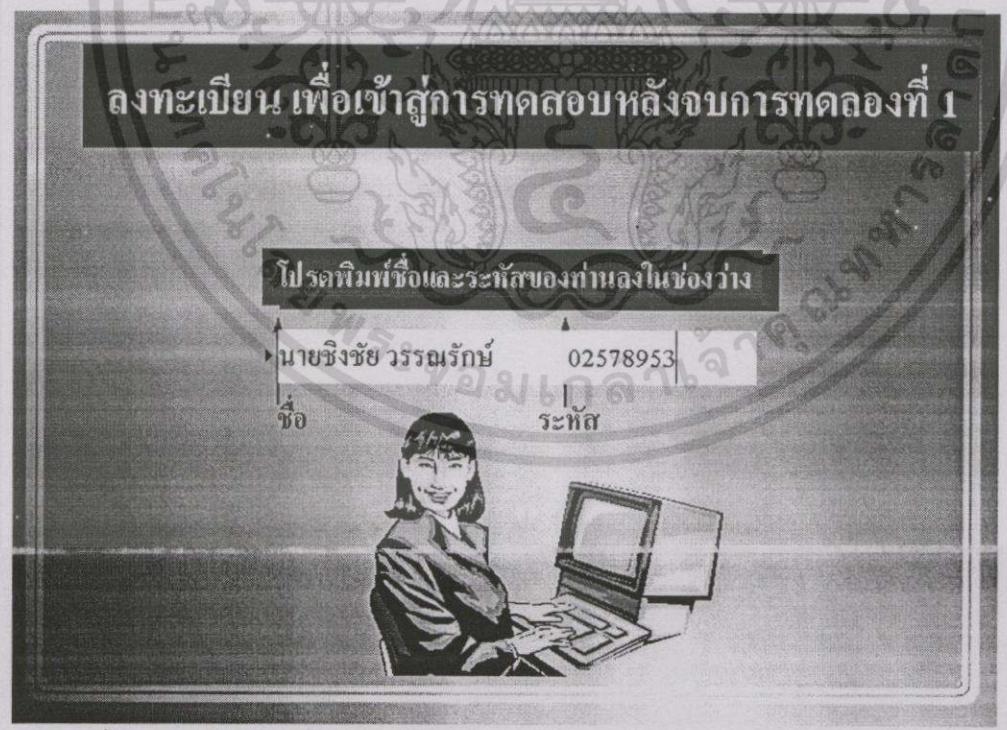


เราแยกเป็น ใส่ผลการทดลองที่ 1 ใส่ผลการทดลองที่ 2 ใส่ผลการทดลองที่ 3 เช่นเราเลือกใส่ผลการทดลองที่ 1 ซึ่งจะมีทั้งเติมคำ เลือกค่าตามหัวข้อ เลื่อนภาพอ่านค่า ดังแสดงไว้ในรูปต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อใส่ผลถูกต้องแสดงว่าได้ทดลองมาจริง จะนำเข้าสู่การลงทะเบียน ชื่อ รหัส เพื่อเข้าสู่การทดสอบเก็บคะแนนหลังการทดลอง ซ่อนไว้ในไฟล์ลับ ที่คอมพิวเตอร์ ข้างชุดฝึกซึ่งเป็นของครู เพื่อตรวจดูการเรียนการลงปฏิบัติของนักศึกษา และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน



เมื่อนักศึกษา พิมพ์ชื่อและระหัสของตนเอง ข้อมูลจะบันทึกชื่อและระหัสของนักศึกษาไว้เพื่อนำเข้าสู่การทดสอบ เมื่อทำข้อสอบเสร็จจะแสดงผล และเก็บคะแนนที่ทำได้ วันและเวลาที่ลงทำการทดลองและทดสอบ บันทึกไว้ในไฟล์ ที่เฉพาะครูเท่านั้นที่รู้ ดังภาพต่อไป

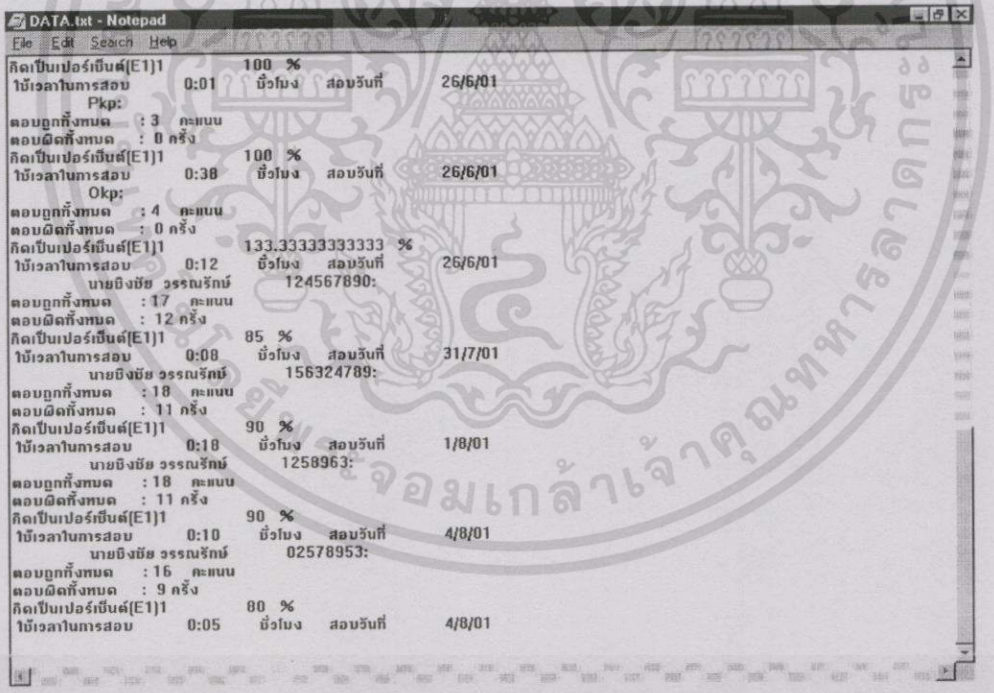
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มทำข้อสอบ จะมีคำถามอยู่ตอนบนภาพ คำตอบเป็นชนิด 4 ตัวเลือก ถ้าตอบถูกจะมีคำชมเชย พร้อมการบวกคะแนนอยู่ในช่องตอบถูกและผิดทันที ดังแสดงในภาพข้างล่างนี้

เมื่อทำข้อสอบครบทั้ง หมดแล้วจะแสดงผลให้ทราบทันที พร้อมทั้งนำชื่อ รหัส วันที่ และเวลาที่ทำการทดสอบ ลงบันทึกไว้ในไฟล์ที่รู้เฉพาะครูเท่านั้น ดังแสดงในภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของนักศึกษาจะถูกบันทึกไว้ในไฟล์ที่ครูเท่านั้นที่รู้ดังต่อไปนี้



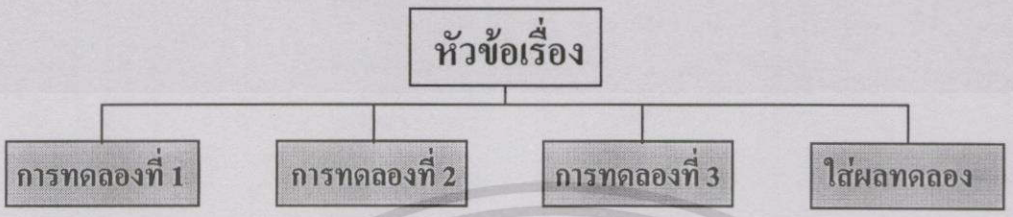
ผลการทดสอบนี้จะเก็บไว้เป็นคะแนน E1 ของแต่ละการทดลอง โดยที่นักศึกษาอาจทดสอบได้หลายครั้งโดยครูจะเลือกช่วงคะแนนที่ได้สูงสุดไว้ การทดสอบ Final – test E2 จะใช้ข้อสอบมาตราฐานที่ทำไว้แล้ว เป็น Paper – test ซึ่งนักศึกษาจะต้องให้ความสนใจการเรียนด้วยตนเองเป็นพิเศษ เพราะ Final-test จะเป็นตัวบ่งชี้ว่านักศึกษาเข้าเรียนด้วยตนเองหรืออาศัยเพื่อนทำให้

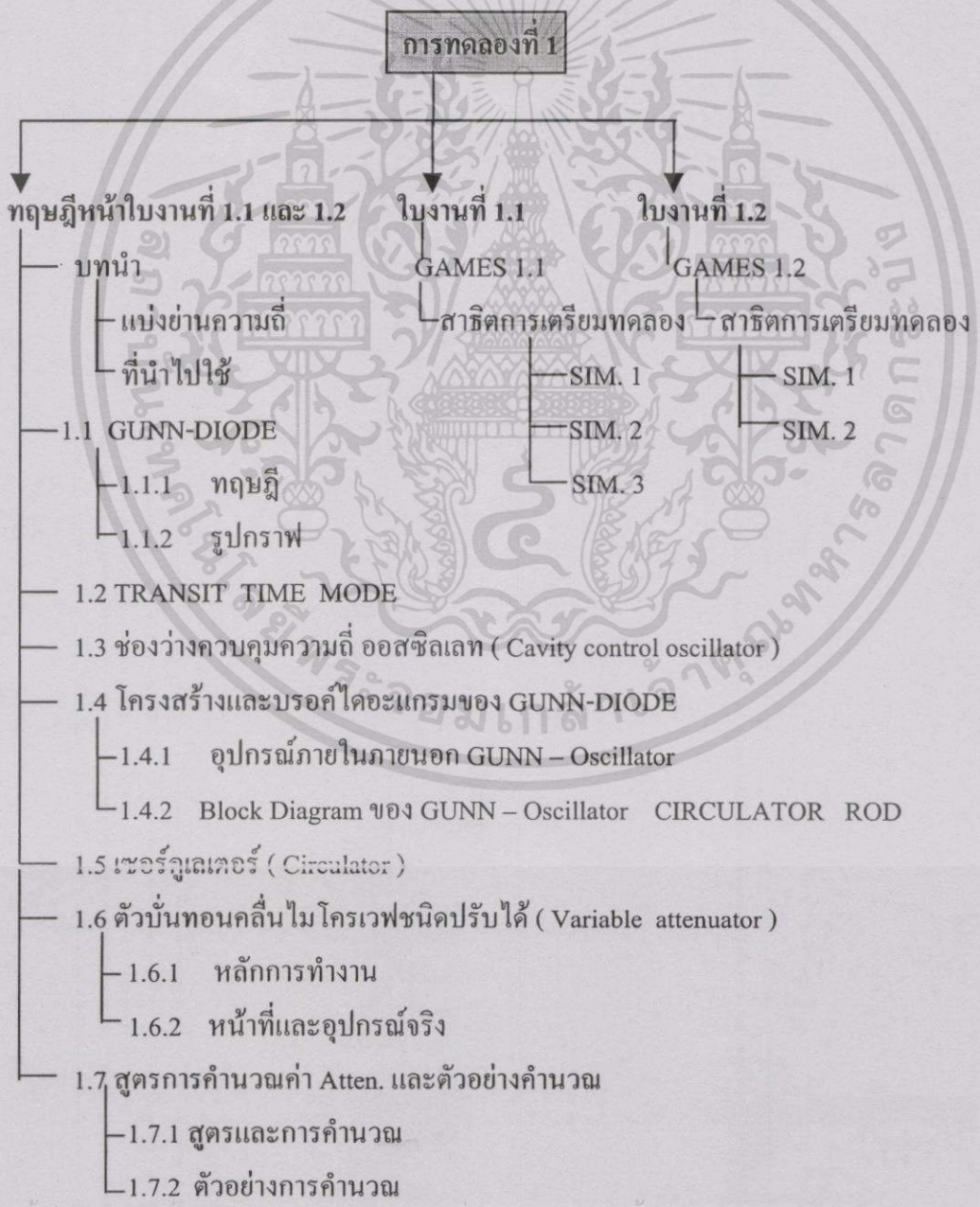
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริปต์

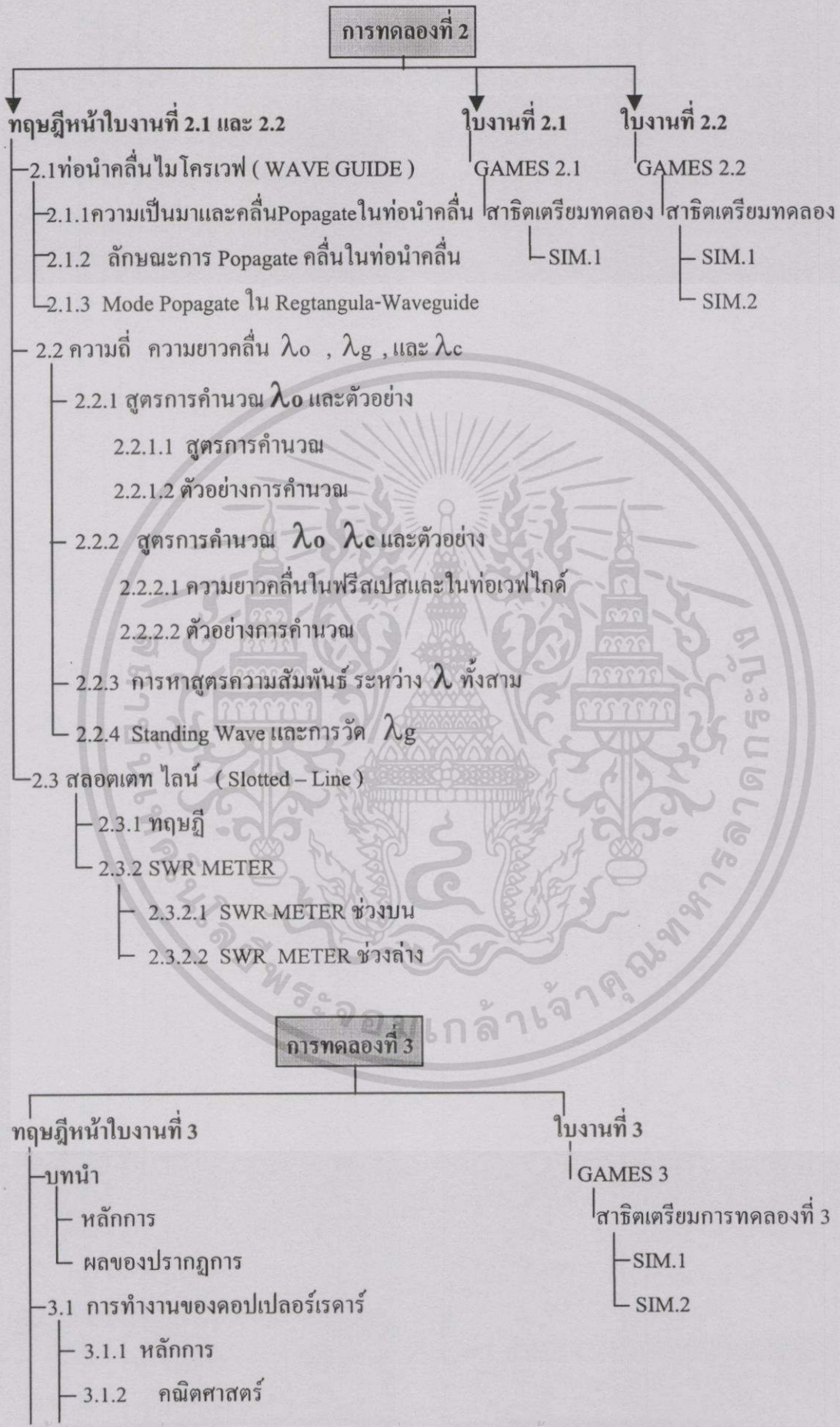
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรานำเอาหัวข้อใหญ่หัวข้อรองและหัวข้อย่อยของเนื้อหามาเขียนเป็นโครงสร้างดังนี้





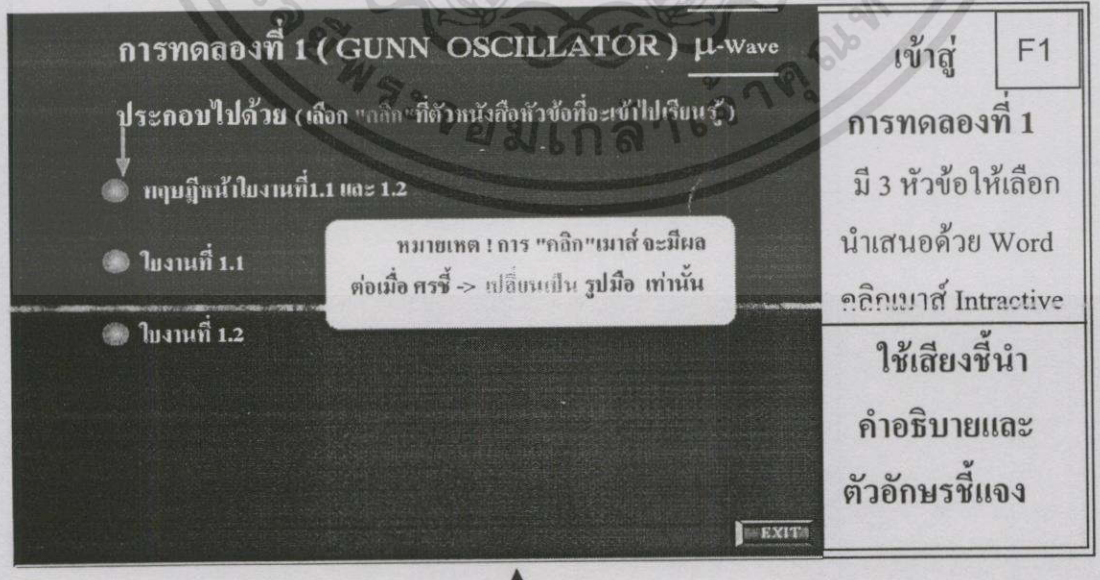
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



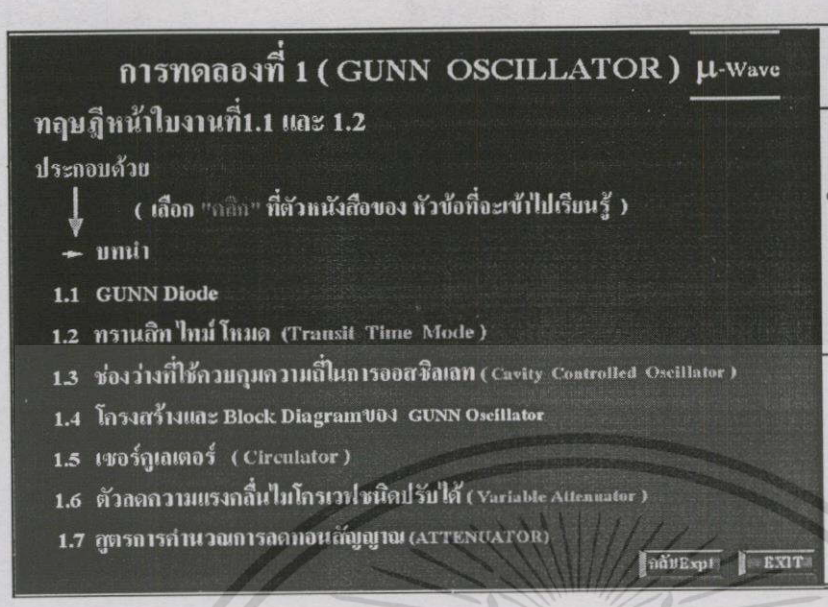
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.1.3 สูตรการหาความเร็วของเป้า
- 3.1.4 ตัวอย่างการคำนวณ
- 3.2 ส่วนประกอบของคอปเปลอร์เรดาร์
  - 3.2.1 การทำงานส่วนต่างๆ
  - 3.2.2 อุปกรณ์ประกอบจริง

จากโครงสร้างแรก จากหัวข้อเรื่อง แยกเป็นการทดลองที่ 1 การทดลองที่ 2 การทดลองที่ 3 และใส่ผลการทดลอง เรานำมาเขียนสคริปต์ ดำเนินตามขั้นตอนของโครงสร้าง ดังนี้



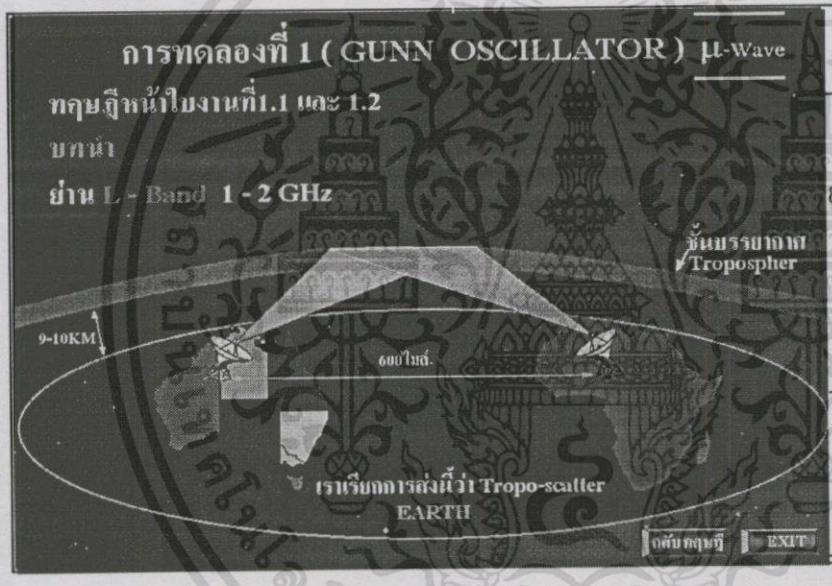
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.1

หัวข้อ ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 1.1 & 1.2 นำเสนอด้วย Word คลิกเมาส์ Interactive

เสียงเพลงนำหัวข้อต้นเรื่อง



F1.1.1.1

หัวข้อ บทนำ ย่านL-Band 1-2GHz นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ Word -presentation

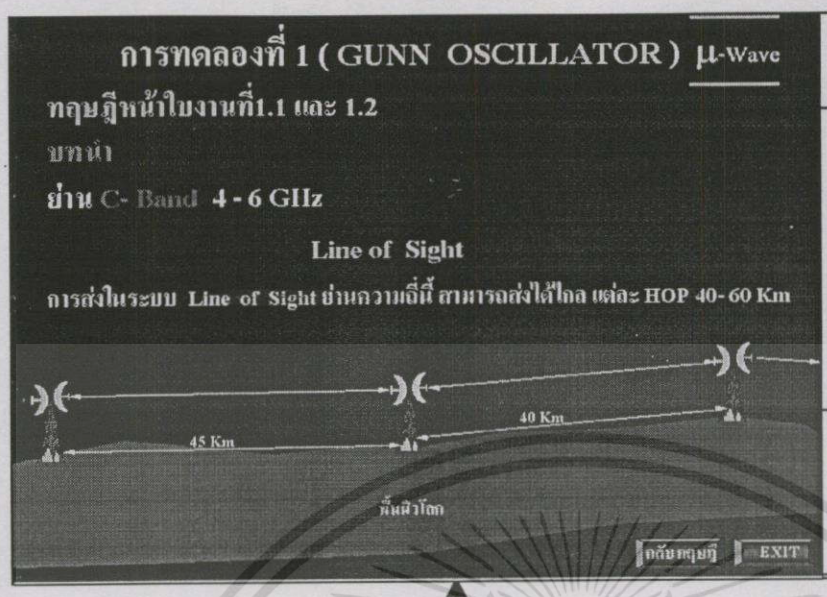
เสียงดนตรีผสม Animation

F1.1.1.2

หัวข้อ บทนำ ย่าน S-Band 2-4GHz นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ ตัวอักษรบรรยาย

เสียงดนตรีผสม Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.1.1.3

หัวข้อ บทนำ
ย่านC-Band 4-6GHz
นำเสนอด้วย
ภาพAnimationและ
Word-presentation

เสียงดนตรี
ผสม Animation

F1.1.1.4

หัวข้อ บทนำ
ย่าน X-Band
นำเสนอด้วย
ภาพAnimationและ
Word-presentation

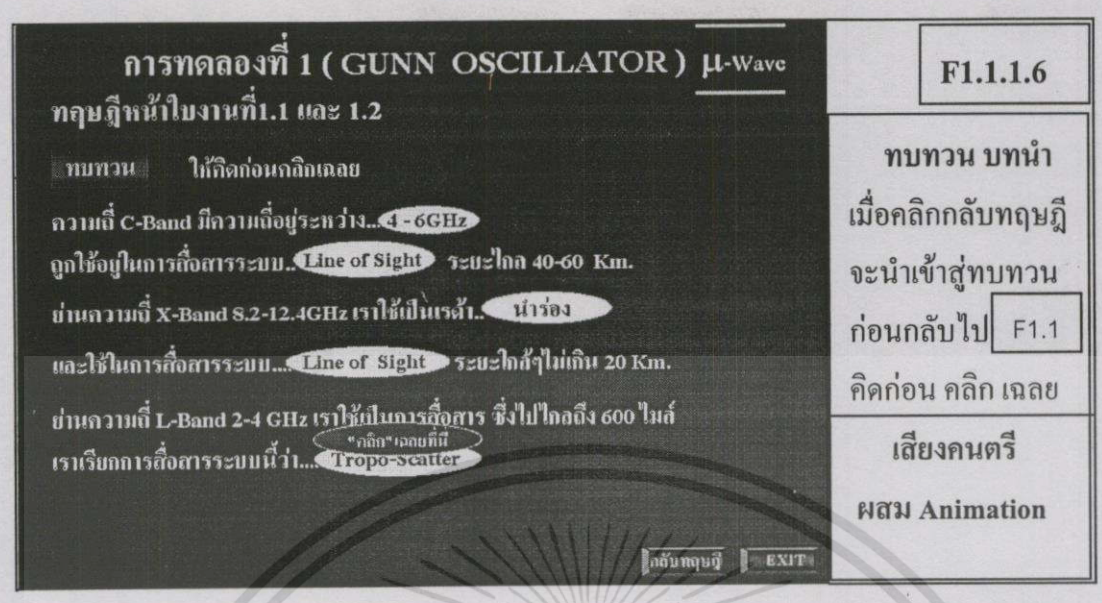
เสียงดนตรี
ผสม Animation

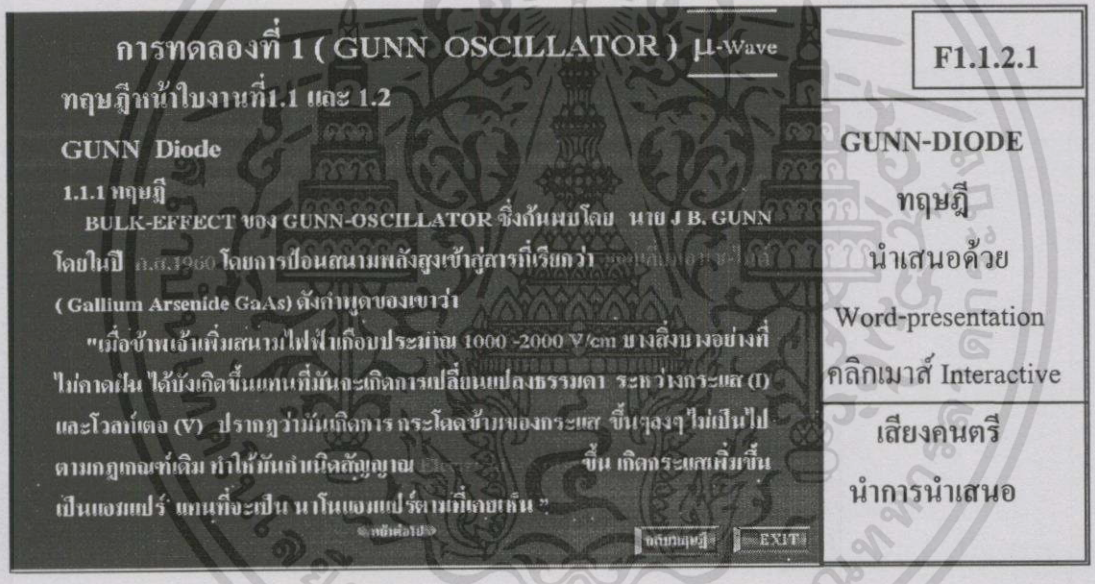
F1.1.1.5

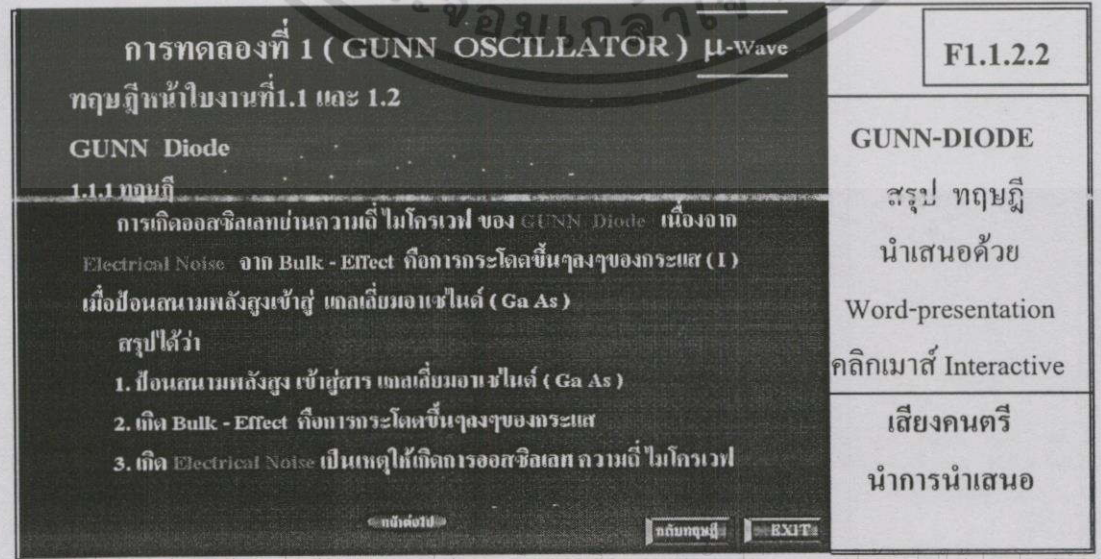
หัวข้อ บทนำ
XBand Radarนำร่อง
นำเสนอด้วย
ภาพAnimationและ
ตัวอักษรบรรยาย

เสียงดนตรี
ผสม Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







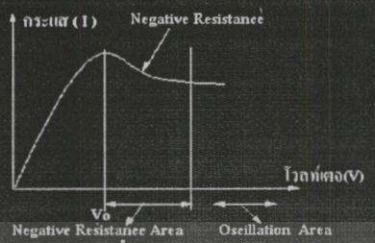
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

ทฤษฎีหน้าใบงานที่1.1 และ 1.2

GUNN Diode

1.1.2 คำอธิบายรูปกราฟ จากรูปกราฟขวามือนี้



ที่ตำแหน่งจุด Vo เกิดเสียงอยู่ในช่วง (Gunn) เริ่มเกิด Negative Resistance เมื่อ Volt สูงขึ้น กระแส กลับลดลง เข้าสู่พื้นที่ที่เรียกว่า Indifferent คือแทนที่จะเป็นการนำกระแส ธรรมดากลับเป็นการกระโดดข้ามพื้นที่แทน (Bulk ในภาษาลาติน แปลว่าปริมาตร) เป็นเหตุให้ เกิด Electrical Noise ซึ่งOscillate กลืนไมโครเวฟขึ้น

กลับทฤษฎี EXIT

F1.1.2.3

GUNN-DIODE นำเสนอด้วย รูปกราฟ และ Word-presentation

เสียงคนตรี ผสม การนำเสนอ

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

ทฤษฎีหน้าใบงานที่1.1 และ 1.2

ทบทวน ให้คิดก่อน"คลิก" เฉลย

GUNN Diode ถูกค้นพบโดย.... นาย JB GUNN ในปี ก.ศ.... 1960

เขาใช้สาร .... GaAs ในการทดลอง

"คลิก"เฉลยที่นี่

เกิด ..... Bulk effect แล้วช่วง Negative Resistance ซึ่งเกิด Electrical Noise ขึ้น

EXIT

F1.1.2.4

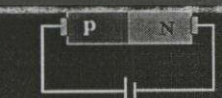
ทบทวน 1.1

คลิกกลับ F1.1 จะนำไปสู่การทบทวน นำเสนอด้วย Word-presentation คลิกเมาส์Interactive

เสียงคนตรี ผสม การนำเสนอ

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

1.2 ทรานสิทไทม์ โหมด (Transit– Time - mode)



ลองกด คลิกที่ตัวอักษร สาธิต

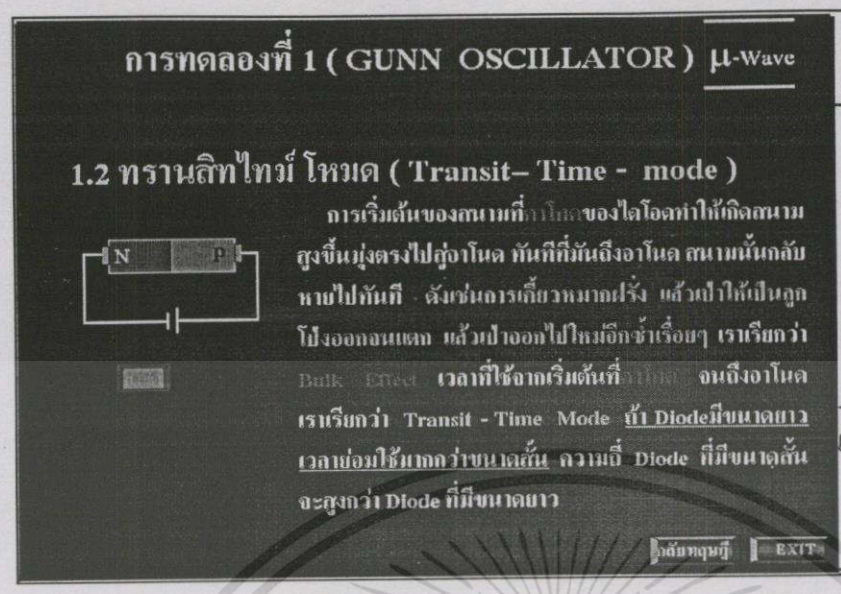
กลับทฤษฎี EXIT

F1.1.3.1

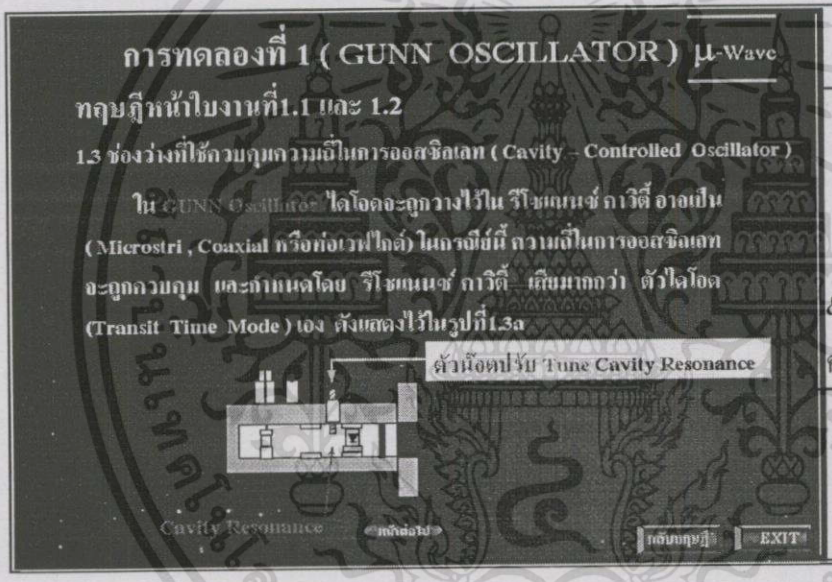
1.2 ทรานสิทไทม์ โหมด นำเสนอด้วยสาธิตภาพ (Animation) & อักษรบรรยาย

เสียงคนตรี นำการนำเสนอ

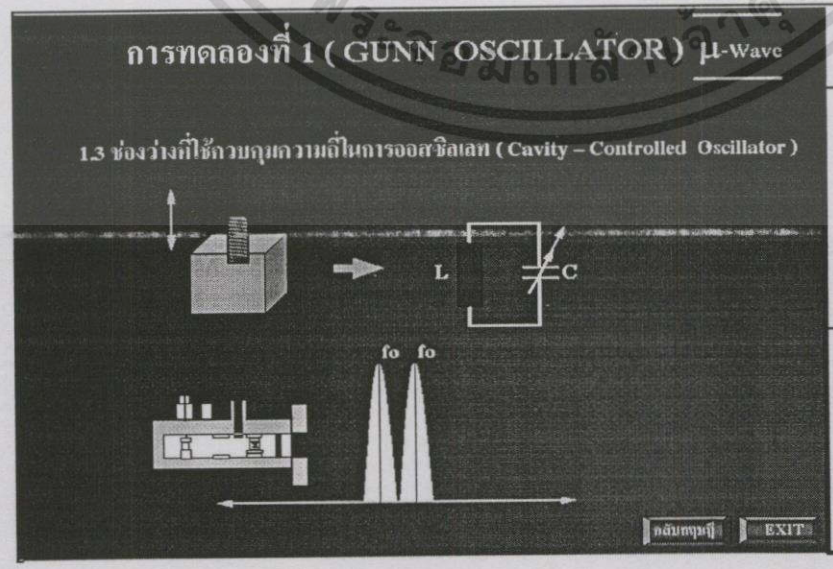
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.1.3.2
1.2 ทรานสิทไทม์ โหมด นำเสนอด้วยสาธิตภาพ (Animation)& Word-presentation
เสียง-effectประกอบการนำเสนอ



F1.1.4.1
1.3 Cavity control Oscillator นำเสนอด้วยภาพ &Word-presentation คลิกเมาส์ Interactive
เสียงดนตรีนำการนำเสนอ



F1.1.4.2
1.3 Cavity control Oscillator นำเสนอด้วยภาพ Animation
เสียงดนตรีประกอบการ Animation

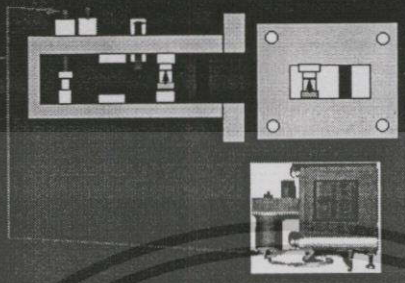
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

ทฤษฎีหน้าใบงานที่1.1 และ 1.2

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

1.4.1 อุปกรณ์ภายใน-ภายนอก GUNN – Oscillator



อุดต่อภายใน-ภายนอก

a. จุดไฟเลี้ยง GUNN Diode
b. จุดป้อน Input Mod.
c. จุดวัด Doppler Frequency
d. GUNN - Diode
e. Cavity Resonance
f. Diode Doppler Detect
g. Circulator Rod.
h. น็อตปรับอุดความถี่ Tune Cavity Resonance

หน้าต่อไป | กลับทฤษฎี | EXIT

F1.1.5.1

1.4 โครงสร้างและ Block-Diagramของ GUNN Oscillator นำเสนอด้วยภาพและจุดชี้Interactive

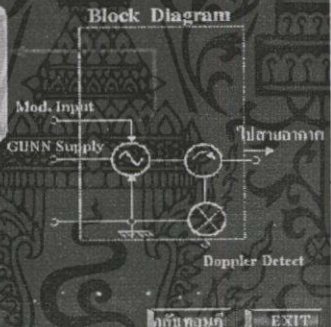
เสียงคนตรีประกอบการ Animation

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

1.4.2 Block Diagram ของ GUNN –Oscillator & Circulator Rod.

คือ Oscillator ย่านความถี่ไมโครเวฟ โดย GUNN Diode พร้อม Cavity Tune ความถี่ย่านไมโครเวฟ ย่าน X-Band 8.2 GHz-12.4 GHz



กลับทฤษฎี | EXIT

F1.1.5.21

1.4 โครงสร้างและ Block-Diagramของ GUNN Oscillator นำเสนอด้วยภาพและจุดชี้Interactive

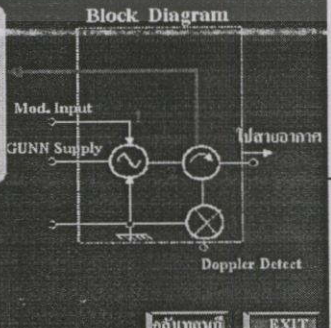
เสียงคนตรีประกอบการ Animation

การทดลองที่ 1 (GUNN OSCILLATOR) μ-Wave

1.4 โครงสร้างและ Block Diagramของ GUNN Oscillator

1.4.2 Block Diagram ของ GUNN –Oscillator & Circulator Rod.

คือ Circulator ซึ่งประกอบด้วย Circulator Rod.และสนามแม่เหล็ก เบี่ยงเบนคลื่นจากOsc. 1 ไปสู่สายอากาศ และคลื่นย้อนกลับจากสายอากาศ เบี่ยงเบนลงสู่ MIXER Diode ในตำแหน่ง 3



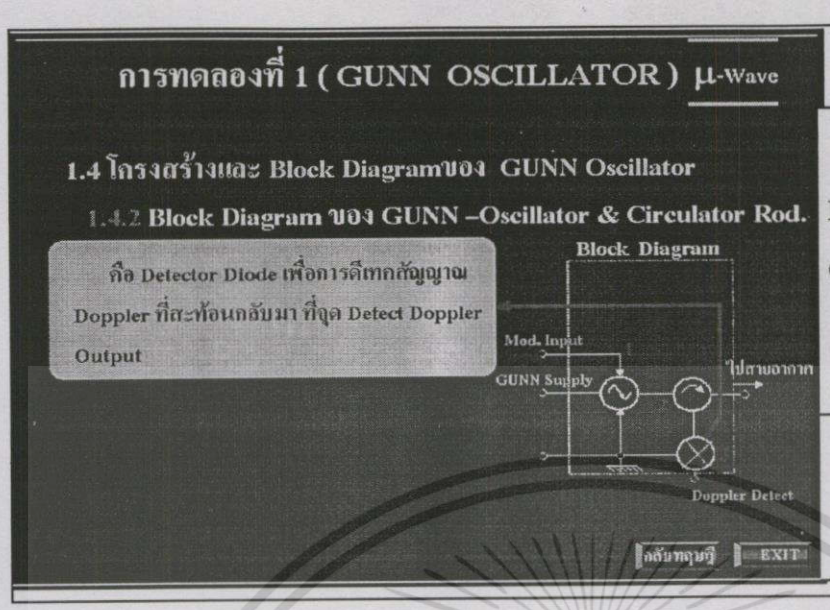
กลับทฤษฎี | EXIT

F1.1.5.3

1.4 โครงสร้างและ Block-Diagramของ GUNN Oscillator นำเสนอด้วยภาพและจุดชี้Interactive

เสียงคนตรีประกอบการ Animation

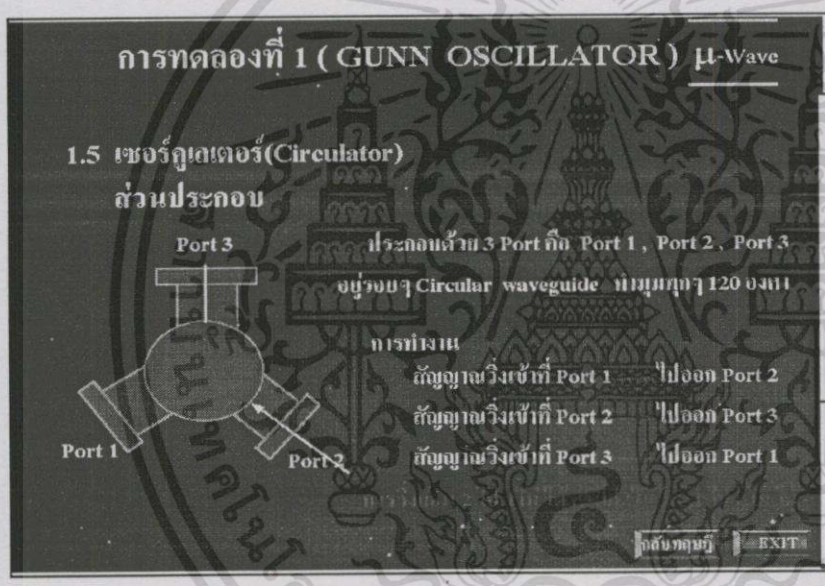
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.1.5.4

1.4 โครงสร้างและ Block-Diagramของ GUNN Oscillator นำเสนอด้วยภาพและจุดชี้Interactive

เสียงคนตรีประกอบการ Animation



F1.1.6.1

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator) นำเสนอโดยภาพคำอธิบายพร้อมลูกศร Animation

เสียงคนตรีประกอบลูกศร

F1.1.6.2

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator) นำเสนอโดย Word-presentation และภาพAnimation

เสียงคนตรีประกอบAnimation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 (GUN OSCILLATOR) μ-Wave

1.5 เซอร์คูเลเตอร์(Circulator)

หมุนวน เราใช้ สนาม.. แม่เหล็ก เบี่ยงเบนคลื่นให้ชิดทางขวา

คลื่นจึงวิ่งจาก Port 1 ไปสู่.. Port 2 แต่ไปสู่.. "คลิกเลยที่นี่" Port 3 ไม่ได้

กลับหลุมรู้ EXIT

F1.1.6.3

1.5 เซอร์คูเลเตอร์ (Circulator) นำเสนอโดย Word-presentation และภาพAnimation

เสียงคนตรีประกอบAnimation

การทดลองที่ 1 (GUN OSCILLATOR) μ-Wave

ทฤษฎีหน้าใบงานที่1.1 และ 1.2

1.6 ตัวลดความแรงคลื่นไมโครเวฟชนิดปรับได้

(Variable Attenuator)

1.6.1 หลักการทำงาน

ท่อนำคลื่นชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Wave Guide) คลื่นเดิน

ทางในโหมด TE หมายความว่า อะแรงสูงสุดที่ตรงกึ่งกลางท่อ

ใส่แผ่นความต้านทาน เลื่อนคาร์บอนลงตรงกลางท่อ สามารถปรับเลื่อนขึ้น

เลื่อนลงได้ ปรับขึ้น บั่นทอนคลื่นลดลง ทำให้คลื่น Output แรงขึ้น ปรับลง

บั่นทอนคลื่นมากขึ้น ทำให้คลื่นOutput ปุ่มสาธิต เพื่อเห็น

ภาพสถานะการจำลอง สาธิต

แบ่งต่อไป

กลับหลุมรู้ EXIT

F1.1.7.1

1.6 ตัวบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟ นำเสนอ โดยตัวอักษรและปุ่มกดสาธิตเพื่อAnimation

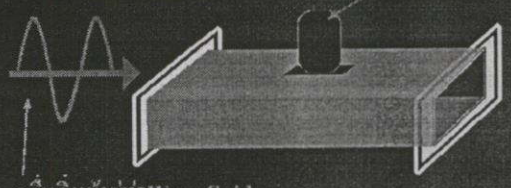
เสียงคนตรีประกอบลูกศร

การทดลองที่ 1 (GUN OSCILLATOR) μ-Wave

1.6 ตัวลดความแรงคลื่นไมโครเวฟชนิดปรับได้

(Variable Attenuator)

1.6.1 หลักการทำงาน



คลื่นวิ่งเข้าสู่ท่อWave Guide

กลับหลุมรู้ EXIT

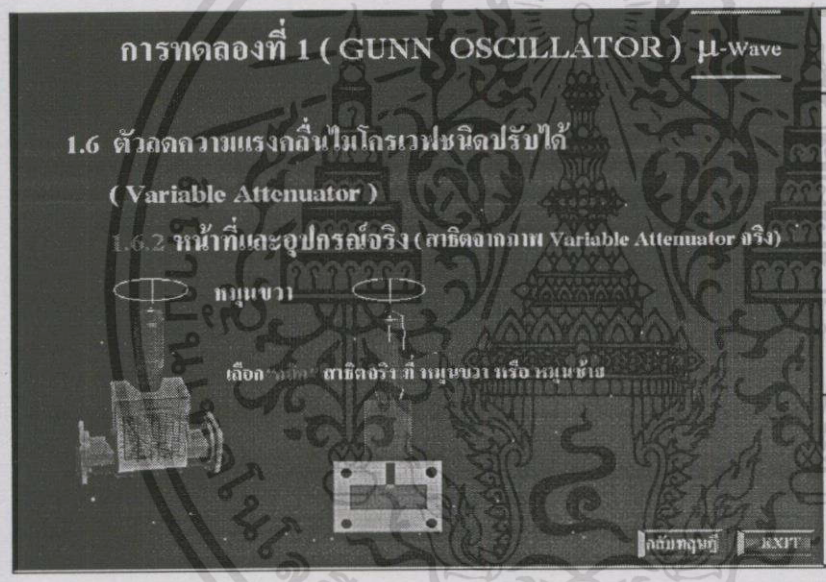
F1.1.7.2

1.6 ตัวบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟ นำเสนอโดยการสาธิตด้วยภาพ Animation

เสียงคนตรีประกอบลูกศร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

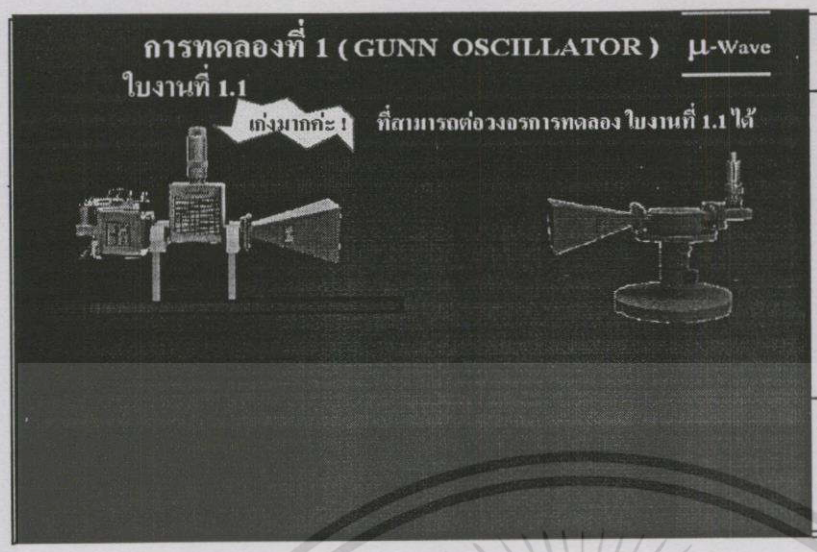
F1.1.7.3
1.6 ตัวบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟ นำเสนอโดย ภาพจริง ประกอบตัวอักษรบรรยาย
เสียงดนตรีประกอบภาพ



F1.1.7.4
1.6 ตัวบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟ นำเสนอโดย ภาพจริง พร้อมกดสาธิตการหมุนซ้าย & ขวา
เสียงดนตรีประกอบภาพ

F1.1.7.5
1.6 ตัวบั่นทอนคลื่นไมโครเวฟ นำเสนอโดย ภาพเคลื่อนไหวด้วยการAnimation
เสียงดนตรีประกอบภาพ

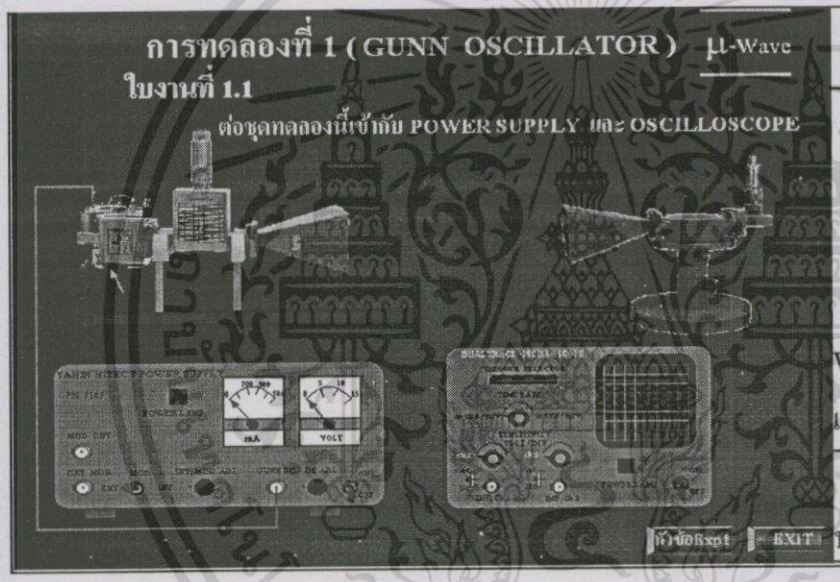
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.2.2

ใบงานที่ 1.1
ชมเชยผู้ต่อภาพถูก
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และภาพเคลื่อนไหว

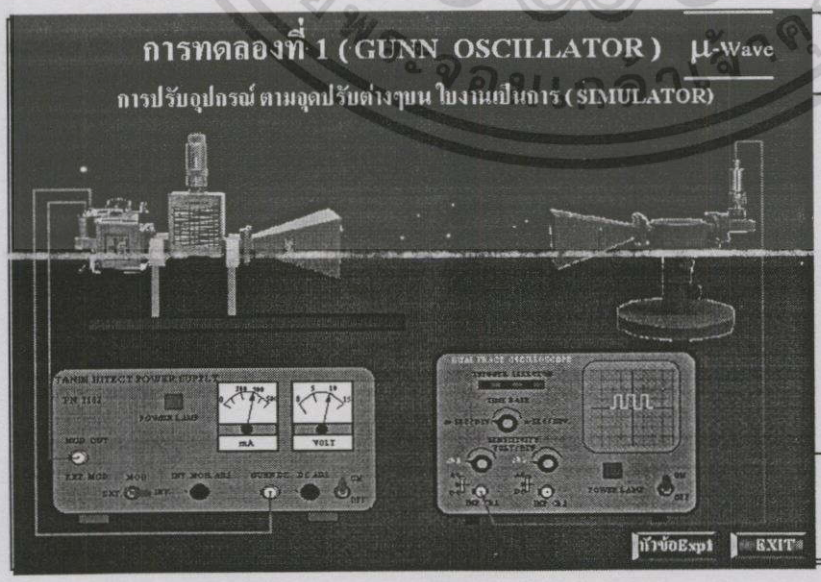
เสียงชมเชย และเสียง
บรรยายภาพเคลื่อนที่



F1.2.3

ใบงานที่ 1.1
ภาพสาธิตการต่อ
อุปกรณ์ เข้าหากัน
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และลูกศร Animation

เสียงบรรยาย
ประกอบ Animation

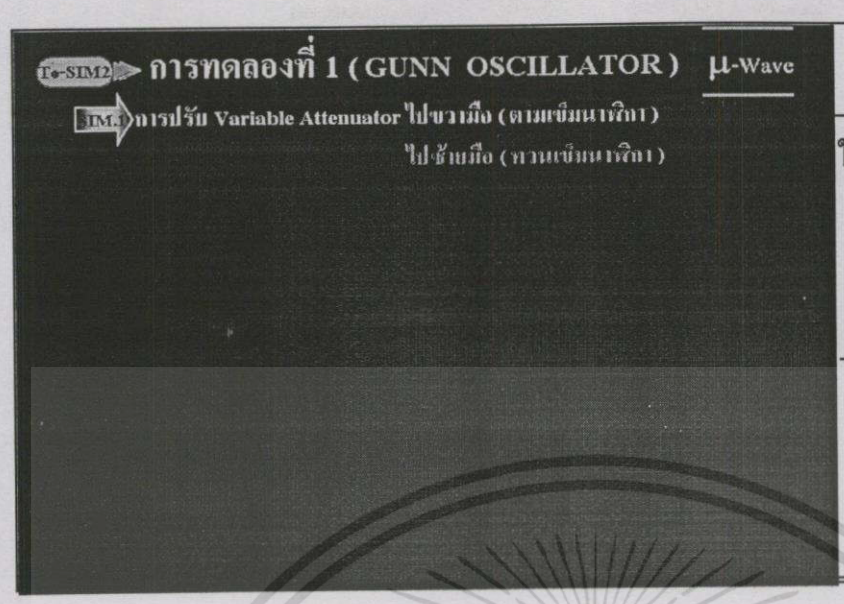


F1.2.4

ใบงานที่ 1.1
การทดลอง โดยการ
SIMULATION
นำเสนอโดย
ภาพที่พร้อมทดลอง
และตัวอักษรบรรยาย

เสียงบรรยาย
ประกอบ Animation

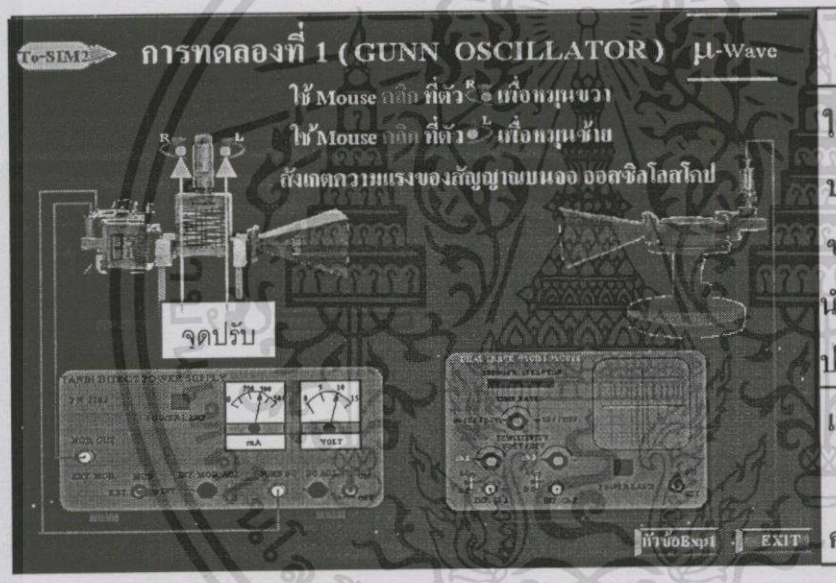
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.2.5

ใบงานที่ 1.1(SIM.1) นำเสนอด้วย อักษรบรรยายการทดลอง SIM. 1

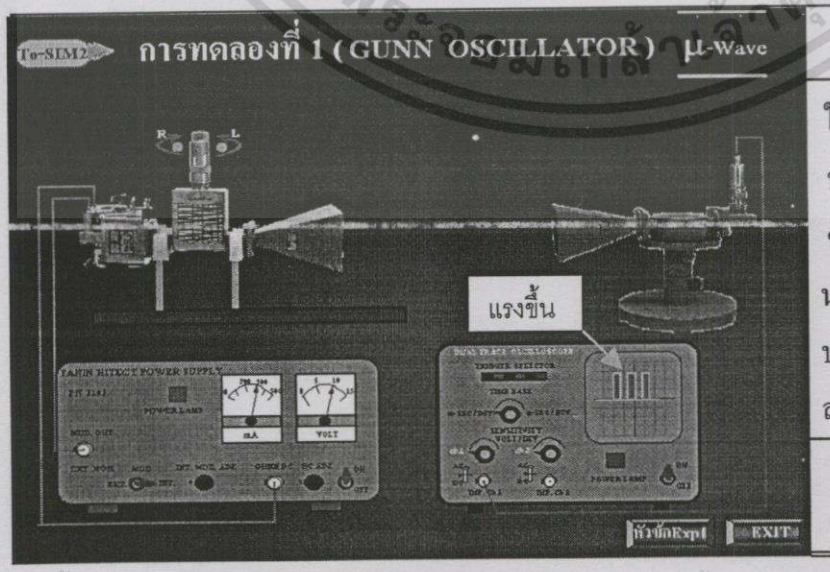
เสียงบรรยาย การทดลอง แบบจำลองสถานะการณ์



F1.2.5.1

ใบงานที่ 1.1(SIM.1) ปรับAttenuatorซ้าย ขวาเหมือนปรับจริง นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่มปรับและตัวอักษร

เสียงบรรยายการคลิก Sound-effect เมื่อคลิก Animation

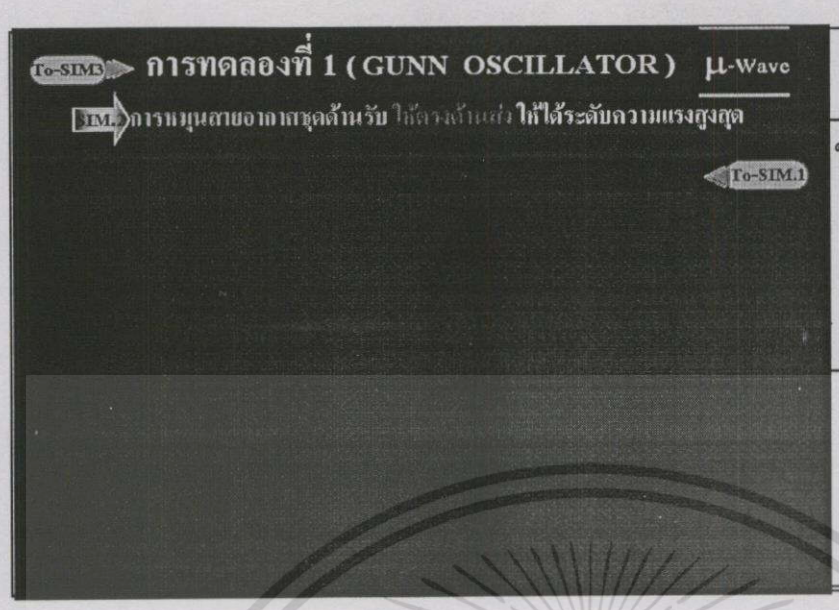


F1.2.5.2

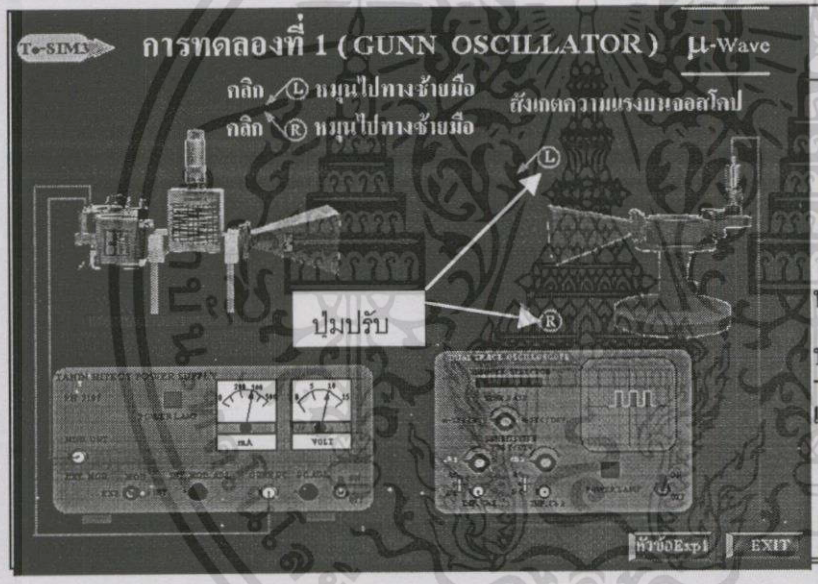
ใบงานที่ 1.1(SIM.1) ปรับAttenuatorซ้าย ขวาเหมือนปรับจริง นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่มปรับ ความแรงบนจอสโคปเปลี่ยนแปลงไป

Sound-effect เมื่อปรับปุ่มคลิกซ้ายขวา

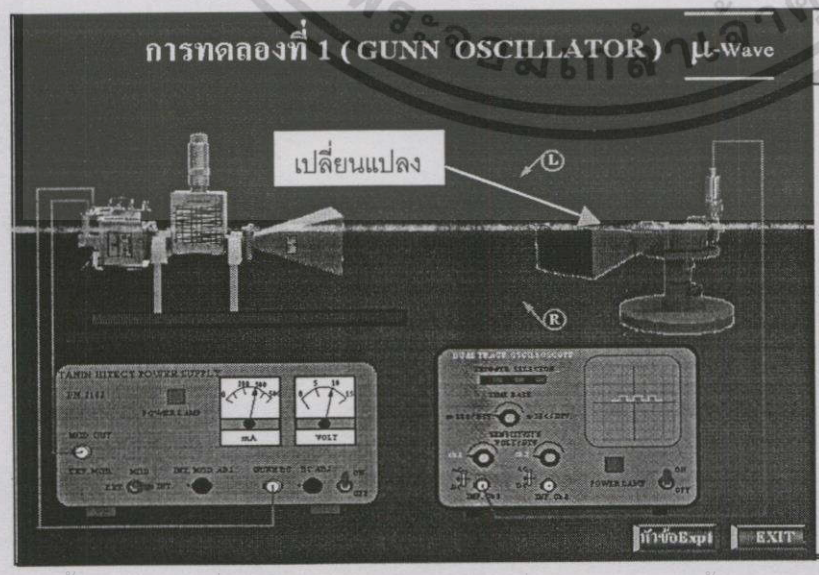
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.2.6.
ใบงานที่ 1.1(SIM.2) นำเสนอด้วย อักษรบรรยายการทดลอง SIM. 2
เสียงบรรยาย การทดลอง แบบ จำลองสถานะการณ์

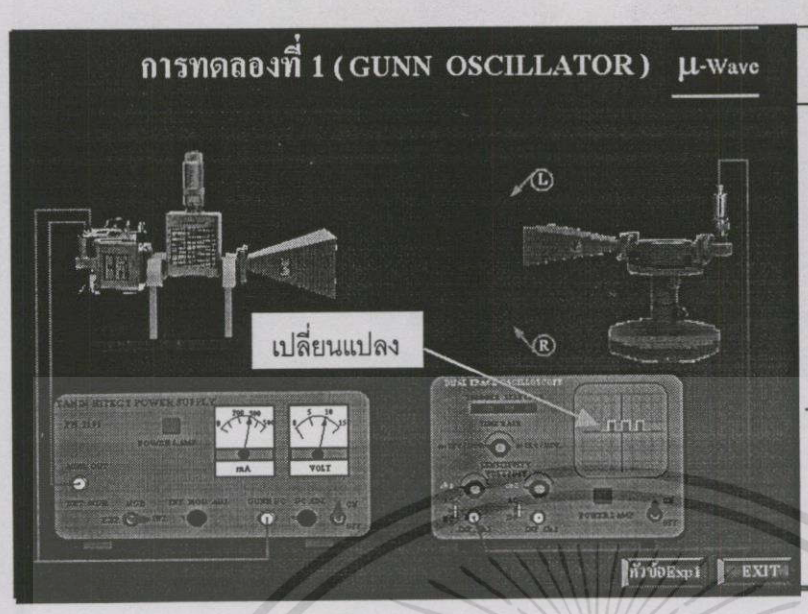


F1.2.6.1
ใบงานที่ 1.1(SIM.2) หมุนสายอากาศไป ซ้ายขวาเหมือนจริง นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่ม ปรับและเปลี่ยนแปลง
เสียงบรรยายประกอบ Sound-effect เมื่อ กดคลิก Animation



F1.2.6.2
ใบงานที่ 1.1(SIM.2) หมุนสายอากาศไป ซ้ายขวาเหมือนจริง นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่ม ปรับและเปลี่ยนแปลง
Sound-effect เมื่อ ปรับทดลองโดย สถานะการณ์จำลอง

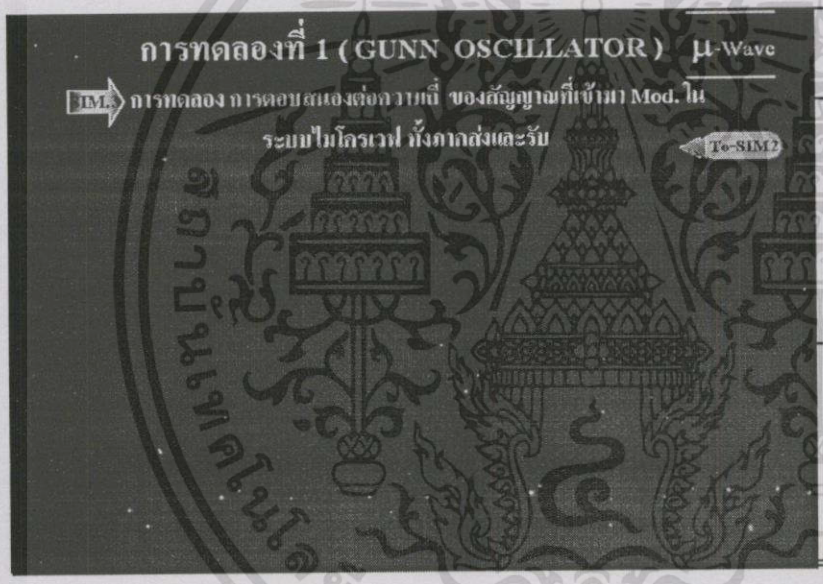
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.2.6.3

ใบงานที่ 1.1(SIM.2) หมุนสายอากาศไปซ้ายขวาเหมือนจริง นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่มปรับและเปลี่ยนแปลง

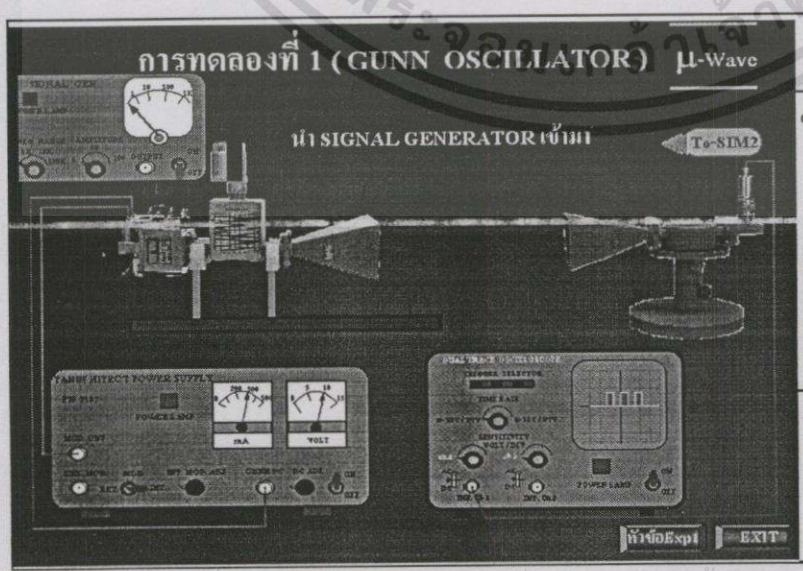
Sound-effect เมื่อปรับทดลองโดยสถานะการณ์จำลอง



F1.2.7

ใบงานที่ 1.1(SIM.3) นำเสนอด้วยอักษรบรรยายการทดลอง SIM. 3

เสียงบรรยายการทดลอง แบบจำลองสถานะการณ์

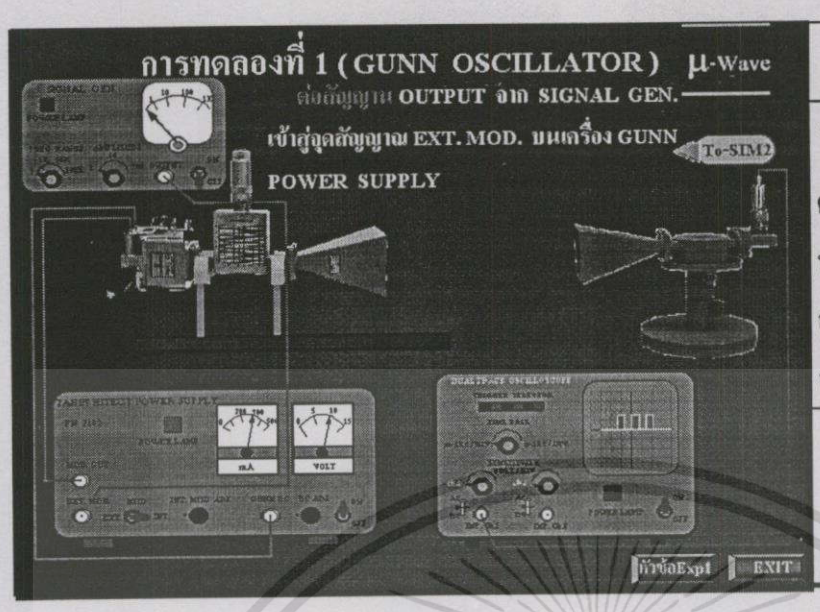


F1.2.7.1

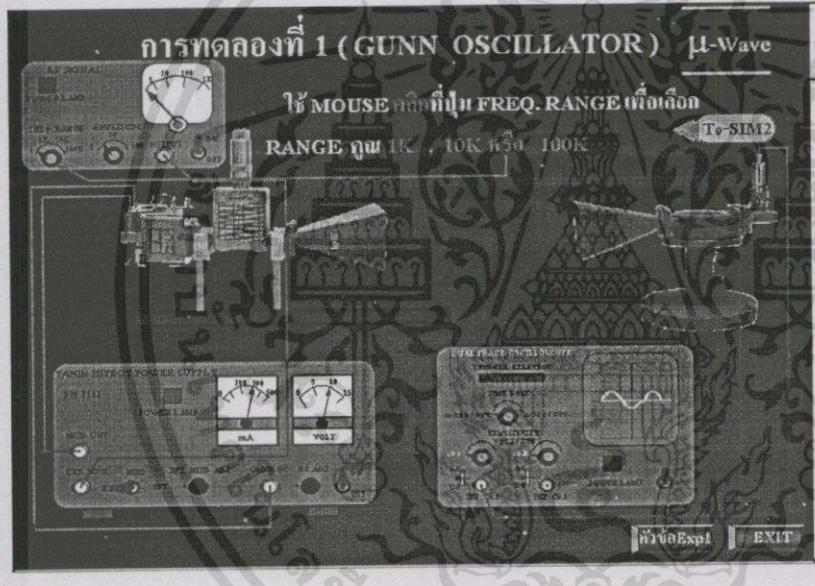
ใบงานที่ 1.1(SIM.3) ตอบสนองต่อความถี่ นำเสนอโดย , ภาพ อักษรบรรยาย ภาพสาธิต เตรียมทดลอง

เสียงบรรยาย อธิบายการสาธิตการเตรียมการทดลอง SIM.3

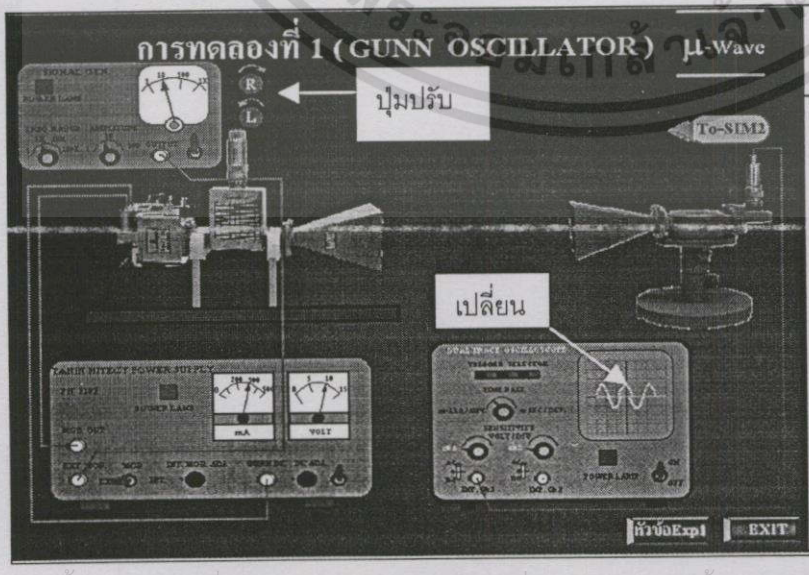
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.2.7.2
ใบงานที่ 1.1(SIM.3) ตอบสนองต่อความถี่ นำเสนอโดย , ภาพ อักษรบรรยาย ภาพ สาธิต เตรียมทดลอง
เสียงบรรยาย อธิบาย การสาธิตการเตรียม การทดลอง SIM.3

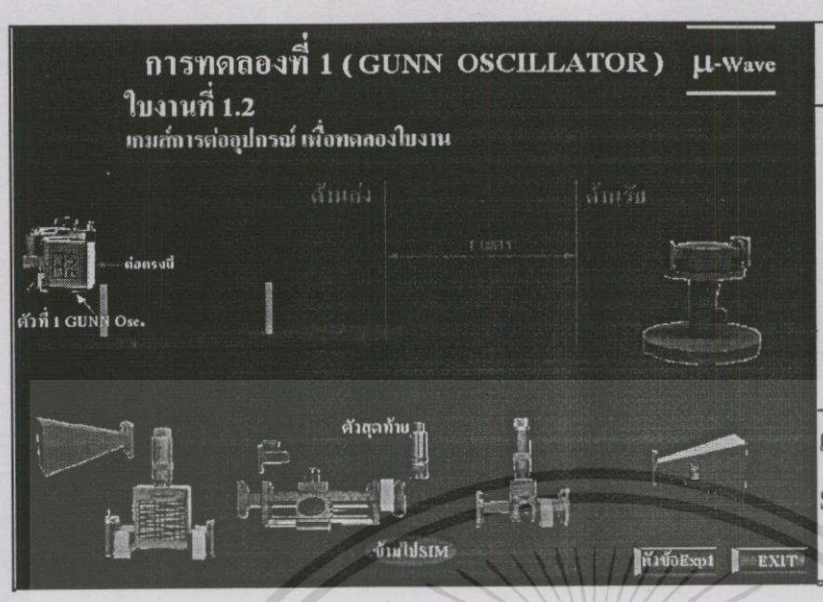


F1.2.7.3
ใบงานที่ 1.1(SIM.3) ตอบสนองต่อความถี่ นำเสนอโดย , ภาพ อักษรบรรยาย ภาพ สาธิต เตรียมทดลอง เสียงบรรยาย อธิบาย การสาธิตการเตรียม การทดลอง SIM.3



F1.2.7.4
ใบงานที่ 1.1 การทดลองที่3(SIM3) นำเสนอโดย , ภาพ ปุ่มกดทดลอง ปรับ เหมือนทดลองจริงๆ Sound-effect ขณะ กดปุ่มทดลอง

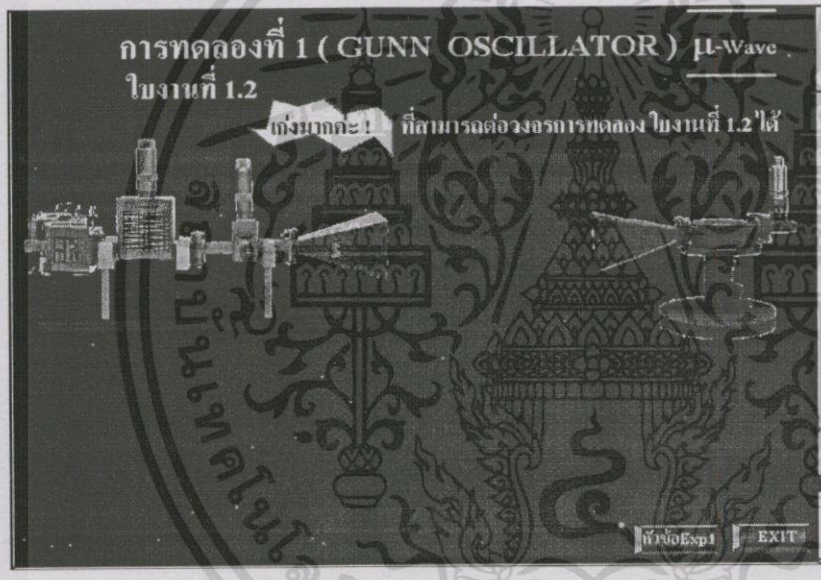
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.1

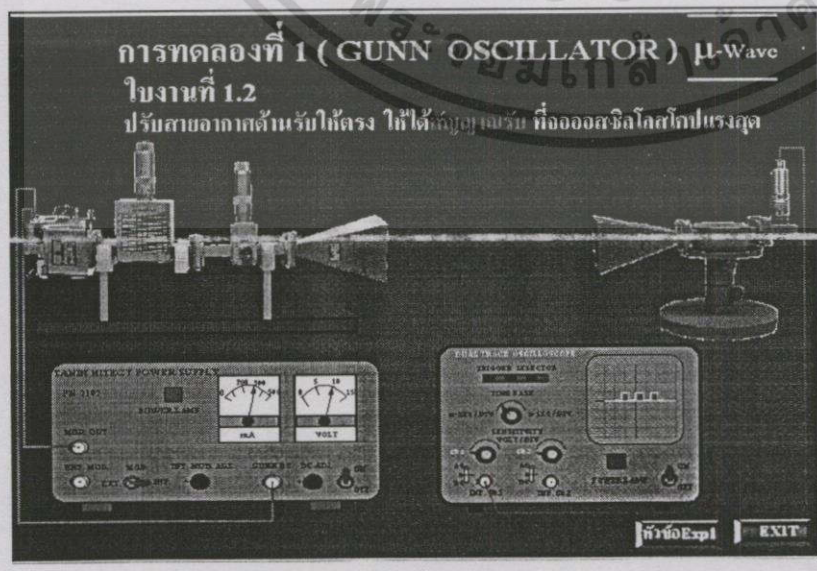
ใบงานที่ 1.2
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และคลิก Interactive
เกมส์ต่อภาพ

เสียงบรรยายประกอบ
Sound-effect ต่อภาพ



F1.3.2

ใบงานที่ 1.2
ชมเชยผู้ต่อภาพถูก
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และภาพเคลื่อนไหว
เสียงชมเชย และเสียง
บรรยายภาพเคลื่อนที่



F1.3.3

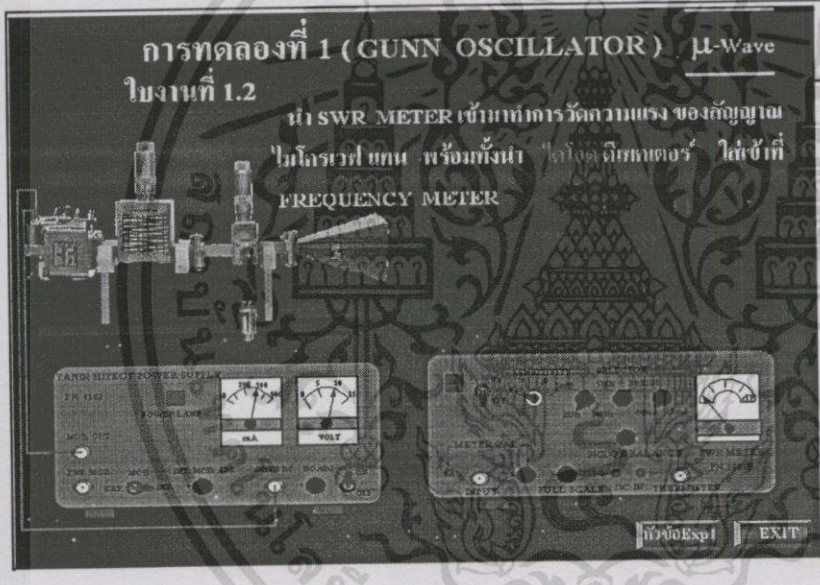
ใบงานที่ 1.2
ภาพสาธิตการต่อ
อุปกรณ์ เข้าหากัน
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และลูกศรAnimation

เสียงบรรยาย
ประกอบ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

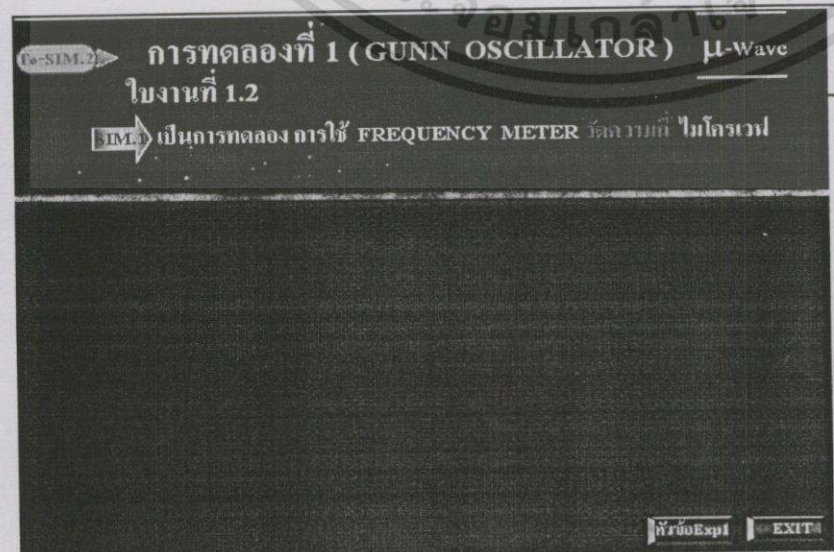
F1.3.4

ใบงานที่ 1.2
ภาพสาธิตการต่อ
อุปกรณ์ เข้าหากัน
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และลูกศรAnimation
เสียงบรรยาย
ประกอบ Animation



F1.3.5

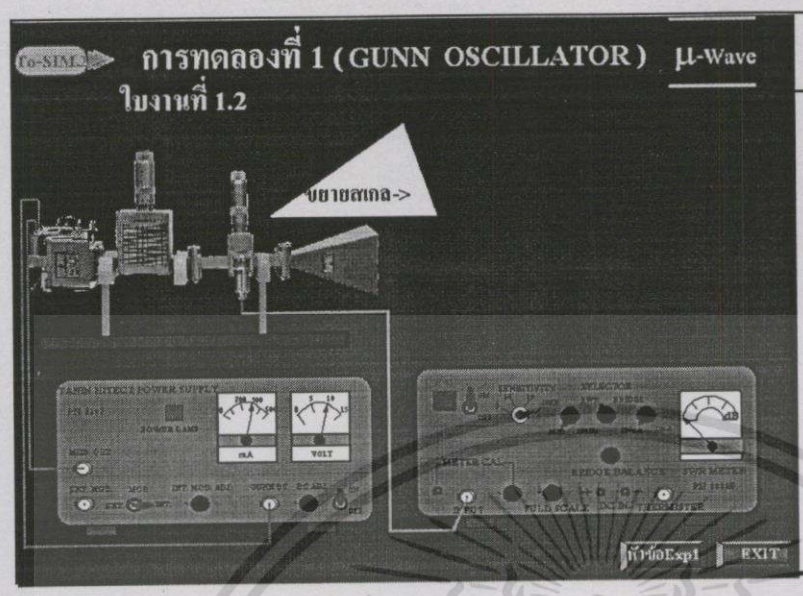
ใบงานที่ 1.2
ภาพสาธิตการต่อ
อุปกรณ์ เข้าหากัน
นำเสนอโดย ภาพ
Word-presentation
และลูกศรAnimation
เสียงบรรยาย
ประกอบ Animation



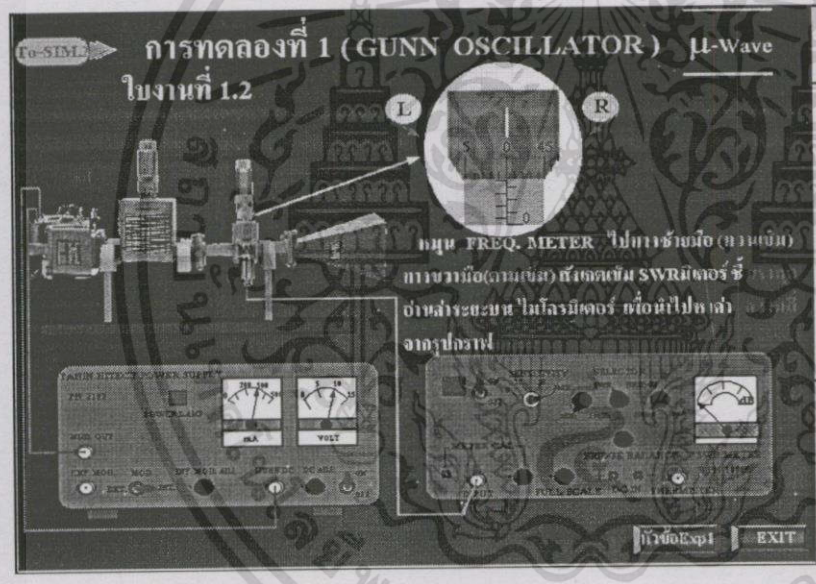
F1.3.6

ใบงานที่ 1.2(SIM.1)
นำเสนอด้วย
อักษรบรรยายการ
ทดลอง SIM. 2
เสียงบรรยาย
การทดลอง แบบ
จำลองสถานะการณ์

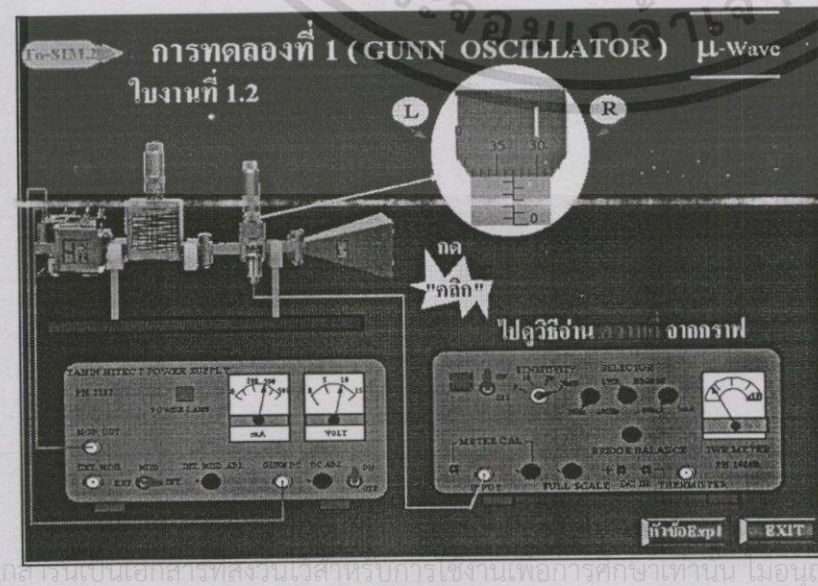
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.6.1
ใบงานที่ 1.2 การทดลองที่1(SIM1) นำเสนอโดย ,ภาพ ตัวอักษรบรรยาย
เสียงบรรยาย อธิบาย ประกอบอักษรบรรยาย

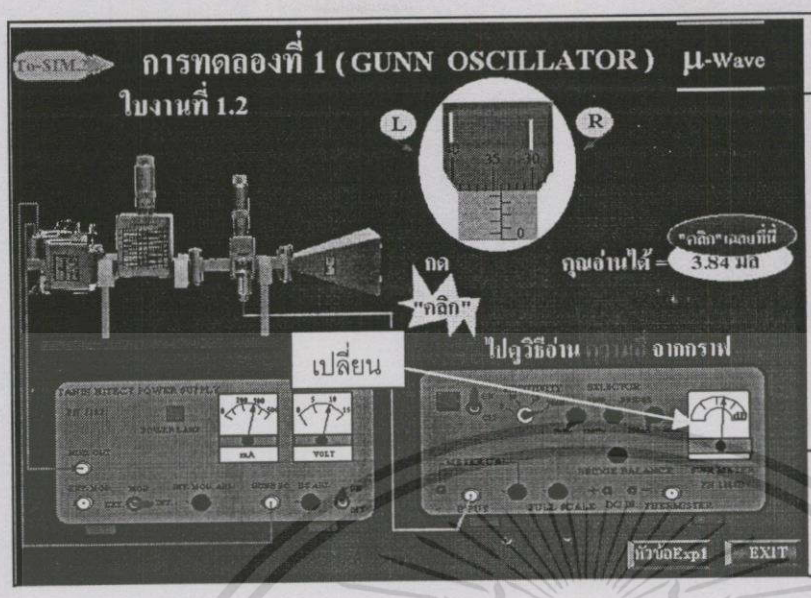


F1.3.6.2
ใบงานที่ 1.2 การทดลองที่1(SIM1) นำเสนอโดย , ภาพ ปุ่มคลิกปรับ เหมือนลงทดลองจริง
Sound-effect เมื่อคลิกปรับการทดลองสถานะการณ์จำลอง

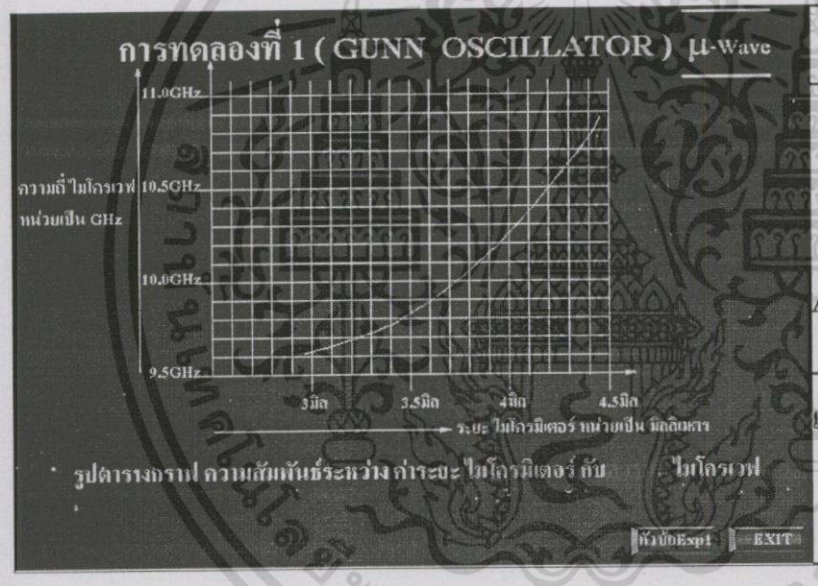


F1.3.6.3
ใบงานที่ 1.2 การทดลองที่1(SIM1) นำเสนอโดย , ภาพ ปุ่มคลิกปรับ สังเกต เข็ม ไปสู่ค่าสูงสุด
Sound-effect เมื่อคลิกปรับการทดลองสถานะการณ์จำลอง

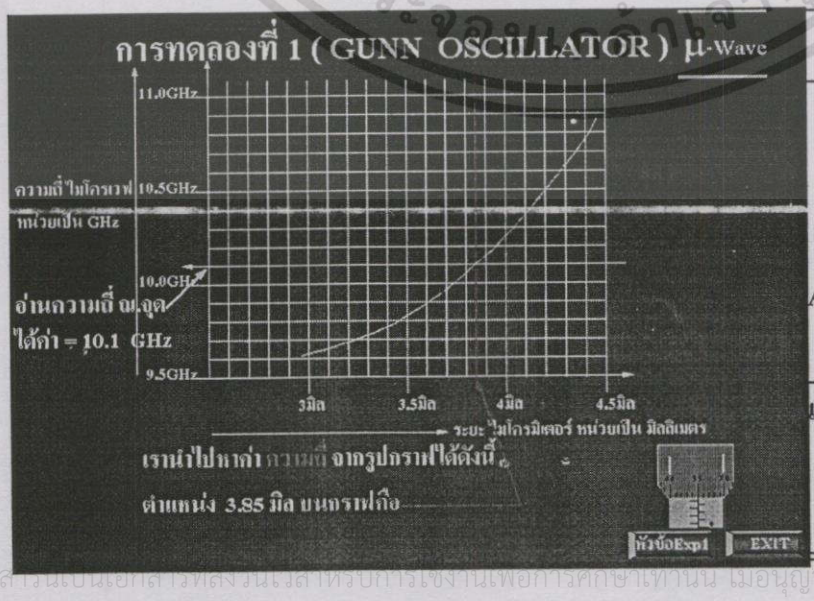
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.6.4
ใบงานที่ 1.2 การทดลองที่1(SIM1) นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่ม คลิกปรับ ที่จุดเข็มสูงสุด อ่านค่าเพื่อนำไปอ่านความถี่จากกราฟ
Sound-effect เมื่อกดคลิก Animation

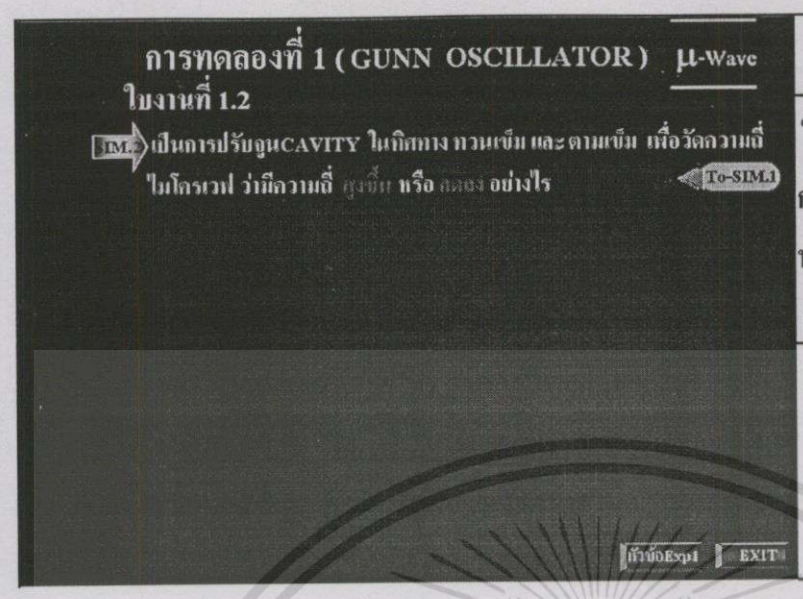


F1.3.6.5
ใบงานที่ 1.2 (SIM1) อ่านความถี่จากกราฟ นำเสนอโดย กราฟฟิก Animation ตัวอักษร ลูกศร Animation
เสียงบรรยายประกอบ Sound-effect เมื่อเกิดการAnimation

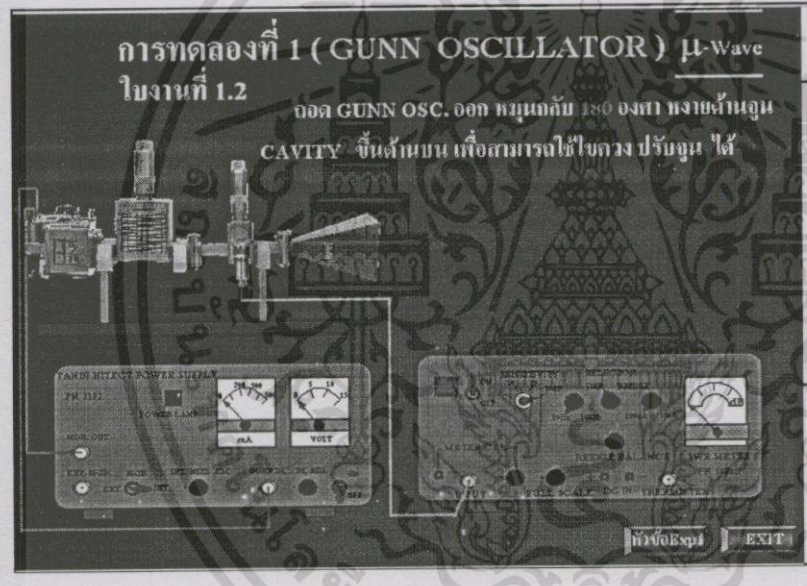


F1.3.6.6
ใบงานที่ 1.2 (SIM1) อ่านความถี่จากกราฟ นำเสนอโดย กราฟฟิก Animation ตัวอักษร ลูกศร Animation
เสียงบรรยายประกอบ Sound-effect เมื่อเกิดการAnimation

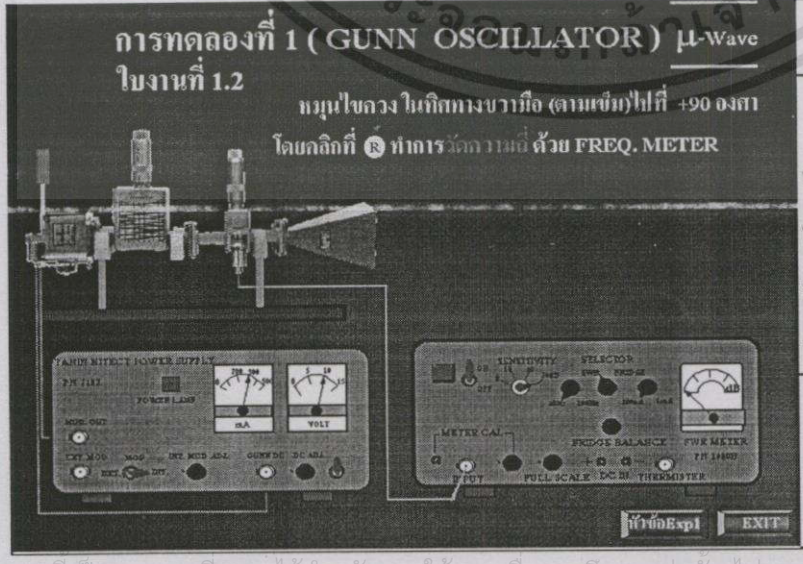
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.7
ใบงานที่ 1.2 (SIM2) การหมุนปรับจูนCavity นำเสนอโดย , ตัวอักษรบรรยาย
เสียงคำบรรยายการการทดลองโดยหลักสถานะการณ์จำลอง

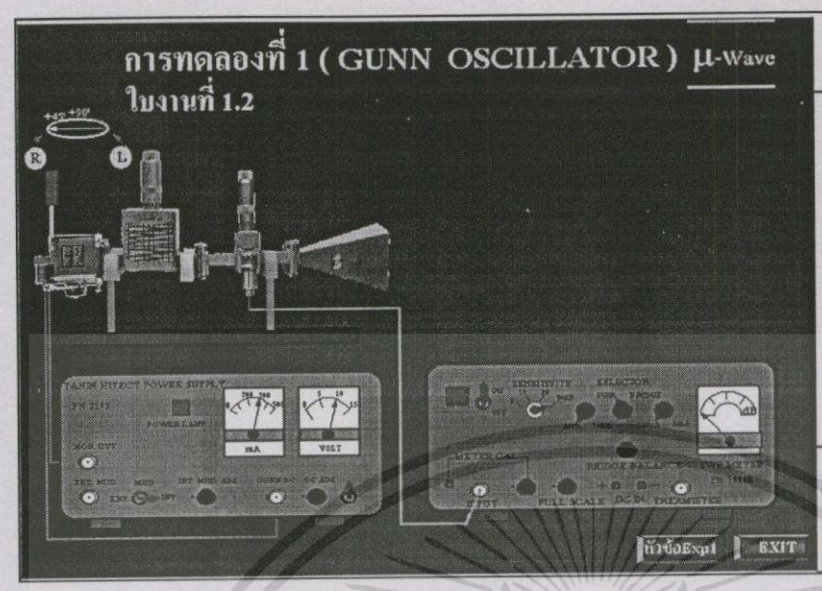


F1.3.7.1
ใบงานที่ 1.2 สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอโดย , ตัวอักษรบรรยาย ภาพแสดง Animation เหมือนจริง
เสียงคำบรรยายการสาธิต ประกอบการ Animation



F1.3.7.2
ใบงานที่ 1.2 การทดลองที่2 (SIM2) นำเสนอโดย , ตัวอักษรบรรยาย , ภาพที่พร้อมทดลอง Tune-Cavity
เสียงบรรยายประกอบการปรับจูน ในการทดลองที่ 2

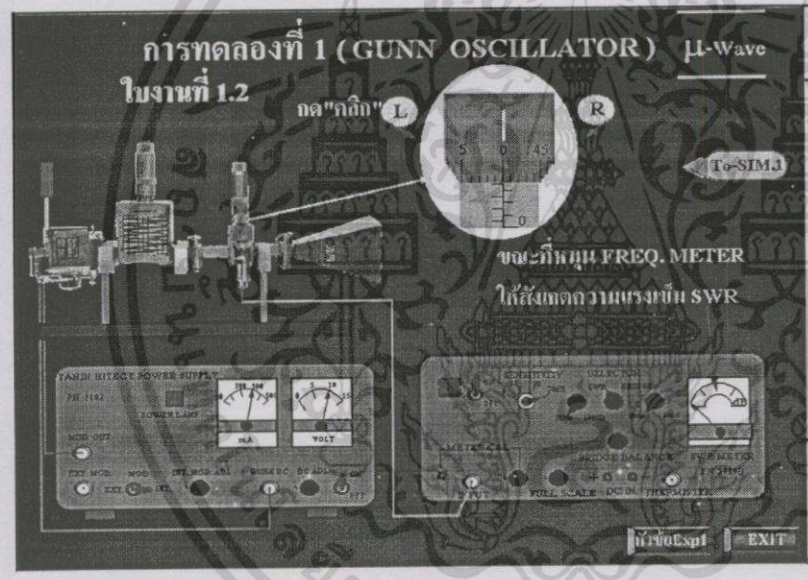
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.7.3

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพ
ปุ่มคลิกปรับ การหมุน
ไขควง Animationไป
ทางตามเข็มนาฬิกา

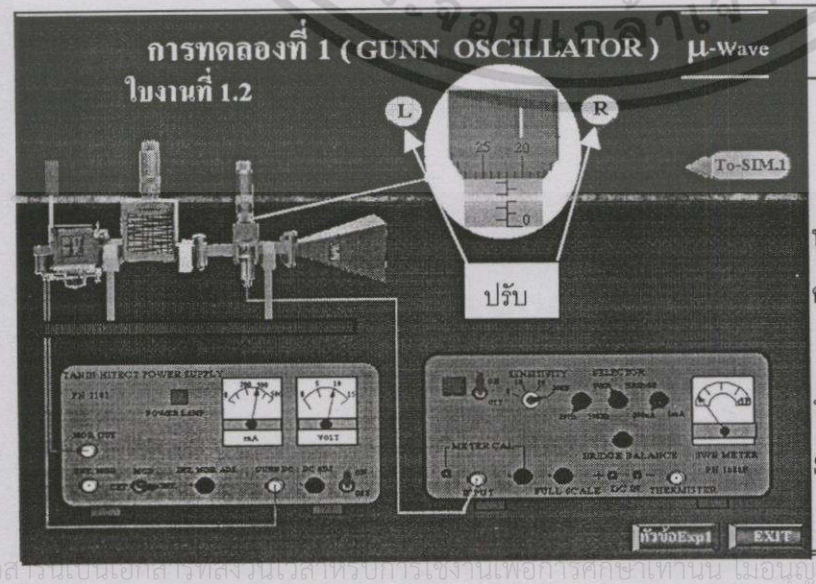
Sound-effect เมื่อ
คลิกหมุนไขควง



F1.3.7.4

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพปุ่ม
คลิกหมุน Freq.Meter
ไปทางซ้ายมือ ขวามือ
หาจุดแรงสุด สัญญาณ

Sound-effect เมื่อ คลิก
หมุนซ้ายและหมุนขวา

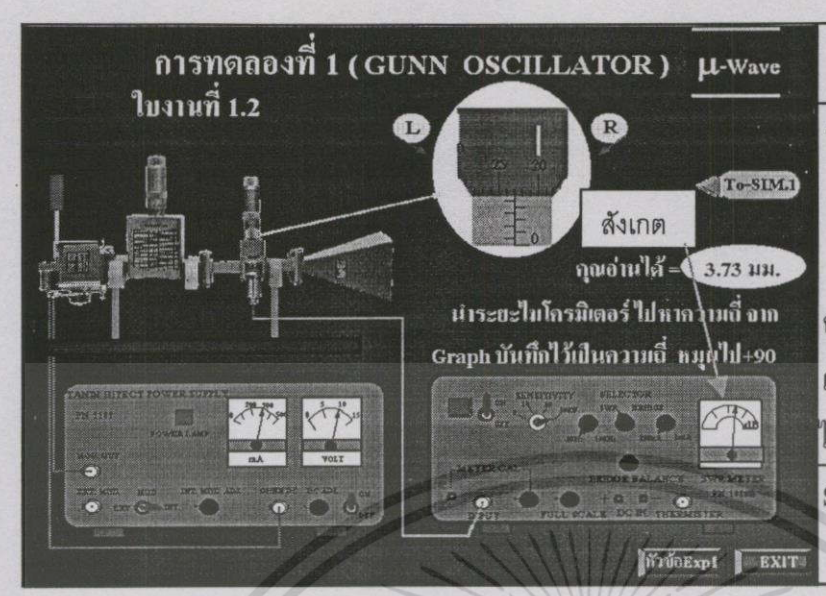


F1.3.7.5

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพปุ่ม
คลิกหมุน Freq.Meter
ไปทางซ้ายมือ ขวามือ
หาจุดแรงสุด สัญญาณ

Sound-effect เมื่อ คลิก
หมุนซ้ายและหมุนขวา

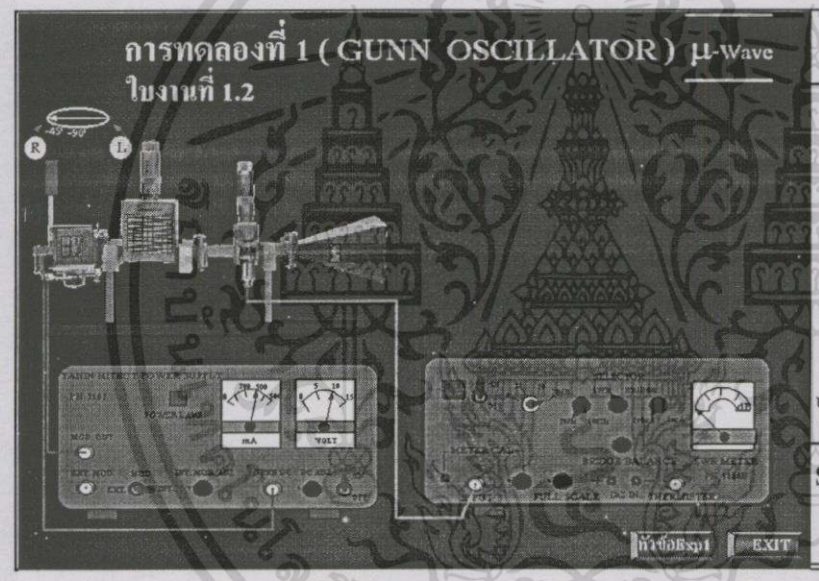
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F1.3.7.6

ใบงานที่ 1.2 (SIM2)
การวัดความถี่ที่+90
นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่มคลิกหมุน ที่ตำแหน่งเข็มแรงสุดนำค่าที่อ่านได้ ไปหาความถี่ f +90

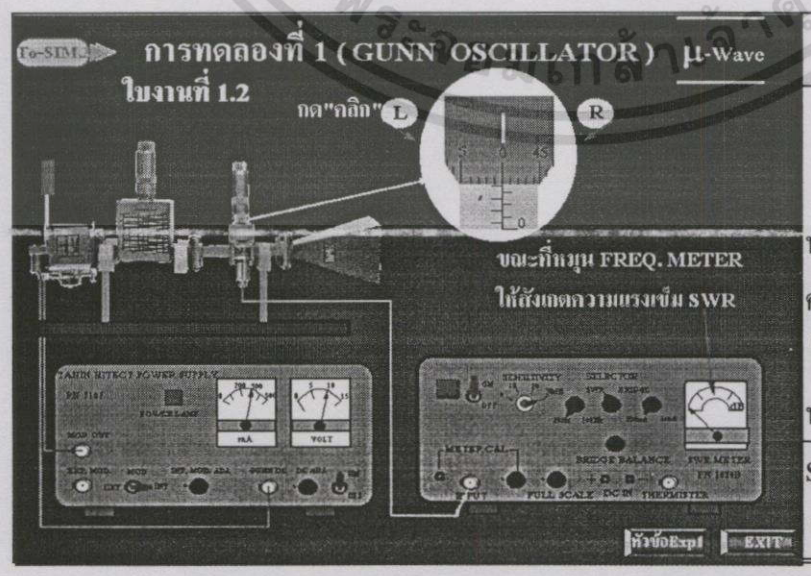
Sound-effect เมื่อคลิกหมุน Freq.Meter



F1.3.7.7

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพ ปุ่มคลิกปรับ การหมุนไขควง Animation ไปทางทวนเข็มนาฬิกา

Sound-effect เมื่อคลิกหมุนไขควง

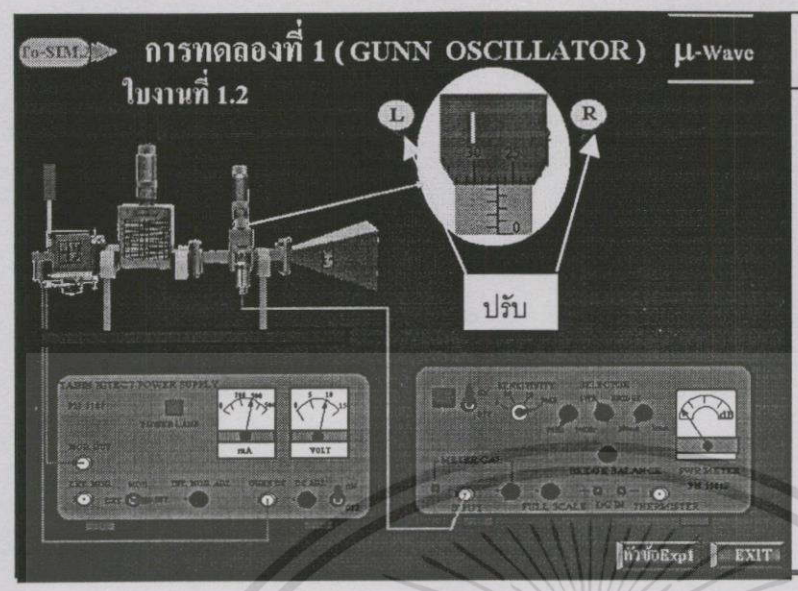


F1.3.7.8

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพปุ่มคลิกหมุน Freq.Meter ไปทางซ้ายมือ ขวามือ หาจุดแรงสุด สัญญาณ

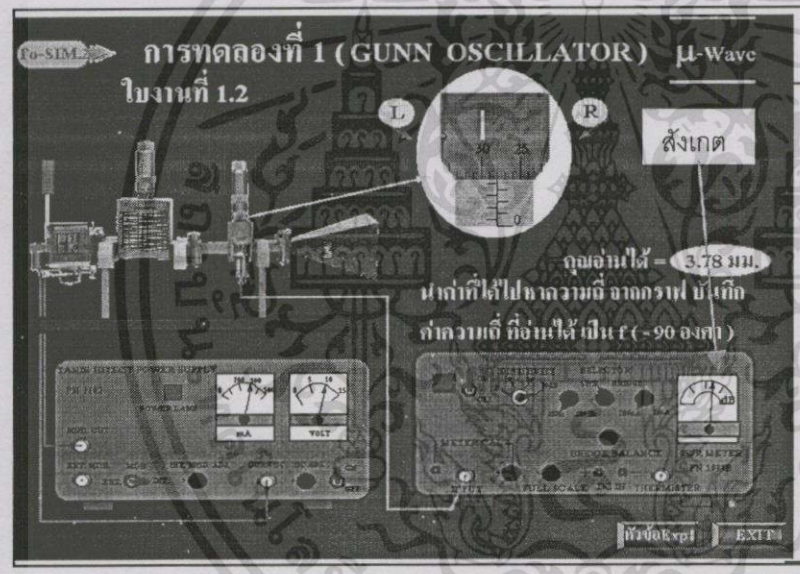
Sound-effect เมื่อ คลิกหมุนซ้ายและหมุนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



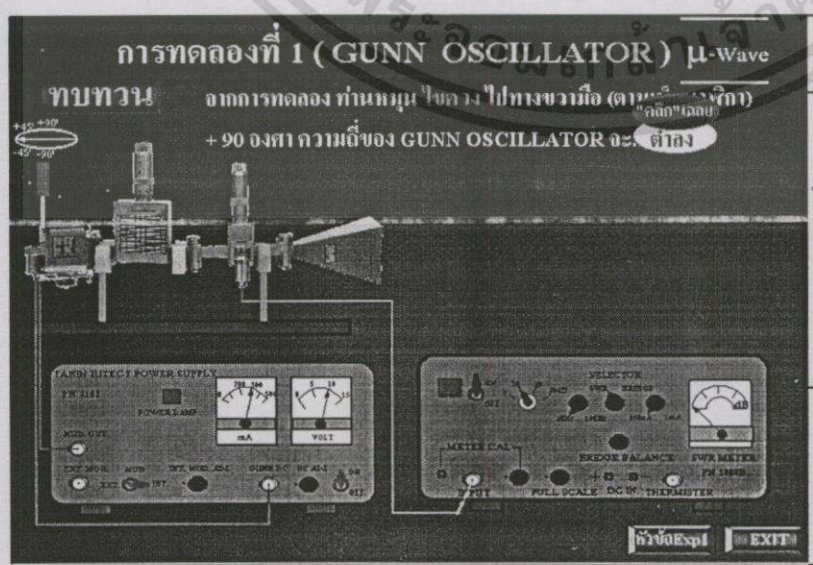
F1.3.7.9

ใบงานที่ 1.2
การทดลองที่2(SIM2)
นำเสนอโดย , ภาพปุ่ม
คลิกหมุน Freq.Meter
ไปทางซ้ายมือ ขวามือ
หาจุดแรงสุด สัญญาณ
Sound-effect เมื่อ คลิก
หมุนซ้ายและหมุนขวา



F1.3.7.10

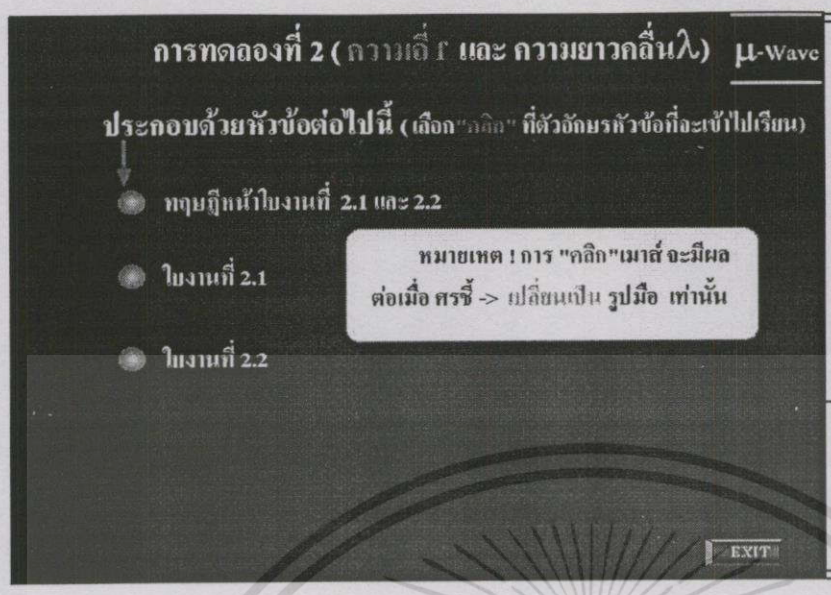
ใบงานที่ 1.2 (SIM2)
การวัดความถี่ที่-90
นำเสนอโดย ,ภาพ ปุ่ม
คลิกหมุน ที่ตำแหน่ง
เข็มแรงสุดนำค่าที่อ่าน
ได้ ไปหาความถี่ f -90
Sound-effect เมื่อคลิก
หมุน Freq.Meter



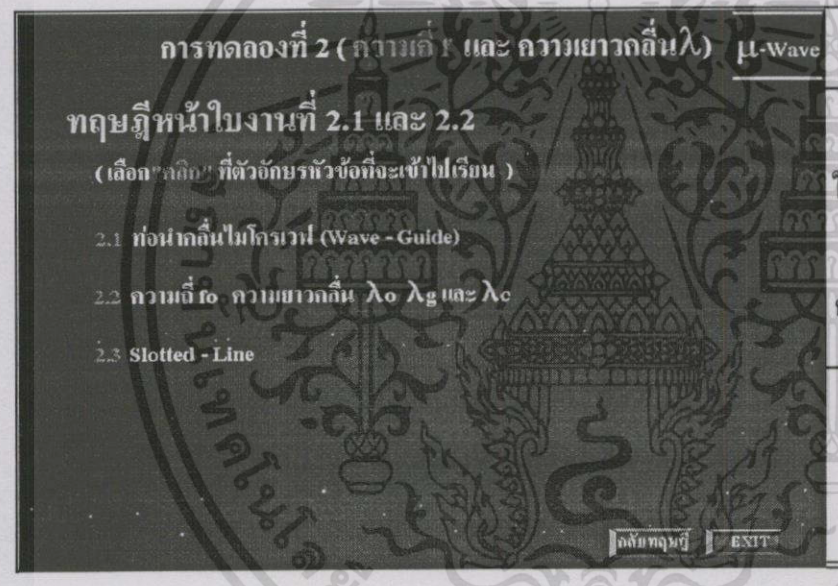
F1.3.7.11

ใบงานที่ 1.2
ทบทวนการทดลองที่2
นำเสนอโดย , ภาพ
อักษรบรรยาย และ
คลิก Interactiveเฉลย
Sound-effect เมื่อ
คลิก เปิดเฉลย

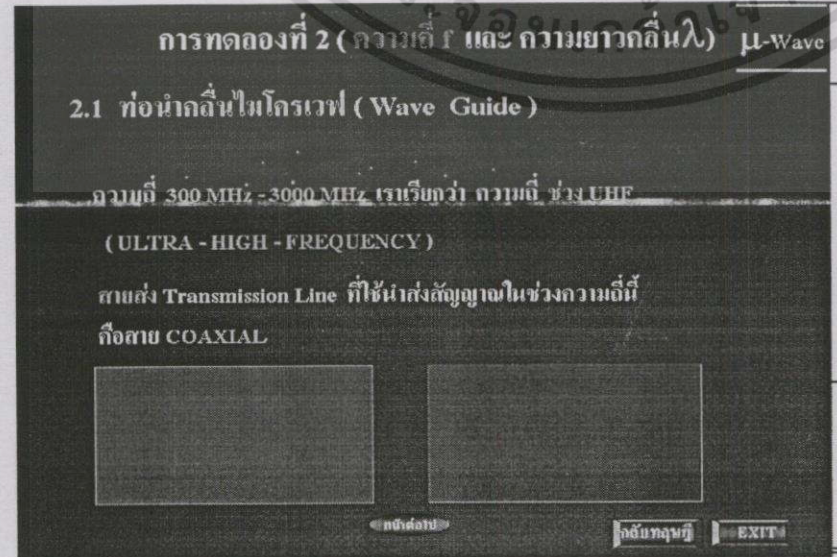
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เข้าสู่	F2
การทดลองที่ 2 มี 3 หัวข้อให้เลือก นำเสนอด้วย Word presentation คลิกเมาส์ Intractive	
ใช้เสียงชี้นำ และเสียงอธิบาย	



	F2.1
หัวข้อ ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 2.1 & 2.2 นำเสนอด้วย Word คลิกเมาส์ Interactive	
เสียงเพลง นำหัวข้อต้นเรื่อง	



	F2.1.1.1
2.1 ท่อนำคลื่น Wave-Guide นำเสนอด้วย Word-presentation ภาพประกอบ	
เสียงดนตรี นำหัวข้อต้นเรื่อง	

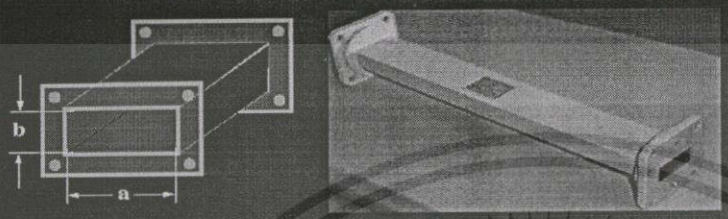
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่น λ) μ-Wave

2.1 ท่อนำคลื่นไมโครเวฟ (Wave Guide)

ที่ความถี่ไมโครเวฟ คือ ตั้งแต่ ย่าน L-BAND 1-2 GHz กำลัง 100KW เช่นเรดาห์ค้นหา ถ้าใช้ Coaxial สายรับได้เพียง 1 KW เราจะใช้ท่อนำคลื่นแทน

ท่อนำคลื่น (Wave-Guide) ที่เรานิยมใช้คือ Regtangular Wave-Guide



หน้าต่อไป | กลับหลุมนี้ | EXIT

F2.1.1.2

2.1 ท่อนำคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation ภาพAnimationและ ภาพแสดงของจริง

เสียงดนตรี ผสม Animation

การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่น λ) μ-Wave

2.1 ท่อนำคลื่นไมโครเวฟ (Wave Guide)

ท่อนำคลื่นชนิด สี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular - Wave Guide) มีการปอปปากต

ใน MODE (TE 1,0) หมายความว่า สนามไฟฟ้า ตั้งฉากกับทิศทางการปอปปากต

และ แรงสุดตรงกลางท่อ เป็น0 ที่ขอบท่อทั้งสอง ดังแสดงในรูป

สนามแม่เหล็ก (H) ขนานกับทิศทางการ ปอปปากต

สนามไฟฟ้า (E) ⊥ กับทิศทางการ Popagate

กลับหลุมนี้ | EXIT

F2.1.1.3

2.1 ท่อนำคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation และภาพAnimation

เสียงดนตรี นำการอะบายและ ผสม Animation

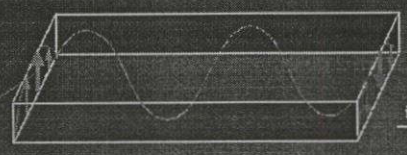
การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่น λ) μ-Wave

2.1 ท่อนำคลื่นไมโครเวฟ (Wave Guide)

ท่อนำคลื่นชนิด สี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular - Wave Guide) มีการปอปปากต

ใน MODE (TE 1,0) หมายความว่า สนามไฟฟ้า ตั้งฉากกับทิศทางการปอปปากต

และ แรงสุดตรงกลางท่อ เป็น0 ที่ขอบท่อทั้งสอง ดังแสดงในรูป



สนามไฟฟ้า ⊥ ทิศทางการ Popagate แรงสุดตรงกลางท่อ เป็น 0 ที่ขอบท่อทั้งสอง

เราเรียกโหมด Mode นี้ว่า TE 1,0 โหมด

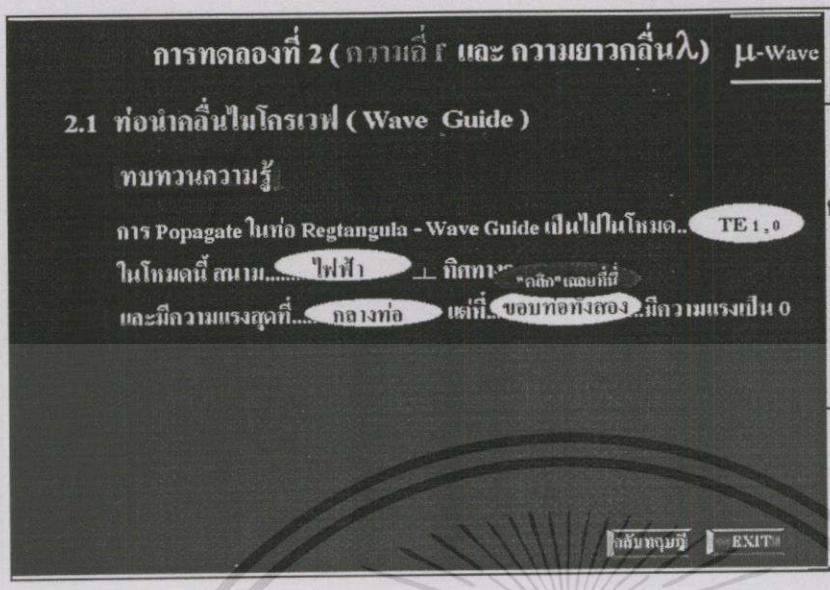
หน้าต่อไป | กลับหลุมนี้ | EXIT

F2.1.1.4

2.1 ท่อนำคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation และภาพAnimation

เสียงดนตรี นำการเสนอตัวอักษร และผสม Animation

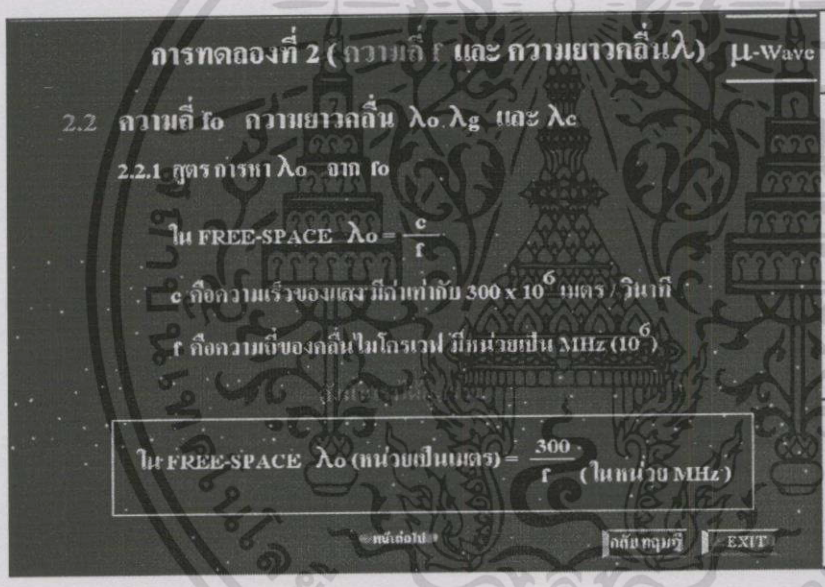
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.1.4

ทบทวน 2.1 ท่อนำคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation และคลิกAnimation เพื่อเฉลยคำตอบ

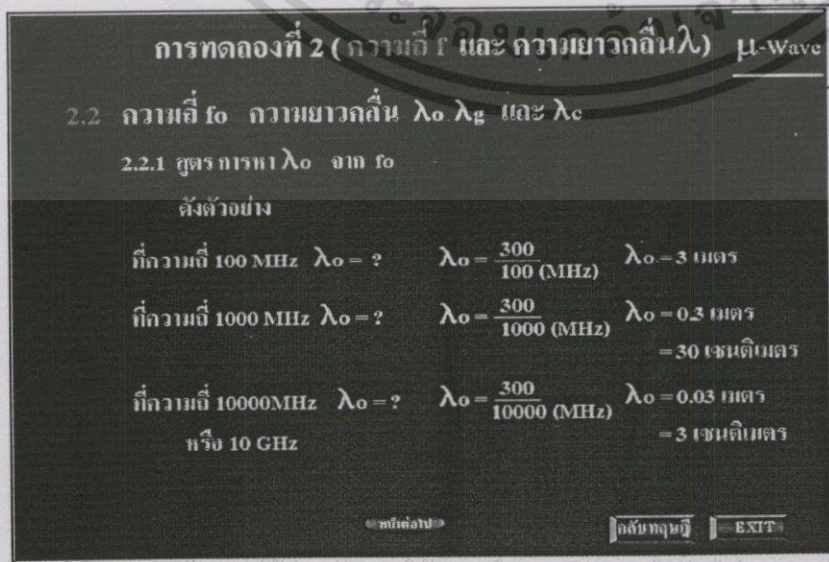
เสียงดนตรี ผสม Animation



F2.1.2.1

2.2 ความถี่fo และความยาวคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation ผสมผสานเทคนิค

เสียงดนตรีประกอบ Word-presentation

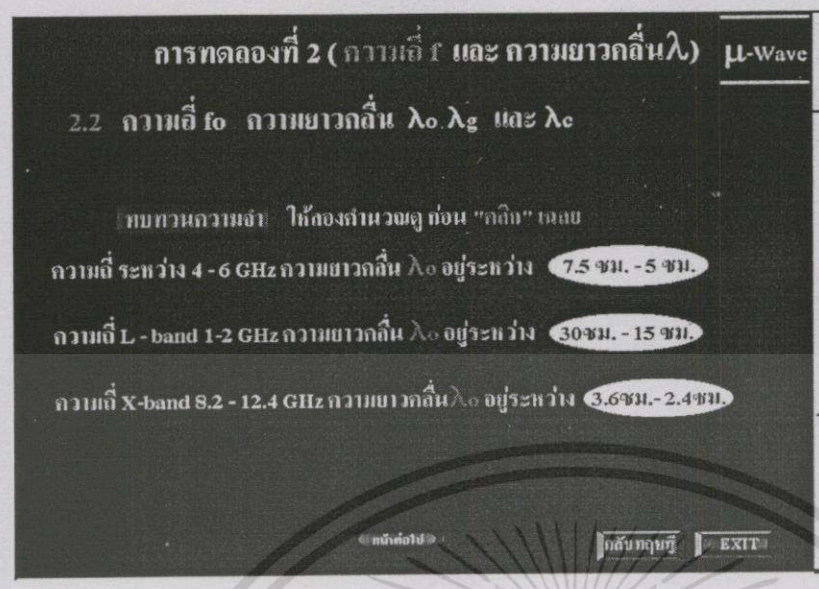


F2.1.2.2

2.2 ความถี่fo และความยาวคลื่น นำเสนอด้วย Word-presentation ผสมผสานเทคนิค

Sound-effect ผสม Word-presentation

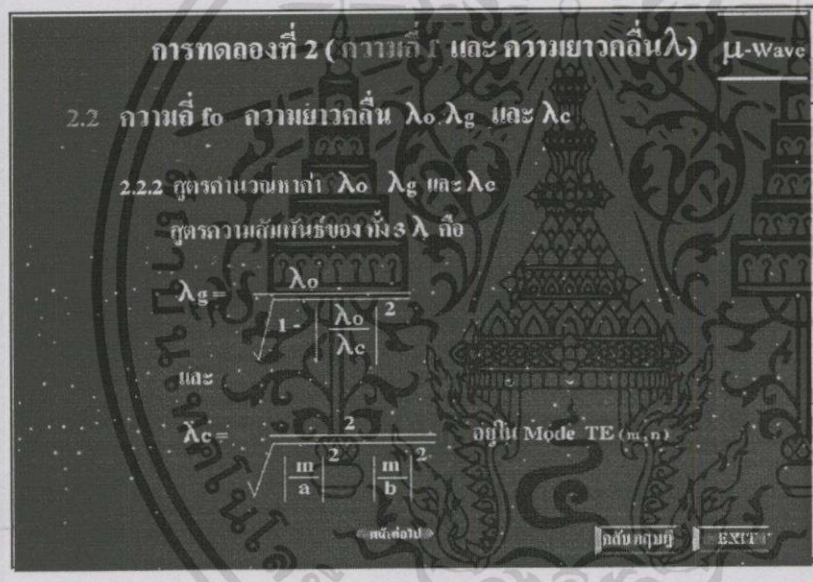
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.2.3

ทบทวน 2.2.1
นำเสนอด้วย
Word-presentation
และคลิกAnimation
เพื่อเฉลยคำตอบ

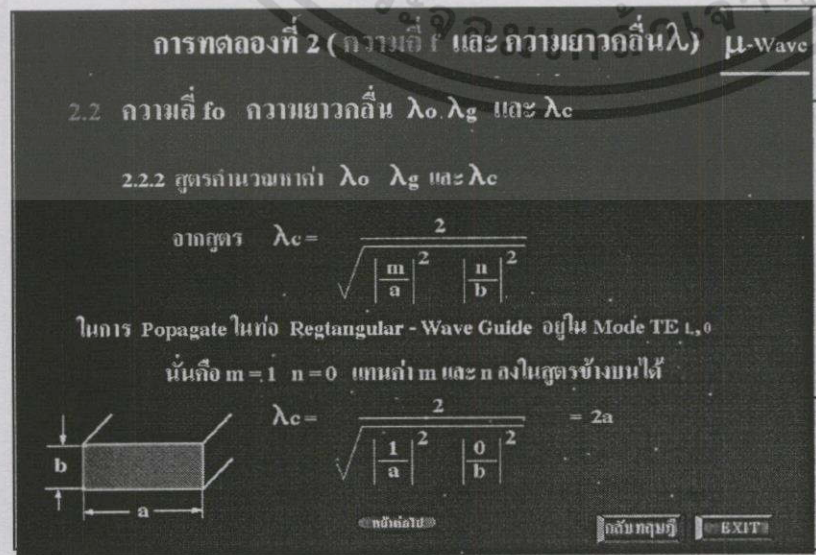
เสียงดนตรีประกอบ
คลิกAnimationเฉลย



F2.1.2.4

หัวข้อ 2.2
2.2.2 สูตรคำนวณ
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ผสมผสาน เทคนิค

เสียงดนตรีประกอบ
Word-presentation

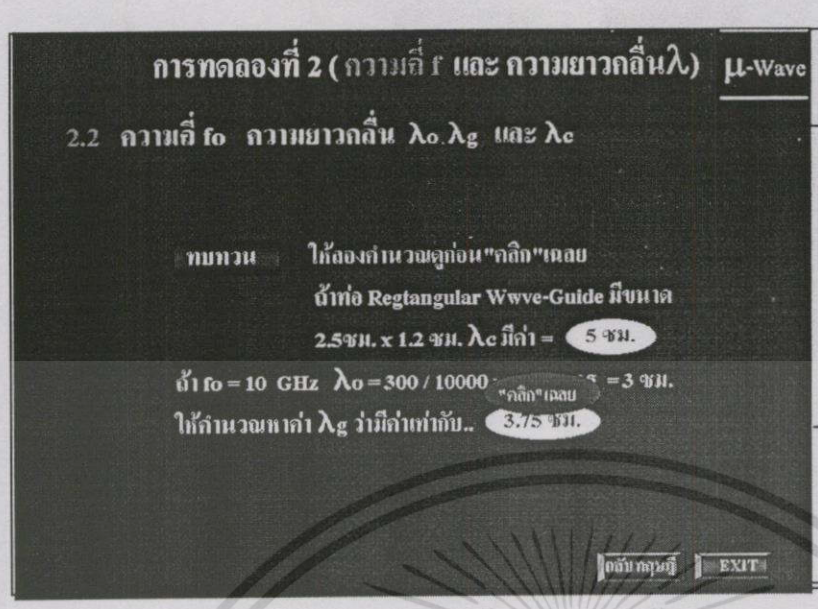


F2.1.2.5

หัวข้อ 2.2 (2.2.2)
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ผสมผสาน เทคนิค
และภาพAnimation

เสียงดนตรีประกอบ
Word-presentation

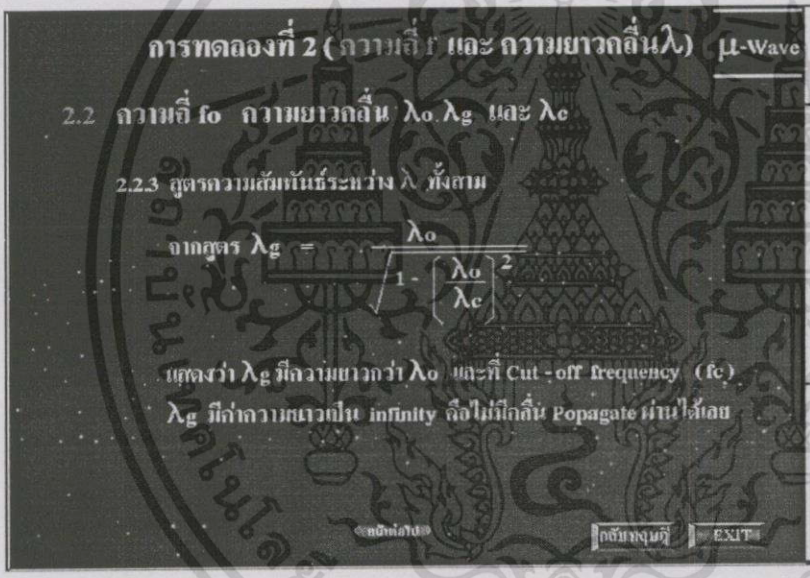
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.2.6

ทบทวน หัวข้อ 2.2.2
นำเสนอด้วย
Word-presentation
และคลิกAnimation
เพื่อ เฉลยคำตอบ

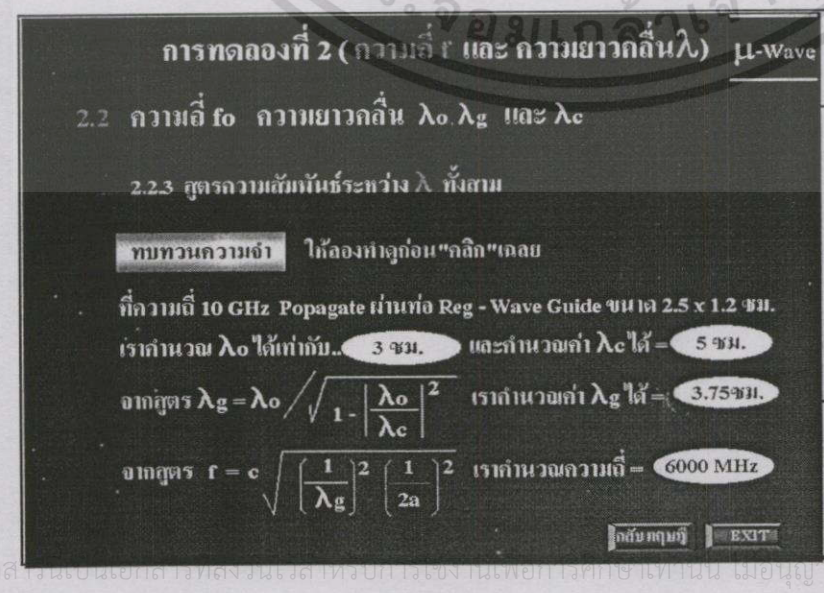
เสียงดนตรีประกอบ
คลิก Animation



F2.1.2.7

หัวข้อ 2.2.3
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ผสมผสานเทคนิค

เสียงดนตรีประกอบ
Word-presentation

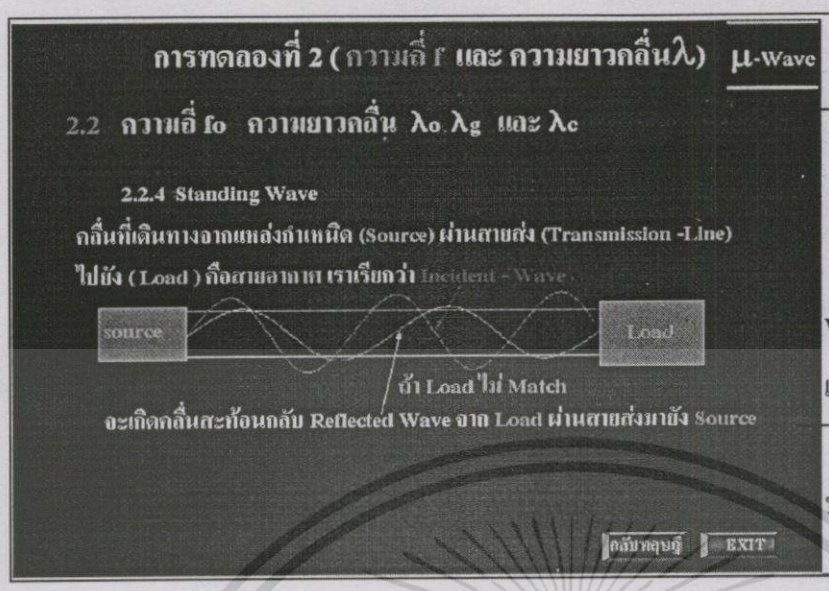


F2.1.2.8

ทบทวนหัวข้อ 2.2.3
นำเสนอด้วย
Word-presentation
และคลิก Animation
เพื่อเฉลยคำตอบ

เสียงดนตรีประกอบ
คลิกAnimationเฉลย

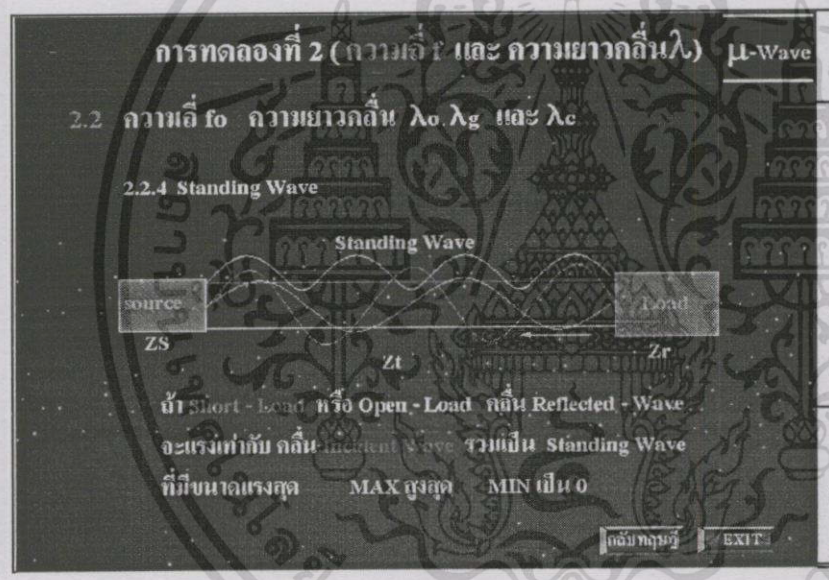
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.2.9

หัวข้อ 2.2.4 Standing-wave นำเสนอด้วย Word-presentation และภาพ Animation

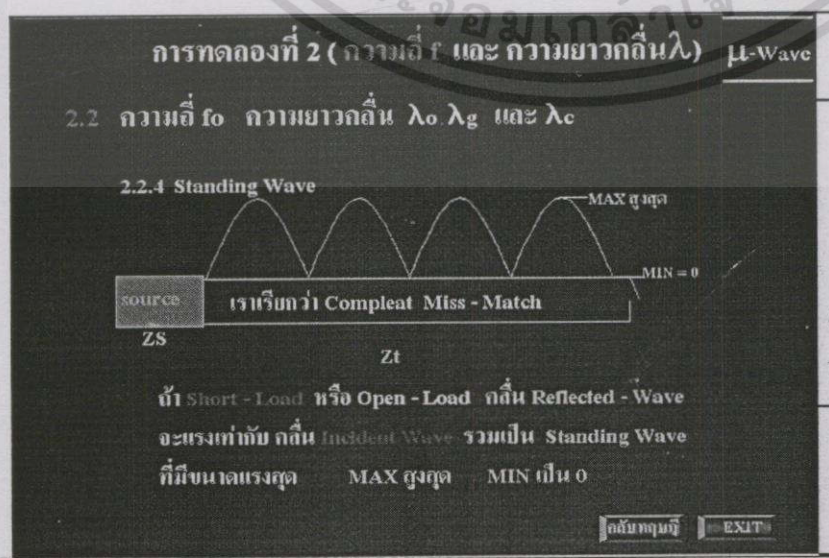
Sound-effect ประกอบAnimation



F2.1.2.10

หัวข้อ 2.2.4 Standing-wave นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ Word-presentation

Sound-effect ประกอบAnimation

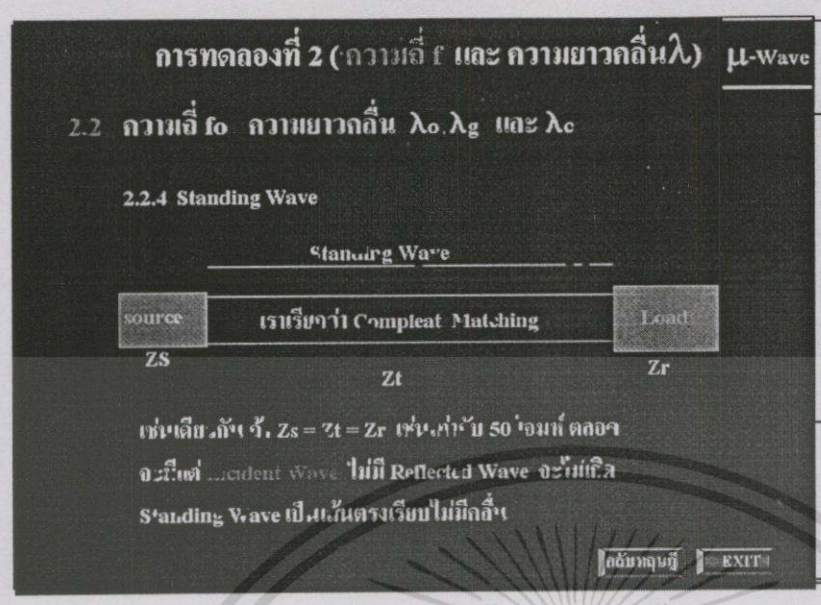


F2.1.2.11

หัวข้อ 2.2.4 Standing-wave นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ Word-presentation

Sound-effect ประกอบAnimation

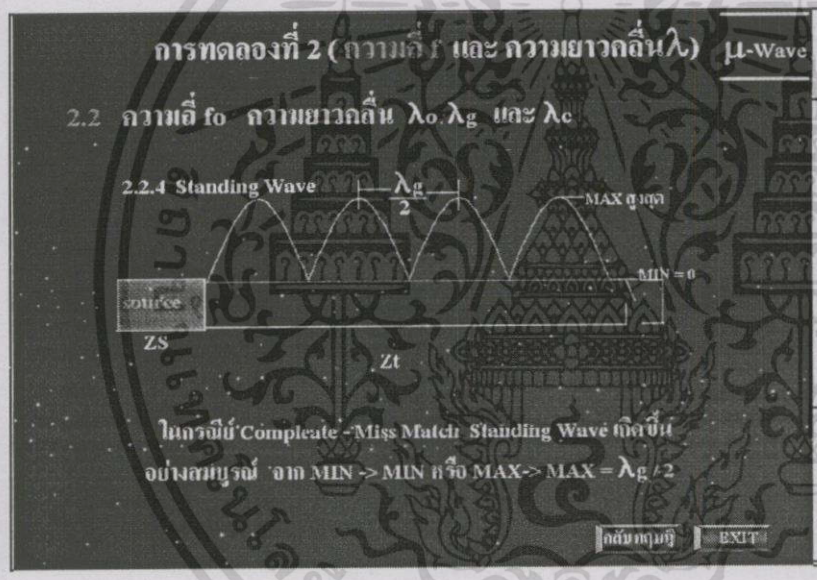
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.2.12

หัวข้อ 2.2.4 Standing-wave นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ Word-presentation

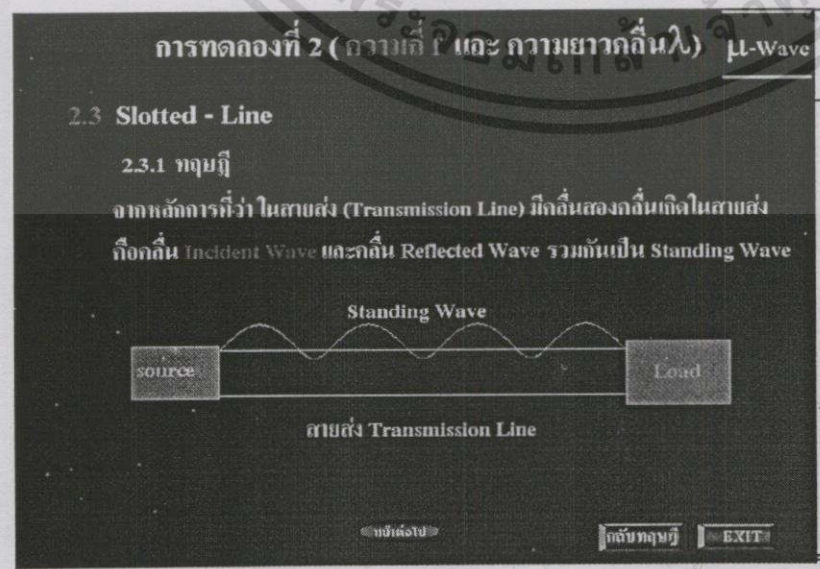
Sound-effect ประกอบAnimation



F2.1.2.13

หัวข้อ 2.2.4 Standing-wave นำเสนอด้วย ภาพ Animationและ Word-presentation

Sound-effect ประกอบAnimation



F2.1.3.1

หัวข้อ 2.3 Slotted-Line นำเสนอด้วย Word-presentation และภาพ Animation

Sound-effect ประกอบAnimation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่นλ) μ-Wave

2.3 Slotted - Line

2.3.1 ทฤษฎี

- แนวคิด ทำอย่างไรจึงจะสามารถเข้าไปวัดคลื่น Standing Wave ในสายส่งได้
- วิธีการ คือเซาะร่องขนาดเล็กเป็นแนวยาวตามสายส่ง เพื่อแหย่ Probe เข้าไปวัด
- สายส่งยาว 2-5 เท่าของ λ มีตัวบังคับลงไปตามความยาวของ สายส่ง

จึงเกิดเป็น Slotted - Line ขึ้น

หน้าต่อไป | กลับทฤษฎี | EXIT

F2.1.3.2

หัวข้อ 2.3 Slotted-Line นำเสนอด้วย Word-presentation ผสมผสานเทคนิค

เสียงดนตรีนำ Word-presentation

การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่นλ) μ-Wave

2.3 Slotted - Line

2.3.1 ทฤษฎี

Slotted - Line คือชิ้นส่วนของสายส่งที่ยาว 2-5 เท่าของความยาวคลื่น เซาะร่องตรงกลาง เพื่อแหย่ Probe เข้าไปวัด Standing Wave ขณะส่งคลื่นผ่านสายส่ง จริงๆได้ สายส่งในที่นี้จริงๆคือ ท่อ Reg. Wave Guide

กลับทฤษฎี | EXIT

F2.1.3.3

หัวข้อ 2.3 (2.3.1) Slotted-Line นำเสนอด้วย Word-presentation และภาพAnimation

เสียงดนตรีประกอบภาพ Animation

การทดลองที่ 2 (ความถี่ f และ ความยาวคลื่นλ) μ-Wave

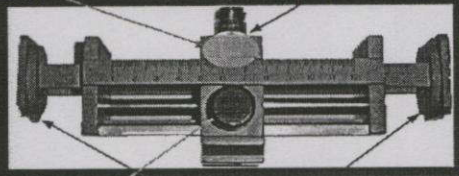
2.3 Slotted - Line

2.3.1 ทฤษฎี

Slotted - Line ในชุดฝึกปฏิบัติการไมโครเวฟ

สเกลอ่านตำแหน่ง

ตัว Probe แหย่ลงร่องตรงกลาง



ปุ่มหมุนเลื่อน Probe ไปซ้าย <- หรือไปขวา ->

ชิ้นส่วนท่อ Wave Guide ยาว 2-5 เท่าของ λ เซาะร่องตรงกลาง

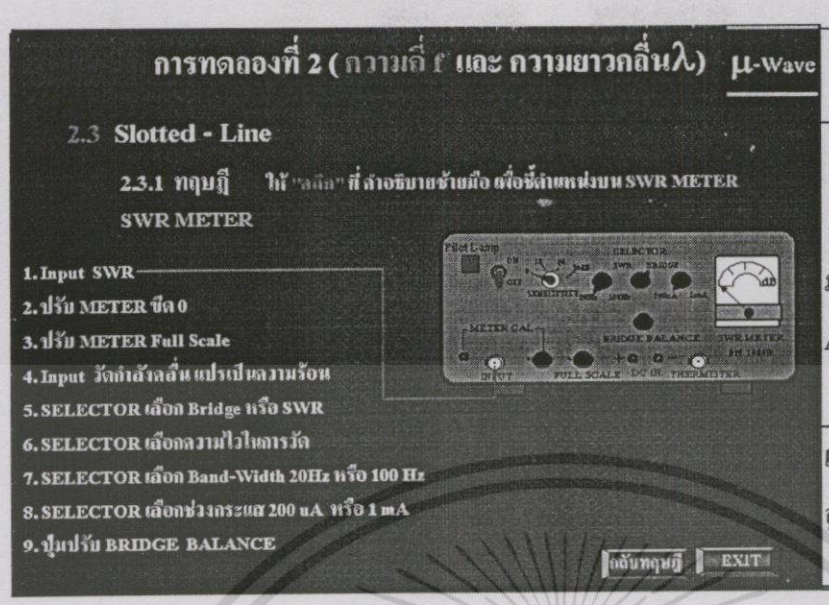
หน้าต่อไป | กลับทฤษฎี | EXIT

F2.1.3.4

หัวข้อ 2.3 (2.3.1) นำเสนอด้วย ภาพจริงและWord-presentation และ ลูกศร Animation

เสียงดนตรีประกอบ ลูกศร Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.1.3.5

หัวข้อ 2.3 (2.3.1) นำเสนอด้วย ภาพจริงและลูกศรชี้ Animation คลิกชี้ Interactive

เสียงดนตรีประกอบ ลูกศร Animation

F2.2.1

ใบงานที่ 2.1 นำเสนอด้วย ภาพจริงและเกมส์การต่อภาพ คลิกInteractive

Sound-effect ผสม เกมส์ต่อภาพ

F2.2.2

ใบงานที่ 2.1 ชมเมื่อต่ออุปกรณ์ถูก นำเสนอด้วย ภาพจริงและอักษรแสดงประกอบ

เสียงนำหน้าตัวอักษรนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F2.2.4

ใบงานที่ 2.1
สาธิตการต่ออุปกรณ์
นำเสนอด้วย
ภาพจริงและลูกศร
และภาพAnimation

เสียงนำหน้า
ตัวอักษรนำเสนอ

F2.2.5

ใบงานที่ 2.1
สาธิตการต่ออุปกรณ์
นำเสนอด้วย
ภาพจริงและลูกศร
และภาพAnimation

เสียงนำหน้า
ตัวอักษรนำเสนอ

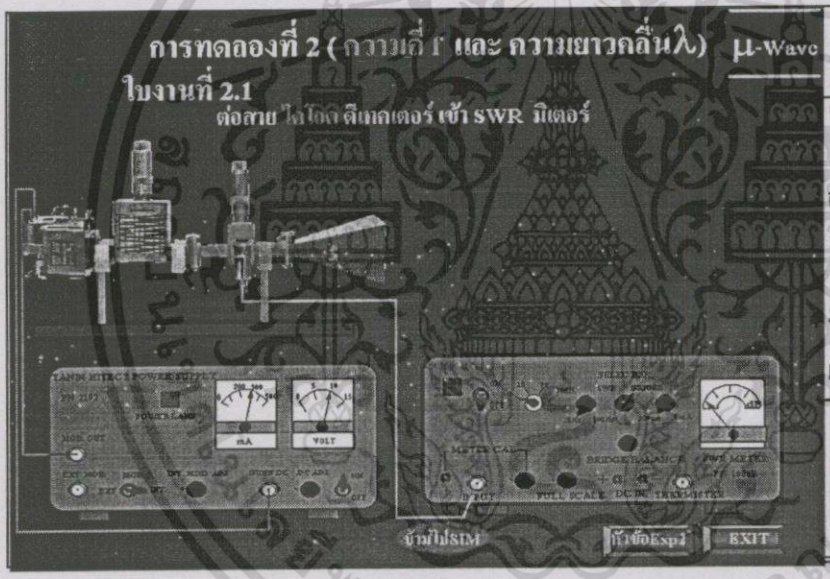
F2.2.6

ใบงานที่ 2.1
สาธิตการต่ออุปกรณ์
นำเสนอด้วย
ภาพจริงและลูกศร
และภาพAnimation

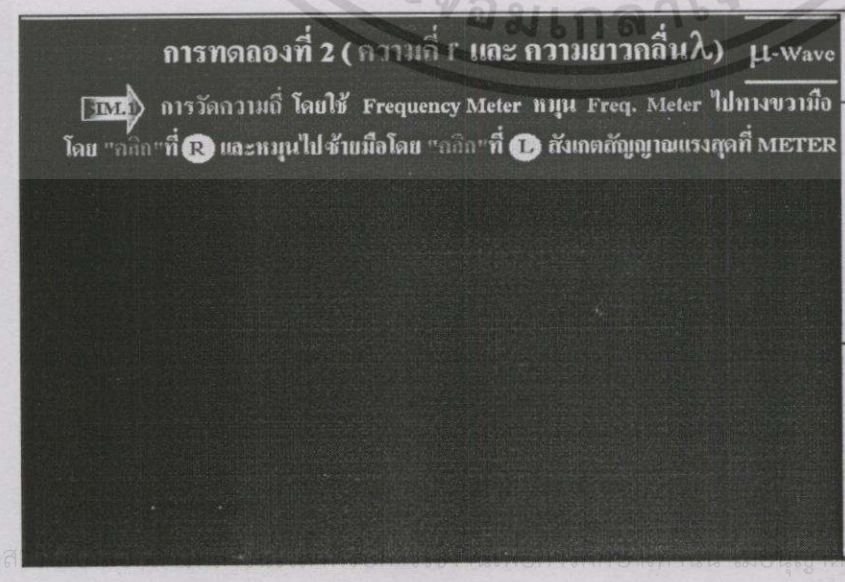
เสียงนำหน้า
ตัวอักษรนำเสนอ

เอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F2.2.7
ใบงานที่ 2.1 สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริงและลูกศร และภาพAnimation
เสียงนำหน้า ตัวอักษรนำเสนอ

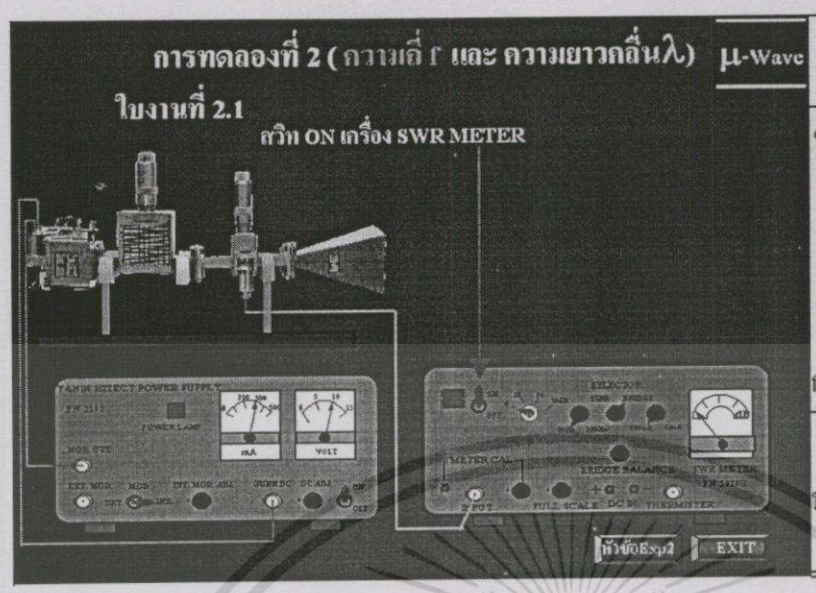


F2.2.8
ใบงานที่ 2.1 สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริงและลูกศร และภาพAnimation
เสียงนำหน้า ตัวอักษรนำเสนอ

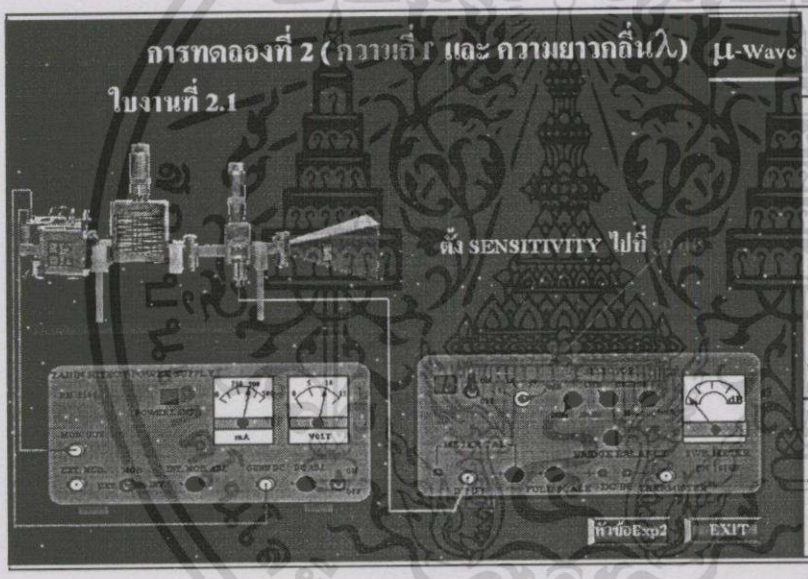


F2.2.9
Simulation 1 นำเสนอด้วย อักษรบรรยายการ ทดลอง SIM. 1
เสียงบรรยาย การทดลอง แบบ จำลองสถานะการณ์

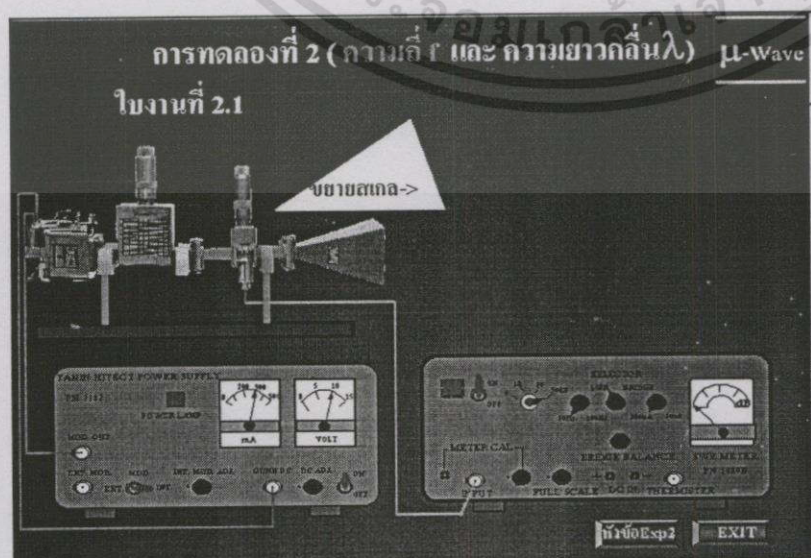
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.2.9.1
ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ และอักษรบรรยาย ประกอบ Animation การต่ออุปกรณ์ทดลอง
เสียงบรรยาย ประกอบ Animation



F2.2.9.2
ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ และอักษรบรรยาย ประกอบ Animation การต่ออุปกรณ์ทดลอง
เสียงบรรยาย ประกอบ Animation



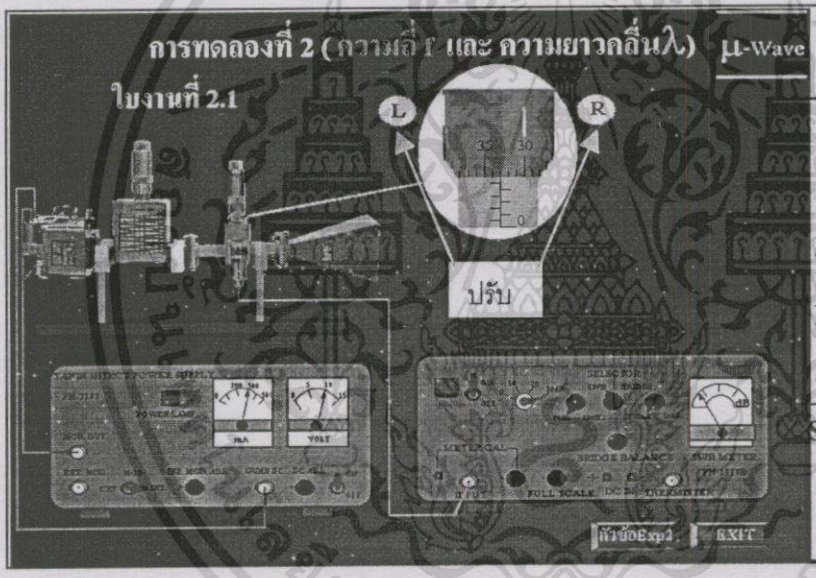
F2.2.9.3
ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ และอักษรบรรยาย ประกอบ Animation การต่ออุปกรณ์ทดลอง
เสียงบรรยาย ประกอบ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F2.2.9.4

ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ ปุ่มคลิกหมุนซ้าย ขวา Freq. Meter เหมือนทดลองจริงบนชุดฝึก

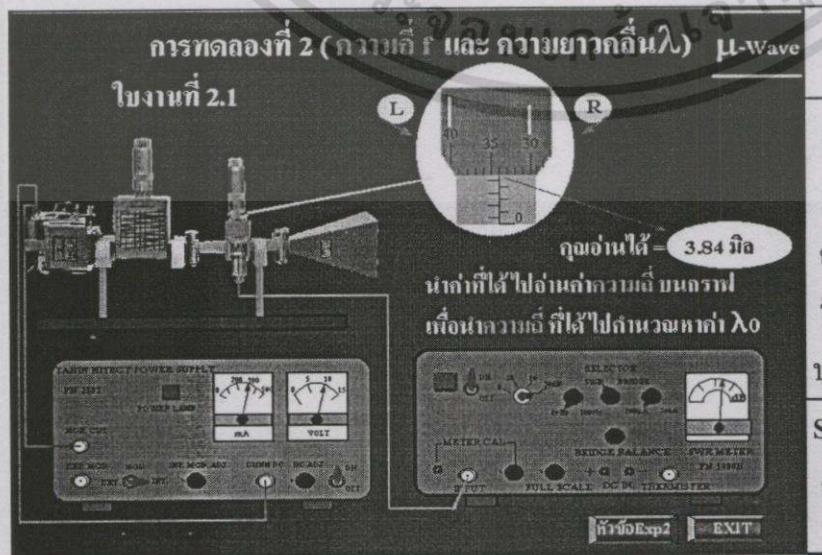
Sound-effectประกอบการ Simulation



F2.2.9.5

ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ คลิกหมุนซ้าย , ขวา Freq. Meter ให้เข็มเปลี่ยนแปลงสูงสุด

Sound-effectประกอบการ Simulation

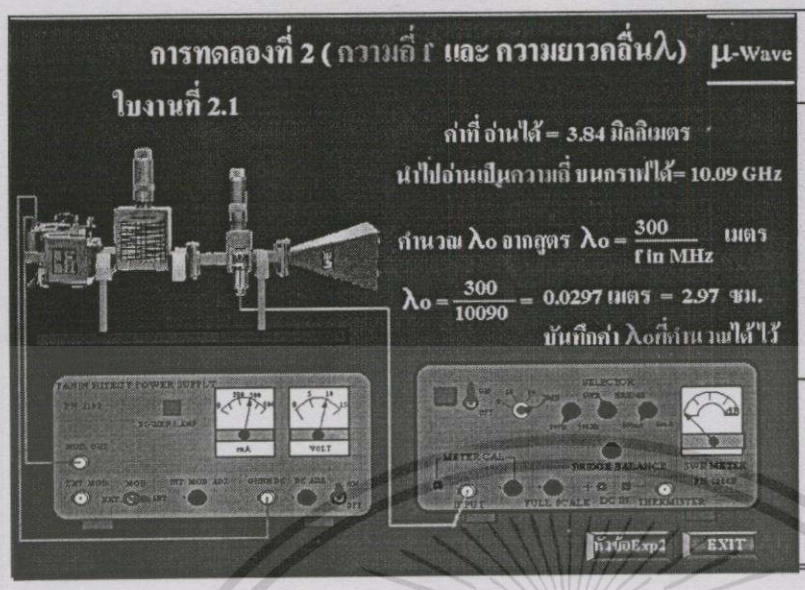


F2.2.9.6

ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ คลิกหมุนซ้าย , ขวา ที่เข็มสูงสุด อักษรบรรยาย การหาλo

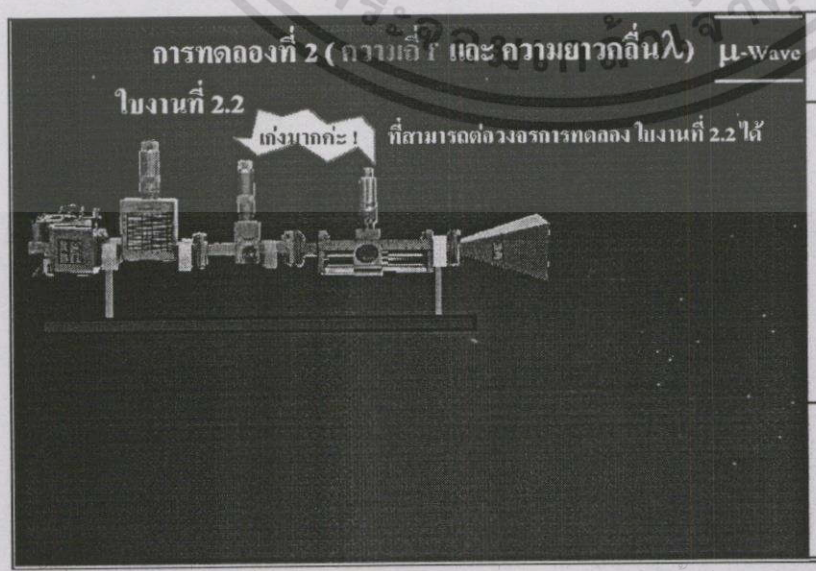
Sound-effectประกอบการ Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



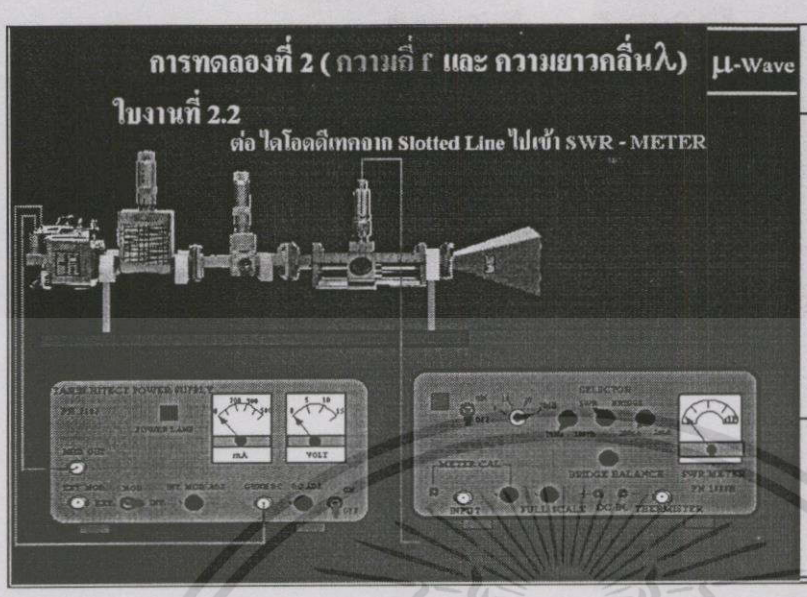
	F2.2.9.7
ใบงานที่ 2.1 (SIM 1) นำเสนอด้วย ภาพ อักษรประกอบคำบรรยายการคำนวณ	
Sound-effectประกอบการ Simulation	

	F2.3.1
ใบงานที่ 2.2 นำเสนอด้วย ภาพจริงและเกมส์การต่อภาพ คลิกInteractive	
Sound-effect ผสม เกมส์ต่อภาพ	



	F2.3.2
ใบงานที่ 2.2 ชมเมื่อต่ออุปกรณ์ถูก นำเสนอด้วย ภาพจริงและอักษรแสดงประกอบ	
เสียงนำหน้าตัวอักษรนำเสนอ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

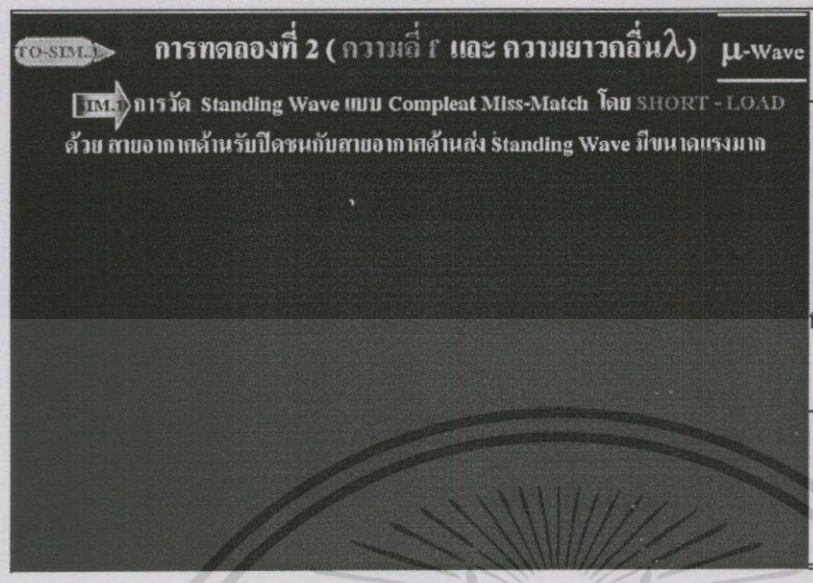


F2.3.3
ใบงานที่ 2.2 นำเสนอด้วย ภาพ Animation คำบรรยายประกอบ การสาธิต การต่ออุปกรณ์
เสียงบรรยายประกอบการ สาธิตต่ออุปกรณ์

F2.3.4
ใบงานที่ 2.2 นำเสนอด้วย ภาพ Animation คำบรรยายประกอบ การสาธิต การต่ออุปกรณ์
เสียงบรรยายประกอบการ สาธิตต่ออุปกรณ์

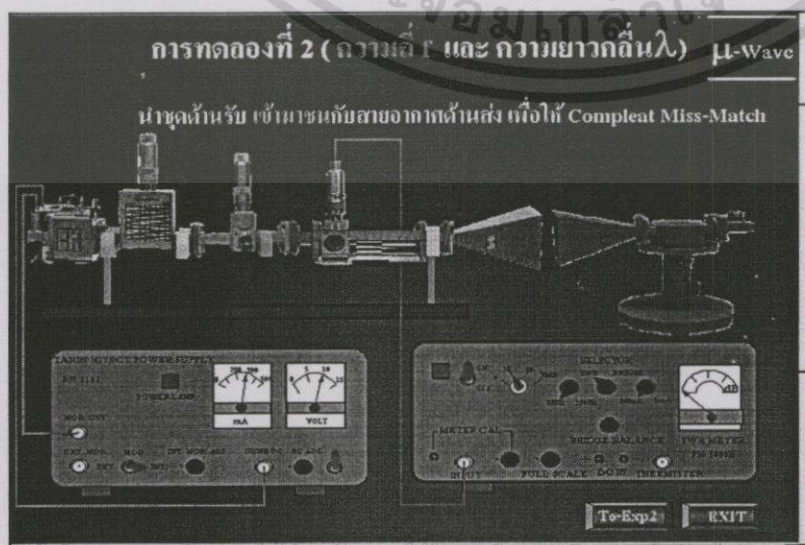
F2.3.5
ใบงานที่ 2.2 นำเสนอด้วย ภาพ Animation คำบรรยายประกอบ การสาธิต การต่ออุปกรณ์
เสียงบรรยายประกอบการ สาธิตต่ออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



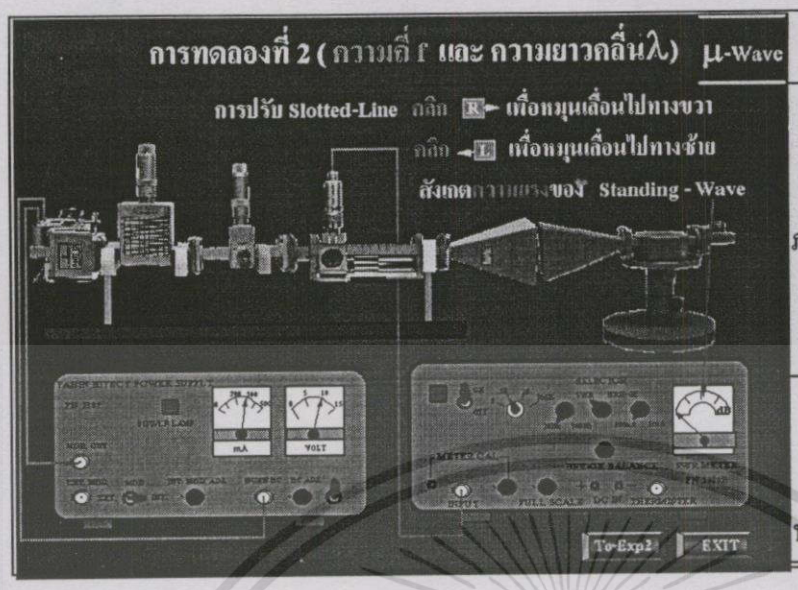
F2.3.6
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย คำบรรยายประกอบ การเตรียมทดลองที่ 1 (SIMULATION 1)
เสียงบรรยายประกอบ การ สาธิตต่ออุปกรณ์

F2.3.6.1
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพกอบคำบรรยาย สาธิตการต่ออุปกรณ์
เสียงบรรยายประกอบ การ สาธิตต่ออุปกรณ์



F2.3.6.2
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพกอบคำบรรยาย สาธิตการต่ออุปกรณ์
เสียงบรรยายประกอบ การ สาธิตต่ออุปกรณ์

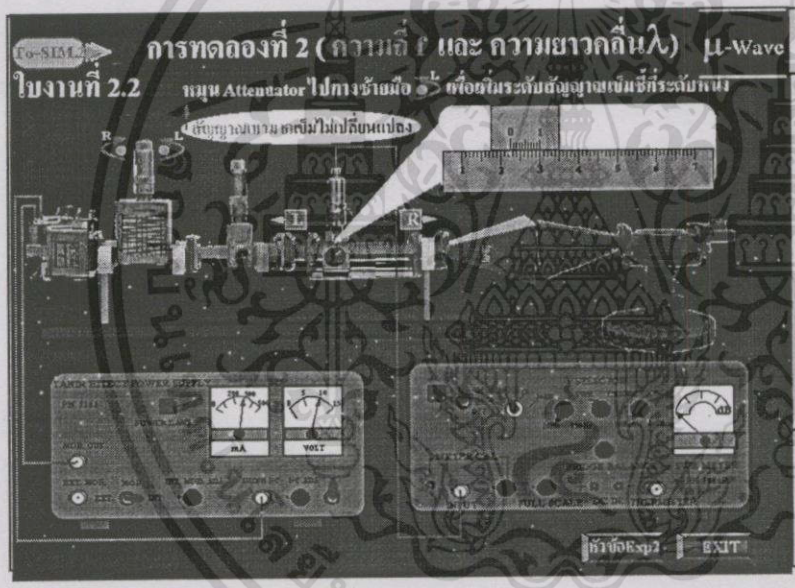
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.6.3

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพประกอบคำบรรยาย
การทดลอง (SIM. 1)
การปรับSlot ซ้าย ขวา

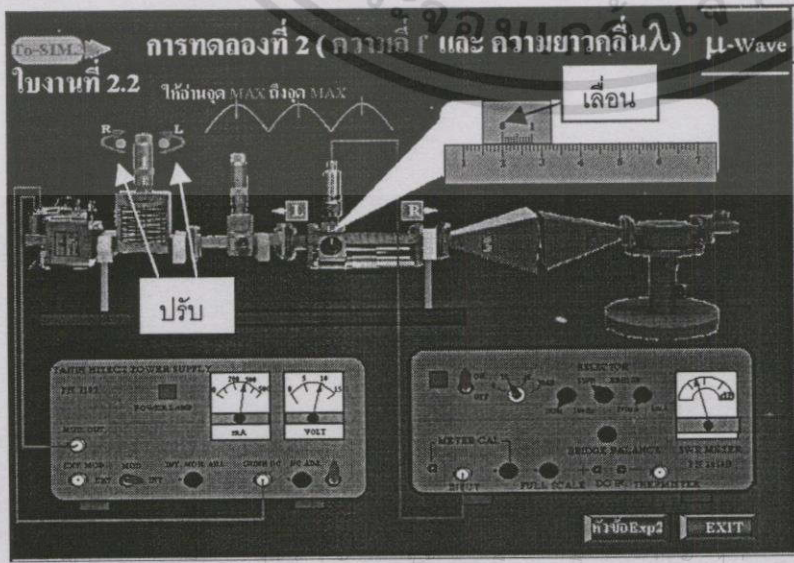
เสียงบรรยาย
ประกอบภาพจุดที่จะ
ปรับหรือหมุนเลื่อนได้



F2.3.6.4

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
โดยสังเกตการเปลี่ยน
แปลงเข็มของมิเตอร์

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

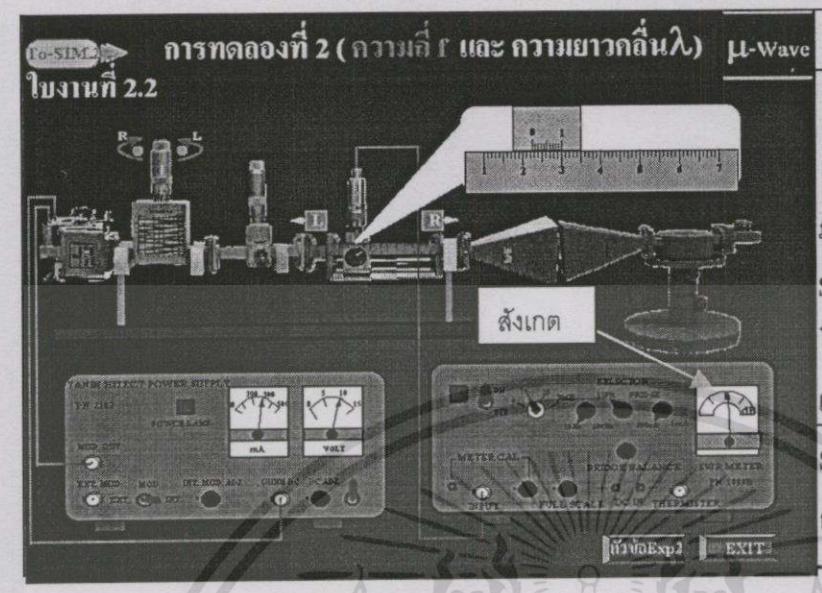


F2.3.6.5

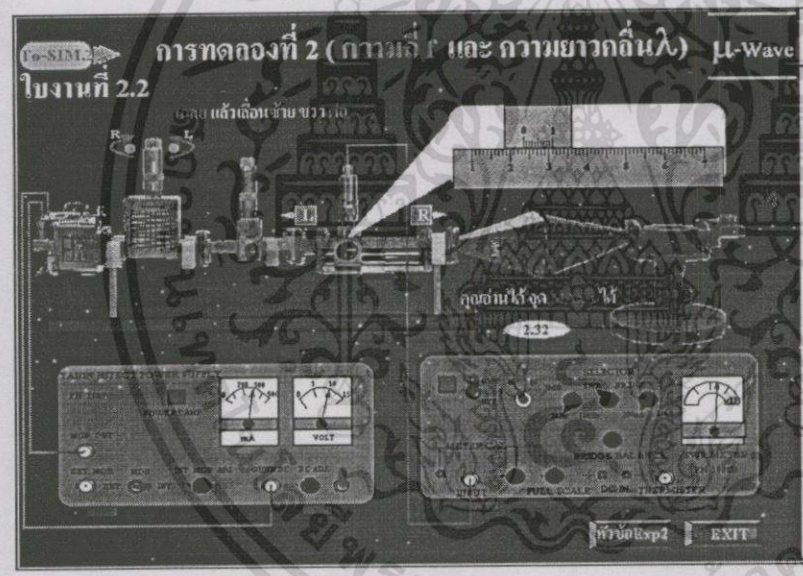
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
โดยสังเกตการเปลี่ยน
แปลงเข็มของมิเตอร์

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

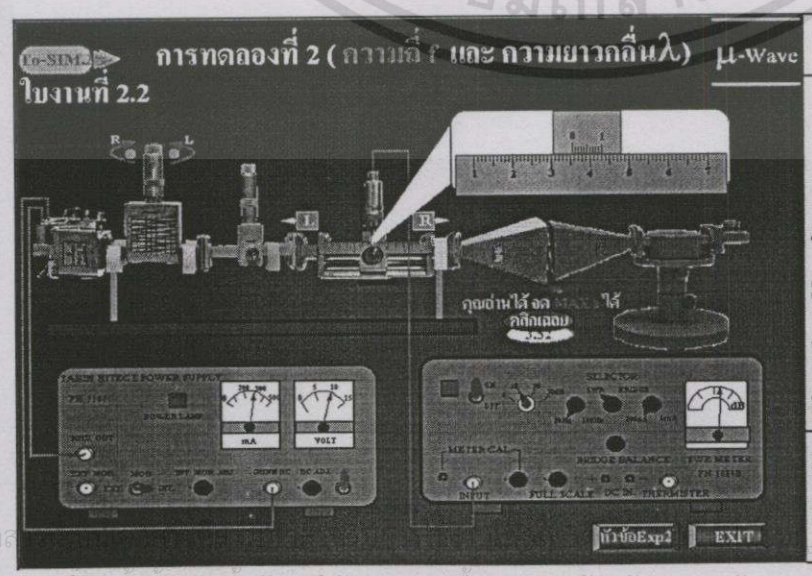
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.6.6
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ จุดคลิกปรับหมุน Slot Line ซ้ายหรือขวา โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงเข็มของมิเตอร์
Sound-effectประกอบการปรับและการหมุน

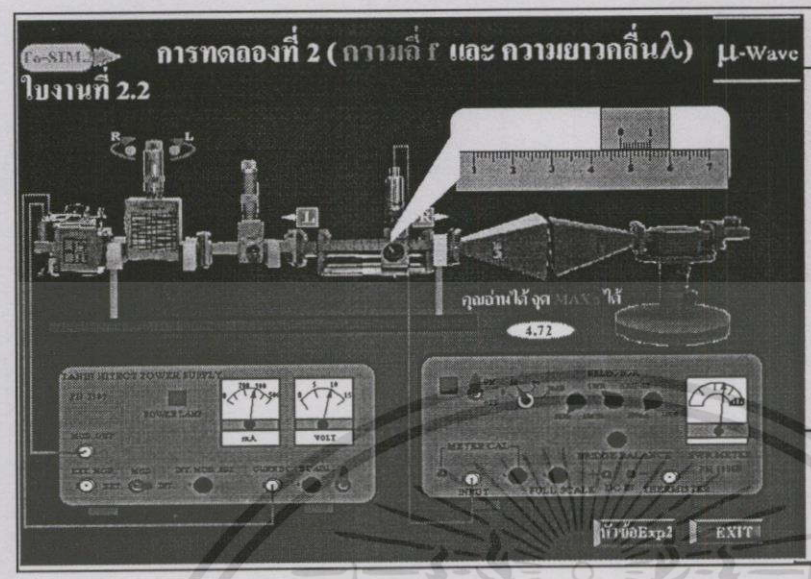


F2.3.6.7
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ จุดคลิกปรับหมุน Slot Line ซ้ายหรือขวา การเปลี่ยนแปลงเข็มมิเตอร์ สูงสุดอ่านระยะ
Sound-effectประกอบการปรับและการหมุน

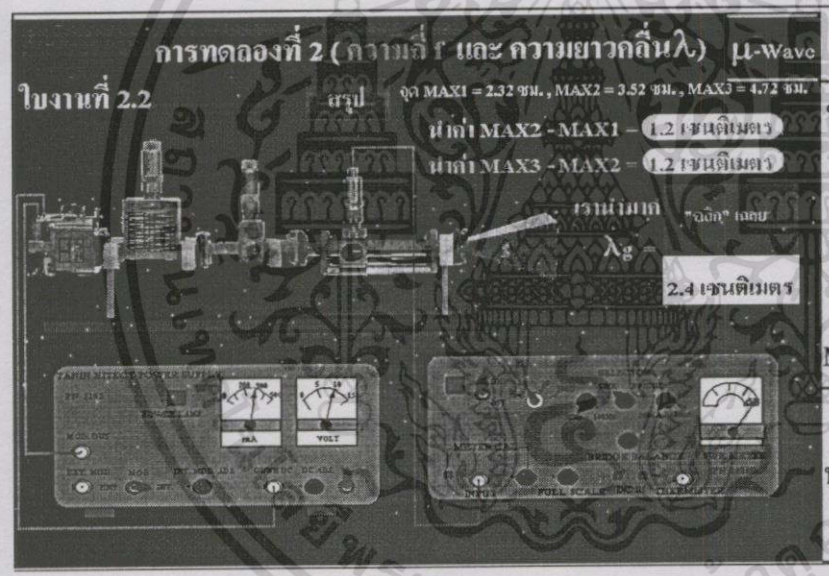


F2.3.6.8
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ จุดคลิกปรับหมุน Slot Line ซ้ายหรือขวา การเปลี่ยนแปลงเข็มมิเตอร์ สูงสุดจุดที่ 2
Sound-effectประกอบการปรับและการหมุน

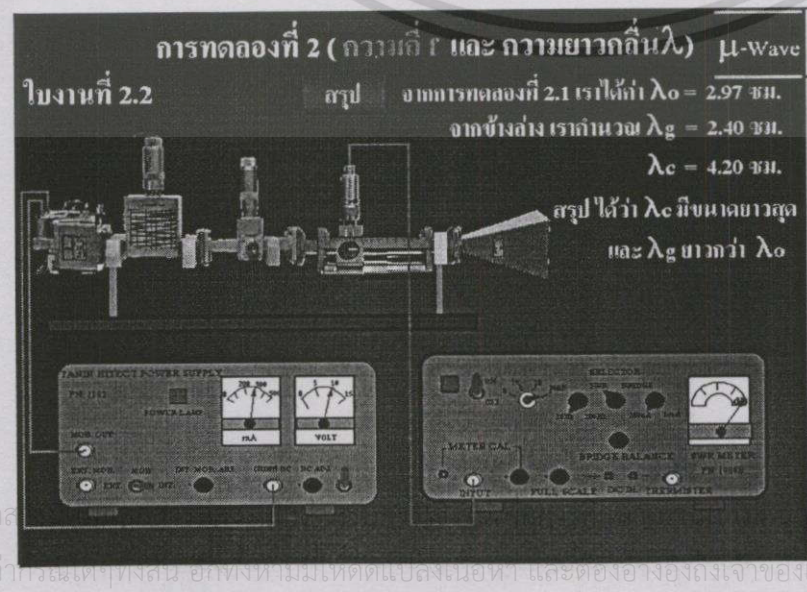
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.6.9
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ จุดคลิกปรับหมุน Slot Line ซ้ายหรือขวา การเปลี่ยนแปลงเข็มมิเตอร์ สูงสุดจุดที่ 3
Sound-effectประกอบการปรับและการหมุน

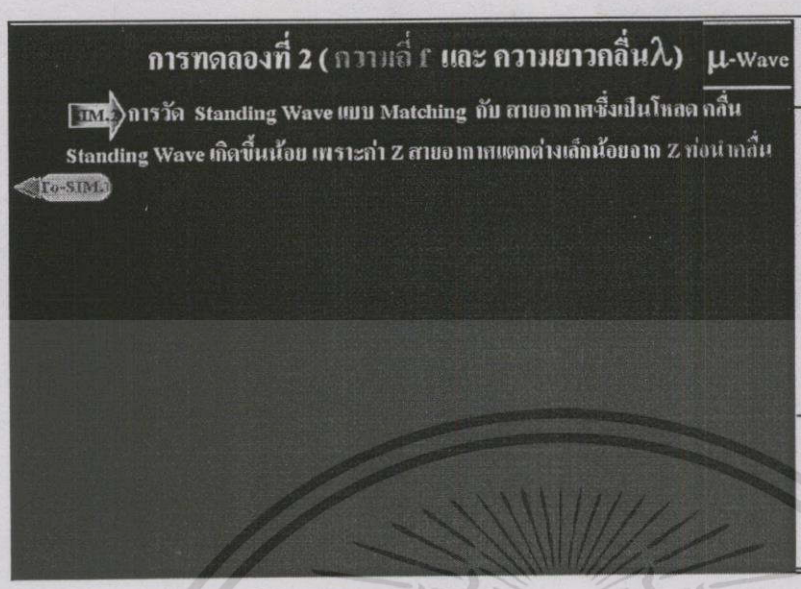


F2.3.6.10
ใบงานที่ 2.2(SIM.2) นำเสนอด้วย คลิกออกไปสู่การทบทวน หาจุด Max2-Max1 Max3-Max2 และλg
Sound-effect ประกอบคลิกเฉลย Animation



F2.3.6.11
ใบงานที่ 2.2(SIM.2) นำเสนอด้วย Word -presentation การหาค่าλo , λg และ λc รวมทั้งสรุป λ ทั้ง 3
เสียงดนตรีนำการบรรยายตัวอักษร

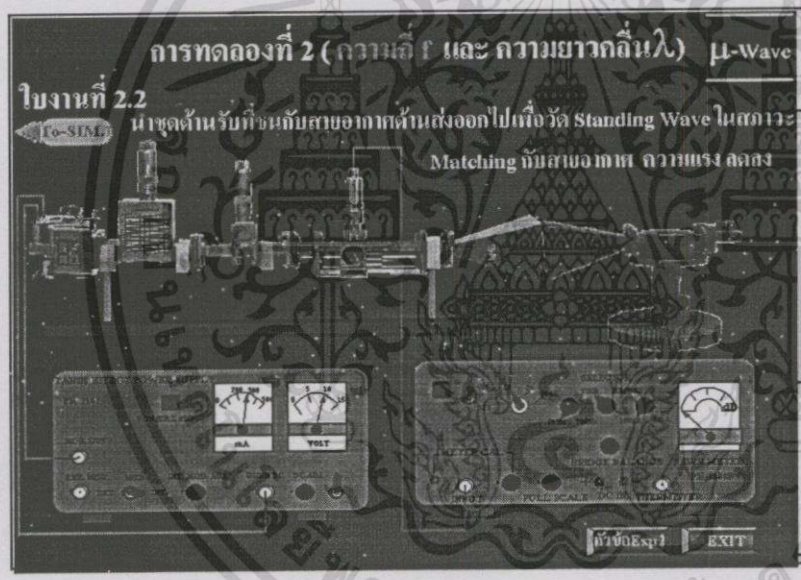
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.7

ใบงานที่ 2.2 (SIM.2) นำเสนอด้วย คำบรรยายประกอบ การเตรียมทดลองที่ 2 (SIMULATION 2)

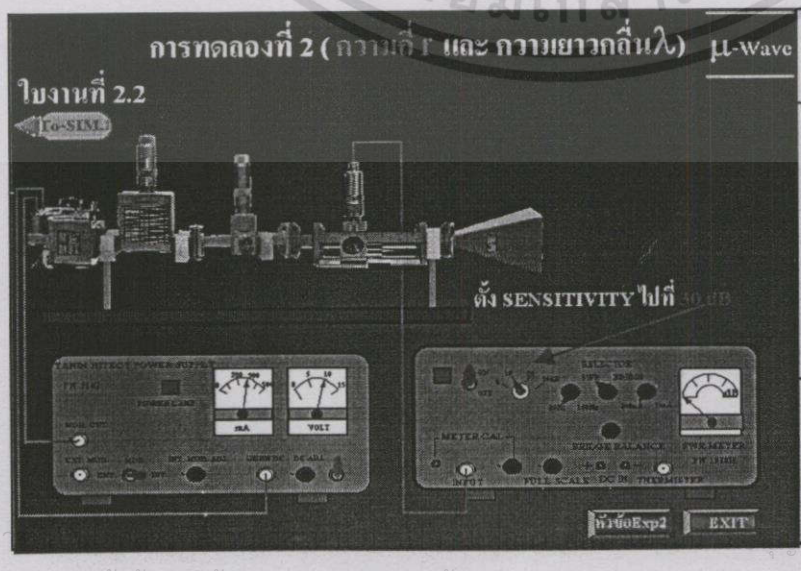
เสียงบรรยายประกอบ ตัวอักษรบรรยาย



F2.3.7.1

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ ตัวอักษรบรรยาย สาธิตการต่ออุปกรณ์

เสียงบรรยายประกอบ การ สาธิตต่ออุปกรณ์

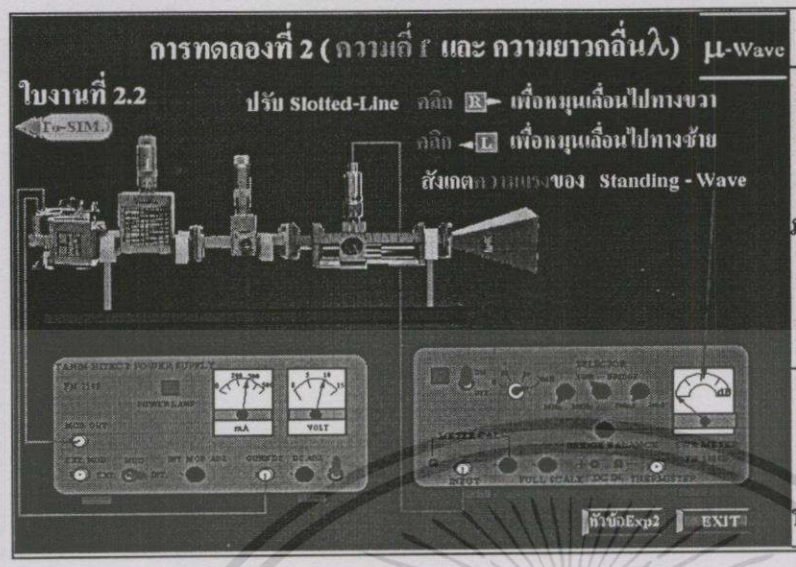


F2.3.7.2

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ ตัวอักษรบรรยาย สาธิตการต่ออุปกรณ์

เสียงบรรยายประกอบ การ สาธิตต่ออุปกรณ์

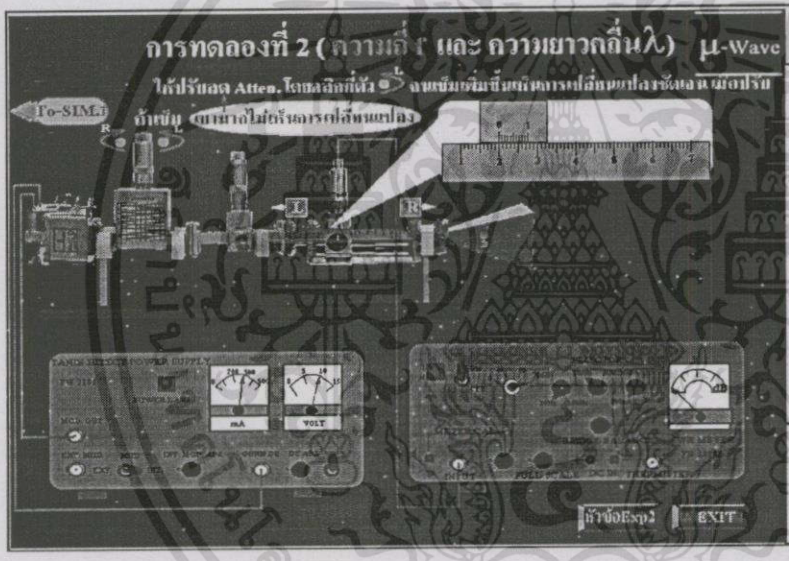
เอกสาร ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.7.3

ใบงานที่ 2.2 (SIM.2)
นำเสนอด้วย
ภาพประกอบคำบรรยาย
การทดลอง (SIM. 2)
การปรับSlot ซ้าย ขวา

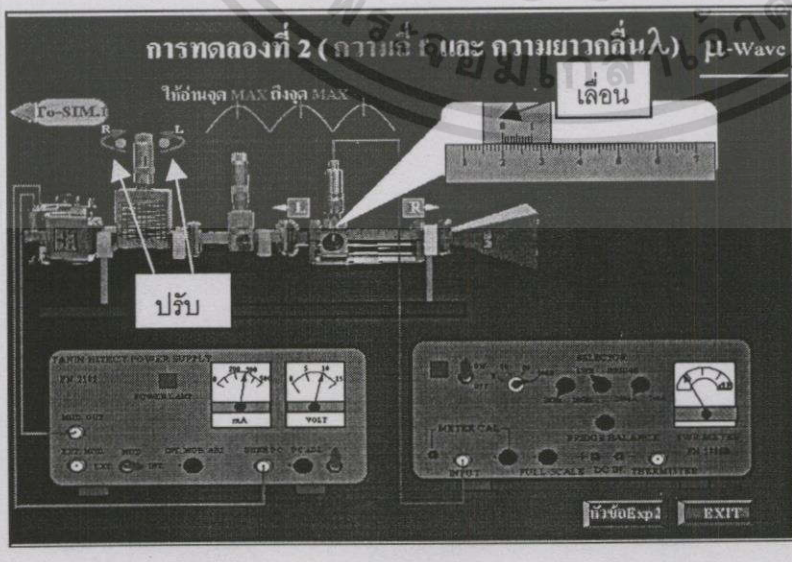
เสียงบรรยาย
ประกอบภาพจุดที่จะ
ปรับหรือหมุนเลื่อนได้



F2.3.7.4

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
โดยสังเกตการเปลี่ยน
แปลงเข็มของมิเตอร์

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

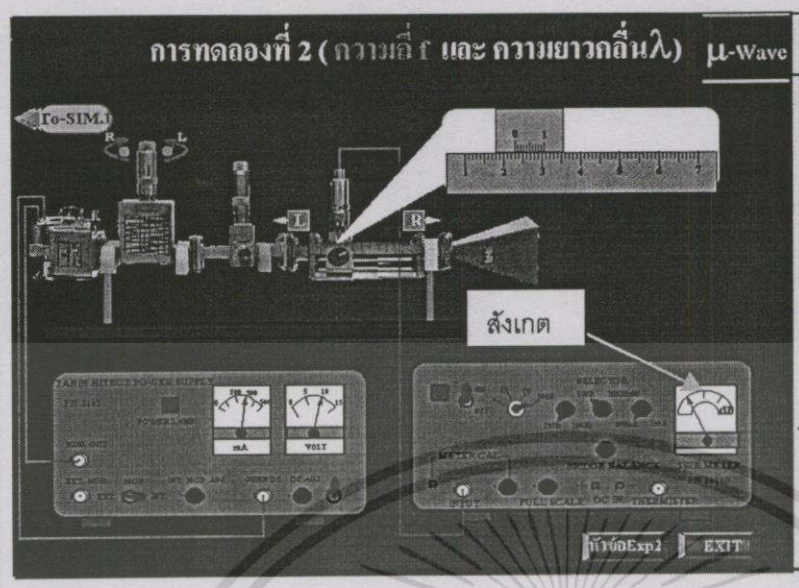


F2.3.7.5

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
โดยสังเกตการเปลี่ยน
แปลงเข็มของมิเตอร์

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

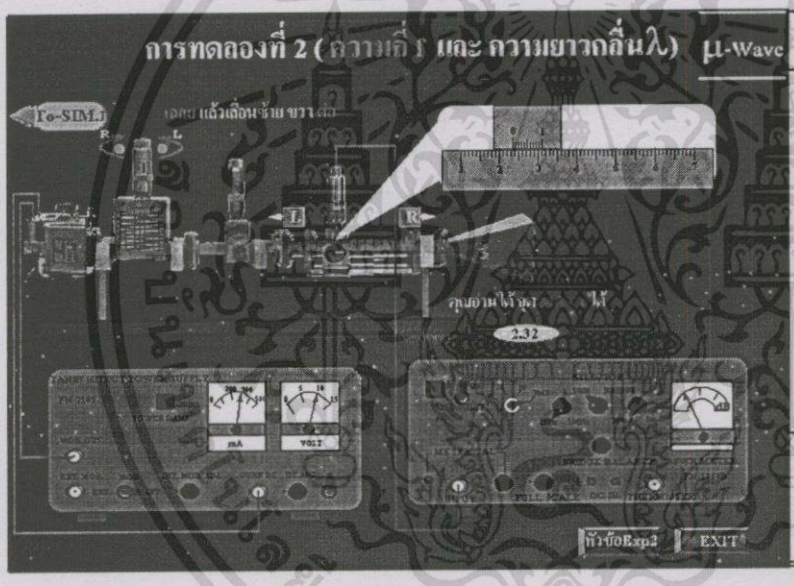
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.7.6

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
โดยสังเกตการเปลี่ยน
แปลงเข็มของมิเตอร์

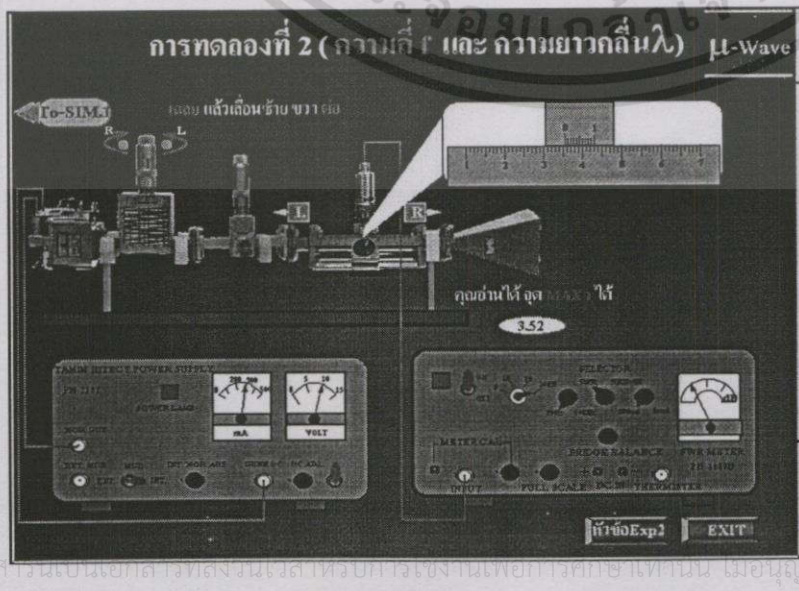
Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน



F2.3.7.7

ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
การเปลี่ยนแปลง เข็ม
มิเตอร์ สูงสุดอ่านระยะ

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

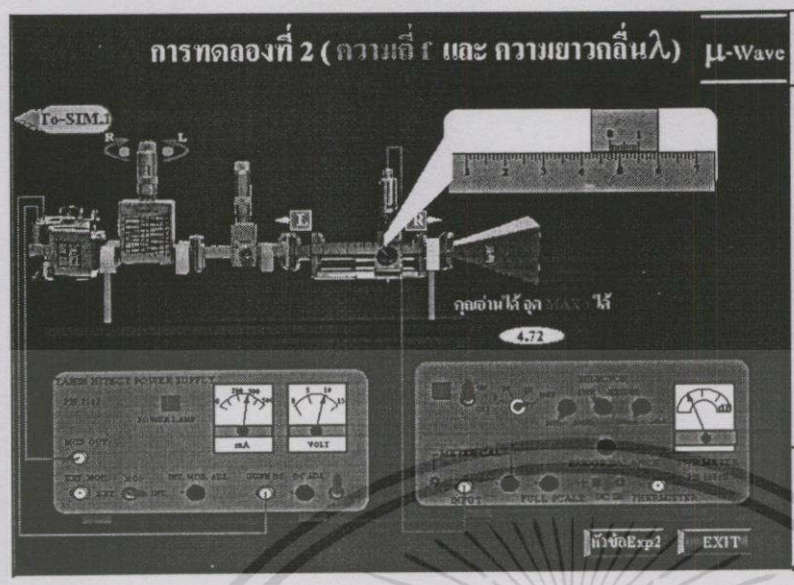


F2.3.7.8

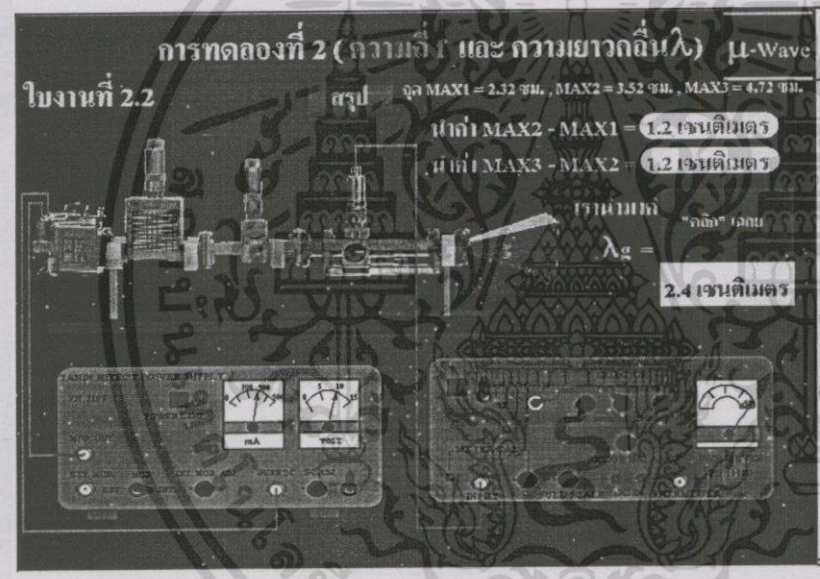
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1)
นำเสนอด้วย
ภาพ จุดคลิกปรับหมุน
Slot Line ซ้ายหรือขวา
การเปลี่ยนแปลงเข็ม
มิเตอร์ สูงสุดจุดที่ 2

Sound-effectประกอบ
การปรับและการหมุน

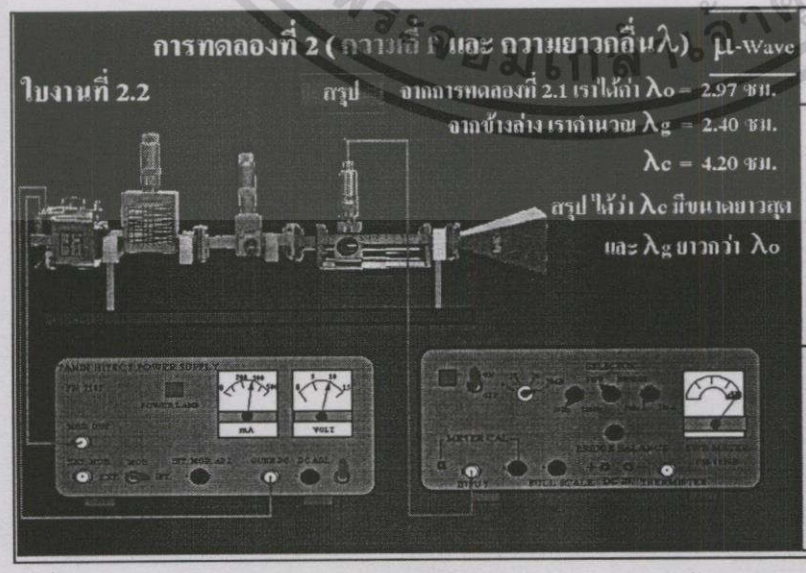
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F2.3.7.9
ใบงานที่ 2.2 (SIM.1) นำเสนอด้วย ภาพ จุดคลิกปรับหมุน Slot Line ซ้ายหรือขวา การเปลี่ยนแปลงเข็มมิเตอร์ สูงสุดจุดที่ 2
Sound-effectประกอบการปรับและการหมุน

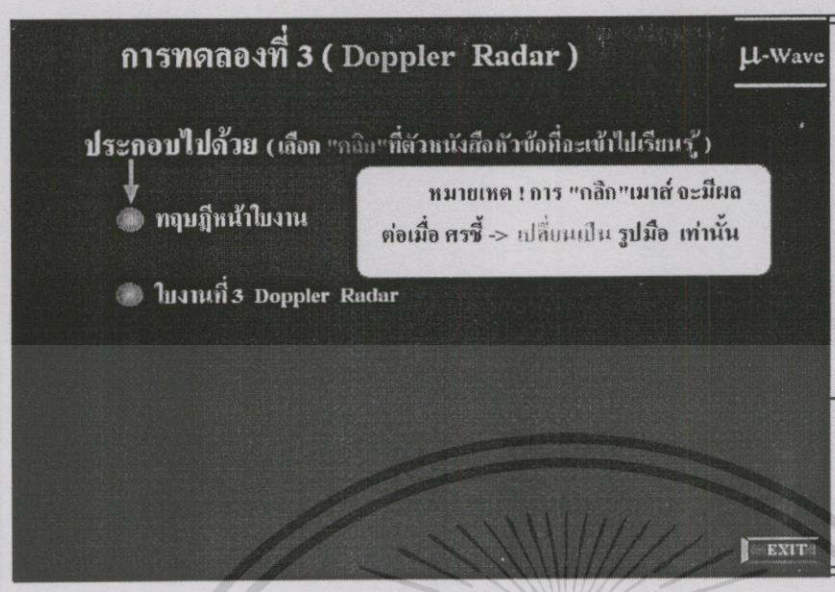


F2.3.7.10
ใบงานที่ 2.2(SIM.2) นำเสนอด้วย คลิกออกไปสู่การทบทวนหาจุด Max2-Max1 Max3-Max2 และλg
Sound-effect ประกอบคลิกเฉลย Animation



F2.3.7.11
ใบงานที่ 2.2(SIM.2) นำเสนอด้วย ตัวอักษรบรรยาย การทบทวนหา λo , λgและλc
เสียงดนตรีนำหน้าตัวอักษรบรรยาย

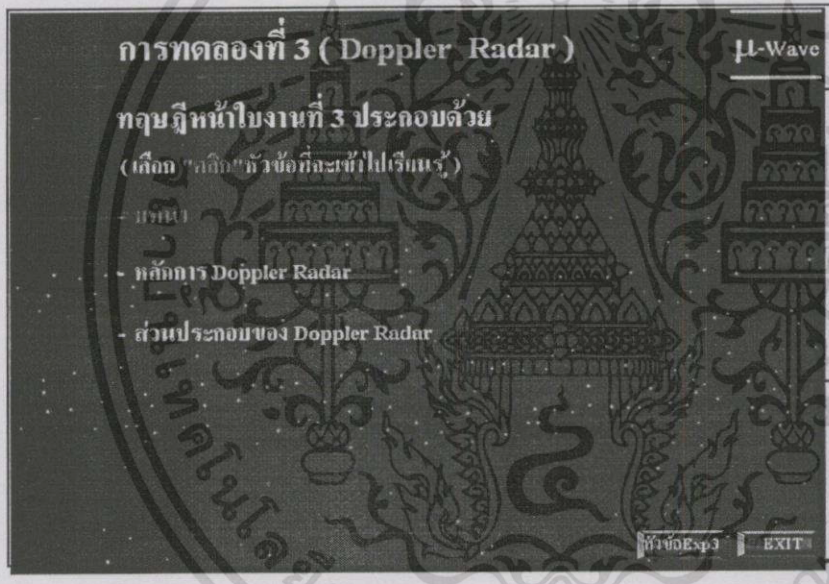
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เข้าสู่ F3

การทดลองที่ 3 มี 2 หัวข้อให้เลือก นำเสนอด้วย Word presentation คลิกเมาส์ Intractive

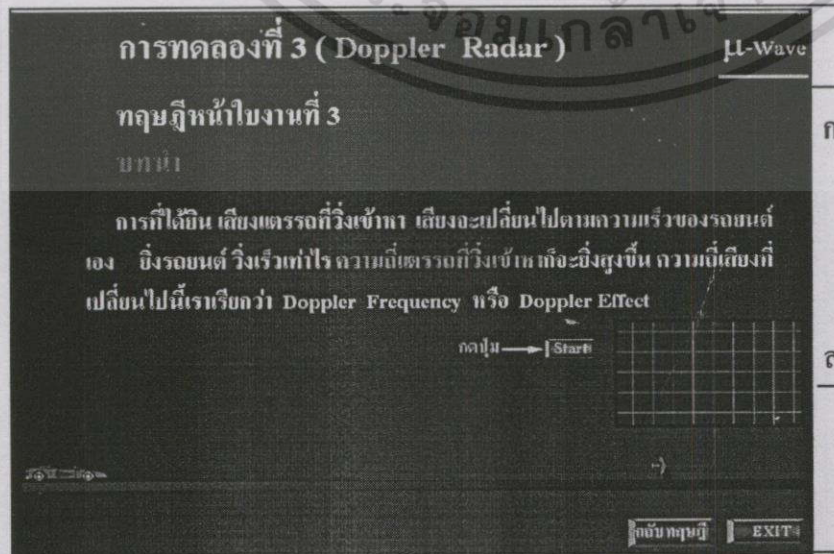
ใช้เสียงชี้นำและเสียงอธิบาย



F3.1

หัวข้อ ทฤษฎีหน้าใบงานที่ 3 นำเสนอด้วย Word คลิกเมาส์ Interactive

เสียงเพลงนำหัวข้อต้นเรื่อง

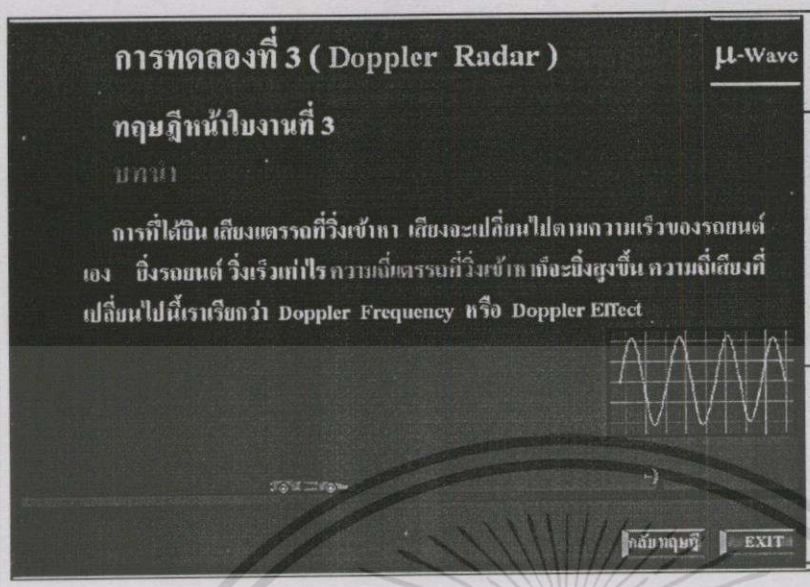


F3.1.1.1

การทดลองที่ 3บทนำ นำเสนอด้วย Word-presentation คลิก Interactiveเพื่อสาธิตภาพAnimation

เสียงดนตรีนำหัวข้อต้นเรื่อง

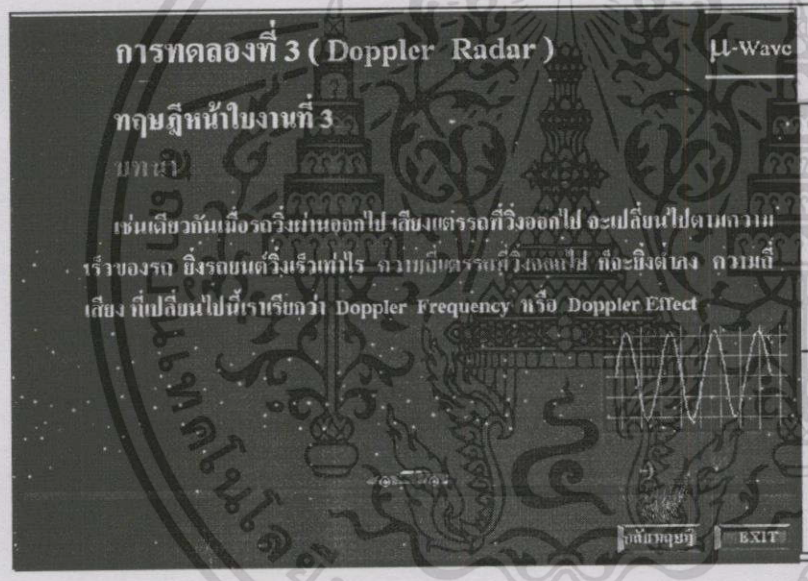
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F3.1.1.2

การทดลองที่ 3บทนำ
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ภาพสาธิตAnimation

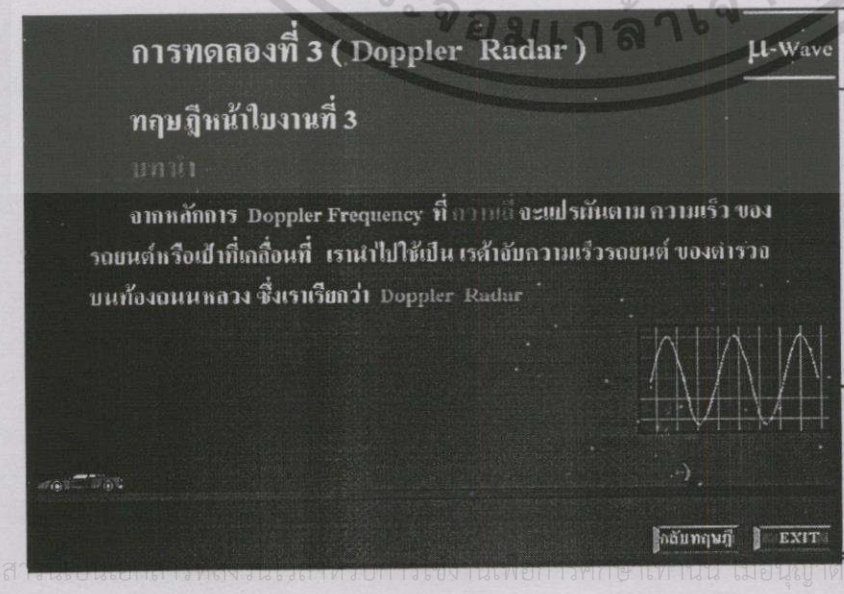
Sound-effect
ประกอบภาพ
Animation



F3.1.1.3

การทดลองที่ 3บทนำ
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ภาพสาธิตAnimation

Sound-effect
ประกอบภาพ
Animation

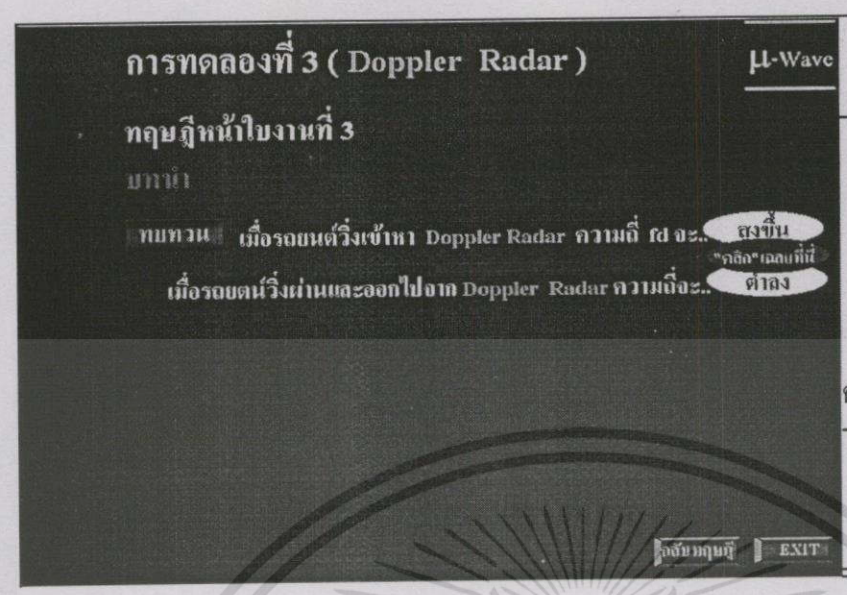


F3.1.1.4

การทดลองที่ 3
บทนำ
นำเสนอด้วย
Word-presentation
ภาพหลังAnimation

เสียงดนตรี
นำหัวข้อต้นเรื่อง

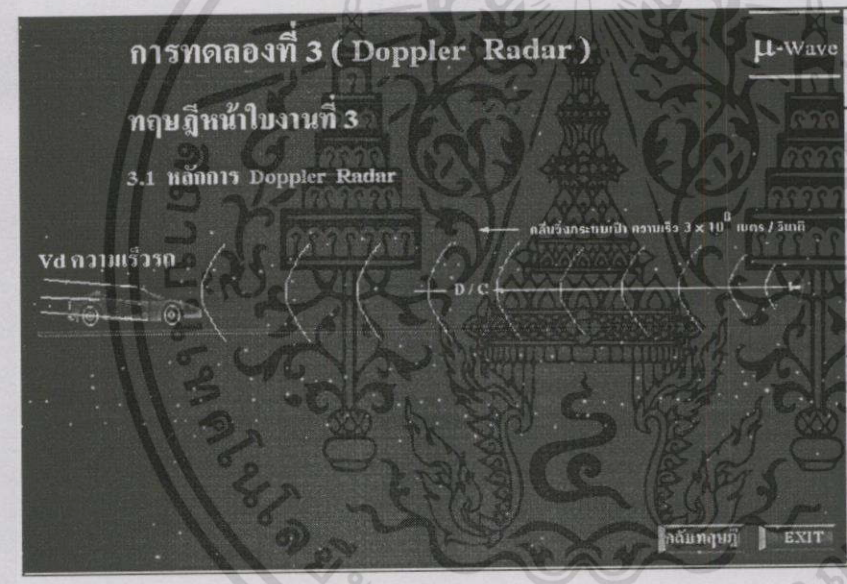
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F3.1.1.5

การทดลองที่ 3
ทบทวนบทนำ
นำเสนอด้วย
Word-presentation
คลิกAnimationเฉลย

Sound-effect
ประกอบภาพ



F3.1.1.6

3.1 หลักการ
Dopler-Radar
นำเสนอด้วย
ภาพ Animation

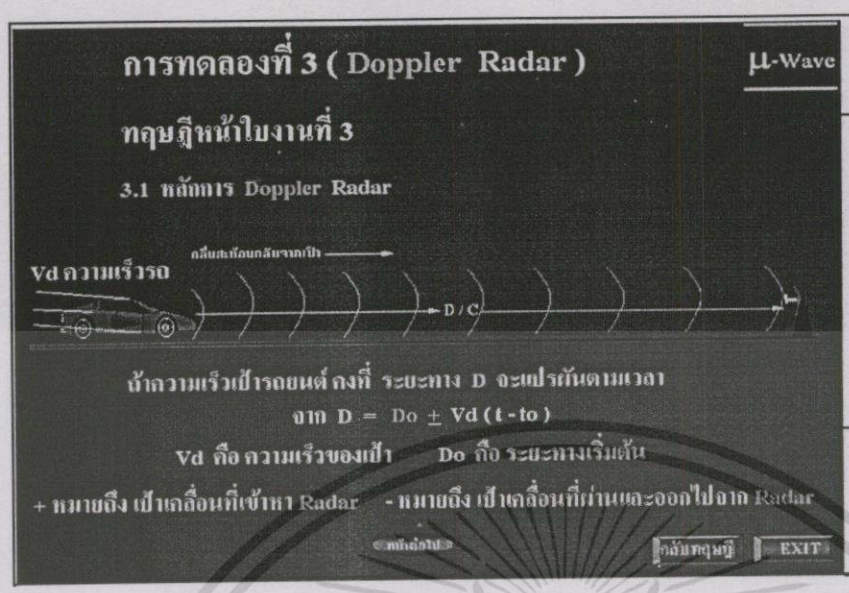
Sound-effect
ประกอบภาพ
Animation

F3.1.1.7

3.1 หลักการ
Dopler-Radar
นำเสนอด้วย ภาพ
Animation และ
Word-presentation

Sound-effect
ประกอบAnimation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F3.1.1.8

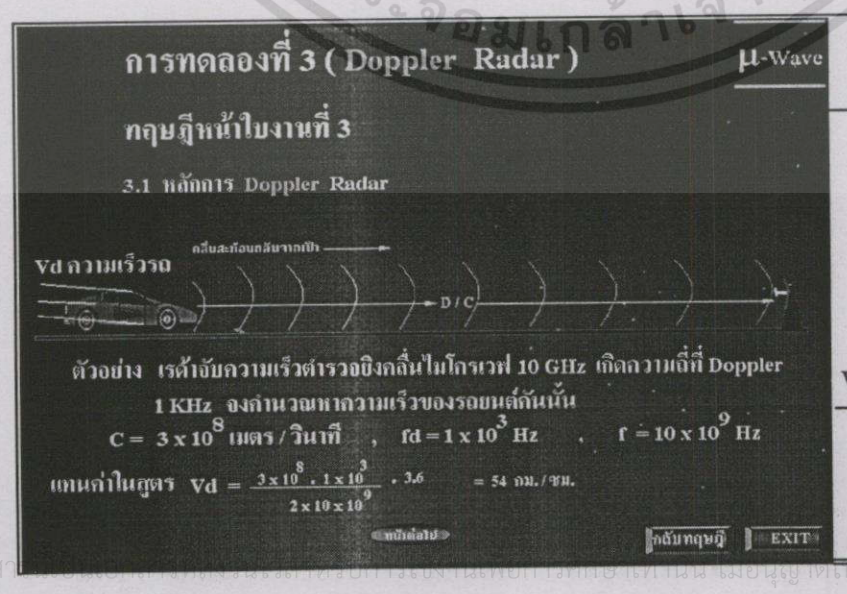
3.1 หลักการ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ และ Word-presentation

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย

F3.1.1.9

3.1 หลักการ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ และ Word-presentation

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย

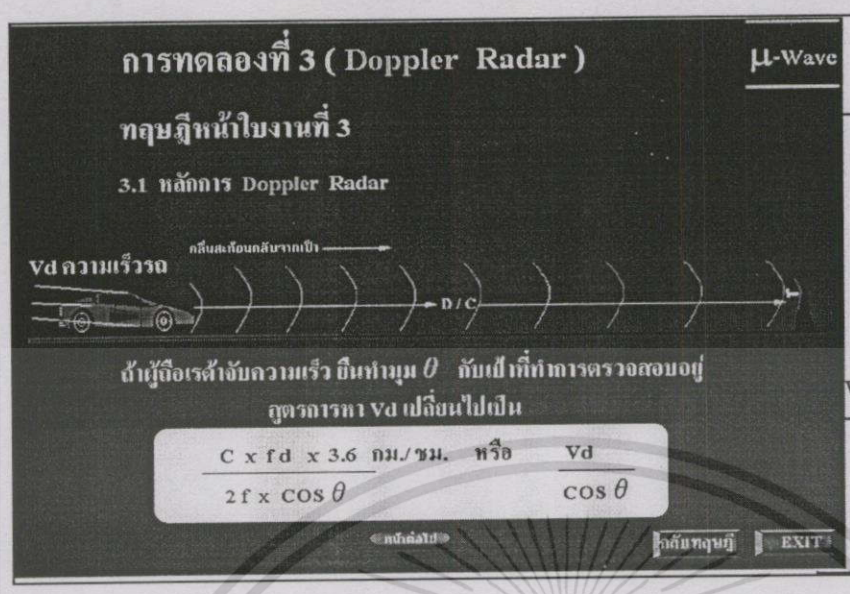


F3.1.1.10

3.1 หลักการ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ และ Word-presentation

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



F3.1.1.11

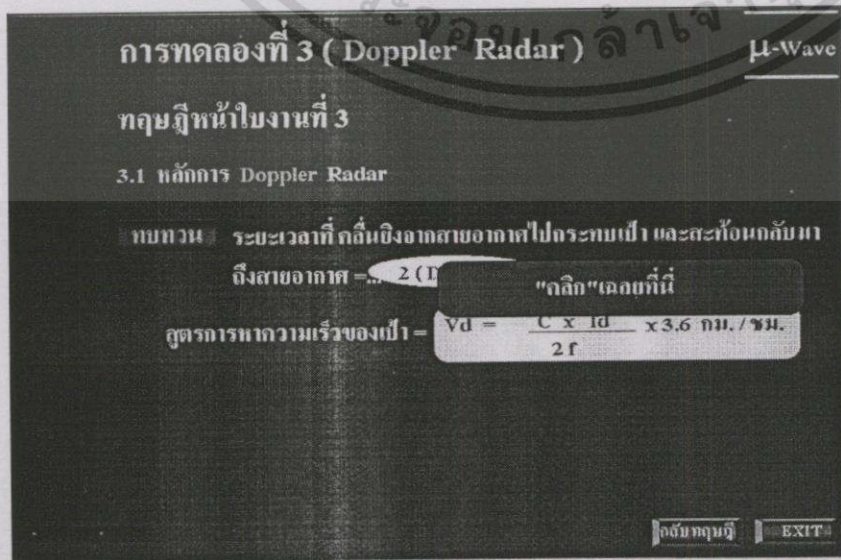
3.1 หลักการ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ และ Word-presentation

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย

F3.1.1.12

3.1 หลักการ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ และ Word-presentation

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย



F3.1.1.13

ทบทวน 3.1 นำเสนอด้วย Word-presentation และคลิกAnimation เพื่อเฉลยคำตอบ

เสียงคนตรีนำ อักษรบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F3.1.2.1

3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ & ลูกศรAnimation & Word-presentation

Sound-effect ผสม ลูกศรAnimation

F3.1.2.2

3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ & ลูกศรAnimation & Word-presentation

Sound-effect ผสม ลูกศรAnimation

F3.1.2.3

3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ & ลูกศรAnimation & Word-presentation

Sound-effect ผสม ลูกศรAnimation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F3.1.2.4

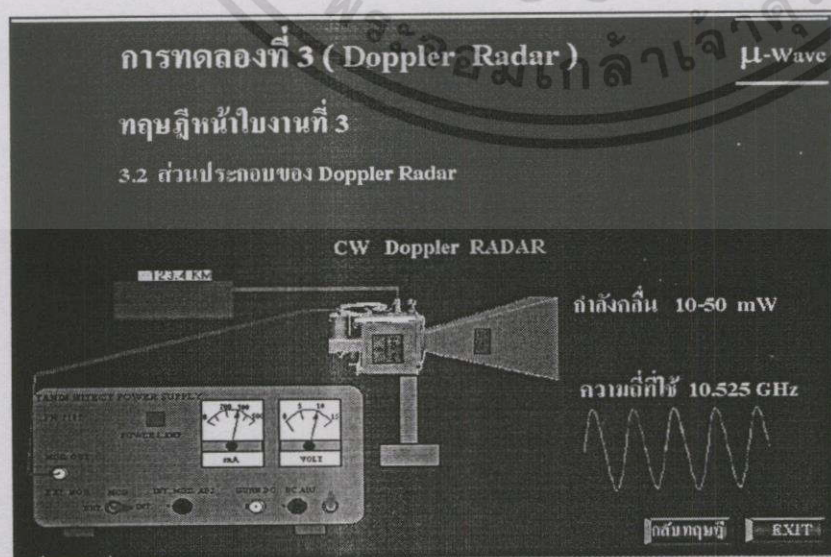
3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ & ลูกศรAnimation & Word-presentation

Sound-effect ผสม ลูกศรAnimation

F3.1.3.1

3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย Word-presentation ภาพเสหมือน & จริง

เสียงดนตรีนำภาพนำเสนอ



F3.1.3.2

3.2 ส่วนประกอบ Dopler-Radar นำเสนอด้วย ภาพ Animation & ภาพ นิ่งประกอบอธิบาย

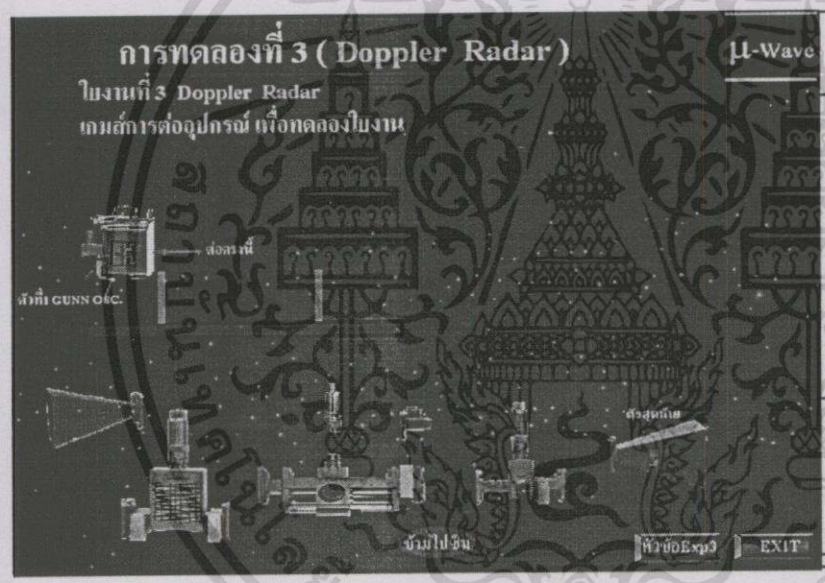
Sound-effect ผสม ภาพ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F3.1.3.3

ทบทวย 3.2 นำเสนอด้วย ภาพและ Word-presentation คลิก Animationเพื่อเฉลย

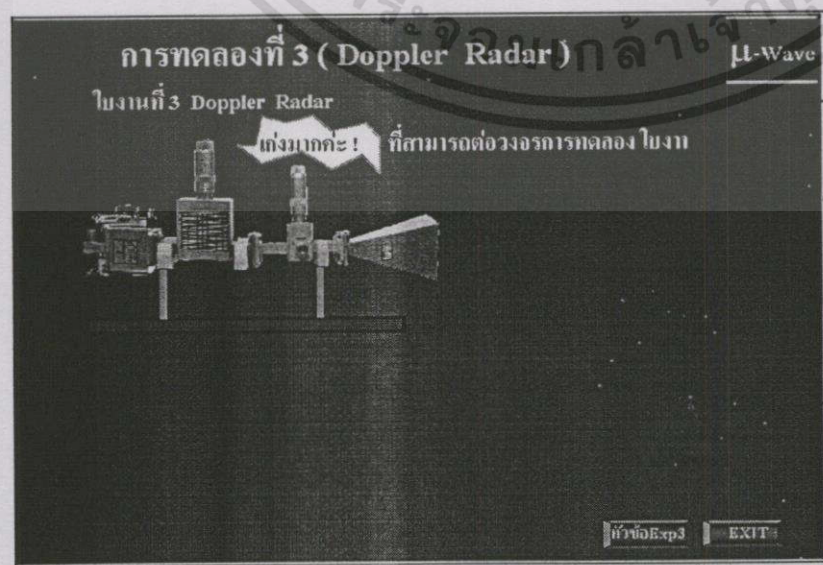
Sound-effect ผสม Animation เฉลย



F3.2.1

ใบงานที่ 3 นำเสนอด้วย ภาพจริงและเกมส์การต่อภาพ คลิกInteractive

Sound-effect ผสม เกมส์ต่อภาพ

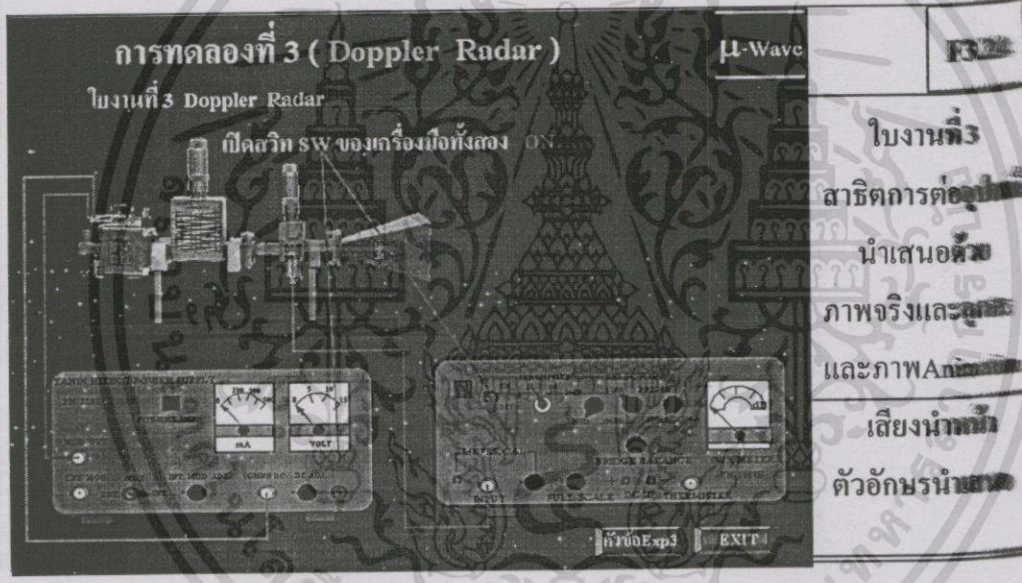


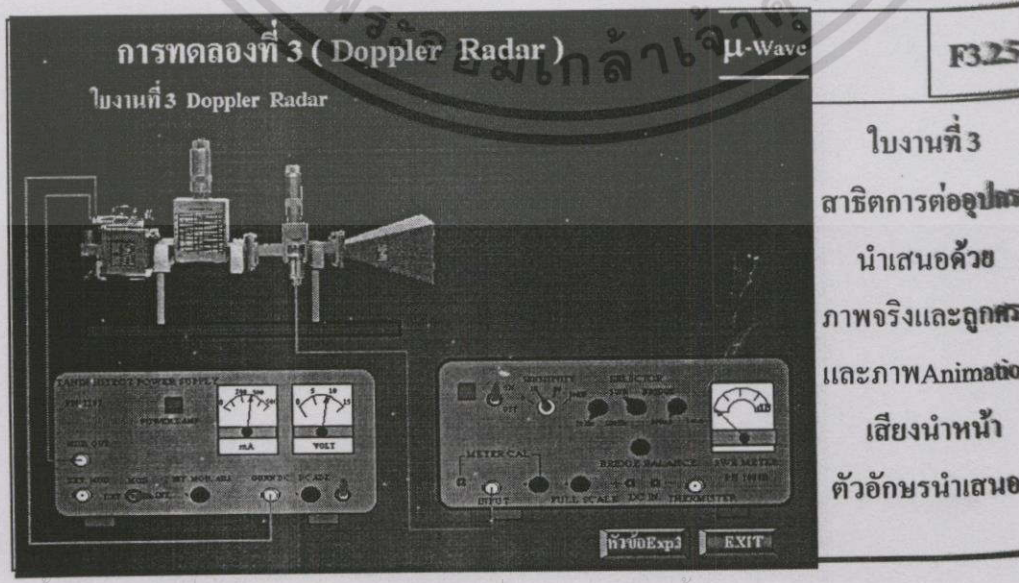
F3.2.2

ใบงานที่ 3 ชมเมื่อต่ออุปกรณ์ถูก นำเสนอด้วย ภาพจริงและอักษร แสดงประกอบ

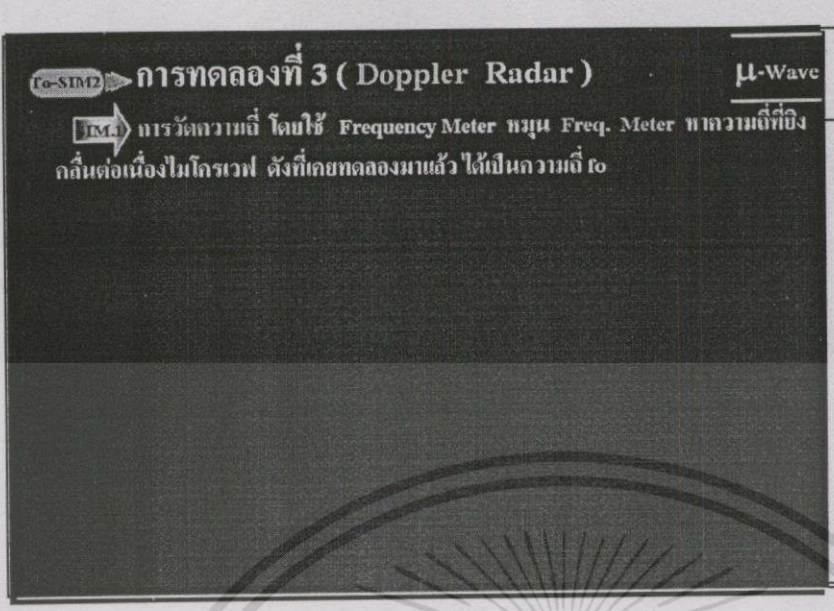
เสียงนำหน้า ตัวอักษรนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



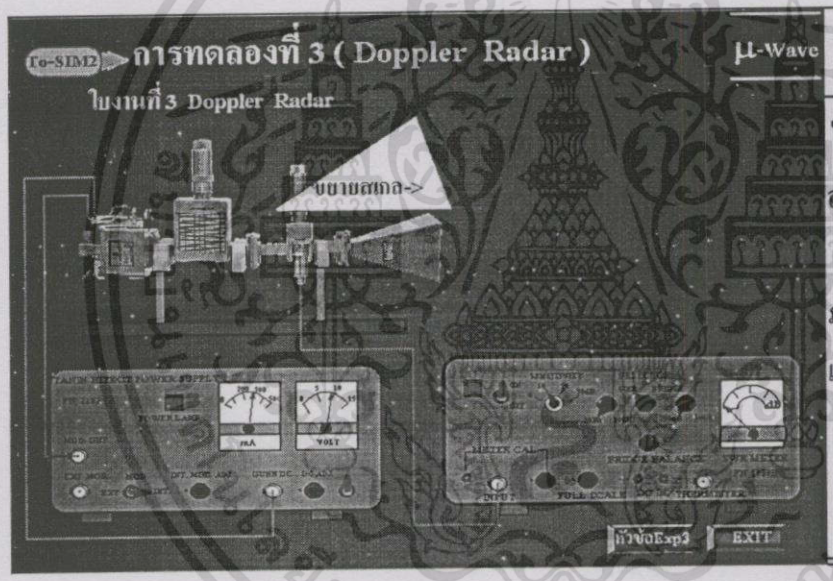


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



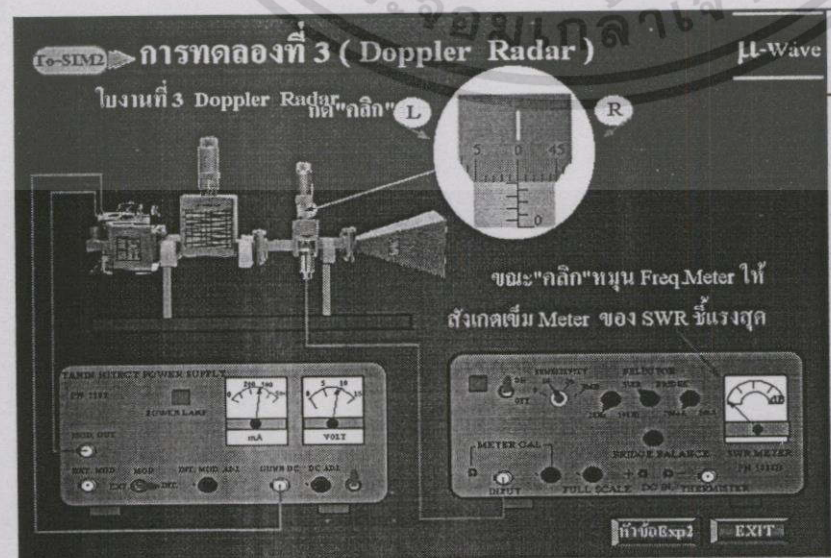
F3.2.6

ใบงานที่ 3 (SIM.1) นำเสนอด้วย อักษรบรรยายการทดลอง SIM. 1 เสียงบรรยายการทดลอง แบบจำลองสถานะการณ์



F3.2.6.1

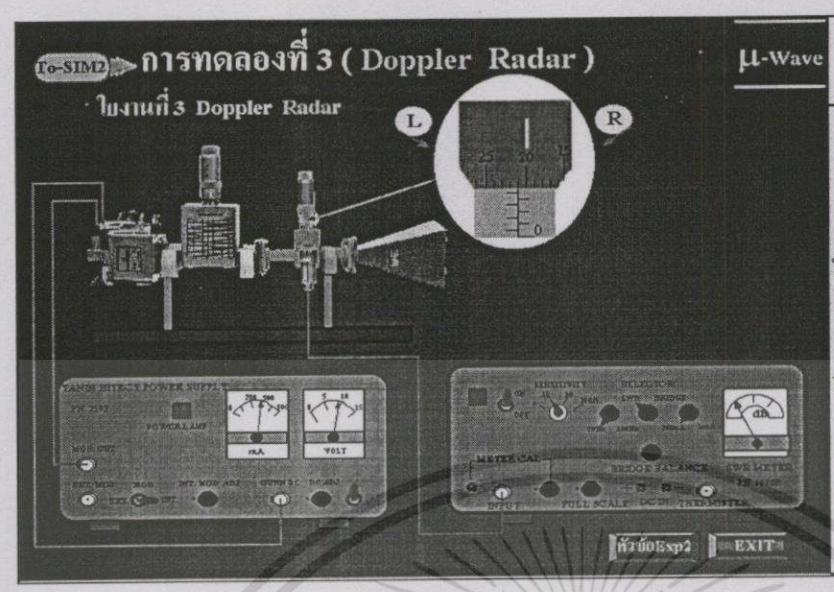
ใบงานที่ 3 (SIM.1) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation เสียงบรรยายผสมตัวอักษรนำเสนอ



F3.2.6.2

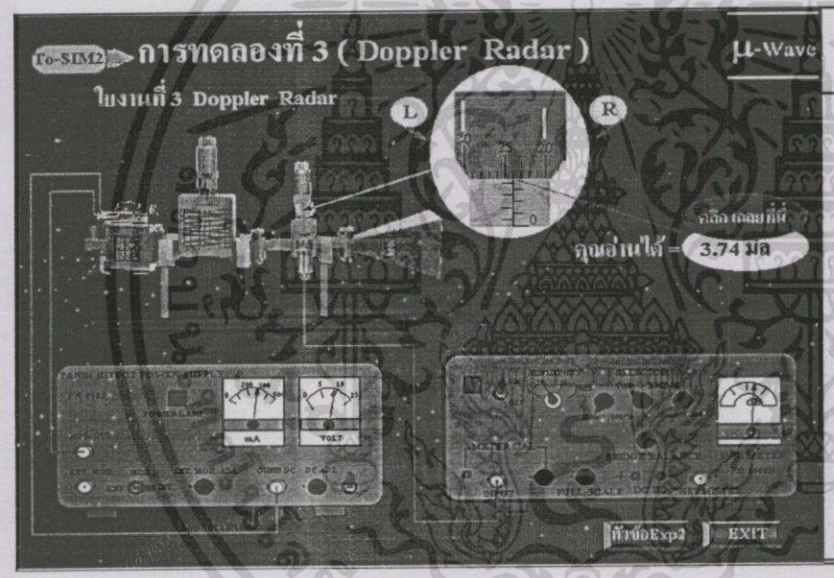
(SIMULATION.1) การวัดความถี่ fo นำเสนอด้วยภาพจริง ปุ่มคลิกหมุนซ้าย และขวา ซึ่งเสหมือนปรับจริงๆบนชุดฝึก Sound-effectผสม การ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



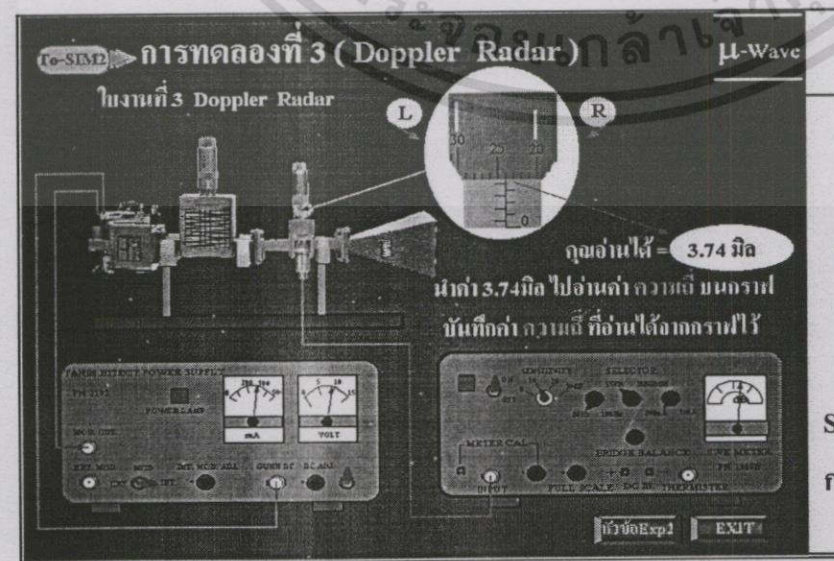
F3.2.6.3

(SIMULATION.1)
การวัดความถี่ fo
นำเสนอด้วยภาพจริง
คลิกหมุนซ้าย ขวา
สังเกตเข็มสู่แรงสุด
Sound-effectผสม
การคลิก Animation



F3.2.6.4

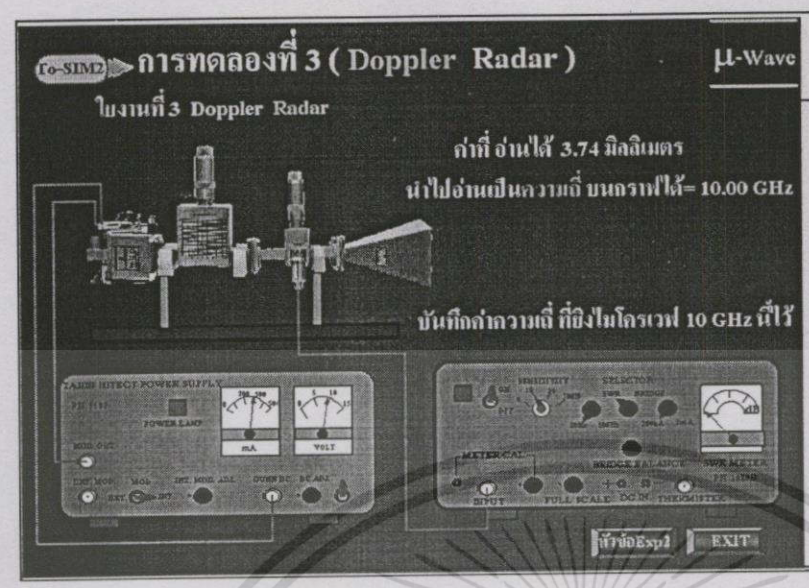
(SIMULATION.1)
การวัดความถี่ fo
นำเสนอด้วยภาพจริง
คลิกจน เข็มแรงสุด
อ่านค่า คลิกเฉลย!
Sound-effectผสม
การคลิก &คลิกเฉลย



F3.2.6.5

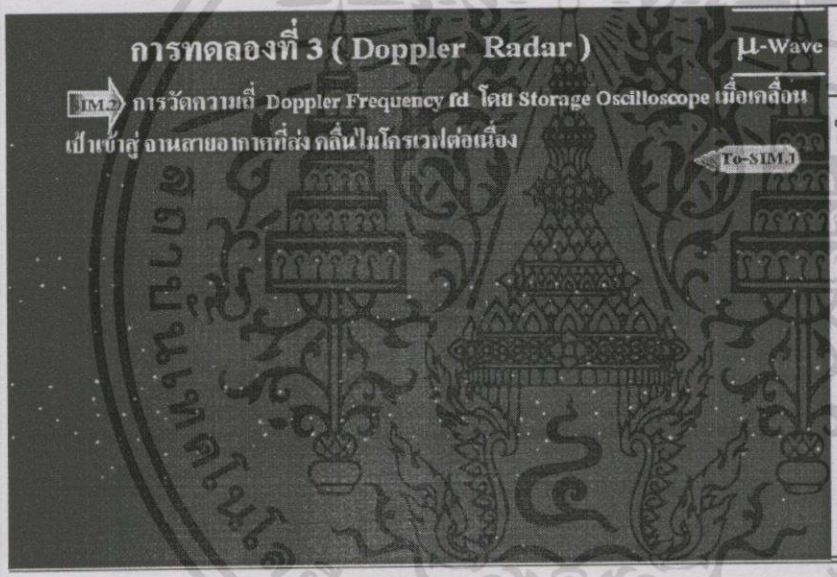
(SIMULATION.1)
การวัดความถี่ fo
นำเสนอด้วยภาพจริง
ตัวอักษร นำค่าไปหา
ค่าความถี่จากกราฟ
Sound-effectผสมการ
การคลิกAnimation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



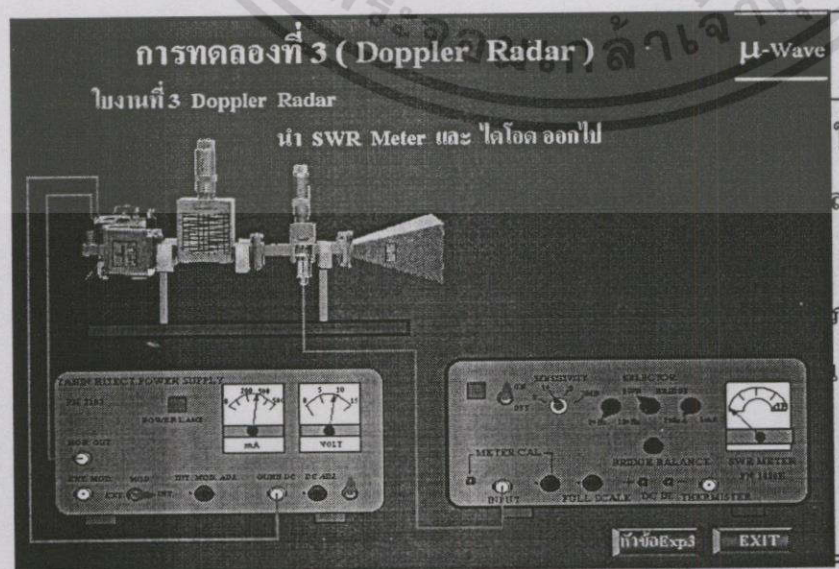
F3.2.6.6

(SIMULATION.1) การวัดความถี่ fo นำเสนอด้วยภาพจริง ตัวอักษรแสดงค่าความถี่ที่อ่านได้ บันทึกไว้ Sound-effectผสมการการคลิกAnimation



F3.2.7

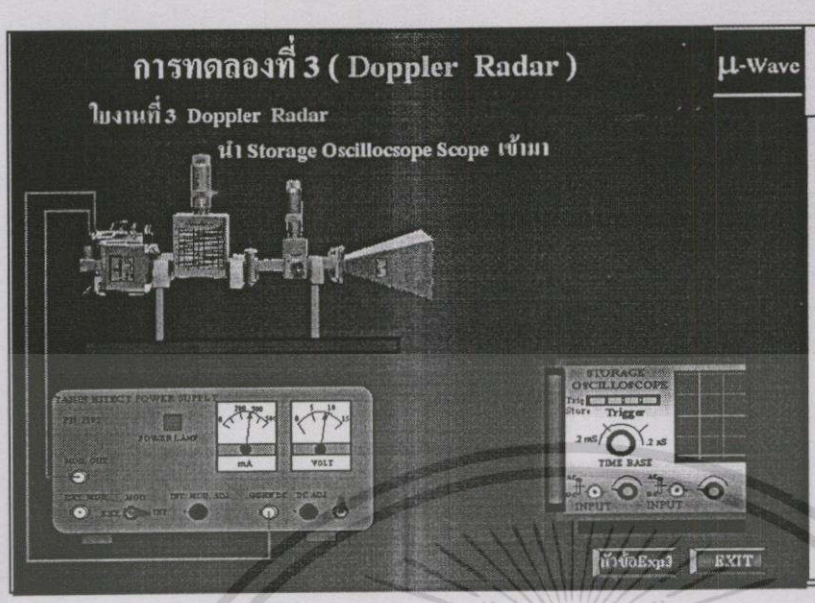
ใบงานที่ 3 (SIM.2) นำเสนอด้วยอักษรบรรยายการทดลอง SIM. 2 เสียงบรรยายการทดลอง แบบจำลองสถานะการณ์



F3.2.7.1

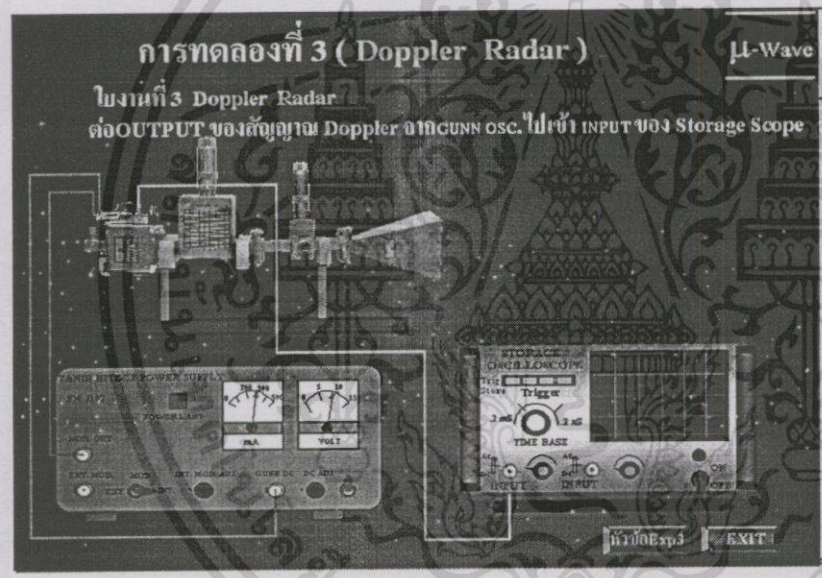
ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วยภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation เสียงบรรยายผสมตัวอักษรนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



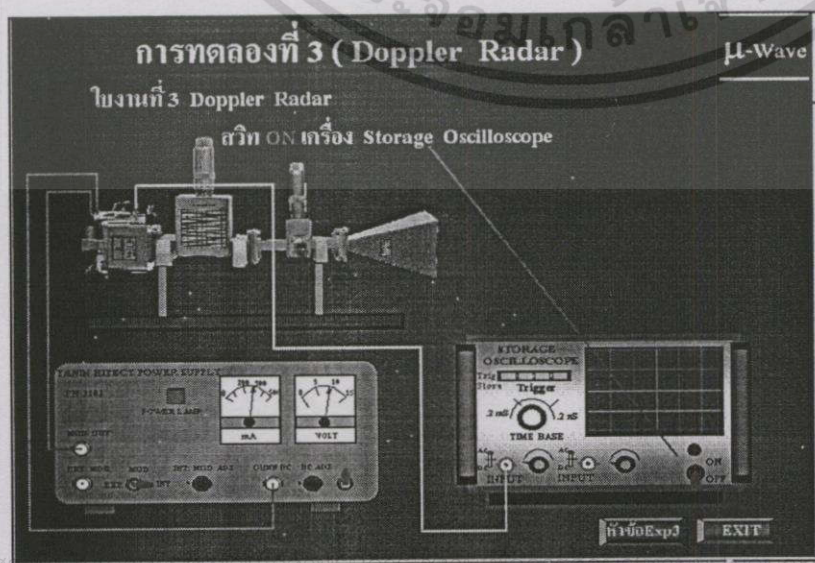
F3.2.7.2

ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation เสียงบรรยายผสม ตัวอักษรนำเสนอ



F3.2.7.3

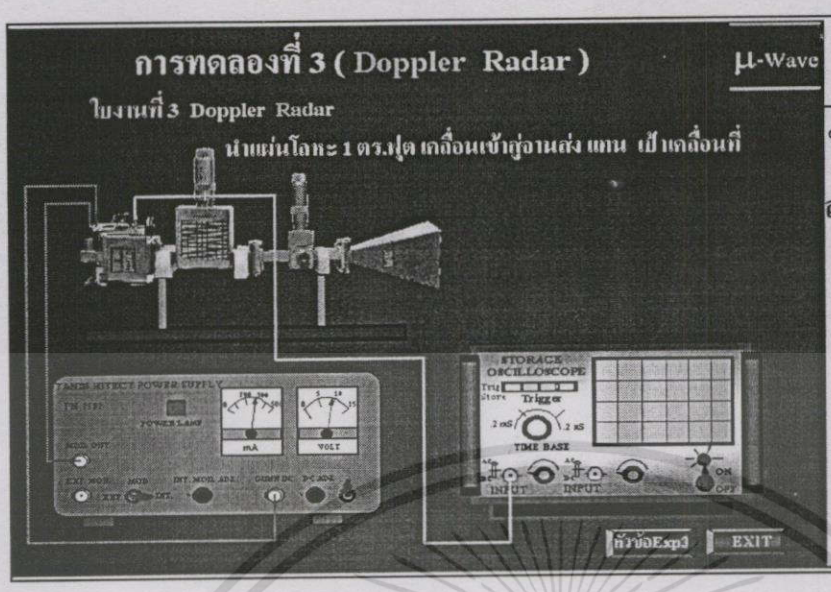
ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และลูกศรAnimation เสียงบรรยายผสม ตัวอักษรนำเสนอ



F3.2.7.4

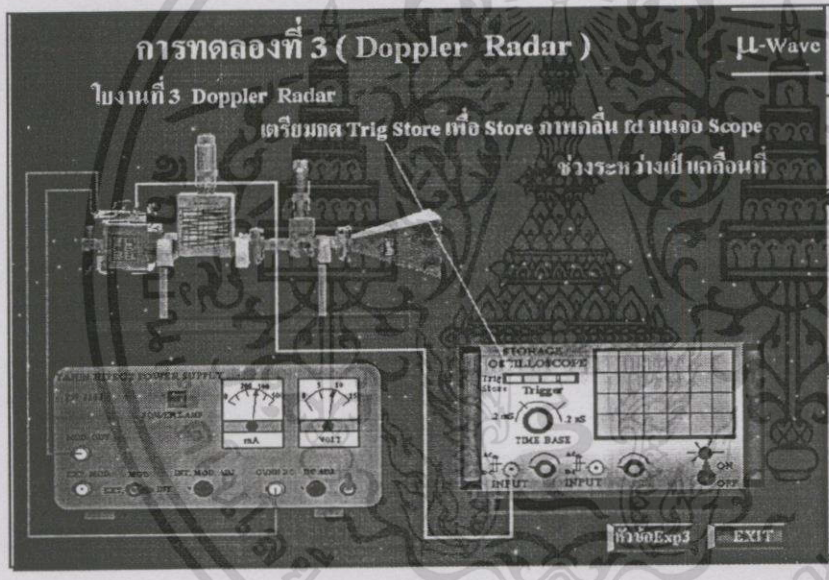
ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และลูกศรAnimation เสียงบรรยายผสม ตัวอักษรนำเสนอ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



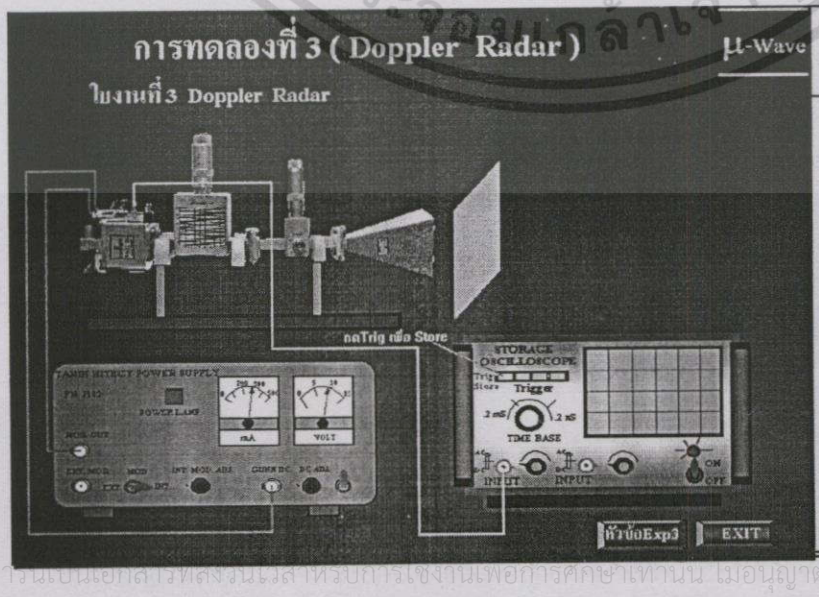
F3.2.7.5

ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation เสียงบรรยายผสม ตัวอักษรนำเสนอ



F3.2.7.6

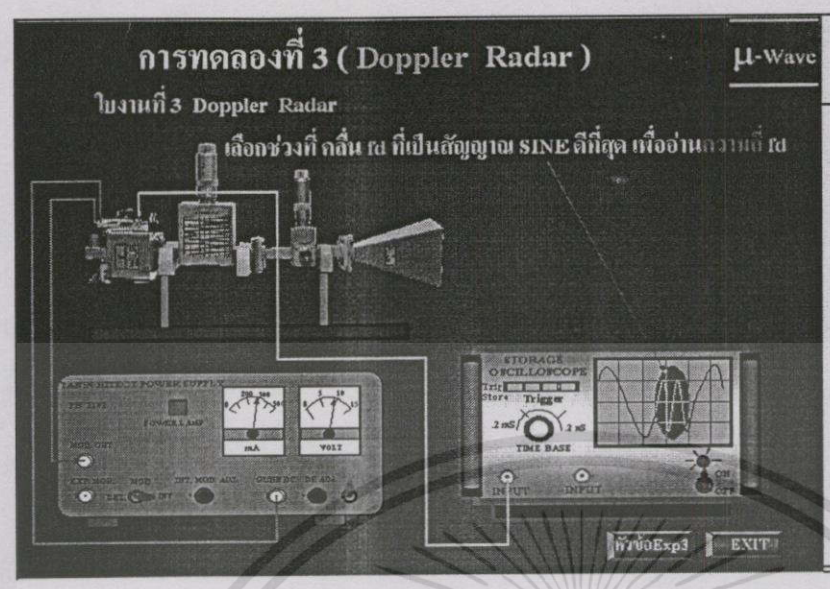
ใบงานที่ 3 (SIM.2) สาธิตการต่ออุปกรณ์ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และลูกศรAnimation เสียงบรรยายผสม ตัวอักษรนำเสนอ



F3.2.7.7

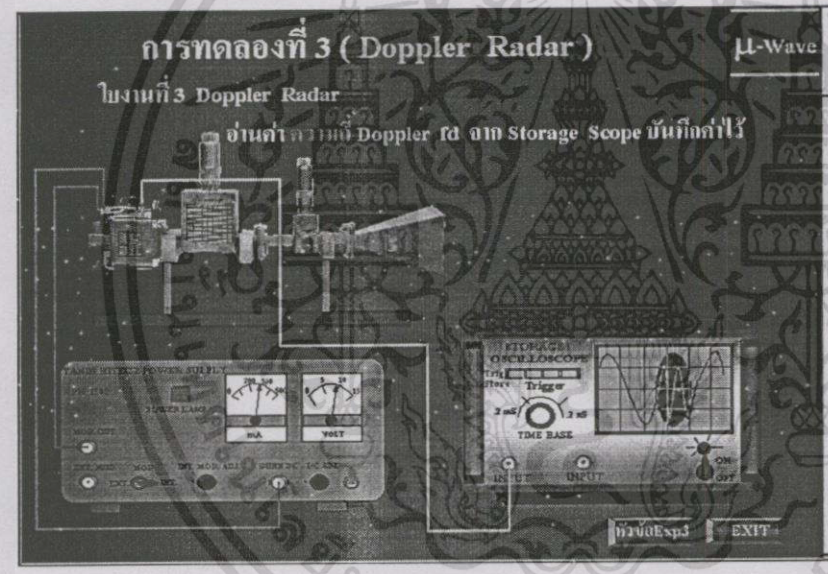
ใบงานที่ 3 (SIM.2) การทดลองโดย SIM. นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร ปุ่มกด Trig. ภาพAnimation ไม่ใช้เสียง ต้องใช้สมาธิในการ Trig.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



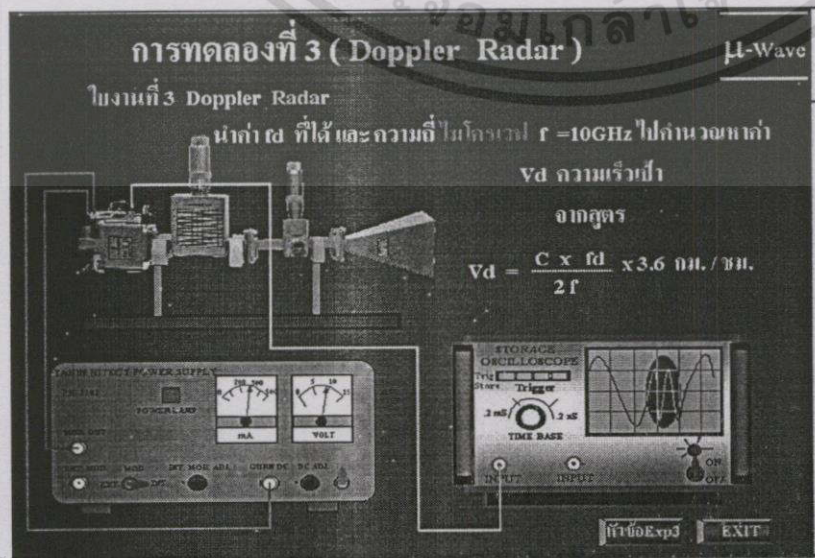
F3.2.7.8

ใบงานที่ 3 หลังกด Trig (Simulation) นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation ไม่ใช้เสียง สมาธิ อ่านค่าบนจอสโคป



F3.2.7.9

ใบงานที่ 3 (SIM.2) อ่านค่า fd บันทึกไว้ นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร และภาพAnimation ไม่ใช้เสียง สมาธิ อ่านค่าบนจอสโคป



F3.2.7.10

ใบงานที่ 3 (SIM.2) การคำนวณ (fd) นำเสนอด้วย ภาพจริง ตัวอักษร อธิบายสูตรคำนวณ ไม่ใช้เสียง สมาธิ อ่านค่าบนจอสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายชิงชัย วรรณรักษ์

วัน เดือน ปีเกิด 16 มิถุนายน 2493

สถานที่อยู่ ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 445/ 76 คอนโดริมโขง ถ.แก้ววรวุฒิ อ.เมือง จ.หนองคาย

สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการระดับ 8 ฝ่ายวิชาการ

ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2509 มัธยมศึกษา ม. 8 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2515 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2519 Cert. In Industrial Electronic
HESSEN W. GERMANY

ปีการศึกษา 2520 Dip. In Teaching & Teaching aid
HESSEN W. GERMANY

ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและ
เทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้