



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ วิชาที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ  
Competency Based Skill Training of Antenna Trainer

ชื่อนักศึกษา 1. นางสาวพรฉัตร อินทร์คำ รหัสประจำตัว 46035632  
2. นายศิโรจน์ ชนนทวาริ รหัสประจำตัว 46035642

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อำพล ทองระอา

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
2. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม	
3. อาจารย์ปิยะ ศุภวาราสุวัฒน์	
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
5. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอาทิตย์ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ รัตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



<BT4710112>

วิชาที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญานิพนธ์

วิธีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING OF ANTENNA TRAINER



นางสาวพรนัตร์ อินทร์คำ  
นายศิโรจน์ ชนนทวาร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

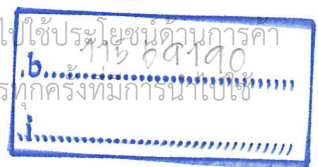
ปีการศึกษา 2547

รฟ.

ว ๒๒๙๖

๒๕๔๗

เลขหมู่.....เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
เลขทะเบียน.....59484.....ครั้ง  
วัน,เดือน,ปี.....- 6 ส.ย. 2549.....



## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง วิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ  
Competency Based Skill Training of Antenna Trainer

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเอกสาร และ โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อออกแบบวิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ
3. เพื่อสร้างวิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ
4. เพื่อทดสอบคุณภาพของวิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูล เอกสาร และวิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ
2. ได้สคริปการออกแบบวิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ
3. ได้วิชาทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ ที่มีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึก สายอากาศ
นักศึกษา	นางสาวพรฉัตร อินทร์คำ นายศิโรจน์ ชนนทวาริ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์อำพล ทองระอา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2547

### บทคัดย่อ

ปฏิญญาฉบับนี้ เสนอการสร้าง วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ ซึ่งมีเนื้อหาบรรยายเป็นภาษาไทย ทั้งนี้เพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับระบบของการเรียนการสอนในการโดยโปรแกรม Adobe Premier 6.0 ซึ่ง วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ นี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง หรือใช้เป็นสื่อเสริมเพื่อฝึกความสามารถด้วยตนเอง เรื่องชูดฝึกสายอากาศ ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความซ้ำเร็วของตนเอง ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากข้อได้เปรียบในเรื่องของสี ภาพ เสียงและการให้ข้อมูลต่างๆ วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงทฤษฎีต่างๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมและยังช่วยลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล

ประสิทธิภาพของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูดฝึกสายอากาศ ในส่วนของเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.39$  ในด้านเนื้อหา  $\bar{X} = 4.17$  ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

## II

<b>Thesis Title</b>	Competency Based Skill Training of Antenna Trainer
<b>Students</b>	Miss Pornchat     Income Mr.Siroj             Chanuntavaree
<b>Advisor</b>	Assist.Prof.Wisuit Atipornlum
<b>Co-Advisor</b>	Mr.Amphon        Thongra-ar
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education
<b>Program in</b>	Electronics and Computer
<b>Academic Year</b>	2004

### ABSTRACT

This Thesis presents the project of Competency Based Skill Training of Antenna Trainer. The project is video, which made with the Adobe Premiere 6.0 program, this program could be applied more effectively which learners could be used individually. This brings about the more efficiency of learning by the advantage of colors graphic animation, information. Video for Competency Based Skill Training of Antenna Trainer can helping of laboratory instruction learning and also lessening individual differences learning.

The quality of the Competency Base Skill Training of Antenna Trainer evaluation by 3 experts in the content and media production was good level ( $\bar{X} = 4.39$  in content and  $\bar{X} = 4.17$  in media production).

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้โอกาสในการศึกษาและให้กำลังใจสนับสนุนการศึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือทางด้านข้อมูล การแนะนำโปรแกรม คำปรึกษา และแนวทางแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตรและอาจารย์ภาควิชาภาคครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องโสตคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ถ่ายทำ ห้องตัดต่อภาพ VDO WALL ห้างเซ็นทรัล ที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ในการตัดต่อภาพ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญาบัตรฉบับนี้ จะให้ประโยชน์และมีคุณค่าแก่นักเรียน นักศึกษา บุคคลที่สนใจ และเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบวีดิทัศน์ในโอกาสต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโรงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความหมายของการฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	3
2.2.1 มาตรฐานอิงเกณฑ์	4
2.2.2 ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์	4
2.2.3 ลักษณะของมาตรฐานอิงเกณฑ์	4
2.2.4 การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์	4
2.3 การพัฒนาการฝึกแบบ CBST	5
2.3.1 ความหมายของการพัฒนาการฝึกแบบ CBST	5
2.3.2 ลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบ CBST	6
2.4 การออกแบบวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST)	7
2.4.1 กำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการฝึกอบรม	7
2.4.2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับขั้นของวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	7
2.4.3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก	8
2.4.5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก	9
2.4.6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล CBST	10
2.4.7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้	10
2.4.8 ควรออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม	11
2.4.9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตร	11
2.4.10 การทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ	11
2.4.11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสม	12
2.4.12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก	12
2.4.13 จัดเก็บข้อมูล	12
2.4.14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง	13
2.4.15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอใช้งานได้และมีประสิทธิภาพในการฝึก	14
2.5 ความหมายของเทปวีดิทัศน์ วีดิทัศน์ ซีดี และวีดิทัศน์การศึกษา	14
2.5.1 ความหมายของเทปวีดิทัศน์	14
2.5.2 ความหมายของวีดิทัศน์ ซีดี	14
2.5.3 ความหมายของวีดิทัศน์การศึกษา	14
2.6 คุณค่าประโยชน์ของเทปวีดิทัศน์และวีดิทัศน์ ซีดี	17
2.6.1 คุณค่าและประโยชน์ของเทปวีดิทัศน์	17
2.6.2 คุณค่าและประโยชน์ของวีดิทัศน์ ซีดี	19
2.7 บทบาทอิทธิพลและประเภทรูปแบบรายการวีดิทัศน์ วีดิทัศน์ ซีดี	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.1 บทบาทอิทธิพลของรายการวิทยุทัศน์ ภาพทัศน์ หรือวิดีโอ	21
2.7.2 ประเภทรูปแบบของรายการวิทยุทัศน์	23
2.8 ขั้นตอนการผลิตรายการวิทยุทัศน์หรือโทรทัศน์การศึกษา และวิทยุทัศน์ ซีดี	27
2.8.1 การวางแผนผลิตรายการ	28
2.8.2 การเตรียมการผลิตรายการ	29
2.8.3 การดำเนินรายการ	29
2.9 ขั้นตอนการผลิตวิทยุทัศน์ ซีดี	30
2.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในวิทยุทัศน์ ซีดี	31
2.11 การบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นวิทยุทัศน์ ซีดี	31
2.12 รูปพรรณของระบบชุดฝึกสาธิตสายอากาศ	32
2.12.1 กล่องหลัก	33
2.12.2 อุปกรณ์ประกอบ	35
2.13 ทบทวนพื้นฐานของทฤษฎีบางส่วน	38
2.13.1 สายนำสัญญาณ	39
2.13.2 อัตราร่วมคลื่นนิ่ง	39
2.13.3 คัปเปอร์แบบมีทิศทาง	42
2.13.4 การแมตซ์	43
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	
3.1 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและการสร้าง	47
3.1.1 ฮาร์ดแวร์	47
3.1.2 ซอฟต์แวร์	47
3.2 การออกแบบและการสร้าง	48
3.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา	48
3.2.2 การเลือกโปรแกรม	48
3.2.3 การสร้างวิทยุทัศน์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมเพื่อสร้างวิดิทัศน์	58
3.3.1 การสร้างโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียน	58
3.3.2 โครงสร้างของวิดิทัศน์	98
3.3.3 ขั้นตอนการจัดทำวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	99
3.3.4 โครงสร้างของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	100
เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ	100
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	101
4.1 วิธีดำเนินการทดลอง	101
4.2 แผนผังการดำเนินการทดลอง	102
4.3 คุณภาพวิดิทัศน์	102
4.3.1 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา	103
4.3.2 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านการผลิตสื่อ	103
4.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของวิดิทัศน์	105
บทที่ 5 บทสรุป	102
5.1 สรุป	106
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	106
5.3 แนวทางในการพัฒนา	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก ก แผนผังการทำงาน	109
ภาคผนวก ข ใบงาน	114
ภาคผนวก ค เฉลยใบงาน	141
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	171
ภาคผนวก จ แบบสอบถามการใช้งานวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	180
ประวัติผู้แต่ง	187

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 คะแนนจากการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา	103
ตารางที่ 4.2 คะแนนจากการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ	104
ข.1 ค่าที่ตัวแสดงผลของชุดตรวจจับเมื่อหมุนแผ่นโลหะผ่านของสายอากาศ ไปที่มุมต่างๆ	121
ค.1 ค่าที่ตัวแสดงผลของชุดตรวจจับเมื่อหมุนแผ่นโลหะผ่านของสายอากาศ ไปที่มุมต่างๆ	148
ค.2 ค่าที่ได้จากการวัดหาอัตราส่วน MAX : MIN	165



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพด้านหน้าหน่วยฐานของชุดฝึกสาธิต	32
2.2 แสดงภาพของหน่วยฐานที่ประกอบเข้ากับเสาสายอากาศ	35
2.3 เสาและฐานของสายอากาศ	36
2.4 การประกบเสาของสายอากาศของแผ่น โลหะ	37
2.5 ชุดประกอบตัวตรวจจับ	38
2.6 คลื่นแรงดันไฟฟ้าเส้นทางตรงไปและที่สะท้อนกลับในสายที่ลัดวงจร	40
2.7 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR) ในสายเส้นหนึ่งที่อยู่กับตัวภาระที่ไม่แมตช์	42
2.8 แบบแผนอย่างง่ายของตัวคัปเปิลอร์แบบมีทิศทาง	42
2.9 ขนาดของสายนำสัญญาณ	44
2.9 (ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ	45
2.10 การแมตช์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์	46
3.1 การเรียกเมนูเพื่อสร้างตัวหนังสือ	51
3.2 หน้าต่างสำหรับสร้างตัวหนังสือ	52
3.3 การ Import ไฟล์	53
3.4 ชื่อไฟล์ที่เรียกว่าฟุตเทจ	54
3.5 ฟุตเทจที่อยู่บนหน้าต่าง Project	54
3.6 การนำตัวหนังสือมาใช้งานบน Timeline	55
3.7 การใช้ Transition ลงไปบน Timeline	56
3.8 การนำไฟล์เสียงเข้ามาใช้งาน	57
3.9 การนำไฟล์เสียงลงบน Timeline	58
3.10 โครงสร้างของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	98
3.11 ผังของการออกแบบวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	99
3.12 โครงสร้างของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ	100
4.1 หน้าหลักเมนูเลือกเนื้อหาและใบงาน	101
4.2 ผังงานการทดลอง	102
ก.1 ผังของการออกแบบวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.2 โครงสร้างของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ	111
ก.3 ผังงานการทดลอง	112
ก.4 แผนผังขั้นตอนการเรียนรู้จากวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	113
ข.1 การติดตั้งอุปกรณ์เบื้องต้น	119
ข.2 ภาพด้านหน้าของกล่องหลักพร้อมกัลตัวแสดงผลของจุดควบคุมและปรับแต่ง	120
ข.3 ขนาดของสายนำสัญญาณ	131
ข.3 (ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ	132
ข.4 การแมตซ์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์	133
ข.5 วิธีการต่อสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เข้ากับสายอากาศ	135
ข.6 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR) ในสายเส้นหนึ่งที่อยู่กับตัวภาระที่ไม่แมตซ์	138
ข.7 การติดตั้งสำหรับใบงานที่ 4	139
ข.8 การใช้คัปเปิลอร์แบบมีทิศทางสำหรับการวัดค่า SWR	140
ค.1 การติดตั้งอุปกรณ์เบื้องต้น	146
ค.2 ภาพด้านหน้าของกล่องหลักพร้อมกัลตัวแสดงผลของจุดควบคุมและปรับแต่ง	147
ค.3 ขนาดของสายนำสัญญาณ	160
ค.3 (ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ	161
ค.4 การแมตซ์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์	162
ค.5 วิธีการต่อสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เข้ากับเสาสายอากาศ	164
ค.6 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (VSWR) ในสายเส้นหนึ่งที่อยู่กับตัวภาระที่ไม่แมตซ์	167
ค.7 การติดตั้งสำหรับใบงานที่ 4	168
ค.8. การใช้คัปเปิลอร์แบบมีทิศทางสำหรับการวัดค่า SWR	169
ง.1 หน้าจอของ Windows Media Player	172
ง.2 เลือกแท็บที่ต้องการศึกษา	173
ง.3 หน้าจอเมนูเลือกแท็บที่ต้องการศึกษาสำหรับใช้กับเครื่องเล่นแผ่น VCD	174
ง.4 หน้าจอบทที่ 1 เนื้อหา	174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.5 หน้าจอบทที่ 2 ใบงานที่ 1	175
ง.6 หน้าจอบทที่ 3 ใบงานที่ 2	176
ง.7 หน้าจอบทที่ 4 ใบงานที่ 3	176
ง.8 หน้าจอบทที่ 5 ใบงานที่ 4	177
ง.9 หน้าจอบทที่ 6 ใบงานที่ 5	178
ง.10 แผนผังขั้นตอนการเรียนรู้จากวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	179



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในการทดลองปฏิบัติใช้ชุดฝึกสายอากาศ ซึ่งมีราคาแพงและมีความละเอียดสูง จึงควรใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก นักศึกษาต้องศึกษาข้อมูลและวิธีการใช้ชุดฝึกสายอากาศ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ส่วนของขั้นตอนการสอนและการแนะนำในแต่ละคนนั้นเสียเวลามาก เมื่อมีวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ นักศึกษาสามารถศึกษาและเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการใช้ได้ด้วยตนเอง ได้ก่อนลงมือปฏิบัติใช้ชุดฝึกสายอากาศ

### 1.2 จุดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีจุดความสามารถดังนี้

1. วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศนี้ ครอบคลุมเนื้อหาใบงานทั้ง 5 ใบงาน ในคู่มือ Antenna Trainer
2. วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ประกอบด้วยภาพนิ่งและกราฟิก ประกอบคำบรรยาย
3. วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ มีคุณภาพตามการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อและเนื้อหา จำนวนด้านละ 3 ท่านในระดับ ดี ขึ้นไป

### 1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่าง ๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความจำเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ จุดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่าง ๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ คือ ความหมายของการฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ การพัฒนาการฝึกแบบ CBST การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST) ความหมายของเทปวิดิทัศน์ วิดิทัศน์ ซีดี และวิดิทัศน์ เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษา คุณค่าประโยชน์ของเทปวีดิทัศน์และวีดิทัศน์ ซีดี บทบาทอิทธิพลและประเภทรูปแบบ  
รายการวีดิทัศน์ วีดิทัศน์ ซีดี ขั้นตอนการผลิตรายการวีดิทัศน์หรือโทรทัศน์การศึกษา และวีดิทัศน์  
ซีดี ขั้นตอนการผลิตวีดิทัศน์ ซีดี อุปกรณ์ที่ใช้ในวีดิทัศน์ ซีดี การบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นวีดิทัศน์  
ซีดี รูปพรรณของระบบชุดฝึกสาธิตสายอากาศ ทบทวนพื้นฐานของทฤษฎีบางส่วน

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการสร้างที่มีลำดับขั้นตอน  
การศึกษาโปรแกรมต่างๆ ขั้นตอนการทำงานและขั้นตอนการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Adobe  
Premiere 6.0 รวมถึงแสดงการทำงานของสื่อวีดิทัศน์ ซึ่งทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจการทำงาน  
โดยรวมของโครงการนี้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงขั้นตอนการทดลองและการทดสอบ  
ประสิทธิภาพในการแสดงสื่อวีดิทัศน์ เพื่อตรวจสอบว่าโครงการนี้สามารถทำงานได้ตาม  
วัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา เป็นการสรุปในการจัดทำโครงการ  
ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มี  
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก แผนผังการทำงาน

ภาคผนวก ข ใบงาน

ภาคผนวก ค เฉลยใบงาน

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก จ แบบสอบถามการใช้วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 กล่าวนำ

การเรียนการสอนในยุคนี้ จำเป็นต้องมีการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครูผู้สอน ผู้เรียนมีการเรียนรู้ได้ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี มีการประหยัดค่าใช้จ่ายและมีความสะดวกในช่วงของการเรียนรู้ ส่วนครูผู้สอนมีความสะดวกในการสอน เพียงแต่เป็นผู้จัดการหรือนำการเรียนการสอนของผู้เรียนเท่านั้น

ในช่วงอุตสาหกรรมจะเน้นในเชิงปฏิบัติเป็นส่วนมากการใช้สื่อการเรียนการสอนจึงต้องเน้นการเรียนการสอนด้านทักษะและสมรรถนะของผู้เรียน การสอนต้องมีการพัฒนา ในอดีตการสอนเชิงปฏิบัติจะเน้นการสอนแบบใช้ใบงาน และให้ผู้เรียนปฏิบัติไปพร้อมกันตามใบงานที่กำหนด การทดลองปฏิบัติใช้ชุดฝึกสายอากาศที่มีราคาแพง ซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังสูงนั้นทำให้ผู้สอนต้องใช้เวลาในการอธิบายและการสาธิตการใช้เป็นเวลานาน ดังนั้นจึงมีความคิดที่จะผลิตสื่อทางวิททัศน์ เป็นลักษณะสื่อที่เรียกว่ามัลติมีเดีย เพื่อลดความเสียหายของชุดฝึกสายอากาศ ซึ่งถูกออกแบบให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง สามารถหยุด เร่ง ทำซ้ำหรือฝึกให้ช้าลงตามต้องการ ดำเนินกิจกรรมการฝึกตามกำหนดและเมื่อมีความพร้อมก็มาทดสอบความสามารถในการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

#### 2.2 ความหมายของการฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST : Competency Based Skill Training) (Michael Deblois : พิชัย สดพิบาล : 2541) หมายถึง การฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้มาตรฐานที่ตั้งไว้ มีลักษณะดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ (Know)
- 2) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show)
- 3) ให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do)
- 4) ทำการทบทวน (Review)
- 5) ผ่านการฝึก (Pass Through)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1 มาตรฐานอิงเกณฑ์

มาตรฐานอิงเกณฑ์ (Competency Standards) เป็นข้อความที่บอกเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน ในแง่ของผลปลายทาง คือ

- 1) ความคาดหวังว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำอะไรได้บ้าง
- 2) ความคาดหวังว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำได้ดีเพียงใด
- 3) วิธีการบอกถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติงานเมื่อถึงระดับที่คาดหวังไว้

### 2.2.2 ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์

#### 1) ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์ในระดับชาติ

- 1.1) การใช้จ่ายได้ด้านอาชีวศึกษาและฝึกอบรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 1.2) การสร้างทักษะสำหรับการแข่งขันระดับนานาชาติมีคุณภาพขึ้น
- 1.3) การประเมินผลมีมาตรฐานเดียวกันมากขึ้น
- 1.4) การเชื่อมโยงการฝึกอบรม การประเมินผล และการรับรองดีขึ้น
- 1.5) เกิดความเป็นไปได้ในการรับรองความรู้และประสบการณ์เดิมก่อนเรียน

#### 2) ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม

- 2.1) ระบุทักษะที่ต้องการได้ชัดเจนขึ้น
- 2.2) เข้าใจผลปลายทางของหลักสูตรได้ดีขึ้น
- 2.3) ปรับปรุงระบบการคัดเลือกบุคลากรได้ดีขึ้น

### 2.2.3 ลักษณะของมาตรฐานอิงเกณฑ์

หน่วยมาตรฐานอิงเกณฑ์ จะครอบคลุมบทบาทหลักที่สำคัญในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่

- 1) หน่วยย่อยที่แสดงกิจกรรมหลัก
- 2) เกณฑ์การประเมิน เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถตามที่กำหนด
- 3) ข้อมูลต่างๆ ที่บอกถึงบริบทและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับหน่วยนั้นๆ
- 4) แนวทางการประเมินผลซึ่งบอกถึงวิธีทดสอบสมรรถนะ

### 2.2.4 การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ เป็นการประเมินความรู้ความสามารถในการทำงาน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องและผู้ประเมินผู้ตัดสินว่าสมรรถนะนั้นได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ข้อดีบางประการของแนววิธีนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ผู้เรียนที่เรียนเร็วและสามารถแสดงให้เห็นว่ามีสมรรถนะในทักษะบางอย่างจะสามารถพัฒนาไปได้ในอัตราที่สูงขึ้น

2) บริษัทหรือองค์กรสามารถระบุบุคลากรที่ต้องการฝึกอบรมจริงๆ ได้ดีขึ้น

3) พนักงานมีแรงจูงใจมากขึ้นจากการยอมรับสมรรถนะที่ตนมี

4) การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการ อุตสาหกรรมและครูฝึก

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายดำเนินการได้โดยครูฝึก ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน หรือผู้ประเมินที่อุตสาหกรรมรับรอง เช่น

1) สังเกตผู้เรียนในงานที่ปฏิบัติงานนั้นๆ ได้

2) ใช้เวลาในสถานประกอบการ ศูนย์ฝึกอบรม หรือวิทยาลัยด้านอาชีวศึกษา เพื่อการพัฒนาหรือฝึกทักษะตน

3) ต้องได้รับการประเมินตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

ดังนั้นการรับรองในระบบอิงเกณฑ์ ของการศึกษาและฝึกอบรมนั้น ไม่ใช่เพียงการเรียนจบตามหลักสูตร แต่หมายถึงผู้เรียนต้องสามารถแสดงให้เห็นว่าได้บรรลุผลสำเร็จตามสมรรถนะที่กำหนดไว้จริงในระบบที่จัดการไว้ดีแล้ว พร้อมกับการสนับสนุนอย่างดีจากอุตสาหกรรมนั้น การประเมินผลและการรับรองส่วนมากสามารถดำเนินการได้ที่สถานประกอบการหรือการจัดสถานการณ์จำลอง

อย่างไรก็ดี ตามกรอบนโยบายการอาชีวและเทคนิคศึกษา ทั้งระบบการอาชีวศึกษาของไทย และการฝึกอบรมในภาคอุตสาหกรรมและภาคพาณิชย์กรรมนั้น การประเมินผลจะดำเนินการได้ทั้งในและนอกสถานประกอบการ โดยในระยะแรกอาจจะเป็นนอกสถานประกอบการมากกว่า

## 2.3 การพัฒนาการฝึกแบบ CBST

### 2.3.1 ความหมายของการพัฒนาการฝึกแบบ CBST

CBST คือคู่มือที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการพัฒนาชุดฝึกและหลักสูตรแบบ CBST ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นตามหลักของการออกแบบระบบการฝึกอบรมซึ่งอิงหลักวิทยาศาสตร์มากกว่าศิลปะ ซึ่งระบบดังกล่าวนี้ได้รับการออกแบบโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ เข้าด้วยกัน การจัดรวมองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระบบ โดยที่แต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกันธรรมดา ระบบที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดียิ่งจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าการออกแบบที่ไม่เป็นไปตามระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยหลายๆ งาน ได้ทำการวิจัยในเรื่องการเรียนรู้ของคนผลของการวิจัยสรุปออกมาว่า ถ้ามีการให้ข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมในทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการเรียนรู้ ความต้องการที่จะเรียนรู้จะมีมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้นและผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะสามารถจดจำสิ่งที่เรียนไปได้มากขึ้น เราสามารถเพิ่มระดับของการเรียนรู้ให้สูงขึ้นโดยจัดองค์ประกอบสำคัญต่างๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระบบ

ความหมายทั่วไป ระบบการฝึกแบบ CBST นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกลดลงเป็นทักษะและความสามารถย่อยๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติและมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบ การฝึกแบบปัจจุบันเน้นให้ผู้เรียนเข้ารับการฝึกได้รับองค์ความรู้โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับและแบบทดสอบความรู้ต่างๆ

### 2.3.2 ลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบ CBST

1) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนรู้อะไร ในการฝึกอบรมแบบ CBST ผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้องและเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงานในสาขาอาชีพที่ต้องการฝึกแสดงถึงผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือพฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติเข้าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้ วัตถุประสงค์ต้องแสดงไว้อย่างชัดเจนต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร การฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพและได้รับการออกแบบมาอย่างดีโดยที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสิ่งนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่างๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกเรียนรู้แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงรูปแบบ เช่น เอกสารหรือสื่อที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บทเรียน สื่อการฝึกถูกออกแบบมาเพื่อผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคล สามารถฝึกได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลงได้ตามต้องการ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากโมดูลฝึกย่อยๆ ก่อนต่อไปเรื่อยๆ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรมโดยการผ่านการทดสอบแต่ละรายการตามความสามารถที่กำหนดไว้ ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เข้ารับการฝึกจำนวนหนึ่งอาจทำการฝึกหลายๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้และทักษะที่แตกต่างกันและมีความก้าวหน้าในการฝึกไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน ครูฝึกคอยให้คำแนะนำ สนับสนุนและแจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้ารับการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติการขณะที่ยังสามารถฝึกในแต่ละโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม ฝึกตามความสามารถย่อยทีละอย่าง ในการฝึกระบบ CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่างๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้นๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะข้ามไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นสูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีเวลาจำเป็นที่จะต้องบรรยายให้กับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอีกต่อไป

4) ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกรับรองตามวัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่างๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูงและการฝึกปฏิบัติต่างๆ จะทำให้สภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตาม วัตถุประสงค์แล้วจึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ ระบบการประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันซึ่งใช้การประเมินผลแบบรวมทั้งชั้น ในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ตายตัว

## 2.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การออกแบบการฝึกการสอน แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

### 2.4.1 กำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบพัฒนา

- 1) อายุ เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา
- 2) ระบุพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่าน ฯลฯ
- 3) ความรู้พื้นฐานทางช่าง
- 4) ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม

### 2.4.2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับขั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อยๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดงและทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก

### 2.4.3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1) การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้ และการทำอะไรได้บ้าง โดยการเขียนต้องคำนึงต่อไปนี้

- 1.1) ผู้เรียนและผู้ที่จะเข้ารับการฝึก กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก
- 1.2) พฤติกรรม ให้ทำการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึก ควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกตามโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม
- 1.3) เงื่อนไขสำหรับประเมินผล ต้องระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน
- 1.4) ระดับชั้น บ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพงานที่ฝึกด้วย

2) เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์ย่อยที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน

3) ขอบเขตของการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อควรได้รับการระบุไปพร้อมๆ กับทักษะบังคับพื้นฐานต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จเสียก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่างๆ

4) วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดย 2 วิธี ดังต่อไปนี้

4.1) ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญขึ้นไป เช่น ทักษะการใช้ภาษา การสร้างความสามารถแยกแยะแนวความคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผล และการแก้ปัญหา

4.2) ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ ความเข้าใจ หรือการนำมาปฏิบัติ

### 2.4.4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก

สำหรับวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้าย

1) ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณะอักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกแบบทดสอบหลังการฝึกตาม โมดูลนั้นๆ ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ท่านต้องจัดทำแบบสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จที่เกี่ยวข้อง  
ทุกๆ กลุ่มงานย่อย

3) การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติการ และข้อความที่  
ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้สังเกตเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน

4) จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมดูล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง

## 2.4.5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก

มี 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) เรียนรู้ ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการ  
เรียนรู้ด้วยตนเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชา  
ภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐาน ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะ  
สามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์  
เฉพาะได้อย่างถูกต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

2) แสดง ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูล  
ที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้เห็น  
ตัวอย่างการแสดง ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ใน  
ระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ๆ เข้ากับสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะ  
จดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

3) ปฏิบัติ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอนหากแต่  
ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติ เป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่  
ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น การ  
แก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในการปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติการที่ได้ตั้งไว้  
จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูฝึก ทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่  
กำหนดหรือไม่

4) ทบทวน การทบทวนจะทำให้ผู้รับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของ  
เขา ระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้ารับการฝึกจะรู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้อย่างถูกต้อง  
และช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่างๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับ  
ผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้นๆ ในทันทีจะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจาก  
ที่ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้นๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้อง  
ทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ผ่าน หรือ ทดสอบ โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลาย โปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบและออกวุฒิบัตรผู้เข้ารับการฝึกต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่างๆ อย่างถูกต้อง โดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำ การผ่านหลักสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและรับวุฒิบัตรว่าสามารถ แสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้องแล้ว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้ จะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่างๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบการปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

#### 2.4.6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล CBST

สำหรับ รูปแบบของหน้าจอ จะต้องถูกสร้างขึ้นตามหลักการดังนี้

- 1) จุดเน้นของความคิดรวบยอด แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละสาขาวิชาชีพ
- 2) ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน การออกแบบจะต้องชัดเจนมีแรงจูงใจในการอ่าน น่าติดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
- 3) ความสอดคล้องถูกต้อง ของเนื้อหาสาระในการให้ความรู้ถูกต้องคงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
- 4) อ่าน ฟัง ดู ง่าย ให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่ายขนาดของตัวอักษร ยึดหลักในการมองเห็น
- 5) ง่ายต่อการติดตาม มีเครื่องหมายหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน
- 6) ภาพประกอบ ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้นจะต้องถูกต้องตามเนื้อหาสาระ และใช้มีสื่ออาชีพถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
- 7) มีการปฏิสัมพันธ์ ใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึกและการเรียนแบบสองทาง ออกแบบให้ได้ตอบกันกับสื่อสิ่งพิมพ์
- 8) การทดสอบและผลการตอบสนอง จะต้องมียระบบทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
- 9) การจัดการเก็บข้อมูล ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุกๆ ด้านของระบบการฝึก CBST
- 10) ฉากหลัง จะถูกออกแบบโดยมีอาชีพให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชานั้นๆ
- 11) ความสุนทรีย์ จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึก การเรียนพอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก
- 12) การให้เสียงบรรยาย จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นมืออาชีพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชานั้นๆ
- 13) เสียงดนตรีประกอบ เหมาะกันกับเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราในยุคของโลกดิจิทัล ศตวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกรรจนาในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลข และเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้ง่าย โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่างๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ หลายๆ คำที่เขียนขึ้นในช่วงออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำๆ ระหว่างการพัฒนาและภาพเคลื่อนไหว กราฟิกและเสียงต่างๆ ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดีที่สุดด้วย

## 2.4.8 ควรออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม

- 1) การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน
- 2) เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ เช่น สร้างภาพการ์ตูนที่เป็นเอกลักษณ์ ให้เป็นตัวเล่าเรื่องเสนอในบทนำ
- 3) ในการสร้างโมดูลพยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามาร่วม ในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น สร้างภาพเคลื่อนไหวที่เป็นเอกลักษณ์ใช้ในการฝึกปฏิบัติ
- 4) ในบางครั้งก็สามารถใช้วิดีโอของตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการนำเสนอหลักสูตร
- 5) หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ ใช้กราฟิก และสีอันต่างๆ เพราะฉะนั้นจึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกสอน
- 6) ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อยๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ใช้ให้มากที่สุด

## 2.4.9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตร

ที่มีอยู่แล้วในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการ หรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่มือเชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ในการเรียนหลักสูตรทีละหน้า ในการสร้างโมดูล ท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำผู้เชี่ยวชาญจะรู้ได้ว่า สิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้ และท่านต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดทำารฝึกในลักษณะที่ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่ของท่านคือ ตัดสินว่า จะนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และแม่นยำ หากแต่่าควรจะมีการคาดการณ์ถึงองค์ประกอบโมดูลการฝึก ซึ่งอาจจะล้ำสมัย หรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

#### 2.4.10 การทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ

หรือบนแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBST โมดูล

- 1) การจัดทำเอกสารสื่อการนำเสนอ ซึ่งรวมถึงคู่มือการฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอ ตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก
- 2) ต้นแบบรูปหน้า
- 3) การจัดทำวัสดุฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อผสมมาร่วมในการนำเสนอ

#### 2.4.11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสม

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผนร่างของวัสดุการฝึกคือผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาเพียงพอและอาจจะต้องการเปลี่ยนแปลงแต่ทุกๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอ และจะทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมต่างๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรจะมีไวรัสคอมพิวเตอร์ใดๆ ที่จะก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน

#### 2.4.12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก

การประเมินผล ไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดี และมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุกๆ องค์ประกอบของโมดูล ท่านจะต้องให้เวลากับบุคลากรนอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุกๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีพอ ท่านอาจต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่างๆ ในโมดูลทุกๆ สาขาของโปรแกรมและคว่ามีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุกกรณี

ยิ่งแบบร่างชุดฝึกก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไร ผลตอบสนองที่จะได้จากการทดสอบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้นหลังจากนั้น ควรส่งโปรแกรมให้กับผู้รับการฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.13 จัดเก็บข้อมูล

การใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการฝึก และผลการปฏิบัติโดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดการแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่างสุดท้ายได้ดีแค่ไหน ในระบบการฝึก ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการณ์ระหว่างการทำงาน และเจ้าหน้าที่เหล่านี้ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูลเจ้าหน้าที่ควรตั้งใจสังเกตการณ์ เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ บ้าง ในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อมๆ กับชุดทดลองฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วย ประสิทธิภาพของชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอหรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสนได้ มีแบบทดสอบใดหรือ ไม่มีความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาด แบบการประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้ายข้อมูลที่ได้จาก โครงการนำร่องนี้ไม่ได้ถูกตั้งเป้าหมายให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลองเพราะว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะได้จากตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล

#### 2.4.14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึก ข้อมูลนั้นๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังและ โมดูล หรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใดๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านี้ควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

หลังจากที่การปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้ว โมดูล ชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้ารูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก ชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ท่านควรระมัดระวังไม่ให้ชุดย่อยต่างๆ ควรถูกจัดรวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ กล่อง หรือแฟ้ม ควรจัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ดึงดูดใจ และ พร้อมแจกจ่ายได้ในทันที ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้นๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อซักถามเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอใช้การได้และมีประสิทธิภาพในการฝึก

ท่านควรจะทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ใช้ ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิต โมดูล ชุดฝึก โดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอและการจัดตารางการบำรุงรักษาข้อมูลจะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 : 6 – 20)

## 2.5 ความหมายของเทปวีดิทัศน์ วีดิทัศน์ ซีดี และวีดิทัศน์การศึกษา

### 2.5.1 ความหมายของเทปวีดิทัศน์

คำว่าเทปวีดิทัศน์ เป็นศัพท์บัญญัติสถานที่กำหนดให้ หมายถึง เครื่องบันทึกภาพโทรทัศน์ หรือที่เรียกทั่ว ๆ ไปว่า เครื่องวิดีโอเทป ถ้าเป็นเทปบันทึกภาพก็จะเรียกตามศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถานว่า เทปวีดิทัศน์ ได้มีผู้อธิบาย และให้ความหมายของเทปวีดิทัศน์ไว้หลาย ๆ ท่านและวิภาวี ตูยานนท์ (2533 : 8) ได้สรุปว่า Video Tape หรือ Video Cassette หมายถึง แถบสารสังเคราะห์ที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็กและสามารถบันทึกสัญญาณภาพและเสียงได้ โดยผ่านเครื่องบันทึกภาพหรืออาจจะบันทึกโดยตรงจากเครื่องรับโทรทัศน์แล้วสามารถนำมาเล่นกลับหรือถ่ายทอดเป็นภาพ และเสียงดั้งเดิมด้วยระบบ โทรทัศน์ ออกมาทางเครื่องรับโทรทัศน์

### 2.5.2 ความหมายของวีดิทัศน์ ซีดี

คำว่า วีดิทัศน์ ซีดี (Video CD) หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ซีดี-รอม” (Compact Disc Read Only Memory : CD) เป็นแผ่นซีดีที่บันทึกข้อมูลหลากหลายประเภท ได้แก่ ตัวอักษรหนึ่งภาพเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ด้วยการสุ่มซึ่งเป็นการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้เวลาในการค้นหาเท่ากันหมด ไม่ว่าข้อมูลนั้นจะอยู่ในตำแหน่งใด ถ้าปราศจากความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลโดยการสุ่มแล้ว ซีดี-รอม จะไม่สามารถใช้ในลักษณะสื่อประสมเชิงโต้ตอบได้อีกต่อไป ทั้งนี้เพราะทำให้ต้องค้นหาข้อมูลตามลำดับที่บันทึกเอาไว้และเพื่อให้เป็นสื่อประสมบูรณในลักษณะของ ซีดี-รอม มาตรฐานเฮลโลบ็อกจึงต้องเพิ่มลักษณะบางอย่างมากขึ้นจากลักษณะเฉพาะในมาตรฐานเรคบุ๊ก นั่นคือ นอกจากจะเกี่ยวข้องกับการบันทึกข้อมูลและการทำดัชนีแล้ว ยังต้องมีการตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วย

### 2.5.3 ความหมายของวีดิทัศน์การศึกษา

วีดิทัศน์ทางการศึกษา คือผลของการนำเอารูปแบบและเทคนิคของวีดิทัศน์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการเรียนการสอน เป็นลักษณะหนึ่งของเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นอุปกรณ์การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนอย่างหนึ่ง โดยได้ถูกจัดให้อยู่ในอันดับที่ 7 จากกรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดล (Edgar Dale) วิดีทัศน์เพื่อการศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (วสันต์ อดิษฐ์ 2533 : 14)

1) วิดีทัศน์เพื่อการสอน (Educational Television : ETV) เป็นวีดิทัศน์ที่มุ่งเสริม การให้ความรู้ในด้านต่างๆ เช่น สารคดี คนตรี วรรณกรรม วิทยาศาสตร์ เกษตรกรรม

2) วิดีทัศน์เพื่อการศึกษา (Instructional Television : ITV) เป็นวีดิทัศน์ที่เน้นในเรื่องการเรียนการสอน โดยตรง ใช้ได้ทั้งการสอนเนื้อหาทั้งหมดเป็นหลักและการสอนเสริม ครอบคลุมกระบวนการเรียนการสอนที่สมบูรณ์ ตั้งแต่การวางวัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอนและการวัดผล

การใช้วีดิทัศน์เพื่อการศึกษาที่จัดอยู่ในประเภทต่าง ๆ ประมวลได้ดังนี้

1) ใช้เป็นเครื่องมือในการสอน (Teaching Tool) ครูใช้วีดิทัศน์เป็นเทคโนโลยีในการสอนได้หลายแบบ เช่น

1.1) เป็นชุดการสอนที่สมบูรณ์ เพราะมีทั้งภาพและเสียง ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทุกพิสัย

1.2) ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนร่วมกับสื่ออื่น

1.3) ใช้เป็นสื่อการสอนในการสอนเป็นคณะ (Team Teaching)

2) ใช้เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Tool) ด้วยการใช้อุปกรณ์วีดิทัศน์ถ่ายภาพจากภาพในกล้องจุลทรรศน์ที่มีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น และเพื่อถ่ายภาพการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคการถ่ายภาพ เร็วหรือช้ากว่าปกติ เพื่อให้สามารถศึกษาการเคลื่อนไหวของสิ่งที่จะศึกษาให้เข้าใจง่าย

3) ใช้เป็นอุปกรณ์รวมภาพฉายทุกชนิด เช่น ภาพสไลด์ ฟลิ้มสตรีป ภาพยนตร์ ตลอดจนแผ่นภาพ แผนภูมิต่าง ๆ ถ่ายทอดลงในเทปวีดิทัศน์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ในห้องเรียนมาก และพยายามที่จะใช้สื่อการศึกษาน้อยชิ้นที่สุด มิให้ห้องเรียนต้องเป็นแหล่งรวมเครื่องมือเครื่องใช้มากหลายชนิด

4) ใช้เป็นอุปกรณ์ในการประมวลเรื่องสำคัญ (Archive) ด้วยการใช้นักภาพเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่สำคัญ การบรรยายพิเศษ เมื่อกิจกรรมการเรียนการสอนมีเนื้อหาสาระเกี่ยวเนื่อง ผู้สอนก็สามารถจะนำมาใช้ประกอบการสอนได้

5) ใช้เป็นอุปกรณ์ในการศึกษาด้วยตนเองของผู้เรียน ด้วยการเก็บรวบรวมเทปวีดิทัศน์เพื่อการเรียนการสอนไว้ในห้องสมุด แล้วผู้สอนมอบหมายงานให้ผู้เรียน ไปศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ใช้เป็นสื่อการสอนโดยตรง ด้วยวิธีการสอนตรง (Direct Teaching) โดยผู้สอนในห้องเรียนมีบทบาทน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย วิธีนี้เป็นวิธีการสอนแบบห้องสอนจำลองหรือสาธิตทดลอง ซึ่งมุ่งหมายให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระตามบทเรียนได้โดยตลอด

7) ใช้เป็นอุปกรณ์การสอนแบบมหภาค-จุลภาค (Macro-Micro Teaching) ด้วยการบันทึกวิดีโอ กิจกรรมของการปฏิบัติงานของผู้เรียนคนหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มใหญ่ได้สังเกตศึกษาวิธีการปัญหาและอภิปรายรวมกัน เพื่อหาทางปรับปรุงกิจกรรมนั้น

8) ใช้ในการศึกษาระบบเปิด (Open Learning System) ด้วยการส่งออกอากาศรายการหรือเป็นสื่อการศึกษาในระบบการศึกษาทางไกล

9) ใช้เป็นสื่อการสอนกำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษา (Curriculum Support) ด้วยที่ศูนย์พัฒนาหลักสูตรในระดับชาติหรือในระดับท้องถิ่นกำหนดไว้ในแผนการสอนและจัดให้มีการออกอากาศ ใช้ร่วมกับกิจกรรมการสอนของการศึกษาในและนอกระบบโรงเรียน เป็นการบังคับให้ผู้สอนใช้สื่อนี้ ซึ่งโดยหลักการแล้ว จะเป็นการประหยัด สะดวกและส่งเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดได้

10) ใช้ในการฝึกอบรมผู้สอน (Observation) ด้วยวิธีการสอนการศึกษารายกรณี การจัดการศึกษาใหม่ๆ จากรายการวิดีโอที่บันทึกไว้ล่วงหน้า ก็จะช่วยให้ผู้สอนสามารถนำเอาแนวความคิดไปปรับปรุงการสอนของตนเอง (วิจิตร ภักดีรัตน์ 2523 : 328)

สรุปได้ว่า เทปวิดีโอ วิดิทัศน์ ซีดี และวิดีโอเพื่อการศึกษา หมายถึง วัสดุที่สามารถนำมาใช้บันทึกสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงไว้ในรูปเส้นแรงแม่เหล็กได้ สามารถเล่นย้อนกลับได้และเปิดดูรายการเมื่อใดก็ได้ตามต้องการและยังสามารถลบแล้วบันทึกลงใหม่ได้เช่นเดียวกับเทปบันทึกเสียง เทปวิดีโอ วิดิทัศน์ ซีดี และวิดีโอเพื่อการศึกษาในปัจจุบันได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายตามบ้านเรือน สถาบันการศึกษา และสถานีโทรทัศน์ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ให้ความสนใจการใช้ประโยชน์ทางด้านสื่อเทปวิดีโอ วิดิทัศน์ ซีดี และวิดีโอเพื่อศึกษามาใช้ประกอบแนวทางในการศึกษา เพื่อการเรียนการสอนและการฝึกอบรม เนื่องจากมีความต้องการและในขณะเรียน สอน หรือฝึกอบรม สถาบันการศึกษาและสถานประกอบการต่างๆ สามารถบันทึกบทเรียนหรือการสอนและการฝึกอบรมไว้ได้และนำกลับมาเก็บไว้เป็นตัวอย่างสำหรับการใช้ครั้งต่อไปได้อีก ข้อดีสำหรับการเรียนการสอน คือสามารถเลือกดูภาพตามที่ต้องการได้ โดยการเลื่อนเดินหน้า ถอยหลัง ดูภาพซ้ำหรือหยุดดูเฉพาะภาพก็ได้และในเครื่องเล่นบางชนิดยังสามารถดึงภาพเพื่อขยายดูให้ใหญ่ชัดเจนมากกว่าเดิม รวมถึงเทคนิคการตัดต่อภาพ และอื่นๆ ได้ตามความต้องการของผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 คุณค่าประโยชน์ของเทปวีดิทัศน์และวีดิทัศน์ซีดี

### 2.6.1 คุณค่าและประโยชน์ของเทปวีดิทัศน์

นับตั้งแต่เทปโทรทัศน์เข้ามามีบทบาทในวงการสื่อ สถาบันการศึกษาต่างๆ ได้ให้ความสนใจและนำเทปวีดิทัศน์มาใช้มากขึ้น จึงนับว่าเทปโทรทัศน์การสอนมีคุณค่าต่อการศึกษาอย่างยิ่ง (พินิต วัฒน โณ 2520 : 11) ได้กล่าวถึงคุณค่าของเทปวีดิทัศน์การสอนไว้ดังนี้

- 1) เป็นเครื่องมือที่เข้าถึงคนหมู่มากได้พร้อมๆ กัน โดยสะดวกและประหยัด
- 2) เป็นผสมผสานที่ดีที่สุด ระหว่างวิทยุกับเทปวีดิทัศน์
- 3) เป็นเครื่องมือที่เอาชนะอุปสรรคของการเรียนรู้หลายประการ เพราะเทปวีดิทัศน์สามารถเสนอความคิด สร้างทัศนคติให้ข่าวสาร โดยที่ผู้รับไม่จำเป็นต้องมีความสามารถทางภาษาอย่างสูงหรือต้องอยู่ในเหตุการณ์ด้วย
- 4) เป็นการขยายความสามารถส่วนตัวของครูที่เก่งๆ หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านใดด้านหนึ่ง โดยเฉพาะให้ถึงผู้รับได้มากกว่า
- 5) สามารถนำอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ของจริง รูปภาพ ภาพยนตร์ มาใช้ร่วมกับเทปวีดิทัศน์ได้สะดวกและการใช้อุปกรณ์หลายๆ อย่างร่วมกันนี้ ผู้เรียนย่อมเกิดการเรียนรู้ได้ดี
- 6) การวิจัยพบว่าเทปวีดิทัศน์ใช้สอนหลักการ ความคิดรวบยอดและกฎเกณฑ์ได้ดีที่สุด (ไพบูลย์ จันทยศ 2526 : 42) ได้กล่าวถึงคุณค่าเทปวีดิทัศน์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนว่าค่าใช้ง่ายในการที่จะผลิตเป็นเทปวีดิทัศน์ที่จะนำมาใช้ในโรงเรียนนั้นไม่ได้แพงมากนัก ภาพยนตร์ที่ดีมีสาระก็สามารถยืมมาบันทึกได้เอง การถ่ายทำจากของจริงก็ทำได้สะดวก ไม่ต้องล้างฟิล์มเหมือนภาพยนตร์ ประโยชน์ที่จะได้จากการใช้เทปวีดิทัศน์ซึ่งจะมีส่วนเราใจและให้ความเข้าใจได้มากกว่าฟังครูบรรยาย เพราะภาพและเสียงที่ปรากฏทำให้นักเรียนไม่น่าเบื่อ

เมื่อพิจารณาถึงเทปวีดิทัศน์หรือเทปวีดิทัศน์มีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการถ่ายทอดความรู้ข่าวสาร เพราะสามารถแสดงให้เห็นภาพและได้ยินเสียง จึงสามารถที่จะถ่ายทอดให้ความรู้ในรูปแบบตั้งแต่ความรู้ง่ายๆ ไปหากระบวนการที่ซับซ้อนได้ เป็นเครื่องมือที่สามารถจะสอนแทนครูได้ (พินิต วัฒน โณ 2520 : 11) ถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สะดวกสบายในการนำรายการที่บันทึกไว้มาเสนอได้ตลอดเวลา

เกศินี โชติเสถียร (2523 : 181) ได้กล่าวถึงการนำเทปวีดิทัศน์หรือโทรทัศน์มาใช้อย่างก่อให้เกิดประโยชน์ในวงการศึกษาดังนี้

- 1) สามารถที่จะนำการสอนของครูหรือการสาธิตกลับมาฉายซ้ำให้ดูได้หลายครั้ง
- 2) สามารถบันทึกการสอน เพื่อนำกลับมาใช้กับชั้นเรียนหลายชั้น โดยไม่ต้องเตรียมการ

สอนใหม่ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การบันทึกการสอนของคุณในชั้นเรียนหรือกิจกรรมต่างๆ ของนักเรียนแล้วนำมาเปิด ทบทวนใหม่ เพื่อวิเคราะห์และประเมินผล จะได้นำไปปรับปรุงและเปรียบเทียบ ซึ่งจะทำให้การ สอน ได้พัฒนาขึ้น

เทปวีดิทัศน์ มีคุณสมบัติที่ดี ดังที่ ชม ภูมิภาพ (2515 : 50-51) ได้กล่าวถึง คือ

- 1) เป็นเครื่องมือที่จะเข้าถึงคนหมู่มากได้พร้อมๆ กัน โดยสะดวกและประหยัด
- 2) เป็นการผสมผสานส่วนที่ดีที่สุดของวิทยุและโทรทัศน์เข้าด้วยกัน
- 3) เป็นเครื่องมือที่สามารถเอาชนะอุปสรรคของการเรียนรู้หลายประการเพราะสามารถที่ จะเสนอความสำคัญ สร้างทัศนคติ ให้ข่าวสารสำคัญ
- 4) เป็นการเผยแพร่ความรู้ ความสามารถของผู้เชี่ยวชาญเก่งๆ ถ่ายทอดไปยังผู้รับหรือ ผู้เรียน ได้เป็นจำนวนมาก
- 5) เทปวีดิทัศน์จะช่วยให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาสังคมที่สำคัญ
- 6) มีความเป็นปัจจุบันทันด่วน ทำให้ผู้รับสนใจมากและก่อให้เกิดการเรียนรู้สูง
- 7) สามารถนำอุปกรณ์การศึกษาอื่นๆ เช่น ของจริง รูปภาพ ภาพยนตร์และอื่นๆ เป็นการ ใช้สื่อที่เรียกว่า สื่อประสม

8) การวิจัยพบว่าเทปวีดิทัศน์ใช้สอนหลักการความคิดรวบยอดและเรื่องกฎเกณฑ์ได้ผล ที่สุด

สาเหตุที่โทรทัศน์เข้ามามีบทบาทแพร่หลายทั่วไป โดยเฉพาะในด้านการศึกษานั้นมี เหตุผลดังนี้

- 1) เป็นสื่อการสอนที่สามารถนำเอาสื่อการสอนหลายๆ อย่างมาใช้ร่วมกันอย่างสะดวกที่ เรียกว่า สื่อประสม เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง หุ่นจำลอง หรืออุปกรณ์อื่นๆ
- 2) โทรทัศน์นับเป็นอุปกรณ์การสอนที่สำคัญสำหรับในการสอนและการเรียนของ นักเรียน โดยใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นประถม มัธยม วิทยาลัย และอุดมศึกษา
- 3) เป็นแหล่งวิทยาการอันสมบูรณ์ สามารถเผยแพร่ภาพการสอนไปได้ไกลและกว้างขวาง นักเรียนมีโอกาสรับประสบการณ์จากบทเรียนที่ครูได้เลือกสรรแล้วเป็นอย่างดี
- 4) ช่วยปรับปรุงการสอนของคุณประจำชั้น ครูประจำการ สามารถจดจำตัวอย่าง หรือ กลวิธีการสอนที่ดี หรือในแขนงวิชาที่ตน ไม่ถนัด จากครูที่สอนในเทปวีดิทัศน์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในแต่ละสาขาวิชาเหล่านั้น ได้นำไปปรับปรุงการสอนของตนให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพที่ ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ใช้ในการสาธิตอย่างได้ผลในบทเรียนที่วิชาการที่มีการปฏิบัติจริงๆ เช่น การทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เคมี ศิลปะ ขับร้องดนตรี ละคร หรือการแสดงกิจกรรมในวิชาอื่นๆ ผู้เรียนจากเทปวีดิทัศน์สามารถเรียนได้เช่นเดียวกับการเรียนจากครู

6) สามารถเก็บบันทึกเป็นเทปวีดิทัศน์ ในการออกรายการทางโทรทัศน์นั้นสามารถทำการสอนล่วงหน้าและบันทึกเป็นเทปวีดิทัศน์ออกรายการภายหลังได้ ช่วยจัดซื้อผิดพลาดของการสอน โดยลบทิ้งและอัดบันทึกใหม่ลงไปได้

7) สามารถผลิตรายการทั้งนอกและในห้องส่ง บทเรียนเทปวีดิทัศน์ที่อยู่ในหรือนอกห้องเรียนอาจถ่ายทอดไปยังโทรทัศน์ที่อยู่ในห้อง หรือเครื่องรับในที่ใดๆ แม้เป็นระยะทางไกลๆ และอาจใช้แลกเปลี่ยนรายการระหว่างสถานีของแต่ละสถาบันได้อีกด้วย

8) บทเรียนเทปวีดิทัศน์ ที่มีครูสอนเพียงคนเดียวอาจถ่ายทอดไปยังนักเรียนจำนวนมาก เช่นห้องเรียนขนาดใหญ่หรือห้องอื่นๆ พร้อมกันหลายๆ ห้อง นับว่าเป็นการประหยัดในด้านเวลา อุปกรณ์ จำนวนครูผู้สอน และด้านการเงินเป็นอย่างมาก

คูสิด วิชัชดิษฐ์ (2524 : 27) กล่าวว่าไม่ว่าจะเป็นการสอนวิชาใดก็ตาม ถ้าครูใช้โสตทัศน์ วัสดุอุปกรณ์ ตรงตามเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของบทเรียนแล้วย่อมเป็นการส่งเสริมประสบการณ์และทักษะการเรียนรู้ได้เท่าๆ กัน

เทปวีดิทัศน์ จึงจัดได้ว่าเป็นสื่อที่มีบทบาทและมีคุณค่าต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก สามารถพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนในด้านการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะวีดิทัศน์เป็นสื่อที่หาง่าย ประหยัด สามารถเสนอเรื่องราวและทักษะการปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

## 2.6.2 คุณค่าและประโยชน์ของวีดิทัศน์ ซีดี

วีดิทัศน์ ซีดี เป็นสื่อที่มีคุณสมบัติที่เป็นข้อได้เปรียบสื่ออื่นมากมายหลายประการ ได้แก่

1) ความจำข้อมูลมหาศาล วีดิทัศน์ ซีดี หนึ่งแผ่นสามารถบรรจุข้อมูลได้มากที่สุดถึง 680 เมกะไบต์ เปรียบเทียบได้กับจำนวนใดจำนวนหนึ่งของสิ่งเหล่านี้ ได้แก่ หนังสือ 250,000 หน้า หรือข้อความในกระดาษพิมพ์ดีดจำนวน 300,000 แผ่นหรือหนังสือสารานุกรม 1 ชุด จำนวน 24 เล่ม หรือภาพสี 5,000 ภาพ หรือเท่ากับข้อมูลในแผ่นบันทึกขนาด 1.44 เมกะไบต์ 460 แผ่น หรือในแผ่นบันทึกแบบแข็งขนาด 20 เมกะไบต์ ถึง 34 ชุด ถ้าบุคคลคนหนึ่งอ่านหนังสือหนึ่งหน้าต่อหนึ่งนาทีโดยไม่หยุดพักในเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน ประมาณว่าจะต้องใช้เวลากว้าง 11 เดือนจึงจะอ่านข้อมูลในวีดิทัศน์ ซีดี หนึ่งแผ่นได้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บันทึกข้อมูลนานาประเภท เนื่องจากการบันทึกข้อมูลจำนวนมหาศาลลงบนแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี อยู่ในระบบดิจิทัลจึงทำให้สามารถบันทึกข้อมูลในลักษณะตัวอักษร ภาพถ่ายสี และขาวดำ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก เสียงพูด และเสียงดนตรีได้อย่างมีคุณภาพสูง

3) การสืบค้นจับใจ ถึงแม้ว่าวีดิทัศน์ ซีดี จะบันทึกข้อมูลจำนวนมากมหาศาลไว้ก็ตาม แต่การค้นหาข้อมูลในแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี อยู่ในลักษณะ “เข้าถึง โดยการสุ่ม” ซึ่งเป็นการเข้าถึงข้อมูล โดยการใช้เวลาค้นหาได้รวดเร็วเท่ากันหมดไม่ว่าข้อมูลนั้นจะอยู่ในที่ใดของแผ่น ตามปกติแล้วจะใช้เวลาในการค้นหาเพียง 1 วินาทีเท่านั้น จึงทำให้การค้นหาสะดวกรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำกว่าสื่อประเภทอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแถบวีดิทัศน์หรือเทปบันทึกเสียงที่ต้องมีการเดินหน้าหรือถอยหลังเทปเพื่อค้นหาข้อมูล แต่อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่าการค้นหาข้อมูลในแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จะเร็วกว่าสิ่งอื่นหรือแม้แต่แผ่นบันทึกก็ตาม แต่ก็ยังช้ากว่าการค้นหาข้อมูลบนแผ่นบันทึกแบบแข็งอยู่บ้าง

4) มาตรฐานสากล แผ่นวีดิทัศน์ ซีดี อยู่ในรูปแบบมาตรฐานที่มีขนาดและลักษณะมาตรฐานเดียวกันหมดจึงทำให้สามารถใช้กับหน่วยขับแผ่นวีดิโอดิส หรือเครื่องเล่นวีดิทัศน์ ซีดี ทั่วไปได้เหมือนกัน

5) ราคาไม่แพง จากความนิยมใช้วีดิทัศน์ ซีดี ในปัจจุบันจึงทำให้การผลิตแผ่นและเครื่องเล่นจำนวนมากมีต้นทุนที่ต่ำลง แผ่นและเครื่องเล่นวีดิทัศน์ ซีดี ทุกวันนี้จึงราคาตกลงมากจนสามารถซื้อหามาใช้กันได้อย่างแพร่หลายทั่วไป

6) อายุการใช้งานนาน กล่าวกันว่าแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จะมีอายุใช้งานทนทานได้นานตลอดไปโดยที่แผ่นไม่ฉีกขาดและไม่มียรอยขีดขูดของหัวเข็มเนื่องจากแสงเลเซอร์ในการอ่านข้อมูล ถึงแม้จะมีคราบสกปรกจากรอยนิ้วมือหรือฝุ่นละอองก็สามารถล้างทำความสะอาดได้ แต่ก็ยังมีบางคนกล่าวว่าจะมีอายุเพียง 0-15 ปีเท่านั้น เนื่องจากความสกปรกและความร้อนชื้นต่างๆ จะทำลายแผ่นให้เสื่อมสภาพได้

7) ความคงทนของข้อมูล วีดิทัศน์ ซีดี เป็นสื่อที่ไม่กระทบกระเทือนต่อสนามแม่เหล็กจึงทำให้ข้อมูลอยู่คงที่ตลอดไป และที่สำคัญคือ ไม่ติดไวรัสเนื่องจากไม่สามารถบันทึกทับได้

8) ประหยัด เมื่อเปรียบเทียบขนาดเนื้อที่การบันทึกข้อมูลระหว่างแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี กับแผ่นบันทึกแล้ว จะเห็นได้ว่าแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี หนึ่งแผ่นสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่าแผ่นบันทึกหลายร้อยเท่า จึงทำให้ประหยัดเงิน ในการใช้วีดิทัศน์ ซีดี เพียงแผ่นเดียวแต่บันทึกข้อมูลได้มากมายกว่า

9) ความสะดวก เนื่องจากวีดิทัศน์ ซีดี เป็นแผ่นที่มีขนาดเล็ก จึงทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บ สามารถพกพาไปใช้ในที่ต่างๆ ได้โดยสะดวก และส่งต่อไปยังผู้อื่นได้ง่ายโดยทางไปรษณีย์

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า วีดิทัศน์ ซีดี เป็นสื่อที่ได้เปรียบกว่าสื่อประเภทอื่นๆ เป็นอย่างมากทั้งในด้านของลักษณะแผ่น ความทนทาน ความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล อีกทั้งยังให้ความสะดวกและความประหยัดแก่ผู้ใช้นานัปการ จึงทำให้ความนิยมใช้วีดิทัศน์ ซีดี ในปัจจุบันทวีมากขึ้นเรื่อยๆ ในวงการต่างๆ ทั่วโลก

## 2.7 บทบาทอิทธิพลและประเภทรูปแบบรายการวีดิทัศน์ วีดิทัศน์ ซีดี

### 2.7.1 บทบาทอิทธิพลของรายการวีดิทัศน์ ภาพทัศน์หรือวิดีโอ

บทบาทหน้าที่ที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อผู้รับชมต่างๆ ไป 3 ด้าน คือ

1) บทบาทหน้าที่และอิทธิพลในการให้ความบันเทิงและโน้มน้าวชักจูง โดยการใช้ภาพ เทป วีดิทัศน์เป็นเครื่องมือการสื่อสาร คือ

1.1) การเรียนแบบ เช่น การเลียนแบบการแต่งกาย การวางลักษณะท่าทางตามแบบดารา การร้องเพลง ตลอดจนการปฏิบัติตน เป็นต้น เกี่ยวกับบทบาทของรายการโทรทัศน์ต่อการเรียนรู้ของเด็กพบว่าเด็กร้อยละ 70 รับว่าเคยเรียนแบบจากรายการโทรทัศน์ โดยใช้การเรียนแบบด้วยท่าทาง คำพูด หรือหาอุปกรณ์ประกอบการจินตนาการ เช่น หน้ากาก ไม้กระบอง เป็นต้น

1.2) ผู้ชมเป็นจำนวนมากที่ติดตามรายการละครทางโทรทัศน์ หรือติดตามรายการโทรทัศน์บางรายการ จนถึงกับยอมตัดขาดจากกิจกรรมอื่นๆ ที่รับผิดชอบเพื่อกลับบ้านไปให้ทันชมรายการโทรทัศน์ที่ตนชอบ และบางรายถึงกับตั้งเวลาบันทึกภาพวีดิทัศน์ไว้ชมในช่วงเวลาที่ตนไม่สามารถชมในเวลาออกอากาศได้

1.3) ในการการโฆษณาสินค้าโดยตรง โดยเทปวีดิทัศน์โฆษณาสินค้าฉายออกรายการทางวิทยุโทรทัศน์หรือนำไปฉายในห้างร้าน หรือเสนอในที่ประชุมอาจเป็นเรื่องราวสาธิต ทดลอง หรือแสดงประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้า เพื่อโน้มน้าวชักจูงให้ผู้ชมเกิดความเชื่อมั่น

1.4) ในด้านการประชาสัมพันธ์ เป็นที่ยอมรับว่าการประชาสัมพันธ์นั้นมีความสำคัญอย่างมากทั้งในหน่วยงานของรัฐและเอกชน การประชาสัมพันธ์เป็นการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องรวมทั้งการเผยแพร่และสร้างภาพพจน์ที่ดีต่อหน่วยงานของตน หรืออาจทำในรูปของการบอกกล่าว (Inform) หรือรายงาน (Report) ให้ได้รับรู้กันว่า ใครกำลังทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร และทำไม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางครั้งอาจแสดงกิจกรรมต่างๆ ของหน่วยงาน เช่น ในการสร้างความสามัคคีในชุมชน การร่วมกิจกรรมการกุศลที่หน่วยงานนั้นมีส่วนร่วม เป็นต้น เพื่อเป็นการสร้างศรัทธาและภาพพจน์ที่ดี

## 2) บทบาทหน้าที่และอิทธิพลในด้านสังคม

วัฒนธรรมและค่านิยมอาจจะเป็นไปในทางบวกหรือทางลบย่อมขึ้นอยู่กับผู้ใช้ ทั้งนี้ เพราะขึ้นอยู่กับเนื้อหาของภาพวิดิทัศน์ที่ผู้ผลิตจะต้องพิจารณาเรื่องนี้ด้วย คือ

2.1) ในด้านสังคม ในสังคมปัจจุบันภาพวิดิทัศน์มีบทบาทหน้าที่สำคัญที่จะใช้เป็นสื่อช่วยพัฒนาสังคมในด้านต่างๆ เพราะ โอกาสที่สื่อภาพวิดิทัศน์ มีโอกาสเข้าถึงประชาชนได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ เป็นเหตุให้ภาพวิดิทัศน์มีบทบาทหน้าที่ในทางสร้างสรรค์สังคมได้ เช่น สามารถผลิตรายการให้ประชาชนเกิดความรักชาติ รักท้องถิ่น รักชนบท ได้ ทั้งยังทำให้ประชาชนได้ศึกษาความรู้ได้กว้างขวาง มีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่ออาชีพและความเป็นอยู่ของสังคมได้

2.2) ในด้านวัฒนธรรม อิทธิพลของภาพวิดิทัศน์ที่อาจเป็นเครื่องมือในการครอบงำวัฒนธรรมได้ เช่น วัฒนธรรมการแต่งกาย การปฏิบัติตัวและวัฒนธรรมอื่นที่ผู้ชมรับเข้ามาจากวัฒนธรรมตะวันตก โดยมีได้มีการกลั่นกรองว่าเหมาะสมกับสภาพของตนและสังคม อาจทำให้สูญเสียเอกลักษณ์ของชาติไปในที่สุด แม้แต่เนื้อหาของภาพวิดิทัศน์ที่แสดงในเรื่องของความรุนแรงก็มีอิทธิพลให้ผู้ชมเกิดพฤติกรรมที่ไม่ต้องการของสังคม หากเด็กได้ดูจะเกิดการเรียนรู้นำพฤติกรรมนั้นไปใช้ เป็นต้น

## 3) บทบาทหน้าที่และอิทธิพลด้านการศึกษาของสื่อวิดิทัศน์

บทบาทหน้าที่และอิทธิพลด้านการศึกษาของสื่อวิดิทัศน์ต่อการศึกษาได้ทุกระดับและทุกระบบการศึกษา คือ ไม่ว่าจะเป็นระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรืออุดมศึกษา และไม่ว่าจะเป็น การศึกษาระบบปกติหรือระบบเปิดก็สามารถนำสื่อวิดิทัศน์เข้ามาเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นบทบาทหน้าที่ที่สำคัญมีผลต่อการศึกษา ดังนี้

3.1) เป็นเครื่องมือในการสอนของครู เพื่อเสริมแทนการปฏิบัติจริงของครู เช่น การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ภาพวิดิทัศน์บันทึกให้เห็นการทดลองของจริง หรือวิชาการปั้นรูปด้วยดินเหนียว โดยใช้ภาพวิดิทัศน์แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน เป็นต้น

3.2) มีบทบาทหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ แต่ก่อนครูสอนแบบบรรยาย ครูสอนอย่างไรนักเรียนก็เชื่อตามครู แต่ภาพวิดิทัศน์จะช่วยให้นักเรียนได้เห็นด้วยตาของนักเรียนเอง

3.3) ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจบทเรียน ได้ดียิ่งขึ้น เพราะ ได้เก็บภาพและ ได้ยินเสียงด้วยตนเอง ทำให้สิ่งที่ยากและซับซ้อนดูเข้าใจง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) เทคนิคการถ่ายภาพวีดิทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาสิ่งที่อยู่นอกห้องเรียนได้อย่างชัดเจน ทำให้ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น เช่น ทำให้เห็นกระบวนการเติบโตของดอกไม้จากตูมไปดอกไม้บานสะพรั่งได้ภายในเวลาไม่กี่วินาที

3.5) บทบาทหน้าที่ต่อในการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียน นอกโรงเรียนและการศึกษาทางไกล เช่น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หรือที่กรมการศึกษานอกโรงเรียนใช้สอนเนื้อหาวิชาทางงานอาชีพบางอย่างเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาวิชานั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ได้มีการพัฒนาและส่งเสริมการนำภาพวีดิทัศน์มาใช้เป็นสื่อการศึกษาในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นวิชาความรู้ด้านสายสามัญ ตลอดจนนำมาใช้สอนในทฤษฎีวิชาอาชีพทางด้านอาชีวศึกษา และเทคนิคศึกษาเพื่อจะได้พัฒนาในการเรียนรู้ให้เกิดการจำในรายวิชาที่ยากและซับซ้อนได้ เข้าใจง่ายขึ้นมีความชัดเจนในเนื้อหาวิชา พร้อมกันนั้นก็ยังมีความสะดวกสบายต่อการใช้สอนและยังเปิดสอนซ้ำได้อีก โดยมีเนื้อหาเหมือนเดิม

## 2.7.2 ประเภทรูปแบบของรายการวีดิทัศน์

### 1) รูปแบบของวีดิทัศน์

ในการสร้างวีดิทัศน์เพื่อการศึกษาหรือการสอนนั้น จะต้องสร้างให้มีเนื้อเรื่องที่น่าสนใจเหมาะสมกับวัย ประสบการณ์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนอยากติดตามและมีส่วนร่วมในการรับชม ผู้ผลิตจึงต้องคำนึงถึงรูปแบบของรายการที่จะช่วยในการสื่อสารเนื้อหาวิชา ไปยังผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เกี่ยวกับเรื่องนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิคม ทาแดง (2531 : 731-736) ได้เสนอรูปแบบของรายการวีดิทัศน์เพื่อการศึกษาไว้ 12 รูปแบบ ได้แก่

1.1) รูปแบบพูดหรือบรรยายคนเดียว รายการจะน่าสนใจ เมื่อผู้ดำเนินการมีความรู้และมีความสามารถในการพูดและเสนอเนื้อหาสาระ และต้องมีภาพหรือภาพยนตร์ประกอบ

1.2) รูปแบบสนทนา เป็นรายการที่มีคนมาพูดคุยกัน 2 คน ทั้ง 2 คนเป็นผู้สนทนา แสดงความคิดเห็นประเด็นที่น่าสนใจ ทั้งคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน การสนทนานี้อาจจะมี 2-3 คนก็ได้

1.3) รูปแบบอภิปราย เป็นรายการที่มีผู้ดำเนินการอภิปราย 1 คน ป้อนประเด็นหรือคำถาม ให้ผู้ร่วมอภิปรายตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป แต่ไม่ควรเกิน 4 คน โดยผู้อภิปรายแต่ละคนจะแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นต่างๆ โดยอาจเสริมหรือขัดแย้งคนที่พูดก่อนก็ได้

1.4) รูปแบบสัมภาษณ์ รายการสัมภาษณ์ขนาดยาว 30 นาที หรือขนาดสั้นๆ ที่จะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของรายการ สารคดี หรือรายการพูดคนเดียวได้

1.5) รูปแบบเกมหรือตอบปัญหา เป็นรายการที่จัดให้มีการแข่งขันระหว่างคนหรือกลุ่มของผู้ที่มาร่วมรายการด้วยการเล่นเกมหรือตอบปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6) รูปแบบสารคดี เป็นรายการที่ให้ความรู้และการศึกษาได้ดีมาก เพราะเสนอเป็นภาพควบคู่กับเสียงเป็นส่วนใหญ่ แต่ต้องเสียเวลาในการเก็บภาพที่ดี และตรงกับความต้องการจึงเป็นรายการที่ต้องใช้งบประมาณและเวลาสูง

1.7) รูปแบบละคร เป็นรายการที่เสนอเรื่องราวต่างๆ ด้วยการจำลองสถานการณ์เป็นละคร มีการกำหนดผู้แสดง จัดสร้างฉากให้

1.8) รูปแบบสารละคร เป็นรายการที่ผสมผสานรูปแบบสารคดีเข้ากับรูปแบบละคร หรือการนำละครมาประกอบรายการที่เสนอสาระบางส่วน มิใช่เสนอเป็นละครทั้งรายการ เพื่อให้การศึกษาความรู้และแนวคิดในเรื่องที่เสนอ

1.9) รูปแบบสารคดีและทดลอง เป็นการเสนอ “วิธีทำ” อะไรอย่างหนึ่ง เพื่อให้ผู้ชมได้แนวทางที่จะนำไปใช้จริง

1.10) รูปแบบเพลงและดนตรี

1.11) รูปแบบนิตยสาร เป็นรายการที่เสนอหลายประเด็น หลายรส และหลายรูปแบบ ในรายการเดียวกัน โดยใส่ไว้เป็นชุดๆ

1.12) รูปแบบการถ่ายทอดสด เป็นรายการที่ถ่ายทอดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

โดยสรุปแล้วการสร้างวิดิทัศน์หรือรายการโทรทัศน์ที่น่าสนใจ ทำได้หลายรูปแบบ เพื่อดึงดูดใจผู้ชมให้กระตือรือร้นที่จะศึกษาอยู่ตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องคำนึงถึงเนื้อหาวิชาและสถานที่ในการผลิตรายการด้วยเช่นกัน

## 2) ประเภทรูปแบบของรายการวิดิทัศน์

ได้มีผู้ให้ความจำกัดความและแบ่งประเภทของรายการวิดิทัศน์ ดังเช่น เกศินี โขติเสถียร (2523 : 131) กล่าวว่า การนำเทปวิดิทัศน์มาใช้เพื่อการศึกษา มีรูปแบบรายการที่ผลิตขึ้นโดยจำแนกได้ 3 กลุ่มใหญ่คือ

1.1) รายการผลิตขึ้นเพื่อสอน (Teaching Format) เป็นกลุ่มรายการที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตร รูปแบบของรายการมีบทบาทในเชิงการสอนมากกว่ามุ่งใจการผลิตรายการจะง่ายกว่าแบบอื่น

1.2) เพื่อการเรียนรู้ (Learning Format) เป็นกลุ่มตามหลักสูตรแบบกลุ่มแรกก็ได้หรือใช้เพื่อศึกษาทั่วไปก็ได้ แต่เป็นรายการที่ต้องสร้างแรงจูงใจแก่ผู้ชมมากขึ้น ต้องให้ผู้ชมสนใจอยากติดตาม โดยผู้ชมไม่มีความรู้สึกรายการที่ผลิตมุ่งมาสอนตน แต่กลับรู้สึกว่าเป็นการดีมีประโยชน์ นำเรียน นำรู้ และเต็มใจชมตลอดรายการ ดังนั้นการผลิตรายการรูปแบบนี้ต้องการความประณีต และเทคนิควิธีที่มีประสิทธิภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) รายการเพื่อเผยแพร่ข่าวสาร (Information Format) เป็นกลุ่ม รายการที่มุ่งใช้เพื่อ เป็นสื่อสนเทศแก่ประชาชนทั่วไป และเพื่อสนองความสนใจใคร่รู้ให้ทันต่อเหตุการณ์และ สามารถปรับตนเองเข้ากับความจริงก้าวหน้าของสังคมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมรายการ รูปแบบนี้ต้องสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ชมมากที่สุด การผลิตจำต้องประณีตและใช้เทคนิควิธีที่มี ประสิทธิภาพสูงสุดด้วยมิฉะนั้นผู้ชมจะหันไปหารายการวิทยุโทรทัศน์ประเภทบันเทิงโดยง่าย สิ่ง ที่เป็นจริงสามารถไปแยกแยะให้เห็นถึงสาเหตุและสรุปให้คำตอบได้คนวิเคราะห์สร้างรูปแบบ รายการต้องแก่ และจูงใจกลุ่มเป้าหมายได้ วิธีการเช่นนี้ใช้ได้ดีมากในการเรียนการสอนใน โทรทัศน์ แต่ควรจะเป็นส่วนหนึ่งของรายการมากกว่าทำทั้งรายการ

### 3) ประเภทรูปแบบของวีดิทัศน์ ซีดี

ในปัจจุบัน การใช้แผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จึงได้ตอบกำลังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายใน สถาบันการศึกษาและวงการต่างๆ ทั่วไป เพราะสามารถใช้ได้ในการเรียนการสอนและการ ฝึกอบรม เช่น

โครงการเอ็กเซล (Project Excel) ภายใต้วความร่วมมือระหว่าง ไอบีเอ็มกับมหาวิทยาลัย แห่งอิลลินอยส์ (University of Illinois) มีการจัดการเรียนในรูปแบบวีดิทัศน์ ซีดี จึงได้ตอบแก่นักเรียนวิชาเคมี เช่น อาจมีการระเบิดในการเรียนแทนห้องปฏิบัติการที่ในบางกรณีอาจจะไม่เหมาะสมที่จะเรียน เช่น อาจมีการระเบิดจากการผสมสารเคมี หรือมีกลิ่นของสารเคมีที่เป็นอันตราย เป็นต้น นักศึกษาสามารถเลือกเรียนสภาพการณ์ที่ใช้เรียนแทนการทดลองได้ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น นอกจากนี้ความสะดวกในการที่ไม่ต้องจัดเตรียมเครื่องมือในการทดลอง และเก็บหลายครั้ง และเปลี่ยนวิธีการทดลองได้หลายวิธีการตามความสนใจ

ในวงการทหาร มีการบันทึกคู่มือการสอนซ่อมเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดความยาวหลายล้าน หน้าและมีน้ำหนักถึง 2,000 ปอนด์ ลงในแผ่นแอลวี-รอม (LV-Rom) เพียง 2 แผ่น เพื่อใช้สอนทหารที่อยู่ในฐานทัพต่างๆ ทำให้ทหารสามารถเรียนรู้การแก้ไขส่วนต่างๆ ที่เสียของเครื่องยนต์ได้ โดยเห็นภาพวิธีการแก้ไขประกอบคำอธิบายอย่างละเอียด

สำหรับประเทศไทยเราในปัจจุบันยังไม่มีการใช้ในสถาบันการศึกษาทั่วไป เนื่องจาก เครื่องเล่นวีดิทัศน์ ซีดี ที่สามารถต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีราคาสูง นอกจากนี้แผ่นวีดิทัศน์ ซีดี ที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับบทเรียนก็ค่อนข้างหายาก ถ้าจะผลิตเนื้อหาเองแล้วส่งไปบันทึกลงแผ่นก็จะต้องใช้ต้นทุนสูงมากเกิน ไป ถึงแม้ว่าจะหาแผ่นที่มีเนื้อหาใช้ในการเรียนการสอนได้แล้ว ก็จำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ เพื่อสร้างเนื้อหาบทเรียนประกอบเข้ากับเนื้อหาในแผ่นด้วยการใช้โปรแกรม เช่น การใช้ Hyper Card ซึ่งเป็นระบบการเขียน โปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติ และใช้โปรแกรม The Voyager เพื่อจัดลำดับเนื้อหาในวีดิทัศน์ ซีดี ให้สัมพันธ์กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาบทเรียนแต่ละตอน เป็นต้น การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปที่บริษัทต่างๆ ผลิตขายอันประกอบด้วยแผ่นวีดิทัศน์และแผ่นบันทึกหรือซีดี-รอม แล้วแต่เนื้อหาว่าจะมากน้อยเพียงใด ด้วยเหตุนี้ในสถาบันการศึกษาไทยทั่วไปยังไม่มีการเรียนการสอนด้วยแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี เจิงโต้ตอบ จะมีก็แต่ที่โรงเรียนนานาชาติและหน่วยงานใหญ่ๆ เช่น บริษัท การบินไทย จำกัด ที่ใช้ในการฝึกอบรมพนักงาน

#### 4) ประเภทของข้อมูลบนวีดิทัศน์ ซีดี

วีดิทัศน์ ซีดี ในปัจจุบันมีการบันทึกข้อมูล ทุกประเภทลงบนแผ่นเพื่อการใช้ในลักษณะ “สื่อประสม” ข้อมูลบางประเภทอาจจะมีอยู่เพียงลำพัง หรือจะรวมอยู่กับข้อมูลประเภทอื่นๆ ก็ได้ ประเภทต่างๆ ของข้อมูลมี ดังนี้

4.1) ตัวอักษร ข้อมูลในลักษณะตัวอักษรเป็นลักษณะเป็นประเภทของข้อมูลพื้นฐานที่นิยมบันทึกลงวีดิทัศน์ ซีดี ซึ่งบันทึกได้มากที่สุดถึง 680 ล้านอักขระ ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในลักษณะรหัสแอสกี (ASCH) หรือเป็นรูปแบบข้อมูลที่ทำกรเปลี่ยนเป็นรหัสแอสกีแล้ว และจะได้รับการจัดสรรชนิโดยใช้โปรแกรมด้านการจัดสรรชนิโดยเฉพาะเพื่อการค้นหาเช่นกัน จึงเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ

ข้อมูลตัวอักษรที่บันทึกลงวีดิทัศน์ ซีดี นอกจากจะเป็นเรื่องราวต่างๆ แล้ว ยังสามารถบันทึกเป็น “เขตข้อมูล” (Fielded Data) แยกกันได้ด้วย ตัวอย่างข้อมูลในลักษณะนี้ ได้แก่ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ ของแต่ละบุคคล เขตข้อมูลรวมกันชุดหนึ่งเรียกว่า “Record” การบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้ลงวีดิทัศน์ ซีดี จะทำให้การค้นหาฐานข้อมูลเป็นไปได้ด้วยความสะดวกรวดเร็วมาก

4.2) เสียง ที่บันทึกลงวีดิทัศน์ ซีดี มีอยู่มากมายปลายประการ โดยสามารถใช้บันทึกแบบ ADPCM ได้มากที่สุดถึง 18 ชั่วโมง นับตั้งแต่เสียงบีบจนถึงเสียงดนตรี แต่ถ้าบันทึกตามมาตรฐานแผ่นเพลง ซีดี จะได้เพียง 74 นาที แต่ได้เสียงที่ไพเราะกว่า ซีดี-รอม บางแผ่นจะบันทึกเสียงหลายเสียงหลายประเภท รวมอยู่ในแผ่นเดียวกันเรียกว่า “Mixed-Mode Disc” แต่บางแผ่นจะบันทึกเฉพาะเสียงพูดหรือบันทึกเสียงเพลงในลักษณะแผ่นเพลงซีดี

เสียงที่บันทึกลงบนวีดิทัศน์ ซีดี นอกจากจะเป็นเสียงเพลงในลักษณะที่บันทึกลงบนแผ่นเพลงซีดีแล้ว ยังมีเสียงประเภทอื่นๆ อีก 3 ประเภท ได้แก่

1) Waveform Audio เป็นเสียงระบบดิจิทัลที่สามารถบันทึกและเล่นจากหน่วยขับแผ่นบันทึกแบบแข็งของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถบันทึกและเล่นจากหน่วยขับแผ่นบันทึกเสียงได้ในระบบโมโน แทนที่จะเป็นระบบสเตอริโอ และเล่นได้โดยใช้แผ่นวงจรเสียง เช่น Sound Blaster และ Pro-Audio Spectrum เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) เป็นวิธีการบันทึกเสียงจะบันทึกค่าเต็มของตัวอย่างนั้น เสียงให้ลดเนื้อที่น้อยลง โดยการบันทึกความแตกต่างระหว่างตัวอย่างเสียงที่ต่อเนื่องกันมากกว่า กระบวนการนี้จึงทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพดี แต่ใช้เนื้อที่น้อยกว่าประมาณ 1/16 ของเนื้อที่ใช้บันทึกในแผ่นเพลงซีดี

3) มีดี (MIDI) วิธีการอีกแบบหนึ่งในการบันทึกและเล่นเพลงอย่างไพเราะ ได้แก่ การใช้มีดี (Musical Instrument Digital Interface : MIDI) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ดนตรี

มีดีถือเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับเสียงเพลงในระบบดิจิทัลรวมลักษณะที่ ได้รับการรับรองสำหรับอุปกรณ์การสื่อสารคมนาคม เสียงจากมีดีเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการนำเสนอเสียงเพลง เนื่องจากสามารถลดเนื้อที่ในการบันทึกได้น้อยกว่าเสียงจากเพลงซีดี และสามารถบันทึกลงแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี หรือลงแผ่นบันทึกแบบแข็งได้ โดยใช้เนื้อที่ของแผ่นขนาดเพียง 1/100 เมื่อเปรียบเทียบกับ Waveform Audio

4.3) ภาพกราฟิก ที่บันทึกลงบนแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี เป็น ได้ทั้งภาพถ่ายและภาพวาดลายเส้น ที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ทำจากโปรแกรมต่างๆ ซึ่งบันทึกอยู่ระบบย่อย แยกต่างหากจากแฟ้มข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือเสียง รูปแบบของภาพที่บันทึกลงวีดิทัศน์ ซีดี จะมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ แต่ที่ใช้นั้นมากได้แก่ PCX (Microsoft Paintbrush), TIFF (Tagged Image File Format), GIF (Computer Serve Graphics Interchange Format), BMP (Bitmapped Graphics) และ DIB (Device Independent Bitmap)

## 2.8 ขั้นตอนการผลิตรายการวีดิทัศน์หรือโทรทัศน์การศึกษา และวีดิทัศน์ซีดี

ในการผลิตภาพวีดิทัศน์จำเป็นต้องมีการวางแผนและการปฏิบัติงานตามขั้นตอน ตลอดจนมีข้อควรคำนึงปึกย่อยหลายประการ โดยเฉพาะการผลิตรายการวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา และการฝึกอบรมนั้นแตกต่างจากรายการอื่นๆ ที่ต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการให้การเรียนรู้กลุ่มผู้ชมอย่างสูงงานเทคนิคต่างๆ ทางการผลิตจึงต้องเสริมต่อสมรรถนะการเรียนรู้ทั้งสิ้น (วสันต์ อติ-ศัพท์ 2528 : 135) ดังนั้น หากจะกล่าวถึงแนวทางการผลิตรายการวีดิทัศน์หรือเทปวีดิทัศน์นั้น แม้จะ ไม่มีกฎหมายแต่ก็ควรยึดถือปฏิบัติเพราะจะช่วยให้งานผลิตมีคุณภาพ

ขั้นตอนการผลิตรายการวีดิทัศน์หรือโทรทัศน์การศึกษาแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (สุรชัย สิกขามันต 2528 : 26-48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.8.1 การวางแผนผลิตรายการ

เป็นขั้นตอนแรกในขบวนการผลิตรายการวิทยุทัศน์มีความสำคัญและผลต่อรายการวิทยุทัศน์มาก การวางแผนที่ดี ย่อมส่งผลถึงรายการที่ผลิตออกมาด้วยขั้นของการวางแผนผลิตรายการมีดังนี้คือ

1) การศึกษา จุดมุ่งหมายและเป้าหมายในการทำรายการวิทยุทัศน์ทางการศึกษาผู้ผลิตรายการต้องศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรวิชานั้นๆ และต้องทราบจุดมุ่งหมายทั่วไปของเนื้อหาและนำเนื้อหามาวิเคราะห์กำหนดกลุ่มเป้าหมาย (Target Group) และจุดมุ่งหมายทั่วไปเฉพาะ ซึ่งควรจะเขียนในรูปจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) เพื่อให้สามารถวัดได้และควรกำหนดวิธีการนำไปใช้ด้วยว่าจะนำไปใช้ในการสอนในลักษณะใด เช่น นำบทเรียนอธิบายเนื้อหาในบทเรียน หรือสรุปบทเรียน

2) รวบรวมทรัพยากรและศึกษาข้อขัดข้องในการผลิตทั้ง 21 สิ่งนี้ จะต้องทำควบคู่กันไป โดยต้องศึกษาว่ามีแหล่งทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในขบวนการผลิตอะไรบ้าง มีเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่มีจะหาได้จากแหล่งใด ถ้าหาไม่ได้จะอย่างไร ทรัพยากรและข้อขัดข้องก็ต้องรวบรวมและศึกษามีดังนี้

2.1) เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ต้องศึกษาเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการถ่ายทำเพียงใด เช่น ถ้ามีเครื่องบันทึกเทปวิทยุทัศน์ชนิดตัดต่อได้ วิธีการถ่ายทำก็อาจจะถ่ายแบบเป็นช็อต (Shot) ได้ ถ้าจะทำรายการถ่ายทำนอกสถานที่ก็จำเป็นต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์แบบสนาม เป็นต้น ผู้ผลิตจะต้องเข้าใจจิตความสามารถในการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ด้วย อีกทั้งจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบด้วยว่าวัสดุที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่และใช้กับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีอยู่ได้หรือไม่

2.2) บุคลากร กระบวนการผลิตได้หลายแบบ ผู้ผลิตรายการต้องศึกษาจิตความสามารถความรับผิดชอบหน้าที่และประสิทธิภาพของบุคลากร ถ้าขาดประสิทธิภาพด้านใด จะต้องหาผู้เชี่ยวชาญด้านนั้นไว้เป็นที่ปรึกษาซึ่งคุณภาพของรายการขึ้นอยู่กับ ความสามารถความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของบุคลากรเป็นสำคัญ

2.3) งบประมาณ ผู้ผลิตรายการมีความจำเป็นจะต้องประมาณการใช้จ่ายทั้งรายการเพื่อจะได้จัดเตรียมงบประมาณไว้ให้เพียงพอ ถ้างบประมาณมีจำกัดการวางแผนก็ควรทำในขอบเขต ซึ่งอาจจะต้องหาวิธีประหยัดลดค่าใช้จ่ายลง เช่น ลดจำนวนผู้ร่วมงาน หรือเร่งเวลาการถ่ายทำให้สั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) ปัญหาสิทธิทางกฎหมาย ผู้ผลิตรายการต้องศึกษากฎหมายเกี่ยวกับสิทธิในการถ่ายทำ ไม่ว่าจะเป็นสิทธิส่วนบุคคล หรือสิทธิต่อทรัพย์สินของบุคคล มิฉะนั้นอาจจะถูกฟ้องร้องได้

3) การเขียนหัวข้อเนื้อหาและการเลือกแบบนำเสนอ การผลิตรายการเทปวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา จำเป็นจะต้องอิงเนื้อหาในหลักสูตรเป็นสำคัญ ผู้ผลิตรายการอาจจะคัดเลือกเนื้อหาจากตำราเรียน ลักษณะการนำเสนอในตำราเรียนก็เป็นวิธีหนึ่ง ซึ่งอาจจะมีเหมาะสมในแบบของตำรา เพื่อจะนำมาผลิตเป็นรายการวีดิทัศน์ ผู้ผลิตรายการจะต้องนำเนื้อหานั้น มาเขียนเป็นแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับลักษณะของสื่อวีดิทัศน์รูปแบบการนำเสนอทางวีดิทัศน์ที่เป็นนิยม ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบการอภิปราย แบบบรรยาย และแบบนาฏการ โดยไม่ให้เห็นตัวบรรยาย (Off-camera Narration)

## 2.8.2 การเตรียมการผลิตรายการ

ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) การเขียนบท (Script) เป็นการวางโครงสร้างของรายการ ควรเขียนเพื่อให้สนองจุดมุ่งหมายทางการศึกษา มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย บทโทรทัศน์ที่ดี ควรเป็นบทแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนเกินไป ควรแสดงภาพนานพอที่ผู้ชมจะสามารถศึกษาเนื้อหานั้นได้ ภาษาที่ใช้ควรให้เหมาะสมกับระดับผู้เรียน

2) การเตรียมบุคลากร ผู้ผลิตรายการจะต้องติดต่อบุคคล ซึ่งได้แก่ ผู้เขียนบท ผู้กำกับรายการ ฝ่ายเทคนิค และผู้แสดง เพื่อช่วยทำหน้าที่ต่างๆ ในการผลิตรายการ ซึ่งบางทีบุคคลเดียวอาจทำหน้าที่ได้หลายอย่าง

3) การเตรียมงานศิลปะ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ในการผลิตรายการมี 2 ลักษณะ คือ งานศิลปะแนะนำรายการและศิลปะในรายการ การเตรียมงานจะต้องอยู่ภายใต้คำแนะนำของผู้ผลิตรายการและผู้กำกับ เพื่อให้งานศิลปะสนองจุดมุ่งหมายของรายการอีกทั้งมีความเหมาะสมกับการสื่อความหมายของโทรทัศน์

4) การเตรียมฉากและอุปกรณ์ประกอบ สำหรับการถ่ายทำในสตูดิโอ หรือแม้แต่นอกสถานที่ก็ตาม

5) การเตรียมการอื่นๆ เช่น เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย คนตรีและเสียงประกอบ

6) การซ้อม ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับฝ่ายเทคนิคและผู้แสดง

## 2.8.3 การดำเนินรายการ

เป็นขั้นที่จะทำการผลิตรายการวีดิทัศน์ ซึ่งถ้าได้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วอย่างเคร่งครัด ความผิดพลาดของการผลิตรายการที่มีขึ้นในขั้นนี้ก็มิใช่น้อยนั้นย่อมหมายถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืนกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่ได้จะมีคุณภาพดีตามไปด้วย ซึ่งความสำเร็จของการดำเนินรายการขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้กำกับรายการและคณะผู้ร่วมงานทุกคน ในขั้นตอนนี้จะเริ่มถ่ายทำตามบทที่ได้เขียนไว้ จากนั้นจึงนำมาตัดต่อเพื่อเรียบเรียงภาพให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น แล้วจึงบันทึกเสียงบรรยายและเสียงดนตรีและเสียงประกอบต่างๆ

เมื่อผลิตรายการวีดิทัศน์เรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปใช้จริงควรจะต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพและคุณภาพ โดยใช้วิธีประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาวิชาการนักเทคโนโลยีการศึกษา นักวัดผล และประเมินผลเพื่อช่วยการวิเคราะห์ปรับปรุงให้มีคุณภาพ จากนั้นอาจนำไปประเมินโดยการทดลองใช้กับผู้เรียน แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ว่าได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยแยกประเมินแต่ละวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน (วสันต์ อดิศักดิ์ 2528 : 14)

## 2.9 ขั้นตอนการผลิตวีดิทัศน์ ซีดี

แผ่นวีดิทัศน์ ซีดี เชิงโต้ตอบ (Interactive Video) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แผ่นวีดิทัศน์ในรูปของสื่อประสมที่ให้ทั้งภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ ภาพนิ่ง เสียง และตัวอักษร โดยมีการเรียกใช้ข้อมูลในลักษณะสื่อหลายมิติ เพื่อใช้ในการฝึกอบรมและการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษารายบุคคลและการศึกษาแบบอิสระ แต่ก็สามารถใช้กับผู้เรียนได้อย่างดีเช่นกันและในขณะเดียวกันบทเรียนจะมีการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผู้เรียน โดยการให้คำตอบที่ถูกต้องหรือการเสริมแรงกลับมา เรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้แบบมีการโต้ตอบระหว่างสื่อกับผู้เรียน แต่เดิมนั้นการเรียนในรูปแบบนี้จะใช้แถบวีดิทัศน์ร่วมกับคอมพิวเตอร์ จึงเรียกการใช้ในรูปแบบนี้ว่า “Interactive Bideo” แต่เนื่องจากการเรียกภาพจากแถบวีดิทัศน์มาดูประกอบบทเรียน จะทำได้ช้ามากเพราะต้องกรอเทปกลับไปกลับมา ในปัจจุบันจึงนิยมใช้แผ่นวีดิทัศน์ ซีดีแทนแถบวีดิทัศน์ เพราะสามารถเรียกดูภาพที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วกว่ามาก และดูเฉพาะภาพ หรือดูภาพซ้ำได้โดยสะดวก จึงทำให้เรียกการใช้ในรูปแบบนี้เสียใหม่ว่า “Interactive Videodisc” แต่เราก็มักจะเรียกสั้นๆ ว่า Interactive Video ตามที่เคยใช้เรียกกันมาก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในวิดิทัศน์ ซีดี

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกันเพื่อเป็นรูปแบบของวิดิทัศน์ ซีดี มีดังนี้

1) เครื่องเล่นแผ่นวิดิทัศน์ ซีดี เป็นเครื่องเล่นที่สามารถต่อกับเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ ในการเล่นเชิงโต้ตอบระดับ 3 ได้ เพื่อเสนอข้อมูลที่เป็นภาพ เสียง และตัวอักษรที่บันทึกในแผ่น วิดิทัศน์ ซีดี ที่ให้ภาพคมชัดและคุณภาพเสียงที่ดี

2) จอภาพ เพื่อเสนอภาพจากเครื่องเล่นวิดิทัศน์ ซีดี ปกติแล้วมักจะใช้เครื่องรับโทรทัศน์ เป็นจอภาพ แต่อาจจะใช้จอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์รับภาพและตัวอักษรก็ได้ โดยการใส่ แผ่นวงจรภาพเพิ่มเข้าไปในหน่วยประเมินผลกลาง หรืออาจจะใช้จอภาพที่สามารถรับได้ทั้ง สัญญาณแอนะล็อกจากวิดิทัศน์ ซีดีและสัญญาณดิจิทัลคอมพิวเตอร์ในเวลาเดียวกัน ทำให้มีเพียง จอภาพเดียวโดยไม่ต้องใช้ทั้งจอมอนิเตอร์และเครื่องรับโทรทัศน์ แต่จอภาพแบบนี้จะมีราคาแพง เกินความจำเป็นที่จะนำมาใช้ในการศึกษา

3) ชุดไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางที่ควรมีเนื้อที่แผ่นบันทึก แบบแข็งขนาดตั้งแต่ 100 เมกะไบต์ขึ้นไป พร้อมจอมอนิเตอร์เพื่อเสนอเนื้อหาบทเรียนที่สมบูรณ์ ประกอบภาพจากวิดิทัศน์ ซีดี พร้อมทั้งตั้งคำถามและแบบทดสอบ โดยสามารถเก็บข้อมูลการ เรียนของผู้เรียนไว้ได้ด้วย ส่วนแผงแป้นอักขระซึ่งเป็นอุปกรณ์ร่วมในชุดจะเป็นการให้ผู้เรียนใช้ เป็นอุปกรณ์ในการตอบสนองต่อบทเรียน

4) เครื่องเล่นวิดิทัศน์ ซีดี เสนอข้อมูลและเนื้อหาบทเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถบรรจุ ลงในงานบันทึกแบบแข็งของคอมพิวเตอร์ได้หมดและมีไว้สำหรับอ่านข้อมูลจาก ซีดี-รอม เพื่อ เสนอผ่านจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นอาจเป็นชิปใส่ไว้ในตัวเครื่อง คอมพิวเตอร์หรือจะเป็นเครื่องเล่นภายนอกที่ใช้ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ก็ได้

5) อุปกรณ์รับข้อมูล เพื่อรับข้อมูลการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของบทเรียน ซึ่งอาจจะประกอบเป็นการตอบคำถามเป็นข้อความหรือเลือกคำตอบก็ได้ อุปกรณ์ที่ใช้อาจเป็นเพียง แผงแป้นอักขระพิมพ์ที่อยู่ในชุดคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว หรือเป็นแผงแป้นควบคุมระยะไกลหรือ อาจจะใช้ก้านควบคุม (Joystick) ที่ใช้สำหรับเล่นเกมก็ได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกา แสง จอรับสัมผัส เพื่อใช้ในการตอบสนองแล้วแต่โปรแกรมบทเรียนและอุปกรณ์ที่จัดไว้ ในชุดของวิดิทัศน์ ซีดี เชิงโต้ตอบ

6) เครื่องพิมพ์ เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับพิมพ์ผลการเรียนหรือ การตอบสนองของผู้เรียนออกมาบนกระดาษ

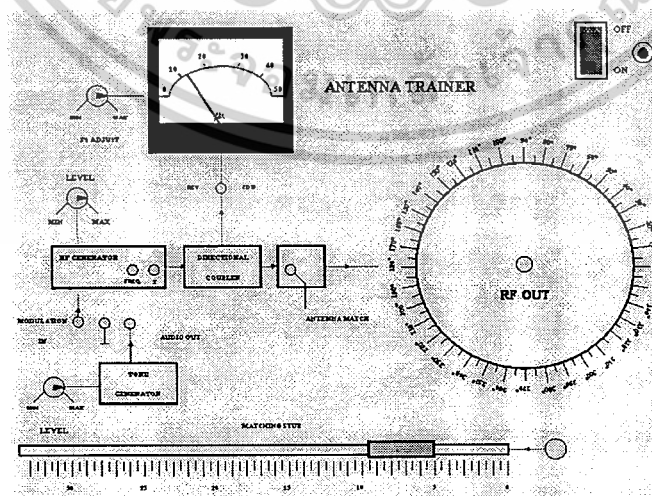
## 2.11 การบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี

ถ้าคุณลักษณะทั่วไปภายนอกแล้วแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จะเหมือนกับแผ่นเพลงซีดีทุกประการ เนื่องจากแผ่นซีดีทั้ง 2 ประเภทนี้ผลิตจากวัสดุประเภทเดียวกัน กระบวนการผลิตเหมือนกัน แต่สิ่งที่แตกต่าง คือ ประเภทข้อมูลที่บรรจุภายในแผ่น แผ่นเพลงซีดีจะมีเฉพาะเพลงเท่านั้น แต่ข้อมูลในแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จะมีทั้งตัวอักษร ภาพถ่าย ภาพกราฟิก เสียงเพลง เสียงพูด หรือภาพวีดิทัศน์โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นจะต้องเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล “MPEG ย่อมาจาก Motion Picture Experts Group เป็นวิธีการบีบอัดข้อมูลภาพวีดิทัศน์ โดยการเปรียบเทียบและอ้างอิงกับภาพอื่นๆ ปกติแล้วภาพที่เสนอในแต่ละวินาทีจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เอ็มพีเอ็จะเลือกบีบขนาดภาพที่มีความซ้ำซ้อนกันปล่อยเหลือไว้เพียงภาพที่มีการเปลี่ยนเท่านั้น จึงทำให้บีบขนาดได้ในอัตราส่วนที่ต้องการ” หรือแปลงเป็นรูปแบบฐานสองเสียก่อนจึงบันทึกลงแผ่นได้ การบันทึกข้อมูลลงแผ่นวีดิทัศน์ ซีดี จะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางกายภาพของแผ่น ได้แก่ การเก็บข้อมูลเป็นไบต์และการจัดการไบต์เป็นส่วนวง (Sectors) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเฮลโลบ็อก

## 2.12 รูปพรรณของระบบชุดฝึกสาธิตสายอากาศ

ชุดฝึกสาธิตนี้ประกอบด้วยกล่องหลัก และอีกกล่องที่ประกอบด้วยสายอากาศ อุปกรณ์ต่างๆ และชิ้นส่วนที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการทดลอง

กล่องหลัก (รูปที่ 2.1) ออกแบบมาสำหรับตั้งบนโต๊ะในการใช้ ทำมาจากอลูมิเนียมและพิมพ์บนด้านหน้าเพื่อแสดงแผนภาพการทำงานของระบบและการต่อภายในของแต่ละหน่วย



รูปที่ 2.1 ภาพด้านหน้าหน่วยฐานของชุดฝึกสาธิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.12.1 กล้องหลัก

กล้องหลักนี้ประกอบไปด้วย

1) แหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply) แบบติดตั้งบนแผงวงจรหลัก ซึ่งต่อจากสายไฟหลัก AC 50-60 Hz ขนาด 230 V ปกติ (สามารถใช้ได้จาก 220 ถึง 250 V) สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับการทำงานภายใน แหล่งจ่ายกำลังนี้มีจุดจ่ายบริการ 2 จุด คือ 5 และ 12 V ที่มีเสถียรภาพ แล้วแต่อุปกรณ์ที่ต้องการ จุดจ่ายทั้งสองเป็นแบบมีการป้องกันการลัดวงจร และสามารถให้กระแสออกได้แต่ละจุด 100 mA ที่อัตราต่อเนื่อง

2) เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF-Generator) สามารถจ่ายสัญญาณทดสอบ 1 สัญญาณ เพื่อป้อนให้สายอากาศที่ต้องการทดสอบ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ทำงานที่ความถี่หนึ่งที่สามารถปรับได้ในช่วงความถี่ประมาณ 850 ถึง 950 MHz เหตุผลที่เลือกช่วงการทำงานที่ความถี่หนึ่งๆ เหล่านี้ เป็นเพราะดังนี้

2.1) ศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่กวนต่อการบริการที่คงอยู่ ช่วงความถี่นี้ คือ ช่วงกลางที่ครอบคลุม TV แถบ UHF, VHF และแถบที่ต่ำกว่าเพื่อสำรองไว้สำหรับการสื่อสารเซลลูลาร์ (Cellular Communication) เครื่องส่งนี้ทำงานในแบบใดๆ ที่ระดับกำลังที่จำกัดไว้เพียงพอเพียง (น้อยกว่า 100 mW) เพื่อทำให้อันตรายจากการกวนห่างไกลมากๆ

2.2) ลักษณะของสายอากาศ ความถี่ที่สูงกว่า ขนาดของสายอากาศและขนาดของชุดฝึกสาธิตทั้งหมดจะเล็กกว่า สิ่งนี้เป็นข้อดีในการปฏิบัติงานกับมือของระบบบนโต๊ะปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการของสถานศึกษา

คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ เป็นดังนี้

- 1) มีปุ่มสามารถปรับระดับกำลังด้านออก (Output) ได้
- 2) สะดวกต่อการแมตช์ตัวภาระ (Loads) ที่แตกต่างกัน
- 3) อินพุตทำการมอดูเลต (Modulating Input) แบบ AM ที่สามารถใช้ได้กับเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำที่อยู่บนแผงวงจรหลัก หรือกับแหล่งกำเนิดภายนอก

4) สามารถใช้กับสถานะที่ไม่แน่นอน แม้แต่ด้านออกที่ไม่แมตช์ (Mismatched) อย่างหนัก (ลัดวงจร หรือเปิดวงจร) ในกรณีที่รุนแรง เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้จะหยุดการออกสซิชัน (Oscillation) และปิดกั้นในการป้องกัน การทำงานโดยปกติจะปรับปุ่มกำลังกลับไปสู่ระดับศูนย์ หลังจากนั้นปรับกลับไปสู่ระดับที่ต้องการอีกครั้ง หรืออีกทางหนึ่งโดยการสวิตช์กำลังสู่ OFF หลังจากนั้นจึง ON อีกครั้ง หลังจาก 2-3 นาที ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทดสอบ (Test Tone Generator) หน่วยนี้ให้คลื่นไซน์ที่สามารถปรับแอมพลิจูดได้ (ประมาณ 2 Vpp, 1.5 kHz) เพื่อใช้เป็นสัญญาณทดสอบสำหรับการมอดูเลต (Modulation) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ

4) วงจรของเครื่องกำเนิดสัญญาณนี้เป็นออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) แบบเฟสล้าหลัง (Phase-lag) ซึ่งอาจต้องทำการปรับค่าในด้านเวลาใหม่ไปตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบต่างๆ การปรับค่านี้สามารถทำได้อย่างง่ายดายโดยตัวทริมเมอร์ (Trimmer) ภายใน เพื่อใช้ปรับตามขั้นตอนในคำแนะนำของส่วนขั้นตอนย่อยๆ ของคู่มือนี้

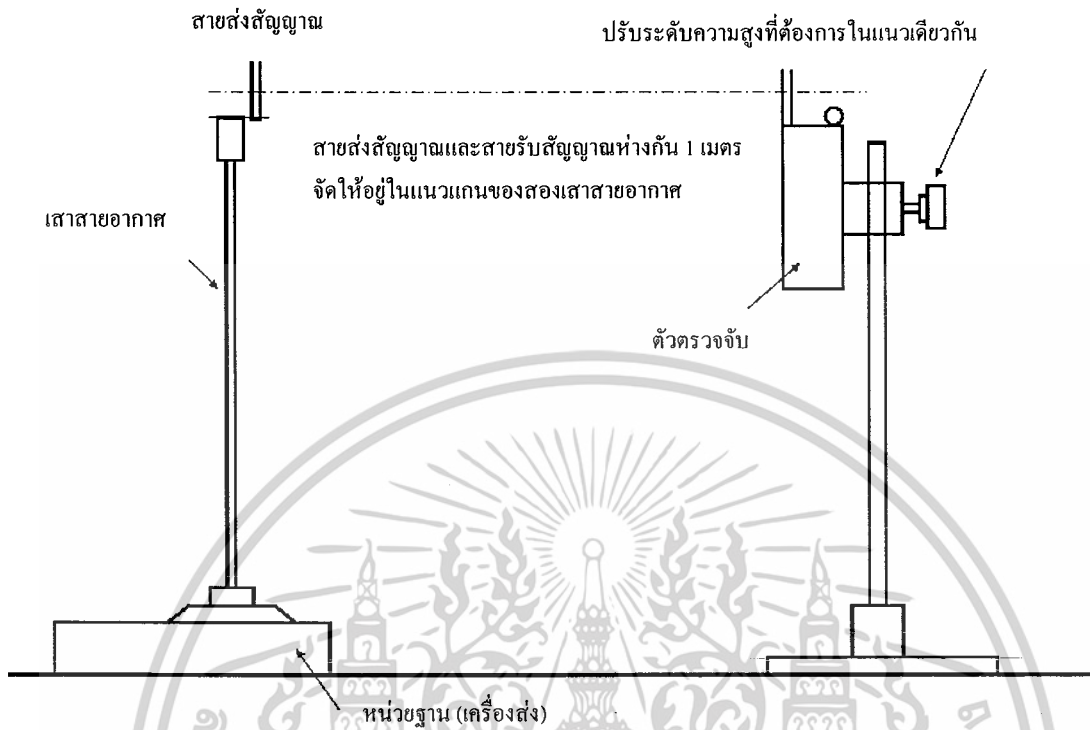
5) คัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง (Directional Coupler) อุปกรณ์นี้ถูกต่อในทิศทางขาออกจากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ และสามารถต่อแยกเพื่อทำการวัดกำลังที่ไหลในทิศทางไปข้างหน้า (Forward) (เครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายอากาศ) และทิศทางกลับอีกด้านหนึ่ง (สายอากาศสู่เครื่องกำเนิดสัญญาณ) อุปกรณ์นี้ถูกใช้ระหว่างการทดลอง เพื่อช่วยแมตช์เครื่องกำเนิดสัญญาณกับตัวภาระ และเพื่อการวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio) ในสายนำสัญญาณสู่สายอากาศ

6) มิเตอร์วัดกำลัง (Power Meter) หน่วยนี้ประกอบด้วยมิเตอร์ตัวหนึ่ง (แอมมิเตอร์แบบเชิงเส้น 50  $\mu\text{A}$  FS) เพื่อโยกเลือกตามต้องการระหว่างด้านออกของคัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทางที่ทำการวัด มิเตอร์ให้การวัดกำลังสัมพัทธ์ได้อย่างง่าย โดยวิธีการปรับปุ่มของตัวลดทอน (Attenuator) ที่ซึ่งทำให้การเต็มมาตราส่วน (Full Scale) ของเครื่องมือวัดนี้ถูกตั้งขึ้นก่อนวัด หลังจากนั้นการอ่านค่าสัมพัทธ์โดยการทำมาตราส่วนการแสดงผลของมิเตอร์นี้

7) สายเบร็อง (Slot Line)/สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) อุปกรณ์นี้เป็นสายนำสัญญาณเป็นร่อง ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ให้โดยจุดเป็นร่องๆ ที่เชื่อมต่อสายที่มีความยาวที่สามารถกำหนดได้จากปลายอีกด้านหนึ่ง (ด้านเข้า (Input) รายการนี้สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของการแมตช์สำหรับสายอากาศ และเพื่อการทดลองหาลักษณะที่แน่นอนของการแพร่กระจายของสัญญาณในสายนำสัญญาณ

8) มาตรฐานชี้ทิศ (Goniometer) อุปกรณ์นี้เป็นมาตราส่วนวงกลมที่แบ่งเป็น 360 ช่อง ที่จุดศูนย์กลางอยู่ที่หัวต่อ (Connector) แบบ BNC เพื่อนำกำลังความถี่วิทยุสู่เสาของสายอากาศ หัวต่อนี้ทำงานเป็นจุดเดียวหมุนสำหรับเสาของสายอากาศและฐานของเสา (แผ่นพลาสติกกลม สีเทา เก็บอยู่ในกล่องอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้) ฐานของเสานี้มีเครื่องหมายชี้อ้างอิงที่ตรงกับมาตราส่วนของมาตรฐานชี้ทิศ สิ่งนี้ทำไว้เพื่อการศึกษาค้นหามุมการหมุนที่ต้องการของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



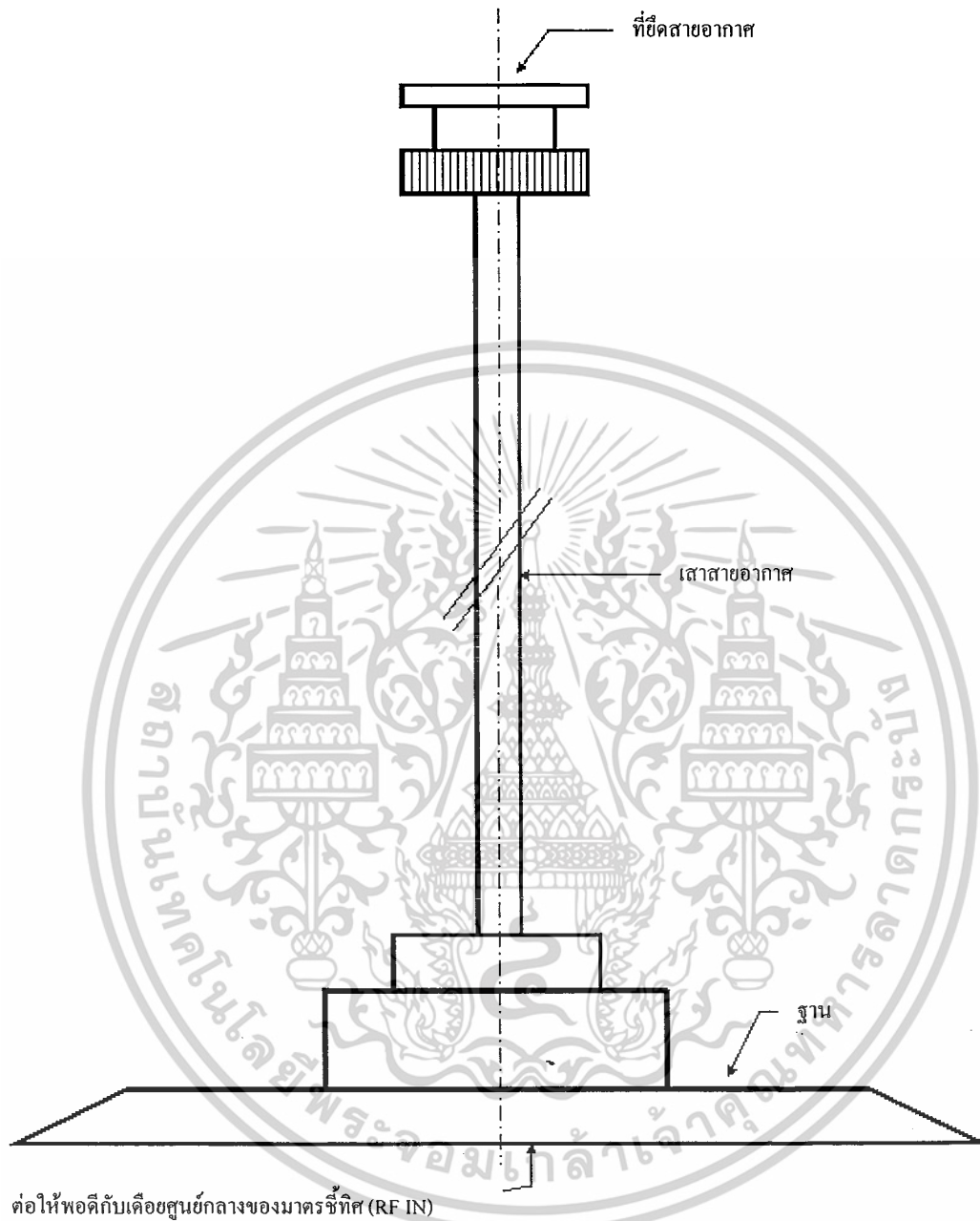
รูปที่ 2.2 ภาพร่างของหน่วยฐานที่ประกอบเข้ากับเสาและสายอากาศ

### 2.12.2 อุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบ คือ

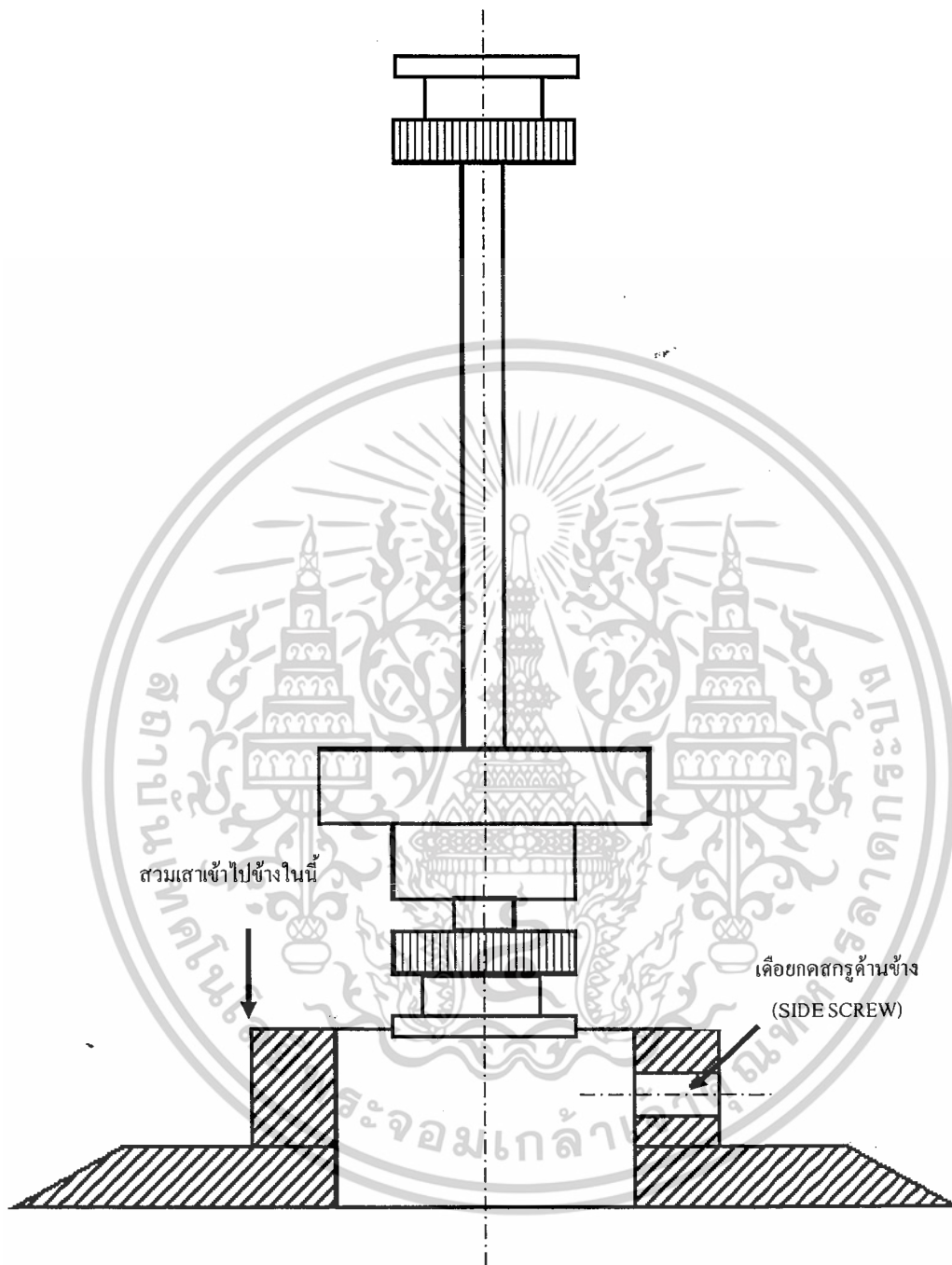
1) เสาเสาอากาศโคแอกเซียล (Coaxial Antenna Mast) และฐาน (รูปที่ 2.3) สิ่งเหล่านี้เป็นรายการที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ตัวนำในเสานี้นำสัญญาณความถี่วิทยุจากหัวต่อด้านออกของเครื่องกำเนิดสัญญาณ (จุดศูนย์กลางของมาตรชี้ทิศ) สู่อากาศ เสาเสาอากาศนี้ติดตั้งอยู่บนแผ่นวงกลม ฐานของมัน และติดตั้งอย่างคงที่โดยสกรูด้านข้าง (Side Screw) (เด็ยอกค (Security Dowel) แสดงดังรูปที่ 2.4)

การประกบสองชิ้นนี้เข้าด้วยกันเป็นสิ่งที่ย่างยากๆ ควรระวังการวางอย่างไรให้แน่ใจว่าหัวต่อของเสาต้องตรงกันอย่างสมบูรณ์กับหัวต่อของกล่องฐาน วิธีการเป็นดังนี้



รูปที่ 2.3 เสาและฐานของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การประกบเสาของสายอากาศบนแผ่นโลหะฐาน

สอดใส่เสาเข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม โดยเดือยกดที่ไม่ต้องขัน วางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมแล้วบนกล่องฐาน สดท้ายวางในแนวนอนบนพื้นผิวของโต๊ะ

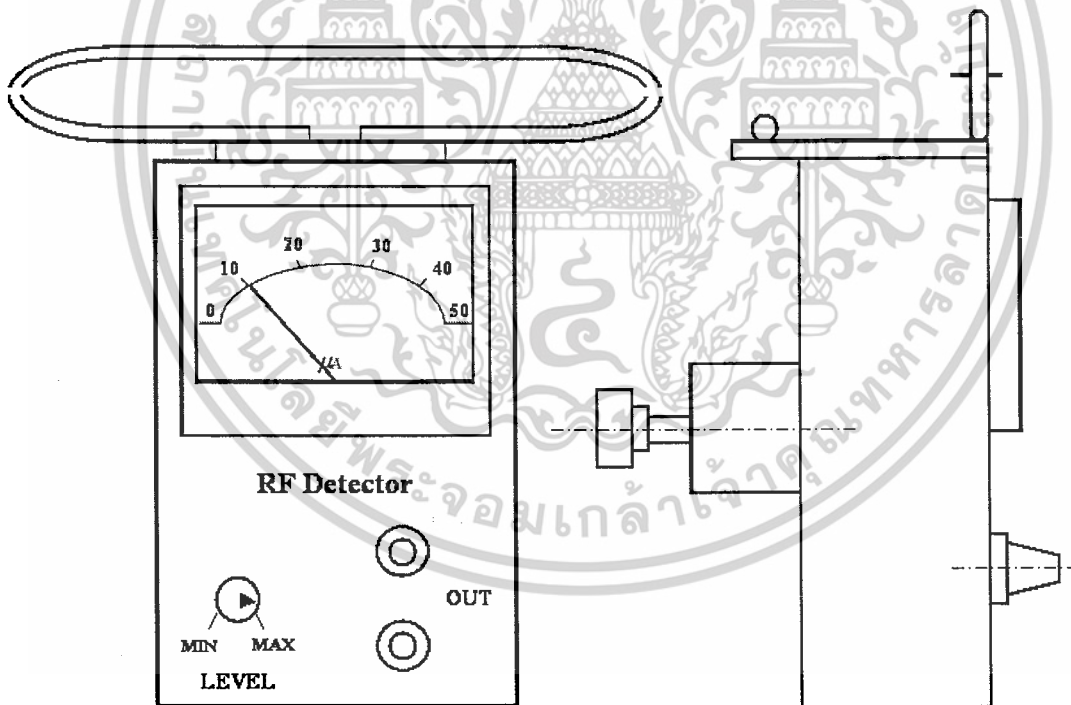
กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสามเสาเข้าไปอย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งเอียงที่ไว้ หลังจากนั้นขันสกรูให้แน่น โดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่แนะนำให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ชุดประกอบเป็นสายอากาศ (Antenna Kits) ชุดนี้ประกอบด้วยสายอากาศแบบไดโพล แบบไดโพลพับ ยากิ-อูตะ สายอากาศแนวตั้งป้อนที่ปลาย (กราวด์เพลน (Ground Plane), มาร์โคนี (Marconi), แท่งโลหะที่มีความยาวต่างๆ ที่นำมาประกอบเข้าไปเพื่อใช้เป็นตัวชี้คลื่น (Director) และ ตัวสะท้อนคลื่น (Reflectors)) สายอากาศแนวนอนป้อนที่ปลาย (Zeppelin/Hertz) สายอากาศแบบ ช่อง และสายอากาศแบบบ่วง

สายอากาศแต่ละชนิดจะอธิบายและทำการทดลองต่อไปนี้

3) ชุดประกอบตัวตรวจจับ (Detector Assembly) (รูปที่ 2.5) รายการนี้ใช้สำหรับ ตรวจจับและวัดแบบรูปการแผ่พลังงาน (Radiation Pattern) ของสายอากาศที่ทำการศึกษา คุณลักษณะของอุปกรณ์นี้เป็นดังนี้

3.1) เป็นเครื่องมือวัดแบบพาสซีฟ (Passive Instruments) ที่สมบูรณ์ แบตเตอรี่ไม่ได้อยู่รวมอยู่ในกล่องนี้ ดังนั้น จึงใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ได้ง่าย



รูปที่ 2.5 ชุดประกอบตัวตรวจจับ

3.2) สามารถใช้กับมือสำหรับการหาแบบรูปการแผ่พลังงานแบบคร่าวๆ และรวดเร็ว หรือติดตั้งอยู่บนขาของฐานสำหรับการหมุนที่เที่ยงตรงและผลการวัดที่เสถียรภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) ตัวรัด (Clamp) ที่อยู่กับที่ที่สามารถหมุนได้ ทำให้เครื่องมือวัดนี้สามารถติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวนอนบนขาของฐานของมันเพื่อตรวจจับคลื่นโพลาไรซ์ (Polarized) แนวตั้ง (Vertically) หรือแนวนอน (Horizontally)

3.4) สายอากาศแบบไดโพลพับเป็นสายอากาศรับตัวหนึ่ง และมีตัวสะท้อนเพื่อลดการกระจัดกระจายที่อาจเกิดขึ้นในการวัดที่เกิดจากการสะท้อนของคลื่นจากวัตถุและผนังของห้องปฏิบัติการด้านหลังตัวตรวจจับ

3.5) เครื่องลดทอนสัญญาณ (Signal Attenuator) สามารถปรับค่าได้โดยปุ่มหมุน

3.6) เครื่องดีมอดูเลตสัญญาณ (Signal Demodulator) เมื่อสัญญาณความถี่วิทยุที่มอดูเลตแล้วถูกส่งมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ สัญญาณที่ดีมอดูเลตที่รับได้สามารถนำออกมาใช้ได้ซึ่งก่อให้เกิดแอมพลิจูดและค่าของตัวตรวจจับ เพื่อต่อเครื่องมือวัดภายนอก (ออสซิลอสโคป) สัญญาณที่ดีมอดูเลตนี้ปรากฏแบบซ็อนที่อยู่กับระดับ DC หนึ่ง ที่ซึ่งเป็นแอมพลิจูดของคลื่นพาห้ (Carrier) ของคลื่นที่รับได้ที่สะท้อนออกมา

3.7) อุปกรณ์ประกอบรอง : สายไฟกำลังสำหรับชุดฝึกสาธิตนี้ สายโคแอกเชียลเคเบิลแบบ BNC-BNC ตัวแยกแบบ BNC Tee เป็นต้น การใช้รายการอุปกรณ์เหล่านี้จะปรากฏอย่างเด่นชัดเมื่อการปฏิบัติงานการทดลองที่จะอธิบายในตอนต่อไป

## 2.13 ทบทวนพื้นฐานของทฤษฎีบางส่วน

เป็นการทบทวนแบบรวบรัดในทฤษฎีที่สำคัญบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของชุดฝึกสาธิตนี้ การอธิบายในที่นี้ไม่ได้อธิบายอย่างละเอียด แต่เพียงช่วยแนะนำเพื่อช่วยนักศึกษาสร้างความสัมพันธ์เรื่องที่ได้เรียนมาแล้วในภาคทฤษฎีต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่นักศึกษาเห็น

### 2.13.1 สายนำสัญญาณ

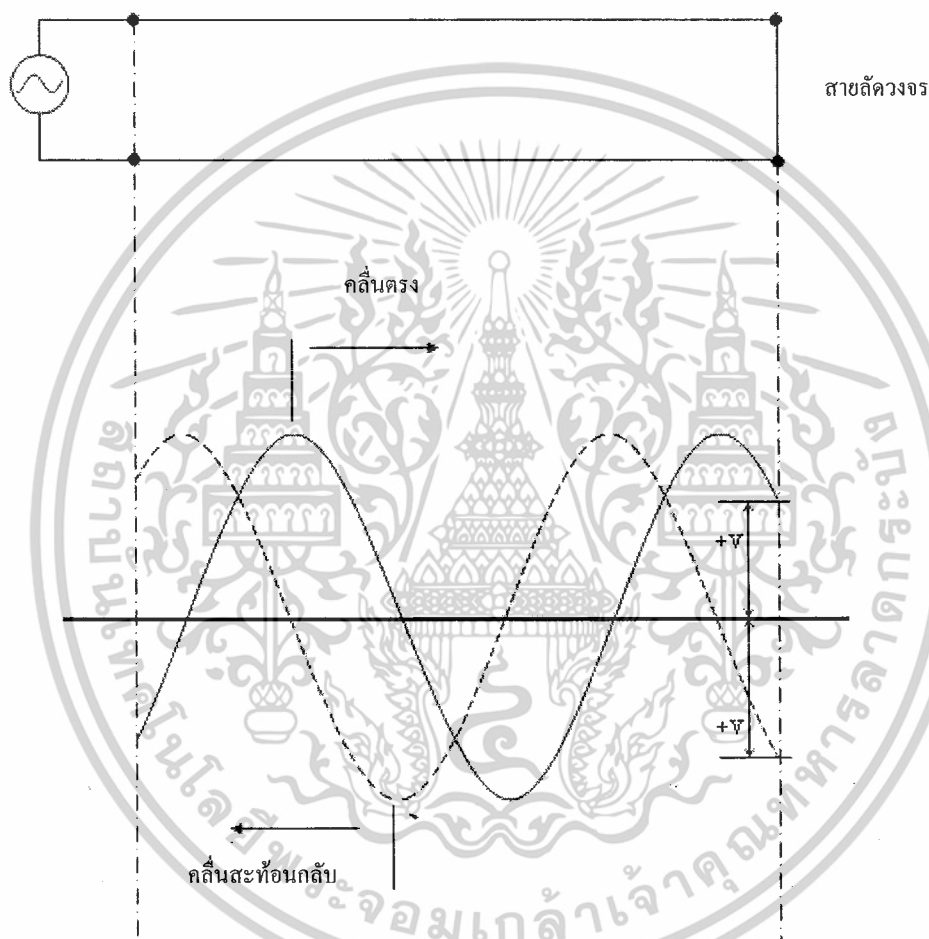
สายนำสัญญาณ (Transmission Lines) ถูกใช้ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อเคลื่อนย้ายพลังงานจากแหล่งจ่าย เครื่องกำเนิดสัญญาณ) สู่อุปกรณ์ต่างๆ

เครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่เกี่ยวข้องด้วย คือ แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบคลื่นไซน์เมื่อแรงดันไฟฟ้าคลื่นไซน์ถูกจ่ายสู่ด้านเข้าของสายจะพบกระแสคลื่นไซน์ในสายนี้ การนำแรงดันไฟฟ้าคลื่นไซน์และกระแสคลื่นไซน์มารวมกัน โดยทั่วไปเรียกว่าคลื่น

คลื่นเดินทางไปตามสาย : ถ้าจินตนาการว่าสายยาวเป็นอนันต์ และถ้าสามารถวาดเป็นแบบรูปของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ทั้งสองมาถึงในเวลาหนึ่งๆ จะพบว่าแบบรูปที่สองปรากฏเหมือนครั้งแรก ส่วนที่เลื่อนไปตามสายความยาวหนึ่งขึ้นอยู่กับช่วงห่างเวลาหนึ่งระหว่าง 2 ระยะทางนี้ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของคลื่นที่เดินทางจากแหล่งกำเนิดผ่านสายนี้อยู่ในลักษณะเดียวกันกับแนวความคิดของพลังงานที่ไหลจากเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่ตัวภาระ

สมมติในตอนนี้ว่าสายนำสัญญาณมีความยาวเป็นอนันต์ เป็นสายที่ตัดและตัดวงจรที่ความยาวที่แน่นอนหนึ่ง บางสิ่งเปลี่ยนไปในรูปภาพคลื่น สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 คลื่นแรงดันไฟฟ้าเส้นทางตรงไปและที่สะท้อนกลับในสายที่ลัดวงจร

วงจรที่ลัดเป็นตัวภาระที่ไม่ดูดกลืนพลังงาน (กฎของโอห์ม) ดังนั้น พลังงานที่มากกระทบวงจรที่ลัดจะเดินทางต่อไป เพียงทางเดียวที่พลังงานอาจไปจากวงจรที่ลัด คือ ย้อนกลับไปตามสายหรือสะท้อนกลับ (Reflected) กลไกที่พลังงานอยู่ในเส้นทางย้อนกลับจะเป็นดังต่อไปนี้ แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ที่จุดลัดวงจรจุดนั้นๆ ของสาย เพื่อแสดงสิ่งนี้ วงจรที่ลัดนี้จะปรากฏการเกิดแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากัน ในแต่ละช่วง และมีเฟสตรงข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่มาตกกระทบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการนี้ทำให้สามารถวาดแบบรูปของคลื่นที่สะท้อนที่แสดงแบบรูปของคลื่นที่มาตกกระทบหนึ่งๆ อย่างง่าย คือ เป็นแบบรูปของการตกกระทบที่กลับกัน

แบบรูปแรงดันและกระแสไฟฟ้าสุดท้ายนี้ไปตามสายเป็นผลลัพธ์จากจุดต่อจุดที่ซ้อนทับกันของทั้งสองนี้ และรูปร่างของมันถูกเปลี่ยนอย่างสุทธิจากกรณีของสายที่ยาวเป็นอนันต์ คลื่นนี้ไม่ได้ย้ายไปข้างหน้าสู่ตัวภาวะมากกว่าใดๆ แต่ปรากฏอย่างคงที่ สร้างค่าแรงดันไฟฟ้า (และกระแส) ที่ซึ่งแอมพลิจูดกระทบกันในเวลาหนึ่งโดยความถี่ของคลื่นดั้งเดิม

ในตอนนี้ สามารถขยายการอธิบายโดยไม่ใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์บนสายต่อกรณีนี้ ในที่นี้สายแบบเปิดวงจรถูกแทนที่ลัดวงจร และเมื่อต่อกับตัวภาวะทั่วไปตัวหนึ่ง โดยสรุป สิ่งเหล่านี้เป็นคลื่นที่คงที่ในทุกกรณี ยกเว้นเมื่อสายยาวเป็นอนันต์ และเมื่อสายแมตซ์ เป็นต้น การต่อตัวภาวะตัวหนึ่งที่มีค่าเท่ากับค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ (Characteristic Impedance) ของสาย อิมพีแดนซ์คุณลักษณะเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติทางฟิสิกส์และคุณลักษณะในการสร้างของสาย

เมื่อสายหนึ่งถูกต่อกับตัวภาวะที่แมตซ์ สิ่งเหล่านี้จะไม่เกิดคลื่นสะท้อน ดังนั้น พลังงานจะเคลื่อนย้ายจากสายสู่ตัวภาวะ (ซึ่งในที่นี้คือสายอากาศ) เป็นค่าสูงสุด

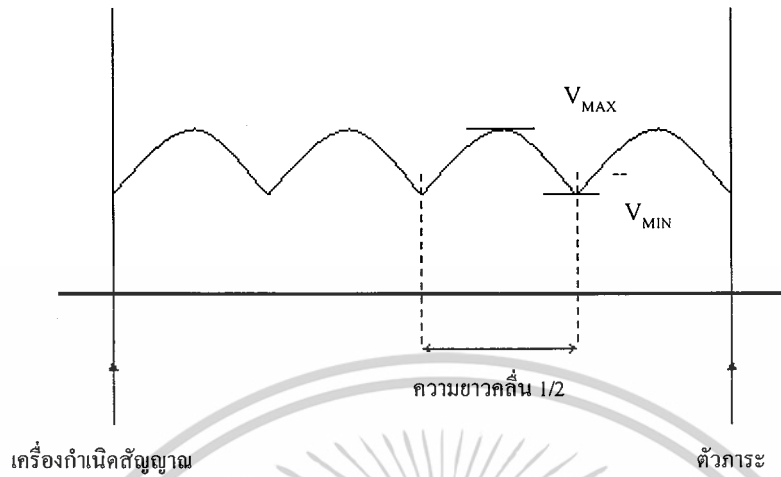
เหตุผลพิเศษอื่นๆ สำหรับสายที่มีการแมตซ์ สามารถอธิบายได้ คือ เครื่องกำเนิดสัญญาณ (เครื่องส่ง) ทางปฏิบัติส่วนมาก ไม่ได้ไวต่อคลื่นสะท้อนที่กระทบต่อการทำงานของมัน เพิ่มการผิดเพี้ยน สูญเสียค่าประสิทธิภาพ ร้อนเกิน เป็นต้น

### 2.13.2 อัตราส่วนคลื่นนิ่ง

อัตราส่วนคลื่นนิ่ง(Standing Wave Ratio : SWR) เป็นค่าจำกัดความที่อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้า (และกระแส) สูงสุดและต่ำสุดไปตามสาย รูปที่ 2.7 แสดงแบบรูป SWR ไปตามสาย โดยตัวภาวะที่ไม่แมตซ์ และช่วยให้เข้าใจในค่าจำกัดความของ SWR

SWR เป็นดัชนีของการไม่แมตซ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวภาวะและสายที่ป้อนพลังงาน ค่า SWR เท่ากับ 1 ในกรณีที่แมตซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ต่อการเข้าถึงค่านี้ในทางปฏิบัติ และนำไปสู่ค่าที่สูงมากๆ (อนันต์) สำหรับกรณีที่ลัดวงจรหรือเปิดวงจร ในทางปฏิบัติ ค่า SWR ในช่วง 1.4 ถึง 2 เป็นค่าพิจารณาเงื่อนไขการแมตซ์ที่ดีในระบบสายอากาศ ในขณะที่ค่าขนาดใหญ่ที่มากกว่าสามารถรับได้โดยชุดฝึกสาธิตนี้ สิ่งนี้เป็นเพราะไม่เหมือนระบบกำลังขนาดใหญ่ ที่มีความมุ่งหมายของการออกแบบ คือ การถ่ายโอนกำลังงานสูงสุด ส่วนในระบบของชุดฝึกสาธิตนี้ ที่มุ่งหมายสำหรับการเรียนการสอน มีความมุ่งหมาย คือ สามารถทำงานได้กับมือ และการสร้างอย่างง่าย

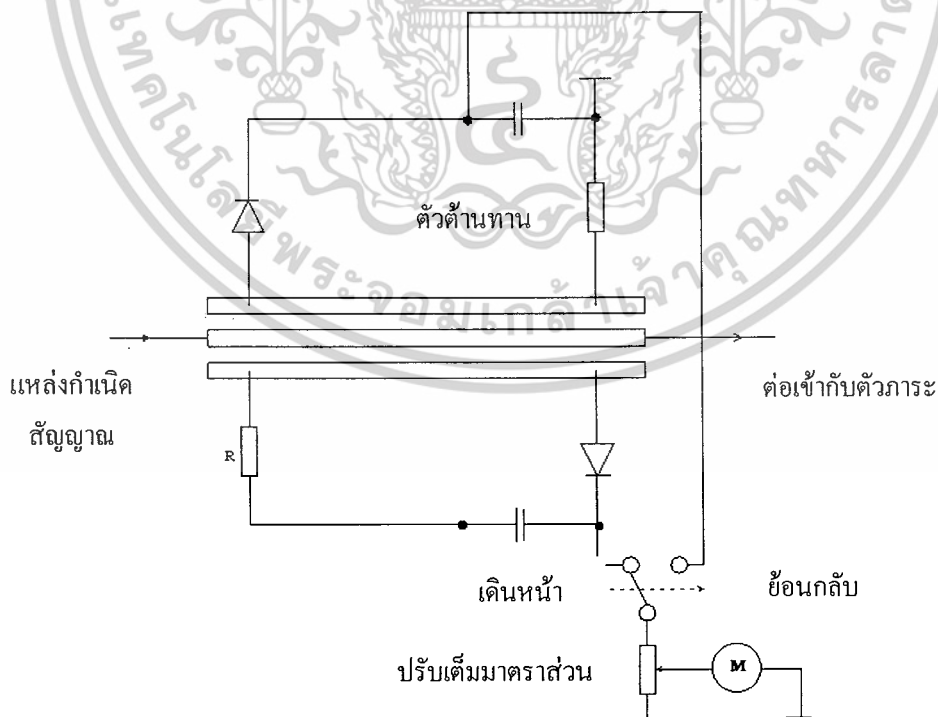
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (VSWR) ในสายเส้นหนึ่งที่อยู่กับตัวภาระที่ไม่แมตช์

### 2.13.3 คัปเปอ์แบบมีทิศทาง

ความเข้าใจเกี่ยวกับทิศทาง(Directional Coupler) ของการเดินทางของกำลัง เช่นเดียวกันกับจำนวนของกำลัง อุปกรณ์ตรวจจับต้องมีไดโอดเป็นองค์ประกอบของวงจร



รูปที่ 2.8 แบบแผนอย่างง่ายของตัวคัปเปอ์แบบมีทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัปเพลอร์แบบมีทิศทางแสดงดังรูปที่ 2.8 ประกอบด้วยส่วนของสาย 2 เส้น ที่วางไปตามด้านข้างสายนำสัญญาณหลักเส้นหนึ่งที่น่าพลังงานจากเครื่องกำเนิดสัญญาณคู่สายอากาศ

กำลังงานเดินทางจากด้านเข้าสู่ด้านออกของอุปกรณ์นี้ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงรอบ (Loop) ด้านบนและด้านล่าง ในวงรอบด้านล่าง แรงดันไฟฟ้าจะถูกสร้างตกคร่อมอุปกรณ์ตรวจจับไปสู่ไดโอดตัวนำทิศทางข้างหน้า (Forward Conducting Diode) ในขณะที่สิ่งนี้จะไม่ปรากฏในวงรอบด้านบน ในขณะที่กำลังที่เดินทางจากตัวการระสู่เครื่องกำเนิดสัญญาณสถานะจะกลับกัน วงรอบด้านบนจะเกิดขึ้น แต่ด้านล่างจะไม่มีดังนั้นอุปกรณ์ในรูปแบบที่ 8 ยินยอมให้แยกการวัดกำลังทิศทางตรงไปและที่ย้อนกลับขบวนการทางปฏิบัติเพื่อใช้คัปเพลอร์แบบมีทิศทางวัดค่า SWR เป็นดังนี้

- 1) เปิดเครื่องส่ง กำหนดความถี่ที่สูงสุดถ้าจำเป็น
- 2) ตำแหน่งสวิตช์ของมิเตอร์ SWR อยู่ที่ตำแหน่ง FORWARD แล้วปรับตัวลดทอนสำหรับการเบี่ยงเบนเต็มมาตราส่วน (50 ในกรณีของชุดฝึกสาธิตนี้)
- 3) โยกสวิตช์มิเตอร์สู่ตำแหน่ง REVERSE อ่านการแสดงผลค่าใหม่ หลังจากนั้น คำนวณค่า SWR โดยสูตร

$$SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV} = \frac{50 + REV}{50 - REV} \quad (2.1)$$

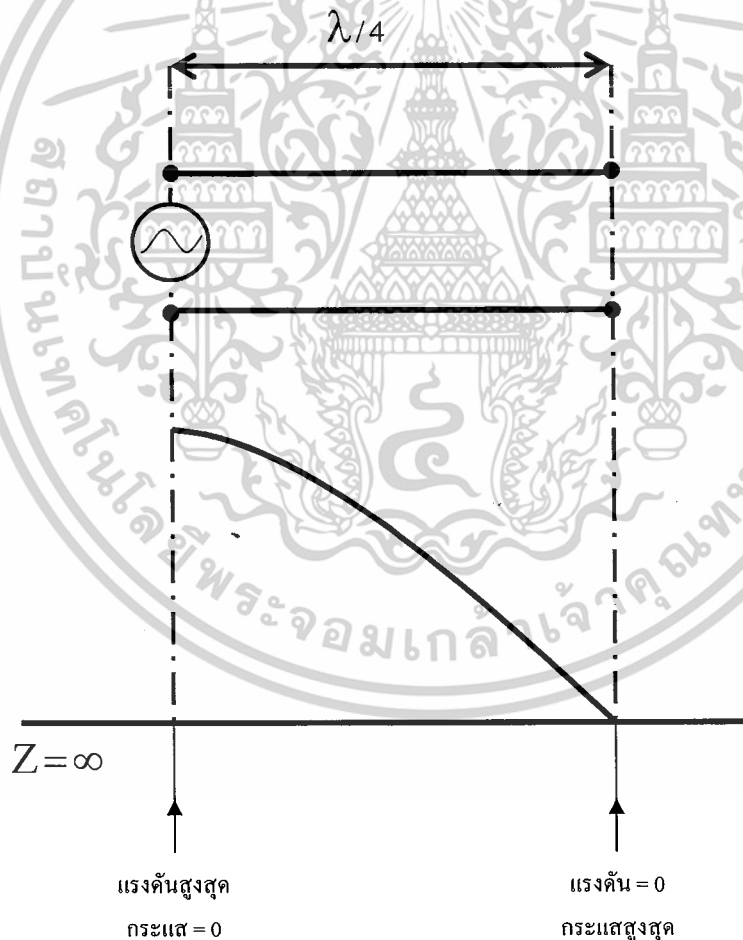
#### 2.13.4 การแมตซ์

การแมตซ์ (Matching) ให้พิจารณาสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นสัญญาณที่สร้างขึ้น โดยเครื่องกำเนิดสัญญาณที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์และกระแสสูงสุด ในขณะที่ปลายอีกด้าน (ด้านเครื่องกำเนิดสัญญาณ) จะมีสถานะตรงกันข้าม คือแรงดันไฟฟ้าสูงสุด และกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ ด้วยเหตุนี้ไม่มีกระแสवादไว้ให้พิจารณาตอนนี้ในสายกรณีอื่นๆ ที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่น ลัดวงจรที่ปลายของมัน ที่ตรงกันข้ามกับที่ตำแหน่งเครื่องกำเนิดสัญญาณจุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณคู่สาย จะเป็นจุดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ กระแสสูงสุด อิมพีแดนซ์ของสายเมื่อมองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นลัดวงจร (อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์) ในกรณีระหว่างกึ่งกลางทั้งหมดของสายที่มีความยาวระหว่าง  $1/4$  และ  $1/2$  ของความยาวคลื่น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมองเห็นอิมพีแดนซ์ระหว่างศูนย์และอนันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

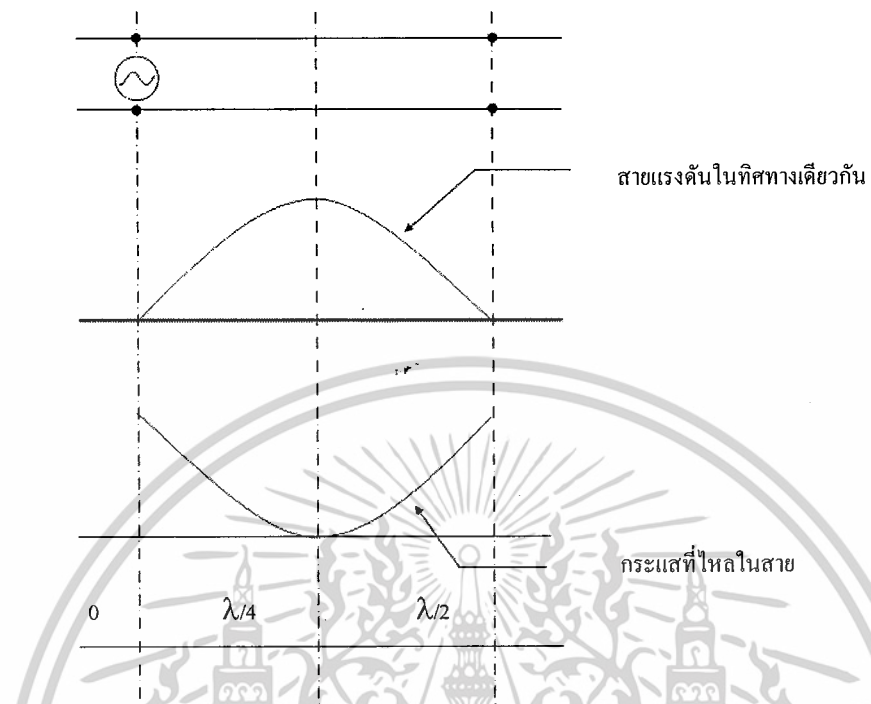
พิจารณาต่อไปโดยเหตุผลเดียวกัน พบว่าสำหรับสายที่ลัดวงจร ที่มีความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ อิมพีแดนซ์จะมีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์อีกครั้งเนื่องจากสายนี้ไม่มีการสูญเสีย อิมพีแดนซ์ต้องเป็นค่าจินตภาพ (Reactive) บริสุทธิ์ และถ้าพิจารณาแบบรูปของกระแสพร้อมกันกับแรงดันไฟฟ้า พบต่อมาว่าในช่วงระหว่าง  $1/2$  ถึง  $1/4$  ของความยาวคลื่น อิมพีแดนซ์มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์ เป็นค่าความจุไฟฟ้า (Capacitive) ในขณะที่ในความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ ค่าอิมพีแดนซ์มีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์ เป็นค่าความเหนี่ยวนำ (Inductive)

อิมพีแดนซ์ที่มองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณโดยการวางในแบบขนานกับตัวถ่วงที่ไม่แมตซ์ที่เป็นส่วนของสายที่ลัดวงจรของความยาวที่เหมาะสม (รูปที่ 2.10) อุปกรณ์เหล่านี้โดยทั่วไปเรียกว่าสายท่อนสั้นที่ทำกรแมตซ์ (Matching Stubs)

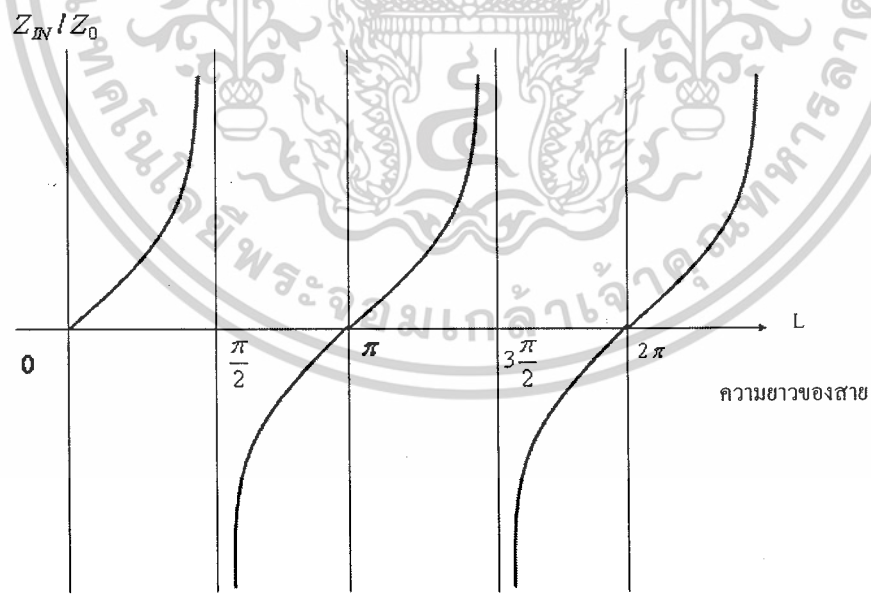


(ก) สายความยาว  $\lambda/4$  ที่ลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.9 ขนาดของสายนำสัญญาณไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



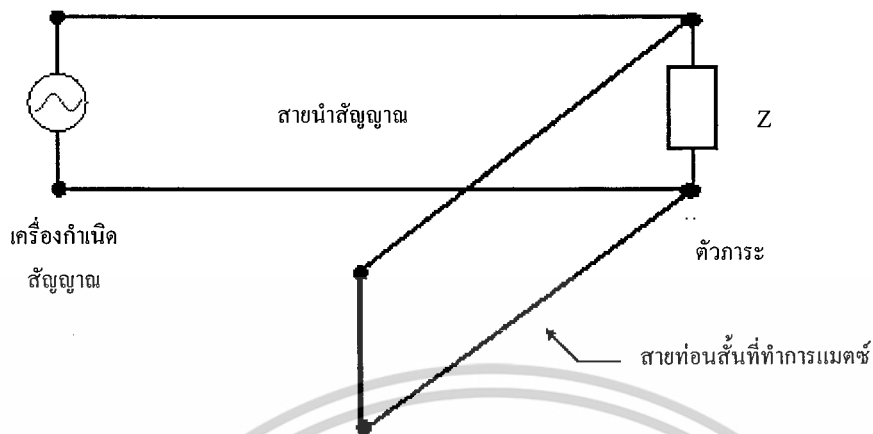
(ข) สายความยาว  $\lambda/2$  ที่ลัดวงจร



(ค) อิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายที่ลัดวงจรที่มีความยาวสายต่างๆ

**รูปที่ 2.9(ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเมตซ์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำกรเมตซ์

สายท่อนสั้นที่ทำกรเมตซ์แบบสามารถปรับความยาวได้นี้ สามารถปรับแต่งเพื่อให้มีค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าจินตภาพเท่ากันในแต่ละส่วน และเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของตัวภาระที่ไม่เมตซ์ เพื่อยกเลิกส่วนประกอบจินตภาพของตัวภาระนี้ และทำให้ปรากฏต่อสายเป็นค่าความต้านทาน (Resistive) บริสุทธิ์

## บทที่ 3

### การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

ในการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ซึ่งจัดเป็นสื่อที่เน้นทางด้านกราฟิก สี สัน ความสวยงาม และเทคนิคในการสื่อความหมายให้เข้าใจง่าย สะดวก และรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีองค์ประกอบทางด้านเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบและการสร้างที่มีคุณภาพ ขั้นตอนการออกแบบที่มีทั้งความคิดแปลกใหม่ ทันสมัย และถูกต้อง รวมทั้งการใช้เทคนิคในการสร้าง โดยใช้โปรแกรม Adobe Premiere 6.0 ซึ่งภายใน วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องชุดฝึกสายอากาศ นั้นจะประกอบไปด้วยบทเรียนเรื่องต่างๆ คือ การประกอบและการติดตั้งเบื้องต้น การปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์ การวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR) Radiation

#### 3.1 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและการสร้าง

##### 3.1.1 ฮาร์ดแวร์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ความเร็ว 700 MHz ขึ้นไป
- 2) หน่วยความจำ ขนาด 256 Mbytes ขึ้นไป
- 3) ฮาร์ดดิสก์ ขนาด 5 GBytes ขึ้นไป
- 4) การ์ดเสียง
- 5) การ์ดตัดต่อ
- 6) กล้องดิจิทัล
- 8) กล้องวิดีโอ
- 9) ไมโครโฟน
- 10) เมาส์ คีย์บอร์ด จอมอนิเตอร์ ลำโพง และอื่นๆ

##### 3.1.2 ซอฟต์แวร์

- 1) ระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional
- 2) โปรแกรม Adobe Premiere 6.0
- 3) โปรแกรม Adobe Photoshop 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การออกแบบและการสร้าง

ในส่วนของขั้นตอนการออกแบบจะประกอบไปด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา การสร้างโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียน และการสร้างบทเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 3.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

รายละเอียดของเนื้อหาของบทเรียนได้มาจากตำราหรือคู่มือที่เกี่ยวข้องกับ ชุดฝึกสายอากาศ รวมไปถึงการติดตั้งชุดฝึกสายอากาศ โดยใช้อุปกรณ์ประกอบชนิดต่างๆ และหลังจากได้เนื้อหาของบทเรียนมาแล้วจึงทำการศึกษาเนื้อหาและทำการวิเคราะห์เนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 เนื้อหา

บทที่ 2 ใบงานที่ 1 การทดลอง เรื่อง Getting to know หรือการประกอบและติดตั้ง

บทที่ 3 ใบงานที่ 2 การทดลอง เรื่อง Polarization

บทที่ 4 ใบงานที่ 3 การทดลอง การปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

บทที่ 5 ใบงานที่ 4 การทดลอง เรื่อง The lecher Line และ The Matching Stub

บทที่ 6 ใบงานที่ 5 การทดลอง เรื่อง การวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR)

### 3.2.2 การเลือกโปรแกรม

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ประยุกต์นำมาใช้ทำวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ นั้น ในการพิจารณาเลือกโปรแกรมต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) สามารถใช้กับเครื่องเล่นและคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้
- 2) สร้างภาพได้ง่าย
- 3) สร้างตัวอักษรภาษาไทย – อังกฤษ
- 4) นำเสนอบทเรียนต่อเนื่องด้วยเทคนิคต่างๆ ได้
- 5) จับภาพจากโปรแกรมอื่นได้
- 6) ทดสอบและวัดผลได้
- 7) ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ได้
- 8) มีการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 9) ใช้งานได้ง่าย

โดยคุณลักษณะของโปรแกรมที่นำมาใช้สร้างวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ นั้นจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการนำเสนอผลงาน (Presentation Software) ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software)
- 2) โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation Presentation Software)
- 3) โปรแกรมสื่อประสม (Multimedia or Interactive Video)

โดยในการจัดทำโครงการนี้ จะเลือกใช้โปรแกรมที่เป็นโปรแกรมสื่อประสม ด้วยเหตุผลที่ว่า โปรแกรมสื่อประสมจัดเป็นสื่อในการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพสูง แต่อย่างไรก็ตามก็จำเป็นจะต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์อื่นๆ มากขึ้นทำให้ราคาสูงขึ้นตามไปด้วย

ซึ่งโปรแกรมที่เลือกใช้จะมีดังต่อไปนี้

- 1) ระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional ใช้เป็นฐานในการติดตั้งโปรแกรมอื่นๆ เพื่อใช้ในการดำเนินงาน
- 2) โปรแกรม Adobe Premiere 6.0 ใช้ในการจับภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และใช้ในการตัดต่อภาพเคลื่อนไหว
- 3) โปรแกรม Adobe Photoshop 5.5 ใช้ในการตกแต่งภาพนิ่งต่างๆ
- 4) โปรแกรม Sonic Foundry Sound Forge 5.0 ใช้ในการจัดเตรียม ตัดต่อ และปรับแต่งคุณภาพไฟล์เสียง

### 3.2.3 การสร้างวีดิทัศน์

ขั้นตอนในการสร้างวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้จะดำเนินตามที่ได้วางโครงเรื่องไว้ในโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนทั้งหมดนับตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าบนหน้าจอ การกำหนดสีที่จะใช้งานจริง รูปแบบตัวอักษรที่จะใช้สร้าง ขนาดตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้ คือ การสร้างภาพ การสร้างเสียง การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแต่ละเฟรมและแต่ละหัวข้อ ซึ่งในการวางแผนสร้างวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ควรจะมีการกำหนดองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1) แนวคิดหรือหลักการและเหตุผลของการใช้วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้
- 2) รูปแบบของการนำเสนอวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ แบ่งเป็นรูปแบบใหญ่ๆ 2 ลักษณะ คือ
  - 2.1) แบบเส้นทางเดียว (Linear Program)
  - 2.2) แบบแตกกิ่ง (Branching Program)
- 3) การกำหนดเส้นทางของชื่อบทเรียน
- 4) วัตถุที่ต้องใช้ ได้แก่ คุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์

5) เนื้อหา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5.1) จุดประสงค์ของการเรียนรู้
- 5.2) สาระสำคัญ
- 5.3) ความคิดรวบยอด
- 5.4) หัวข้อหลัก
- 6) กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
  - 6.1) ชู้นำ
  - 6.2) ชูให้เนื้อหา
  - 6.3) ชูการทดลอง
- 7) การวัดและการประเมินผล

จากองค์ประกอบต่างๆ ในการสร้างวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนั้น โครงงานนี้จึงได้เลือกรูปแบบในการจัดทำวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ดังนี้

- 1) แนวคิดในการสร้างวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จะเป็นแบบสื่อประสม
- 2) รูปแบบของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เป็นแบบการสาธิต
- 3) รูปแบบของการนำเสนอบทเรียนเป็นแบบแตกกิ่ง
- 4) เนื้อหาประกอบด้วย

- 4.1) จุดประสงค์ของการเรียนรู้
- 4.2) สาระสำคัญต่างๆ
- 4.3) ความคิดรวบยอด
- 4.4) หัวข้อหลัก 6 หัวข้อ

5) การสร้างวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ลักษณะของการสร้างวิดิทัศน์ในโครงงานนี้จะประกอบด้วย

- 5.1) การสร้างตัวหนังสือ

สำหรับการสร้างตัวหนังสือ จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ ตัวหนังสือแบบธรรมดาและตัวหนังสือที่วิ่งได้เพื่อให้เลือกใช้งานได้ตามความต้องการ ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

5.1.1) ตัวหนังสือแบบธรรมดา ตัวหนังสือชนิดนี้จะเป็นตัวหนังสือที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น เหมาะสำหรับการสร้างตัวหนังสือเพื่อขึ้นเครดิตแบบง่ายๆ ลงไปในงาน โดยมีวิธีการดังนี้

- 1) คลิกเมนู File > New > Title เพื่อเลือกคำสั่ง Insciber TE Title...

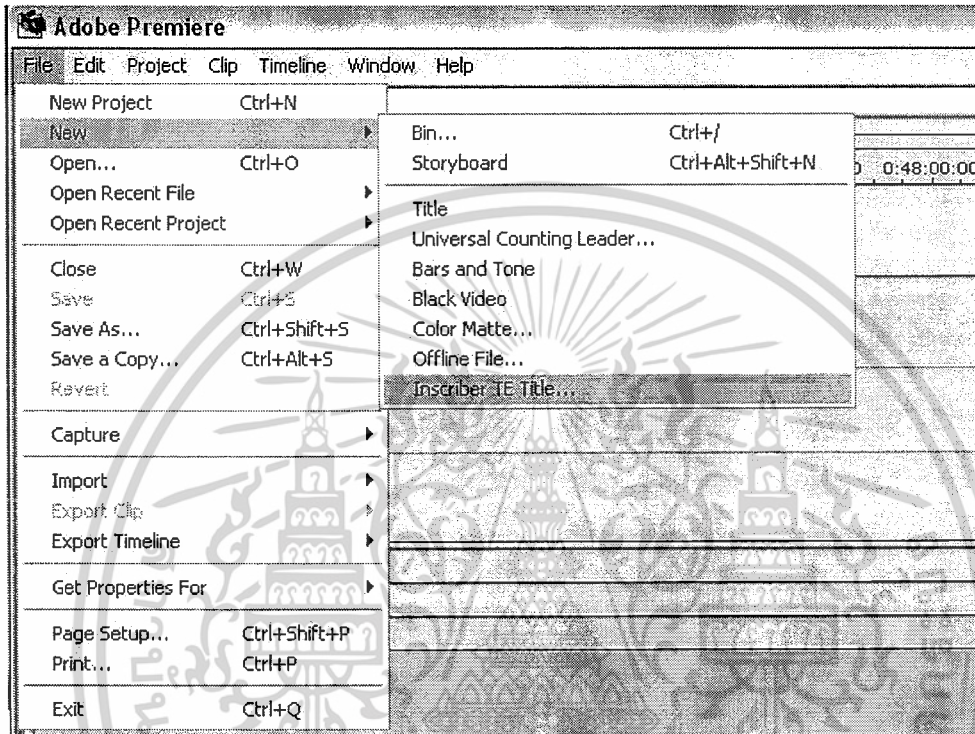
ออกมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าต่างสำหรับสร้างตัวหนังสือก็จะปรากฏขึ้นมา

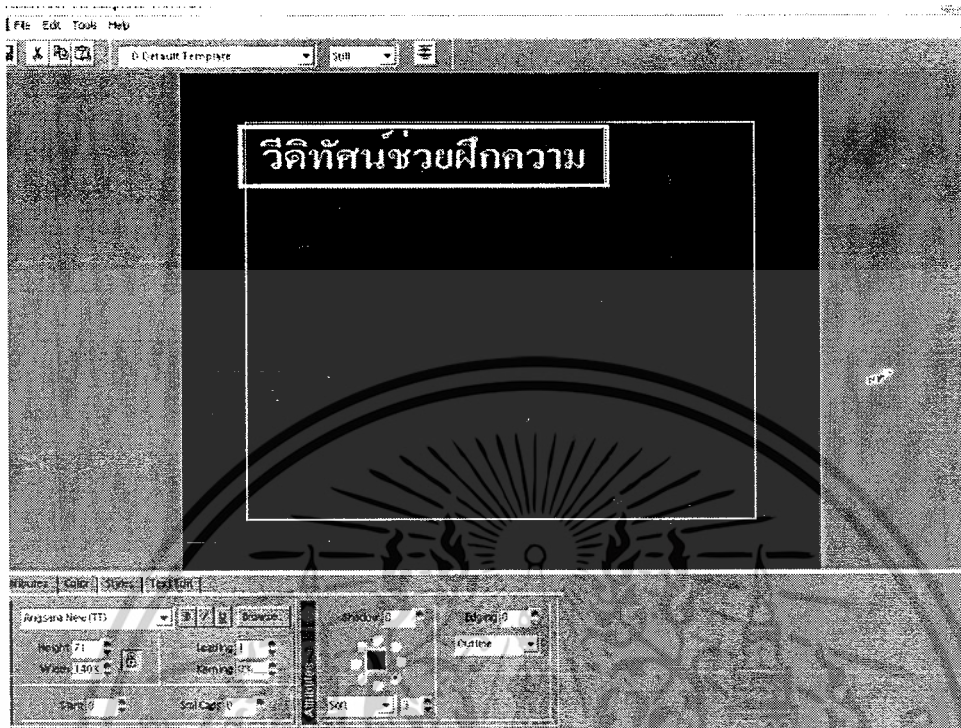
3) นำเมาส์ไปคลิกที่ส่วนของหน้าต่างสำหรับกรอกตัวหนังสือแล้วพิมพ์คำ

ที่ต้องการลงไป



รูปที่ 3.1 การเรียกเมนูเพื่อสร้างตัวหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 หน้าต่างสำหรับสร้างตัวหนังสือ

4) ถ้าต้องการเปลี่ยนรูปแบบต่างๆ ของตัวอักษร ให้คลิกด้านมุมล่างซ้าย ซึ่งจะมีเมนูการเปลี่ยน Font Color ขนาดตัวอักษร และสีของตัวอักษร

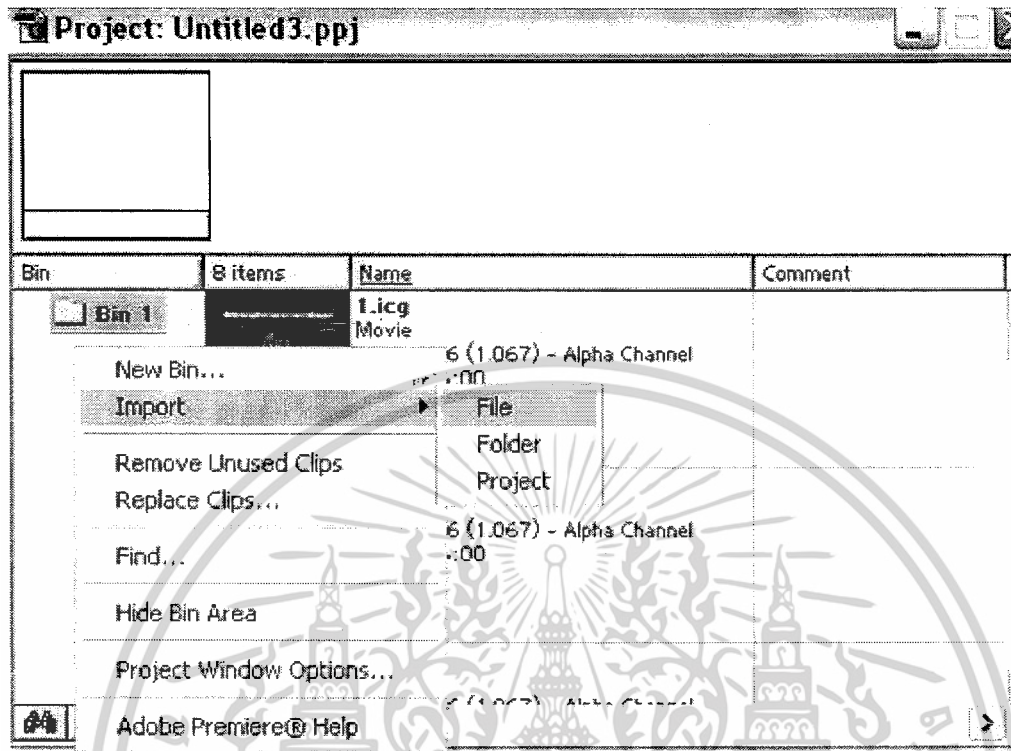
5) เมื่อเสร็จการกำหนดค่าต่างๆ แล้ว ให้บันทึกไฟล์เป็น 1.icg

5.1.2) การกำหนดสีและเงาให้กับตัวหนังสือ เมื่อเราได้สร้างตัวหนังสือขึ้นมาแล้ว ต่อจากนั้นเพื่อความสวยงามและหลากหลายมากขึ้น จึงต้องมีการเลือกสีและสร้างเงาในรูปแบบต่างๆ ให้กับตัวหนังสือที่จะนำมาใส่ในงาน

5.2) การ Import File เมื่อมีไฟล์ที่พร้อมจะนำมาใช้งานอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว ก่อนอื่นต้องเริ่มจากการนำไฟล์ที่ต้องการใช้เข้ามาเป็นฟุตเทจเสียก่อน ซึ่งเราเรียกการนำไฟล์ต่างๆ เข้ามาใช้เรียกว่าการ Import เมื่อเรา Import ไฟล์เรียบร้อยแล้ว ชื่อไฟล์ต่างๆ ก็จะปรากฏให้เห็นและพร้อมให้เลือกใช้งานอยู่ที่หน้าต่าง Project วิธีการ Import ไฟล์มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกเมนู File > Import > file เพื่อเริ่มต้นทำการเรียกไฟล์เข้ามาใช้งานในโปรแกรม

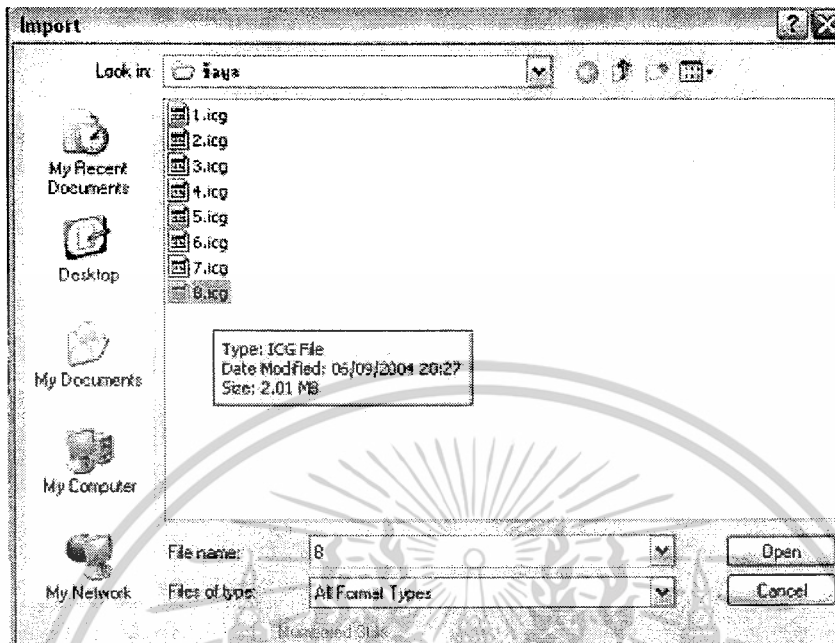
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### รูปที่ 3.3 การ Import ไฟล์

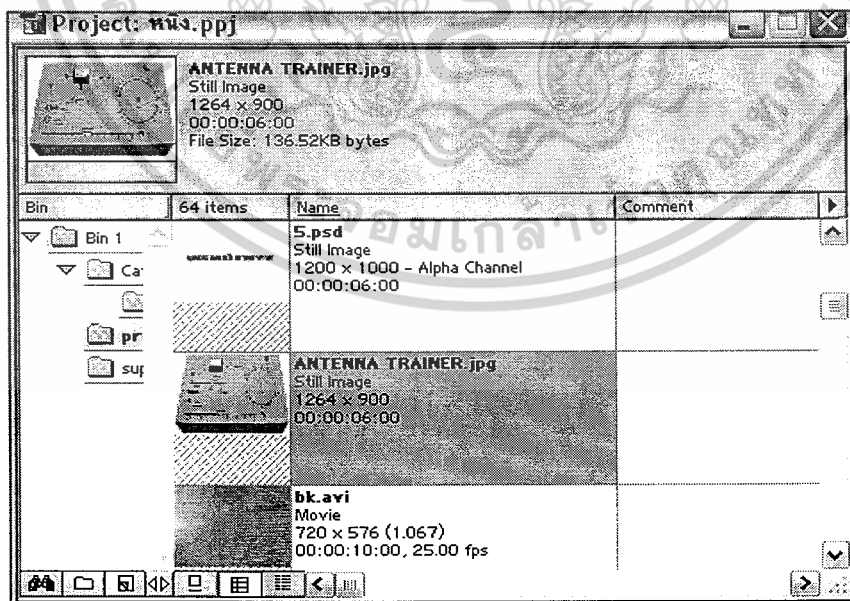
- 2) หน้าต่าง Import จะปรากฏขึ้นมา ให้คลิกเลือกไฟล์ที่ต้องการใช้งาน
- 3) คลิกปุ่ม Open จะเห็นชื่อของไฟล์ที่ถูกเรียกมาอยู่ที่หน้าต่าง Project ซึ่งเรียกไฟล์เหล่านี้ว่า ฟุตเทจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ชื่อไฟล์ที่เรียกว่าฟุตเทจ

4) เมื่อคลิกที่ชื่อของฟุตเทจแต่ละอัน จะมีภาพ Thumbnail ของไฟล์เหล่านั้นอยู่  
ด้านขวาบนของหน้าต่าง Project

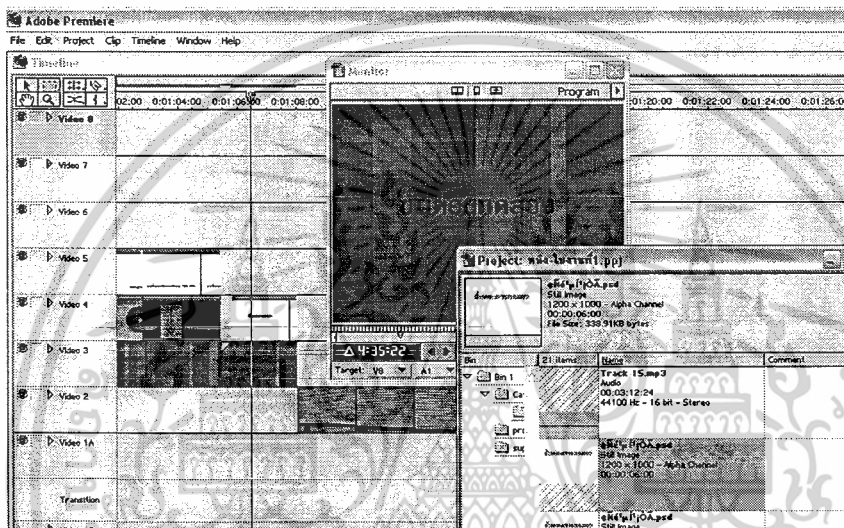


รูปที่ 3.5 ฟุตเทจที่อยู่บนหน้าต่าง Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

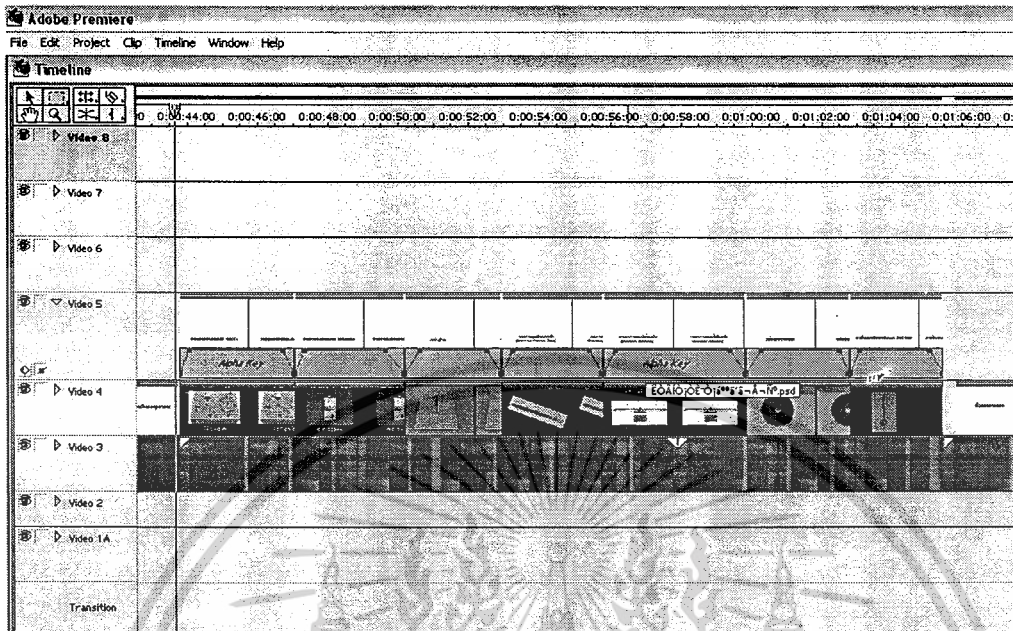
5) ถ้าต้องการจะดูภาพเต็มหรือการเคลื่อนไหวต่างๆ ของไฟล์นั้น ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อไฟล์นั้น ก็จะมีหน้าต่างแสดงงานของไฟล์นั้นออกมาให้เห็น

5.3) การนำตัวหนังสือเข้ามาใช้งาน Timeline เมื่อสร้างตัวหนังสือแล้วก็สามารถนำตัวหนังสือลงมาใช้งานที่ Timeline ร่วมกับฟุตเทจอื่นๆ ได้เลย โดยการนำเอาตัวหนังสือเหล่านี้มาใช้ ดังนี้



รูปที่ 3.6 การนำตัวหนังสือมาใช้งานบน Timeline

5.4) การใช้ Transition ลงไปบน Timeline นั้นจะสามารถทำได้เฉพาะแทร็ค Video 1 เท่านั้น โดยแทร็ค Video 1 จะแบ่งย่อยออกมาอีก 2 แทร็ค คือ Video 1A และ Video 1B และตรงกลางระหว่างทั้ง 2 แทร็คย่อยนี้ก็คือ แทร็ค Transition วิธีการใส่ Transition ลงไปบน Timeline นั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การใช้ปุ่ม Add Default Transition และการเลือกใส่บน Timeline โดยตรง

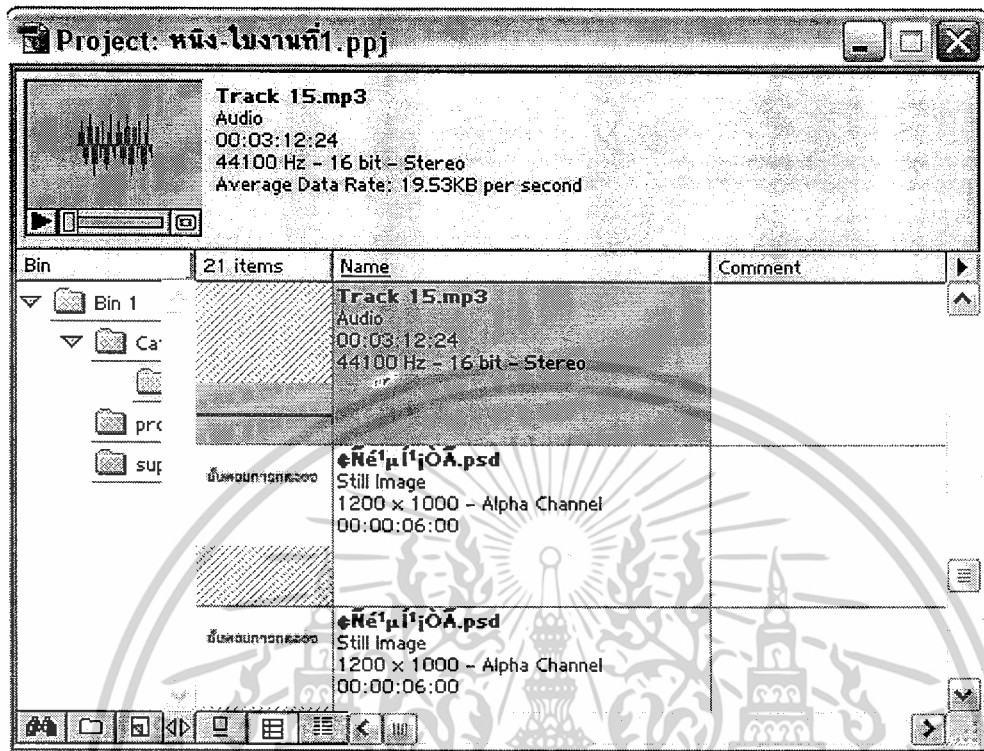


รูปที่ 3.7 การใช้ Transition ลงไปบน Timeline

5.5) การนำไฟล์เสียงเข้ามาใช้งาน เมื่อเสร็จสิ้นการตัดต่อภาพเรียบร้อยแล้วต่อไปคือการนำเสียงเข้ามาใส่ในงาน โดยเริ่มจากการนำไฟล์เสียงเข้ามาใช้เป็นฟุตเทจเสียงก่อน ตามวิธีการดังนี้

- 1) สร้าง Bin ขึ้นมาใหม่เพื่อเก็บเฉพาะฟุตเทจเสียงด้วยการคลิกขวาที่หน้าต่าง Project > New Bin
- 2) เมื่อหน้าต่าง Create Bin ปรากฏขึ้นมา ให้พิมพ์คำว่า sound ลงไปเพื่อตั้งชื่อให้กับ Bin อันใหม่นี้
- 3) คลิกปุ่ม OK ก็จะเห็นว่าที่หน้าต่าง Project มี Bin ชื่อ sound ปรากฏขึ้นมาแล้ว
- 4) คลิกเลือก Sound ให้มีแถบสีน้ำเงินปรากฏขึ้นมา เพื่อแสดงว่ากำลังถูกใช้งานอยู่
- 5) คลิกเมนู File > Import > File เพื่อทำการเรียกไฟล์เข้ามาใช้งาน

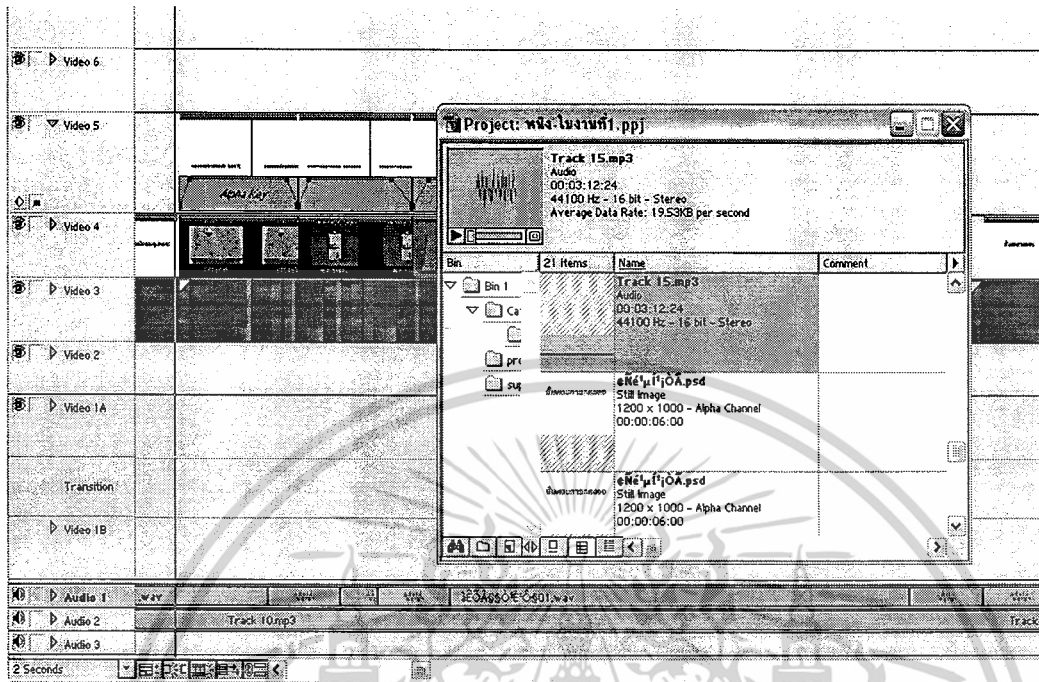
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### รูปที่ 3.8 การนำไฟล์เสียงเข้ามาใช้งาน

- 6) เมื่อหน้าต่าง Import ปรากฏขึ้นมา คลิกเลือกไฟล์
- 7) คลิกปุ่ม Open จะเห็นว่าที่หน้าต่าง Project มีฟุตเทจ ปรากฏขึ้นมาแล้ว

5.6 การนำไฟล์เสียงลงบน Timeline เมื่อได้ฟุตเทจเสียงเข้ามาใช้ที่หน้าต่าง Project แล้ว จากนั้นเราก็จะนำเสียงนี้มาใส่ลงไปใน Timeline โดยจะใส่ซ้อนลงไปกับเสียงที่มากับฟุตเทจภาพที่นำมาตัดต่อไว้แล้ว เพื่อใช้เป็นเสียงเพลงที่ปูยาวไปตลอดในงาน ดังนั้นจึงต้องให้เสียงนี้ทำงานอยู่ในแทร็คอื่นที่ต่างออกไป



รูปที่ 3.9 การนำไฟล์เสียงลงบน Timeline

### 3.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมเพื่อสร้างวีดิทัศน์

#### 3.3.1 การสร้างโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียน

โครงสร้างรายละเอียดของบทเรียน (Story Board) หมายถึง รายละเอียดของเนื้อหาโดยรวมที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาซึ่งแบ่งออกเป็นเฟรมตามรูปแบบของการนำเสนอ โดยทำการร่างเป็นเฟรมย่อยๆ เรียงลำดับไปตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนกระทั่งถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย และเป็นตัวกำหนดครุภัณฑ์ของภาพ เสียงประกอบที่ใช้ในการทำแต่ละเฟรม

การทำโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนเป็นส่วนที่สำคัญในการที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการใช้ในการสร้างวีดิทัศน์ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้และใช้ในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนที่ไม่เบี่ยงเบนไปจากโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนที่ได้ทำการสร้างไว้ อีกทั้งยังเป็นการสะดวกในการตรวจสอบและการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนขึ้นได้ในภายหลัง

ในการทำโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนหรือการสร้างสคริปต์เนื้อหาบทเรียนเพื่อใช้กับโปรแกรม Adobe Premiere 6.0 สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละบุคคล โดยการสร้างโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนอาจทำได้ดังนี้

##### 1) การสร้างกรอบหรือบอร์ดเรื่องราว (Story Board)

1.1) เขียนโครงร่างเนื้อหาทั้งหมด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แจ้งวิธีสำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

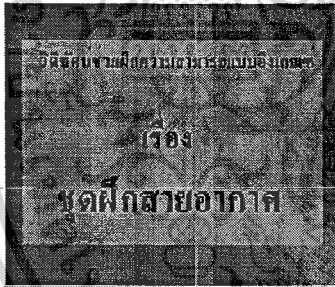
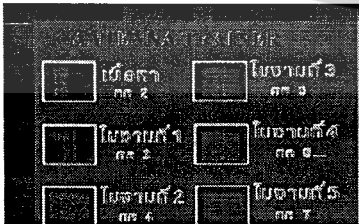
1.2) สร้างผังการดำเนินเรื่องราว

1.3) เรียบเรียงลำดับของเนื้อหา

2) การออกแบบหน้าจอ การออกแบบหน้าจอเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมากโดยผู้จัดทำโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียนควรมีความรู้และความเข้าใจ เพื่อประกอบกับการทำโครงสร้างรายละเอียดของบทเรียน


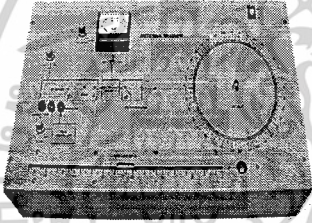
ซึ่งการกำหนดให้ลักษณะของหน้าจอมีส่วนประกอบใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาหรือวิชาที่ทำการสร้างโดยจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยโครงสร้างของ สคริป มีดังนี้

**สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ**

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
1		<p>วิธีทัศน์ช่วยฝึกความ สามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ</p>
2		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
3		รูปพรรณของระบบ
4		<p>กล่องหลัก</p> <p>กล่องหลักนี้ประกอบด้วย</p>
5		<p>แหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply)</p> <p>แบบติดตั้งบนแผงวงจรหลัก ซึ่งต่อจากสายไฟหลัก AC 50-60 Hz ขนาด 230 V ปกติ (สามารถใช้ได้จาก 220 ถึง 250 V ) สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับการทำงานภายใน แหล่งจ่ายกำลังนี้มีจุดจ่ายบริการ 2 จุด คือ 5 และ 12 V ที่มีเสถียรภาพแล้วแต่อุปกรณ์ที่ต้องการ จุดจ่ายทั้งสองเป็นแบบมีการป้องกันการลัดวงจร และสามารถให้กระแสออกได้แต่ละจุด 100 mA ที่อัตราต่อเนื่อง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

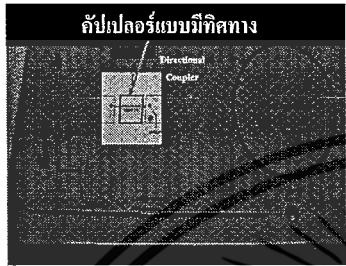

สรุป วิจัยที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
6		<p>เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF -Generator)</p> <p>สามารถจ่ายสัญญาณทดสอบ 1 สัญญาณ เพื่อป้อนให้สายอากาศที่ต้องการทดสอบ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ทำงานที่ความถี่หนึ่งที่สามารถปรับได้ในช่วงความถี่ประมาณ 850 ถึง 950 MHz (Loads) ที่แตกต่างกัน</p>
7		<p>เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทดสอบ (Test Tone Generator) หน่วยนี้ให้คลื่นไซน์ที่สามารถปรับแอมพลิจูดได้ (ประมาณ <math>2 V_{pp}</math>, 1.5 kHz) เพื่อใช้เป็นสัญญาณทดสอบสำหรับการมอดูเลต (Modulation) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ วงจรของเครื่องกำเนิดสัญญาณนี้เป็นออสซิลเลเตอร์แบบเฟสล้าหลัง ซึ่งอาจต้องทำการปรับค่าในด้านเวลาใหม่ไปตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบต่างๆ การปรับค่านี้อาจทำได้โดยง่ายโดยตัวทริมเมอร์ ภายในเพื่อใช้ปรับตามขั้นตอนในคำแนะนำของส่วนขั้นตอนย่อยๆ ของคู่มือนี้</p>

เอกสารนี้เป็น เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า


ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ



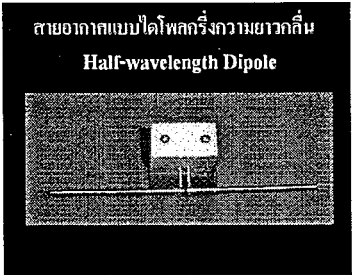
ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
8		<p>คัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง (Directional Coupler) อุปกรณ์นี้ถูกต่อในทิศทางขาออกจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ความถี่วิทยุ และสามารถต่อแยกเพื่อทำการวัดกำลังที่ไหลในทิศทางไปข้างหน้า (Forward) (เครื่องอีกด้านหนึ่ง (สายอากาศสู่เครื่องกำเนิดสัญญาณ) อุปกรณ์นี้ถูกใช้ระหว่างการทดลอง เพื่อช่วยแมตช์เครื่องกำเนิดสัญญาณกับตัวภาระ และเพื่อการวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio) ในสายนำสัญญาณสู่สายอากาศ</p>
9		<p>มิเตอร์วัดกำลัง (Power Meter) หน่วยนี้ประกอบด้วยมิเตอร์ตัวหนึ่ง(แอมมิเตอร์แบบเชิงเส้น 50 <math>\mu</math>A FS) เพื่อโยกเลือกตามต้องการระหว่างด้านออกของคัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทางที่ทำการวัด มิเตอร์ให้การวัดค่ากำลังสัมพัทธ์ได้อย่างง่ายโดยวิธีการปรับปุ่มของตัวลดทอน(Attenuator) ที่ซึ่งทำให้การเต็มมาตราส่วน (Full Scale) ของเครื่องมือวัดนี้ถูกตั้งขึ้นก่อนวัด หลังจากนั้นการอ่านค่าสัมพัทธ์โดยการทำมาตราส่วนการแสดงค่าของมิเตอร์นี้</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
10		<p>สายแบบร่อง (Slot Line)/</p> <p>สายท่อนสั้นที่ทำกรเมตซ์ อุปกรณ์นี้เป็นสายนำสัญญาณเป็นร่อง ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ให้โดยจุดเป็นร่องๆ ที่เชื่อมต่อสายที่ความยาวที่สามารถกำหนดได้จากปลายอีกด้านหนึ่ง</p> <p>รายการนี้สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของการแมตซ์สำหรับสายอากาศ และเพื่อการทดลองหาลักษณะ ที่แน่นอนของการแพร่กระจาย</p>
11		<p>มาตรชี้ทิศ (Goniometer) อุปกรณ์นี้เป็นมาตราส่วนวงกลมที่แบ่งเป็น 360 ช่อง ที่จุดศูนย์กลางอยู่ที่หัวต่อ (Connector) แบบ BNC เพื่อนำกำลังความถี่วิทยุสู่เสาของสายอากาศ หัวต่อนี้ทำงานเป็นจุดเดี่ยหมุมสำหรับเสาของสายอากาศและฐานของเสาฐานของเสานี้มีเครื่องหมายชี้อ้างอิงที่ตรงกับมาตราส่วนของมาตรชี้ทิศ สิ่งนี้ทำให้เพื่อการศึกษาค้นหามุมการหมุนที่ต้องการของสายอากาศ</p>
12		<p>อุปกรณ์ประกอบ</p>



สกริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
13	 <p>เสาสายอากาศโคแอกเซียล Coaxial Antenna Mast</p>	<p>เสาสายอากาศโคแอกเซียล (Coaxial Antenna Mast)</p> <p>เป็นรายการที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ตัวนี้ในเสานี้ นำสัญญาณความถี่วิทยุจากหัวต่อด้านนอกของเครื่องกำเนิดสัญญาณ (จุดศูนย์กลางของมาตรชี้ทิศ) สู่อากาศ เสาสายอากาศนี้ติดตั้งอยู่บนแผ่นวงกลมฐานของมัน และติดตั้งอย่างคงที่โดยสกรูด้านข้าง (Side Screw) (เดือยกด (Security Dowel))</p>
14	 <p>ชุดประกอบเป็นสายอากาศ Antenna kits</p>	<p>ชุดประกอบเป็นสายอากาศ (Antenna kits) ประกอบด้วย</p>
15	 <p>สายอากาศแบบไดโพลครึ่งความยาวคลื่น Half-wavelength Dipole</p>	<p>สายอากาศแบบไดโพลครึ่งความยาวคลื่น (Half-Wavelength Dipole)</p> <p>รูปร่างส่วนประกอบของสายอากาศนี้คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ส่วนบนสุดของสายอากาศนี้ประกอบด้วยฝาครอบพลาสติกที่ปิดล้อมอุปกรณ์บาลัน (Balun) ไว้</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

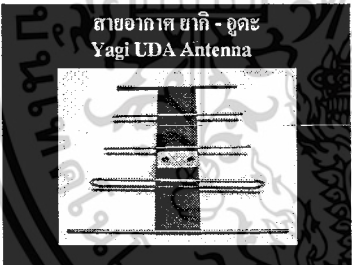

สรุป วิจัยที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>2. อิมพีแดนซ์ไม่มีตัวตน (ทางทฤษฎี) ของสายอากาศนี้คือ 73 โอห์ม ค่าที่แท้จริงจะห่างจากค่านี้อันเนื่องจากตัวบังคับโครงสร้าง ดังเช่น แท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ ปรากฏรูปร่างหัวต่อ BNC และเสาของสายอากาศผลกระทบของสิ่งนี้ทั้งหมดแก้ไขได้บางส่วนโดยการต่อตัวจัดการ “Y Match”</p>
16		<p>สายอากาศแบบไดโพลครึ่งความยาวคลื่น (Half-wavelength Dipole) ส่วนบนสุดของสายอากาศนี้ประกอบด้วยฝาครอบพลาสติกที่ปิดล้อม อุปกรณ์บาลันไว้ อิมพีแดนซ์ที่ไม่มีตัวตน (ทาง ทฤษฎี) ของสายอากาศนี้คือ 73 โอห์ม ค่าที่แท้จริงจะห่างจากค่านี้อันเนื่องจากตัวบังคับโครงสร้าง ดังเช่น แท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ การปรากฏรูปร่างของหัวต่อ BNC และเสาของสายอากาศ ผลกระทบของสิ่งนี้ทั้งหมดแก้ไขได้บางส่วนโดยการต่อตัวจัดการ “Y match”</p>
17		<p>สายอากาศแบบไดโพลพับครึ่งความยาวคลื่น (Half-wavelength folded dipole)</p> <p>เปรียบเทียบกับสายอากาศแบบไดโพลพื้นฐาน สายอากาศนี้มีค่าความต้านทานการแผ่พลังงานสูงกว่าอย่างมี</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า


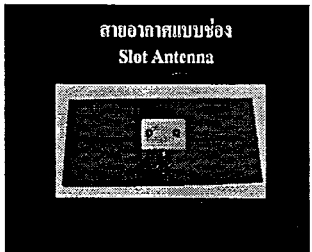
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ความสำคัญ (โดยปกติประมาณ 300 โอห์ม) สำหรับที่แสดงของแบนที่พัมิมพีแดนซ์ที่แท้จริงได้มาจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและระยะห่างของแท่งนี้ รูปร่างของการโค้งที่ปลาย การปรากฏของหัวต่อ BNC และบาลันเป็นต้นแบบรูปการแผ่พลังงานที่เฉพาะในระนาบแนวนอน สำหรับสายอากาศนี้ปรากฏคล้ายกับของสายอากาศแบบ ไดโพลพื้นฐาน โพลาริเซชันเป็นแนวนอน</p>
18		<p>สายอากาศยาคิ-อุตะ (Yagi UDA Antenna)</p> <p>สายอากาศนี้ต้องการสิ่งที่กล่าวไปแล้ว คือ อุปกรณ์บาลันที่อยู่ภายในฝาครอบพลาสติกสีเทา อิมพีแดนซ์ทางทฤษฎี คือ 75 โอห์ม</p>
19		<p>สายอากาศแนวนอนป้อนที่ปลาย (Horizontal End-Fed Antenna)</p> <p>แนวคิดเริ่มแรกของสายอากาศแบบเส้นลวดแนวนอนป้อนที่ปลายนี้ ได้ถูกประยุกต์ไปในรูปแบบและหนทางเลือกอย่างหลากหลายมากมาย</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
20		<p>สายอากาศแนวตั้งป้อนที่ปลาย (Vertical End-Fed Antenna)</p> <p>สายอากาศนี้ประกอบจากชิ้นส่วนของเส้นลวด (แท่งหนึ่งๆ ในกรณีชุดฝึกสาธิตนี้) วางอยู่แนวตั้งที่ปลายของสายป้อนโคแอกเซียล</p> <p>สายอากาศชนิดนี้มีชื่อต่างๆ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของการประกอบใช้งานของมัน ชนิดทั่วไปที่สุด คือ แบบกรวด์เพลนและแบบมาร์โคนีทั้งสองชนิด ชนิดส่วนที่ทำการแผ่พลังงานคลื่นเป็นส่วนที่มีความยาว <math>1/4</math> ของความยาวคลื่นและหลักการทำงานคือคุณสมบัติ ของดินหรือระนาบกรวด์ ในแบบที่ความยาวที่ทำการแผ่พลังงานคลื่นของสายอากาศเป็น 2 เท่า แท่งที่เหมือนกันนี้สามารถใช้ในแบบลำดับเป็นตัวสะท้อนคลื่น (แท่งที่ยาวที่สุด) และตัวชี้คลื่น (แท่งที่สั้นที่สุด) เพื่อยึดเข้าสู่สายอากาศแนวตั้งป้อนที่ปลายให้มีคุณลักษณะทางทิศทางการแผ่</p>
21		<p>สายอากาศแบบช่อง (Slot Antenna)</p> <p>สายอากาศแบบนี้ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของช่องที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่นในแผ่นโลหะอุปกรณ์นี้ป้อนที่กึ่งกลางของช่องบนด้านบนตรงกันข้าม</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า


ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>จากทฤษฎีบทสภาวะย้อนกลับ แสดงว่าคุณสมบัติของสายอากาศนี้คล้ายคลึงกับคุณสมบัติของสายอากาศแบบไดโพล โพลาริเซชันของคลื่นนี้ตั้งฉากซึ่งกันและกันกับขอบที่ยาวของช่องนี้ ดังนั้น ในกรณีนี้คือแนวตั้ง</p>
22		<p>สายอากาศแบบบ่วง (Loop antenna)</p> <p>สายอากาศแบบนี้ประกอบด้วยวงรอบวงเดียวหรือหลายวง โดยทั่วไปเส้นรอบวงของวงรอบสุทธิตัวครึ่งความยาวคลื่นหรือเป็นจำนวนเท่า</p> <p>ใน โครงสร้างเบื้องต้นนี้ของสายอากาศนี้มีอิมพีแดนซ์ต่ำกว่า ดังนั้นสามารถใช้ได้เฉพาะสำหรับการรับเท่านั้น สำหรับเหตุผลของประสิทธิภาพของการแผ่รังสีสายอากาศแบบบ่วงของชุดฝึกสาธิตนี้มีอิมพีแดนซ์ด้านเข้าเพิ่มขึ้นถึงระดับที่พอเพียง โดยการติดตั้งเส้นรอบวงของวงรอบที่เหมาะสม</p> <p>สายอากาศนี้โดยปกติมีโพลาริเซชันแนวนอน แต่อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบโพลาริเซชันแนวตั้งอาจจะปรากฏในกรณีที่ไมแมตซ์ระหว่างเครื่องกำเนิดสัญญาณกับสายอากาศ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
23		<p>สายอากาศแบบเกลียว (Helix Antenna)</p> <p>สายอากาศลวดลื่นแบบเกลียว หรือสายอากาศแบบเกลียว คุณลักษณะหลักของสายอากาศชนิดนี้ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คุณลักษณะที่ดีทางด้านอัตราส่วนความถี่มากกว่า 2 : 1</li> <li>2. โพลาริเซชันวงกลมอย่างใกล้ชิด โพลาริเซชันที่แท้จริงสามารถกระทำได้วงกลมตามที่ต้องการโดยการออกแบบที่เหมาะสม</li> <li>3. ความกว้างลำคลื่นสามารถทำให้แคบลงและอัตราการขยายสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มจำนวนรอบ รูปแบบทางปฏิบัติของสายอากาศแบบเกลียวในชุดฝึกสาธิตนี้มีเพียง 2-3 รอบ ซึ่งอุปกรณ์นี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการปฏิบัติภายในห้องปฏิบัติการ ส่วนมากสายอากาศแบบเกลียวผลการใช้กันอย่างแพร่หลายในสายอากาศติดตามดาวเทียม ซึ่งถูกต้องเป็นชั้นในแบบเป็นสัดส่วน</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

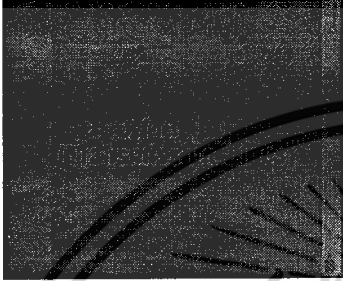
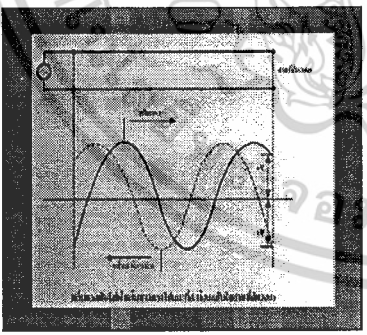
ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
24	 <p>สายอากาศแถวลำดับแบบเฟส <math>\lambda/2</math> <math>\lambda/2</math> Phase Array</p>	สายอากาศแถวลำดับแบบเฟส $\lambda/2$
25	 <p>สายอากาศแถวลำดับแบบเฟส <math>\lambda/4</math> <math>\lambda/4</math> Phase Array</p>	สายอากาศแถวลำดับแบบเฟส $\lambda/4$
26	 <p>สายอากาศแถวลำดับร่วมแนว Collinear Array</p>	<p>สายอากาศแถวลำดับร่วมแนว (Collinear Array) แบบเป็นชั้น (Stacked)</p> <p>สายอากาศแบบไดโพลครึ่งคลื่นจะมีอิมพีแดนซ์ด้านเข้าสูงเมื่อจับที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้น 2 ตัว ถูกต่อรวมกันแบบปลายต่อปลาย การประกอบกันนี้เรียกว่าสายอากาศแถวลำดับร่วมแนว</p> <p>แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับร่วมแนวนี้คล้ายคลึงกับสายอากาศแบบไดโพลครึ่งคลื่นที่อ้างอิง นั่นคือมีรูปทรงโคไซน์ทในทิศทางทั้งหมด นั่นคือ ตั้งฉากกับแกนของสายอากาศนี้โดยไม่มี</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป วิถีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

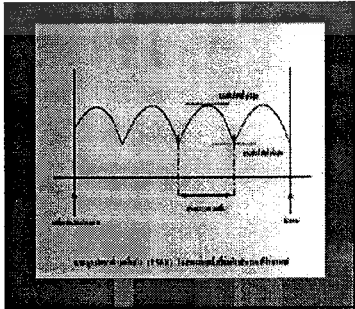
ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		สัญญาณแผ่จากปลายใดปลายหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามแบบร่วมแนวนี้นี้มีมุมความกว้างลำคลื่นที่แคบกว่า
27		<p>สายอากาศแบบตัวสะท้อนพาราโบลิก (Parabolic Reflector)</p> <p>สายอากาศแบบตัวสะท้อนพาราโบลิกมีศักยภาพที่สูงสุดของมัน ในการประยุกต์ใช้กับความถี่ไมโครเวฟ ในขณะที่พวกมันถูกประยุกต์ไม่บ่อยในย่าน UHF และไม่เคยใช้ที่ความถี่ต่ำกว่า</p>
28		<p>ทบทวนพื้นฐานของทฤษฎีบางส่วน</p>

สคริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

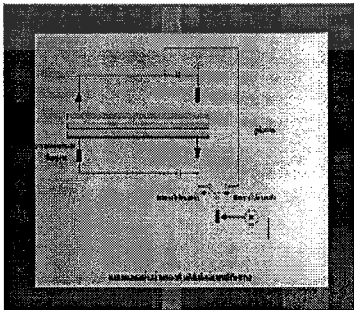
ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
29		<p>สายนำสัญญาณ (Transmission Lines)</p> <p>สายนำสัญญาณถูกใช้ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อเคลื่อนย้ายพลังงานจากแหล่งจ่าย (เครื่องกำเนิดสัญญาณ) สู่อวัยวะหนึ่งๆ เครื่องกำเนิดสัญญาณที่เกี่ยวข้องด้วย คือ แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบคลื่นไซน์ เมื่อแรงดันไฟฟ้า</p>
30		<p>คลื่น ไซน์ถูกจ่ายสู่ด้านเข้าของสายจะพบกระแสคลื่น ไซน์ในสายนี้ การนำแรงดันไฟฟ้าคลื่น ไซน์และกระแสคลื่น ไซน์มารวมกันโดยทั่วไปเรียกว่าคลื่น</p> <p>สมมุติในตอนนี้ว่าสายนำสัญญาณมีความยาวเป็นอนันต์ เป็นสายที่ตัดและลัดวงจรที่ความยาวที่แน่นอนหนึ่ง บางสิ่งเปลี่ยนไปในรูปภาพคลื่น</p> <p>วงจรที่ลัดเป็นตัวกระทำที่ไม่ดูดกลืนพลังงานของโอห์ม ดังนั้น พลังงานที่มากกระทบวงจรที่ลัดจะเดินทางต่อไป เพียงทางเดียวที่พลังงานอาจไปจากวงจรที่ลัด คือ ย้อนกลับไปตามสาย หรือสะท้อนกลับ (Reflected) กลไกที่พลังงานอยู่ในเส้นทางย้อนกลับจะเป็นดังต่อไปนี้ : แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ที่จุดลัดวงจรจุดนั้นๆ ของสาย เพื่อแสดงสิ่งนี้วงจรที่ลัดนี้จะปรากฏการเกิดแรงดันไฟฟ้า</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ที่เท่ากัน ในแต่ละช่วง และมีเฟสตรงข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่มาตกกระทบหลักการนี้ทำให้สามารถวาดแบบรูปของคลื่นที่สะท้อนที่แสดงแบบรูปของคลื่นที่มาตกกระทบหนึ่งๆ อย่างง่าย คือ เป็นแบบรูปของการตกกระทบที่กลับกัน</p> <p>แบบรูปแรงดันและกระแสไฟฟ้าสุดท้ายนี้ไปตามสายเป็นผลลัพธ์จากจุดต่อจุดที่ซ้อนทับกันของทั้งสองนี้ และรูปร่างของมันถูกเปลี่ยนอย่างสุทธิจากกรณีของสายที่ยาวเป็นอนันต์ คลื่นนี้ไม่ได้ย้ายไปข้างหน้าสู่ตัวภาชนะมากกว่าใดๆ แต่ปรากฏอย่างคงที่ สร้างค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสที่ซึ่งแอมพลิจูดกระทบกันในเวลาหนึ่งโดยความถี่ของคลื่นดั้งเดิม</p>
31		<p>อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio)</p> <p>อัตราส่วนคลื่นนิ่งเป็นค่าจำกัดความที่อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแส สูงสุดและต่ำสุดไปตามสายดังรูปแสดงแบบรูป SWR ไปตามสายโดยตัวภาชนะที่ไม่แมตซ์ และช่วยให้เข้าใจในค่าจำกัดความของ SWR</p>

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>SWR เป็นดัชนีของการไม่แมตซ์ที่มี อยู่ระหว่างตัวภาาระและสายที่ป้อนพลังงาน ค่า SWR เท่ากับ 1 ในกรณีที่แมตซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ต่อการเข้าถึงค่านี้ ในทางปฏิบัติ และนำไปสู่ค่าที่สูงมากๆ (อนันต์) สำหรับกรณีที่ลัดวงจรหรือเปิดวงจร ในทางปฏิบัติ ค่า SWR ในช่วง 1.4 ถึง 2 เป็นค่าพิจารณาเงื่อนไขการแมตซ์ที่ดีในระบบสายอากาศ ในขณะที่ค่าขนาดใหญ่ที่มากกว่าสามารถรับได้โดยชุดฝึกสาธิตนี้สิ่งนี้เป็นเพราะ ไม่เหมือนระบบกำลังขนาดใหญ่ที่มีความมุ่งหมายของการออกแบบ คือ การถ่ายโอนกำลังงานสูงสุด ส่วนในระบบของชุดฝึกสาธิตนี้ที่มุ่งหมายสำหรับการเรียนการสอน มีความมุ่งหมาย คือ สามารถทำงานได้ด้วยมือ และการสร้างอย่างง่าย</p>
32		<p>คัปเปิลอร์แบบมีทิศทาง (Directional Coupler)</p> <p>ความเข้าใจเกี่ยวกับทิศทางของการเดินทางของกำลังเช่นเดียวกับจำนวนของกำลัง อุปกรณ์ตรวจจับต้องมีไดโอดเป็นองค์ประกอบของวงจร</p> <p>คัปเปิลอร์แบบมีทิศทาง ประกอบด้วยส่วนของสาย 2 เส้น ที่วางไปตามด้านข้างสายนำสัญญาณหลักเส้นหนึ่งที่น่าพลังงานจาก</p>

เอกสารนี้เป็น เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป ่วิดทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>เครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายอากาศกำลังงานเดินทางจากด้านเข้าสู่ด้านออกของอุปกรณ์นี้จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงรอบ (Loop) ด้านบนและด้านล่าง ในวงรอบด้านล่าง แรงดันไฟฟ้าจะถูกสร้างตกคร่อมอุปกรณ์ตรวจจับไปสู่อะไดโอดตัวนำทิศทางข้างหน้า (Forward Conducting Diode) ในขณะที่สิ่งนี้ จะไม่ปรากฏในวงรอบด้านบนในขณะที่กำลังที่เดินทางจากตัวภาชนะสู่เครื่องกำเนิดสัญญาณสถานะจะกลับกัน วงรอบด้านบนจะเกิดขึ้นแต่ด้านล่างจะไม่มี</p> <p>ดังนั้น อุปกรณ์จึง ยินยอมให้แยกการวัดกำลังทิศทางตรงไปและที่ย้อนกลับแบบมีทิศทางวัดค่า SWR เป็นดังนี้</p> <p>ขบวนการทางปฏิบัติเพื่อใช้คัปเปิลอร์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดเครื่องส่ง กำหนดความถี่ที่สูงสุดถ้าจำเป็น</li> <li>2. ตำแหน่งสวิตช์ของมิเตอร์ SWR อยู่ที่ตำแหน่ง FORWARD แล้วปรับตัวลดทอนสำหรับการเบี่ยงเบนเต็มมาตราส่วน (50 ในกรณีของชุดฝึกสาธิตนี้)</li> <li>3. โยกสวิตช์มิเตอร์สู่ตำแหน่ง REVERS อ่านการแสดงค่าใหม่ หลังจากนั้น คำนวณค่า SWR โดยสูตร</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วัตทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง หดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
33		<p>สูตร</p> $SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV}$ $= \frac{50 + REV}{50 - REV}$
34		<p>การแมตช (Matching)</p> <p>ให้พิจารณาสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว 1/4 ของความยาวคลื่นสัญญาณที่สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิดสัญญาณที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ และกระแสสูงสุด ในขณะที่ปลายอีกด้าน (ด้านเครื่องกำเนิดสัญญาณ) จะมีสถานะตรงกันข้าม คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด และกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ ด้วยเหตุนี้ไม่มีกระแสไหลให้พิจารณาตอนนี้ในสายกรณีอื่นๆ ที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่น ลัดวงจรที่ปลายของมัน ที่ตรงกันข้ามกับที่ตำแหน่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สาย จะเป็นจุดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ กระแสสูงสุด อิมพีแดนซ์ของสายเมื่อมองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นลัดวงจร (อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์)</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ในกรณีระหว่างกึ่งกลางทั้งหมดของสายที่มีความยาวระหว่าง <math>1/4</math> และ <math>1/2</math> ของความยาวคลื่น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมองเห็นอิมพีแดนซ์ระหว่างศูนย์และอนันต์</p> <p>พิจารณาต่อไปโดยเหตุผลเดียวกันพบว่าสำหรับสายที่ลัดวงจร ที่มีความยาว <math>1/4</math> ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ อิมพีแดนซ์จะมีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์อีกครั้งเนื่องจากสายนี้ไม่มีการสูญเสีย อิมพีแดนซ์ต้องเป็นค่าจินตภาพ</p> <p>บริสุทธ์ และถ้าพิจารณาแบบรูปของกระแสพร้อมกันกับแรงดัน ไฟฟ้า พบต่อมาว่าในช่วงระหว่าง <math>1/2</math> ถึง <math>1/4</math> ของความยาวคลื่น อิมพีแดนซ์มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์เป็นค่าความจุไฟฟ้า (Capacitive) ในขณะที่ในความยาว <math>1/4</math> ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ค่าอิมพีแดนซ์มีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์เป็นค่าความเหนี่ยวนำ (Inductive)</p> <p>จากสิ่งเหล่านี้ทั้งหมดนำไปสู่ความคิดของหนทางที่เกี่ยวข้องมากต่อการแมตซ์อิมพีแดนซ์ที่มองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยการวางในแบบขนานกับตัวภาระที่ไม่แมตซ์ที่เป็นส่วนของสาย ที่ลัดวงจรของความยาวที่เหมาะสม อุปกรณ์เหล่านี้โดยทั่วไปเรียกว่าสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์ (Matching Stubs)</p>



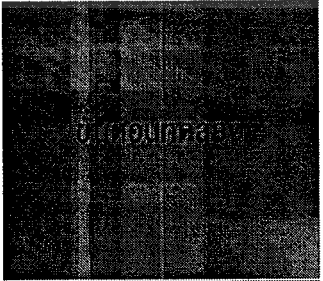
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูตฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์แบบสามารถปรับความยาวได้นี้ สามารถปรับแต่งเพื่อให้มีค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าจินตภาพเท่ากันในแต่ละส่วนและเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของตัวภาวระที่ไม่แมตช์ เพื่อยกเลิกเลกส่วนประกอบจินตภาพของตัวภาวระนี้ และทำให้ปรากฏต่อสายเป็นค่าความต้านทาน (Resistive) บริสุทธิ์
35		<p>ใบงานที่ 1</p> <p>การทดลอง เรื่อง Getting to know หรือการประกอบและติดตั้ง</p>
36		<p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของชูตฝึกสายนี้ได้</li> <li>2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบและติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ ของชูตฝึกสายนี้ได้</li> <li>3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถปรับแต่งเบื้องต้นในส่วนประกอบต่างๆ ของชูตฝึกสายนี้ได้</li> </ol>

สกริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
37		<p>เครื่องและอุปกรณ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก่อ่งหลัก</li> <li>2. ชุดตัวตรวจจับ</li> <li>3. แผ่นฐาน</li> <li>4. แนววางชุดตัวตรวจจับ</li> <li>5. สายอากาศแบบไดโพลหรือแบบไดโพลพับ</li> <li>6. แผ่นฐานวงกลม</li> <li>7. เสาสายอากาศโคแอกเซียล</li> </ol>
38		<p>ทฤษฎี</p> <p>กล่าวแล้วในส่วนของเนื้อหา</p>
39		<p>ขั้นตอนการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. วางก่อกหลักบนพื้นผิวที่เรียบของโต๊ะปฏิบัติการ</li> <li>2. เสียบสายไฟ AC หลักสู่ปลั๊กตัวเมียบนก่อกหลัก</li> <li>3. ต่อสายกำลัง แต่ให้กำลังอยู่ในตำแหน่งปิดในตอนี้</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>4. หาชุดตัวตรวจจับ (กล่องสี่เหลี่ยม มิเตอร์ชนิดเข็มในด้านหน้าของมัน) จากกล่องอุปกรณ์ประกอบ</p> <p>5. หาแผ่นฐาน (แผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เชื่อมแกนที่เป็นชิ้นส่วนของท่อ) ของชุดตัวตรวจจับจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ</p> <p>6. หาแขนวางชุดตัวตรวจจับ (แท่งพลาสติก ยาวประมาณ 50 cm. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 mm.)</p> <p>7. สอดแขนวางเข้าไปในแผ่นฐาน และยึดแขนนี้กับสกรู</p> <p>8. สอดตัววัดของชุดตัวตรวจจับบนปลายอีกด้านของแขนวาง หลังจากนั้น รััดมันที่ความสูงที่ต้องการกับสกรูมือ (Hand-Screw) ของตัววัด</p> <p>9. ตั้งเกดว่าตัววัดนี้สร้างขึ้นเพื่อยอมให้การติดตั้งชุดตัวตรวจจับทั้งในแนวตั้งและแนวนอน เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับคลื่นที่โพลาไรเซชันแตกต่างกันแต่ละชนิด ติดตั้งชุดตัวตรวจจับในแนวตั้งในตอนี้ (สายอากาศแบบ ไดโพลพับของชุดตัวตรวจจับอยู่ในแนวนอน)</p> <p>10. หาเสาของสายอากาศและแผ่นฐานวงกลมของมัน ถ้า 2 ชิ้นนี้ยังไม่ได้ประกอบเข้าด้วยกัน โคเอกเซิล</p>

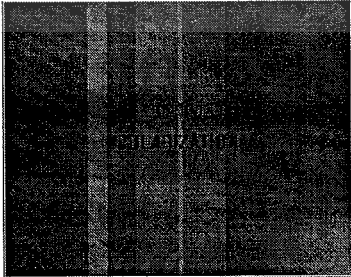
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริปต์ วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>สอดใส่เสาเข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม ชั้นเดียวสปริง โดยเหล็กตัวแอลจากกล่องอุปกรณ์ประกอบวางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมบนมาตรฐานที่สิบบนกล่องฐาน ทำให้แน่ใจว่าศูนย์กลางของหัวต่อแบบเดียวของส่วนนี้ตรงกับของกล่อง</p> <p>กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสวมเข้าได้อย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งคงที่ไว้ หลังจากนั้น ขึ้นสกรูให้แน่นโดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่</p> <p>11. หาสายอากาศแบบไดโพล และวางสายอากาศนี้ที่ส่วนบนของเสา</p> <p>12. ปรับแต่งสายอากาศส่งและรับให้ตรงกัน เครื่องรับ (ชุดตัวตรวจจับ) ให้วางไว้ที่ระยะห่างอย่างน้อย 1.2 m. จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ</p> <p>13. หมุนปุ่มปรับระดับ (LEVEL) ของชุดตัวตรวจจับไปตามเข็มนาฬิกาเต็มที่ (MAX) โยกลสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และเพิ่มระดับของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ หมุนปุ่มตัวปรับแต่ง FS ADJUST ของมิเตอร์กำลังในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเต็มที่เพื่อหลีกเลี่ยงการเกินย่านในมิเตอร์ (ไม่ได้เกี่ยวข้องกับมันในตอนนี้นี้)</p>

สคริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ


ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>14. สังเกตการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ ปรับปุ่มระดับส่งความถี่วิทยุ (LEVEL) ไปที่ระดับ 3/4 ของค่าที่อ่านได้ในชุดตัวตรวจจับ</p> <p>15. ในตอนนี้ นักศึกษาสามารถเริ่มต้นการสังเกต โดยจุดมุ่งหมายเพื่อการเรียนรู้ตามข้อกำหนดการทำงานของชุดฝึกสาธิตนี้</p> <p>16. หมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศอย่างช้าๆ กับมือ จากตำแหน่ง <math>0^{\circ}</math> ไปที่ค่า <math>360^{\circ}</math> ทีละ <math>5^{\circ}</math> ในขณะที่สังเกตการแสดงผลของชุดตัวตรวจจับและบันทึกค่าที่ได้ในตารางที่ 1.1</p> <p>17. ศึกษาผลกระทบของการสะท้อนจากวัตถุรอบตัว และจากแขนและมือของนักศึกษา ในขณะที่นักศึกษายู่ใกล้สายอากาศ ในตอนนี้ให้ระมัดระวังในขณะที่ทำการวัดต่อไป</p>
40		<p>ใบงานที่ 2</p> <p>การทดลอง เรื่อง Polarization</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
41		<p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้นักศึกษาสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายความหมายของโพลาริเซชันของสายอากาศได้</li> <li>วัดหาโพลาริเซชันของสายอากาศได้</li> </ol>
42		<p>เครื่องและอุปกรณ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>กล่องหลัก</li> <li>ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)</li> <li>แผ่นฐาน</li> <li>แขนวางชุดตัวตรวจจับ</li> <li>สายอากาศแบบไดโพลพับ</li> <li>แผ่นฐานวงกลม</li> </ol>
43		<p>ทฤษฎี</p> <p>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกจากสายอากาศหนึ่งๆ อาจเป็นโพลาริเซชันแนวตั้ง หรือแนวนอน ตามหลักการทำงาน ถ้าเวกเตอร์ <math>E</math> เป็นแนวตั้ง จะต้องการสายอากาศแนวตั้งเพื่อปล่อยมัน ในทาง</p>

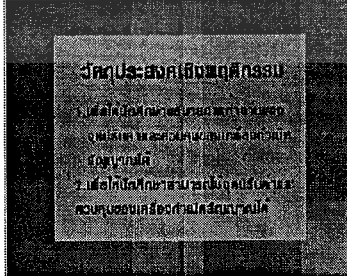
สกริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>กลับกัน ถ้าเวกเตอร์ <math>E</math> เป็นแนวนอน คลื่นจะเป็นโพลาไรเซชันแนวนอน และต้องการสายอากาศแนวนอนปล่อยมัน บางกรณี อาจใช้โพลาไรเซชันแบบวงกลม ซึ่งเป็นการรวมกันของโพลาไรเซชันแนวตั้งและแนวนอน โดยปกติ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นโพลาไรเซชันแนวตั้ง แม้ว่าโพลาไรเซชันชนิดอื่นๆ อาจถูกใช้สำหรับจุดประสงค์เฉพาะบางอย่าง</p>
44		<p>ขั้นตอนการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 แต่ใช้สายอากาศแบบไดโพลติดตั้งบนเสา กับ แกนของมันที่วางในระนาบแนวนอน สายอากาศหนึ่งๆ จะมีโพลาไรเซชันตามทิศทางของระนาบสนามไฟฟ้า ดังนั้น ในนี้ โพลาไรเซชันของคลื่นที่กำเนิดขึ้น โดยสายอากาศแบบไดโพลเป็นแนวนอน</li> <li>2. ย้ายชุดตัวตรวจจذبจากฐานของมัน และใส่กลับเข้าไปอีกครั้งที่มุมเอียง <math>90^\circ</math> กับแกนของมัน สายอากาศแบบไดโพลที่ทำหน้าที่รับอยู่ในแนวตั้งในตอนนี้ และดังนั้น จะไม่ไวต่อคลื่นโพลาไรเซชันแนวนอน การแสดงของชุดตัวตรวจจذبเป็นศูนย์</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า


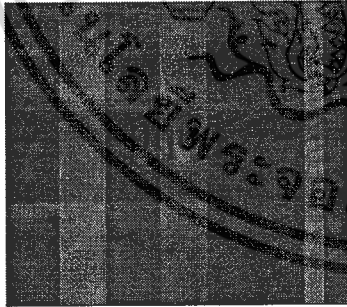
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>3. ในตอนนี้ให้หมุนสายอากาศส่งไปรอบๆ เต็มของมัน เพื่อให้สายอากาศแผ่คลื่นที่ทิศทางอื่นมากกว่าไปข้างหน้าของเครื่องรับ</p>
		<p>ในขบวนการของการสะท้อนของคลื่นกับพื้นผิวหนึ่งที่ตำแหน่งหนึ่งๆ ในที่ว่าง คลื่นที่สะท้อนสูญเสียโพลาไรเซชันตั้งเดิมไป</p>
45		<p>ใบงานที่ 3 การทดลอง การปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ</p>
46		<p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้นักศึกษาสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการทำงานของจุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้</li> <li>ใช้จุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

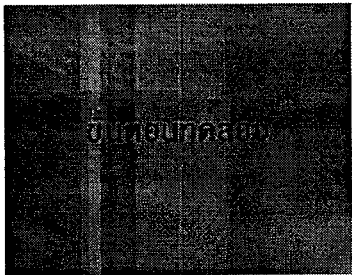
สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
47		<p>เครื่องและอุปกรณ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก่องหลัก</li> <li>2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)</li> <li>3. แผ่นฐาน 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ</li> <li>5. สายอากาศแบบไดโพลพับ</li> <li>6. แผ่นฐานวงกลม</li> </ol>
48		<p>ทฤษฎี</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระดับความถี่วิทยุ (RF LEVEL) : โปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) ใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกำลังที่ป้อนสู่ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นตัวออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังนั้น การควบคุมแอมพลิจูด (และกำลัง) ของสัญญาณความถี่วิทยุที่เป็นผลลัพท์ ระดับนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้จากประมาณ 20% ถึง 100%</li> <li>2. ความถี่ด้านออก (OUTPUT FREQ.) : ออสซิลเลเตอร์แบบทรานซิสเตอร์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุทำงานบนการป้อนกลับระหว่างขาเบสกับอีมิเตอร์ (Base-Emitter) และความถี่ของการทำงานค้นหาได้โดยสายไมโครสตริป (Microstrip Line) พร้อมด้วยตัวทริมเมอร์ความจุไฟฟ้า (Capacitive Trimmer) ตัวหนึ่ง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>เพื่อใช้ปรับความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance Frequency) ของมัน (และนี่คือความถี่ออสซิลเลตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ)</p> <p>3. OUTPUT Z : สิ่งนี้เป็นทริมเมอร์อีกตัวที่วางอยู่ที่ด้านนอกของออสซิลเลเตอร์หน้าทีของทริมเมอร์ตัวนี้ คือ ใช้ปรับอิมพีแดนซ์ด้านนอกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่ตัวภาระ ภายในบางขอบเขต</p> <p>4. ตัวแมตช์สายอากาศ (Antenna Match) : ทริมเมอร์ตัวนี้เป็นส่วนที่ไม่ได้อยู่ในเครื่องกำเนิดสัญญาณ เนื่องจากมันวางอยู่ที่ด้านนอกของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทาง แต่อย่างไรก็ตาม หน้าทีของมันได้เข้าถึงในที่นี้เพื่อประโยชน์ของการมองที่สมบรูณ์ของการปรับค่าที่ยอมให้ได้</p> <p>ทริมเมอร์ตัวนี้สามารถปรับได้เพื่อชดเชยส่วนประกอบจินตภาพ (ความเหนี่ยวนำ) ของสายอากาศและสายป้อนของมัน</p>
49		<p>ขั้นตอนการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 : ชุดตัวตรวจจับวางไว้ในแขนรองของมัน โดยวางห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่งเสา สายอากาศวางอยู่บนมาตรฐานที่ทิศ</li> <li>2. หา BNC "T" จากกล่องอุปกรณ์</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วัติตทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ประกอบ และวางมันบนยอดของเสา ประกอบสายอากาศแบบไดโพลพับบนยอดของเสา และสวมสายโคแอกเชียลเคเบิล หัว BNC-BNC เข้าทางเข้าออก (Port) ที่สามของ BNC “T”</p> <p>3. สวมปลายอีกด้านของสายโคแอกเชียลเคเบิลเข้าไปในชอกเก็ตด้านเข้าของสาย</p> <p>4. โด่งเคเบิลเพื่อให้มันห่างออกจากเสา และจากทิศทางที่ตรงกันข้ามผู้ทิศทางของเครื่องรับ สิ่งนี้เพื่อการกวาดต่ำสุดต่อคลื่นที่เดินทางจากเครื่องส่งสู่เครื่องรับ</p> <p>5. โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน สังเกตการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับมีค่าตกลงเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของใบงานที่ 3 สิ่งนี้เป็นเพราะ BNC “T” เคเบิล และสายท่อนสั้นที่ลัดวงจร เป็นสิ่งที่ปรากฏห่างจากอุปกรณ์ที่ไม่มีการสูญเสีย และเป็นเพราะการตั้งค่าเริ่มต้นแบบลุ่มของตัวเลื่อนของสายท่อนสั้นนี้ด้วย</p> <p>6. ปรับระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ค่าสูงสุด (MAX) และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุไปที่ระดับ 1/2 ของค่าที่แสดงในชุดตัวตรวจจับ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


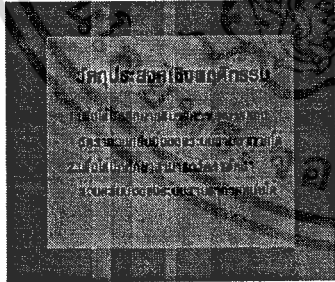

สกริป วิธีทัศนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>7. โยคตัวเลือก FWD/REV ของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางไปที่ REV และปรับโพเทนซีอิมเตอร์ FS ไปที่ระดับ 3/4 ของมาตราส่วนการแสดง</p> <p>8. ย้ายตัวเลื่อนของสายที่เป็นร่องอย่างช้าๆ จากปลายด้านหนึ่งไปสู่อีกด้าน สังเกตการณ์แสดงค่าของมิเตอร์ของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางเคลื่อนไหวจากค่าที่แสดงสูงสุดสู่ต่ำสุด สิ่งที่เหมาะสมกันนี้กระทำต่อมิเตอร์ของเครื่องมือวัดของชุดตัวตรวจจับ</p> <p>9. บันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดและบันทึกการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ที่สอดคล้องกันด้วย</p> <p>สังเกตว่าแอมพลิจูดของจุดสูงสุดที่ใกล้ด้านเข้าของสายกว้างกว่าที่ใกล้ปลายที่ไกล สิ่งนี้เป็นเพราะการสูญเสีย (และการแผ่พลังงาน) ในสายนี้</p> <p>10. กระทำซ้ำโดยโยคตัวเลือก FWD/REV ไปที่ FWD ทำการบันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดใหม่ สังเกตว่าค่าสูงสุดและต่ำสุดในตอนนี้ต่ำกว่าในกรณีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน</p> <p>แบบรูปที่ตรงกันสำหรับกรณี FWD และ REV : สำหรับตำแหน่งที่เลื่อนใกล้ปลายด้านเข้า ค่าสูงสุดในกรณี FWD สอดคล้องอย่างดีมากต่อจุดต่ำสุดในกรณี REV สิ่งนี้</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>เป็นจุดของการแมตช์ที่ดีที่สุดสำหรับสายอากาศที่ศึกษา ผลลัพธ์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนโดยใช้สายอากาศชนิดอื่นๆ มากกว่าสายอากาศแบบไดโพลพับ เนื่องจากสายอากาศนี้ใช้ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณทดลองการทดลองที่เหมือนกันนี้กับสายอากาศแบบไดโพลพื้นฐาน เป็นตัวอย่าง</p>
50		<p>ใบงานที่ 4 การทดลอง เรื่อง The lecher Line และ The Matching Stub</p>
51		<p>วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม เพื่อให้นักศึกษาสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายการทำงานและใช้งานสายแบบร่อง (Slot Line) และสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ได้</li> <li>2. ทำการแมตช์สายอากาศโดยใช้สายท่อนสั้นได้</li> </ol>
52		<p>เครื่องและอุปกรณ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กล่องหลัก</li> <li>2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)</li> <li>3. แผ่นฐาน</li> <li>4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

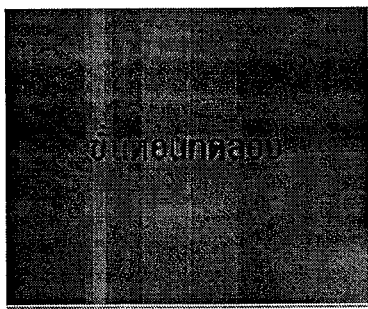
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป วิจัยที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		5. สายอากาศแบบไดโพลพับ 6. แผ่นฐานวงกลม 7. เสาสายอากาศโคแอกเชียล
53		<p>ทฤษฎี การแมตช์ (Matching)</p> <p>ให้พิจารณาสายนำสัญญาณที่ ลัดวงจรที่มีความยาว <math>1/4</math> ของความยาว คลื่นสัญญาณที่สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิด สัญญาณ ดังรูปที่ จ.3</p> <p>ที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะ เป็นศูนย์ และกระแสสูงสุด ในขณะที่ปลาย อีกด้าน (ด้านเครื่องกำเนิดสัญญาณ) จะมี สถานะตรงกันข้าม คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด และกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่อง กำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ ด้วยเหตุนี้ไม่มีกระแสสาดไว้</p> <p>ให้พิจารณาดอนี้ในสายกรณีอื่นๆ ที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่น ลัดวงจรที่ ปลายของมัน ที่ตรงกันข้ามกับที่ตำแหน่ง เครื่องกำเนิดสัญญาณ</p> <p>จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่ สาย จะเป็นจุดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ กระแสสูงสุด อิมพีแดนซ์ของสายเมื่อมอง จากเครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นลัดวงจร</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริปต์ วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>(อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์)ในกรณีระหว่างกึ่งกลางทั้งหมดของสายที่มีความยาวระหว่าง <math>1/4</math> และ <math>1/2</math> ของความยาวคลื่น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมองเห็นอิมพีแดนซ์ระหว่างศูนย์และอนันต์</p> <p>พิจารณาต่อไปโดยเหตุผลเดียวกันพบว่าสำหรับสายที่ลัดวงจร ที่มีความยาว <math>1/4</math> ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ อิมพีแดนซ์จะมีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์อีกครั้ง</p> <p>เนื่องจากสายนี้ไม่มีการสูญเสีย อิมพีแดนซ์ต้องเป็นค่าจินตภาพ (Reactive) บริสุทธิ์ และถ้าพิจารณาแบบรูปของกระแสพร้อมกันกับแรงดันไฟฟ้า พบต่อมาว่าในช่วงระหว่าง <math>1/2</math> ถึง <math>1/4</math> ของความยาวคลื่น อิมพีแดนซ์มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์ เป็นค่าความจุไฟฟ้า ในขณะที่ในความยาว <math>1/4</math> ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ ค่าอิมพีแดนซ์มีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์เป็นค่าความเหนี่ยวนำ</p>
54		<p>ขั้นตอนการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 ชุดตัวตรวจจับติดตั้งในแนวตั้งบนแกนวางของมัน (สำหรับโพลาริเซชันแนวนอน) วางระยะห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่ง</li> <li>2. วางเสาของสายอากาศบนมาตรชี้ทิศ ติดตั้งสายอากาศแบบไดโพลพับที่</li> </ol> <p>ส่วนบน</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป ่วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>3. ปรับแต่งแกนหลักของสายอากาศส่งผู้ด้านหนึ่งของชุดตัวตรวจจับ หมุนปุ่มปรับค่า FS ADJUST ของมิเตอร์กำลัง FWD/REV ไปที่จุดต่ำสุด หลังจากนั้น โยกสวิตซ์กำลังผู้ตำแหน่ง ON</p> <p>4. ปรับปุ่มระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ตำแหน่ง MAX และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุสู่ระดับ 1/2 ของมาตราส่วนของค่าที่อ่านได้บนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ</p> <p>5. ในตอนนี้ นักศึกษาพร้อมแล้วต่อการทดลองการทำงานของปุ่มปรับระดับ (LEVEL) และ F. ADJUST เครื่องกำเนิดสัญญาณพยายามสังเกตผลกระทบของปุ่มควบคุมนี้ในขณะที่สังเกตการแสดงของชุดตัวตรวจจับ หาไขควงปรับแต่งค่าจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ ที่จัดเตรียมไว้ในชุดฝึกสาธิตนี้ ในขณะที่สังเกตการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ ย้ายสกรู F. ADJUST ในด้านหนึ่ง และด้านอื่นๆ สังเกตดังนี้</p> <p>สิ่งเหล่านี้เป็นจุดสูงสุดจุดหนึ่งในการแสดงของเครื่องรับ ที่สอดคล้องต่อเงื่อนไขการรีโซแนนซ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่วงจรมานอก (สาย เสาสายอากาศ) สิ่งเหล่านี้เป็นข้อจำกัด 2 ประการ ในตำแหน่งของสกรูด้านนอก ที่</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>เครื่องกำเนิดสัญญาณหยุดทันทีทันใด หรือ อ่อนลง (การเริ่มต้นอย่างถูกต้องของการทำงานบนฮาร์โมนิกหรือฮาร์โมนิกย่อยของค่าที่ถูกต้อง) ไม่ต้องขันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างเต็มที่ของสกรูปรับเปลี่ยน การป้องกันการหยุด (Stop-Block) ถูกจัดเตรียมภายใน แต่ในกรณีที่รุนแรงตัวป้องกันนี้อาจจะเกินค่า และสกรูปรับค่านี้อาจจะตกลงภายในกล่องนี้สิ่งนี้ต้องการการเปิดฝาด้านหลัง เอาสกรูกลับคืนมา และสอดใส่มันเข้าไปใหม่จากด้านหน้าของชุดฝึกสาธิตนี้ ปลดสกรูปรับค่านี้ออกในตำแหน่งที่การแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับสูงสุด</p> <p>6. ทดลองตัวควบคุม OUTPUT Z ดังนี้ : เฟรมองการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ และหมุนแกนกลางของสกรูอย่างเต็มที่ในด้านหนึ่ง และไปอีกด้าน ที่ทำให้สัญญาณมีค่ายอดสูงสุด สังเกตดังต่อไปนี้ที่ทริมเมอร์ตัวนี้มีผลต่อการเบี่ยงเบนของเข็มชี้มากกว่าอีกตัวที่ผ่านมา</p> <p>นอกจากนี้ การถ่ายโอนกำลังสูงสุดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทริมเมอร์ตัวนี้มีผลกระทบในลำดับที่สองของการเคลื่อนไปของความถี่ทำงานเพียงเล็กน้อยการปรับทริมเมอร์ตัวแรกใหม่เป็นสิ่งที่ต้องการ</p>


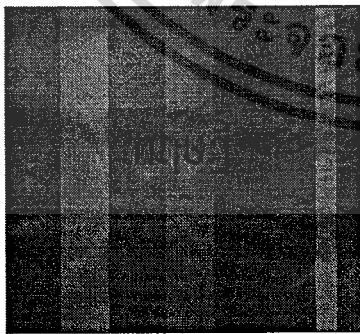
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป วิจัยที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

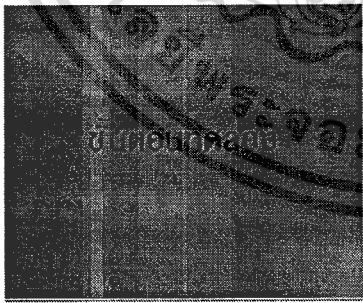
ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>หลังจากทริมเมอร์ตัวที่สองนี้สูงสุด</p> <p>7. ทดลองการควบคุม Antenna Match โดยขบวนการเกี่ยวกับตัวควบคุมอื่น การตั้งค่าที่ดีที่สุดที่คาดไว้สำหรับทริมเมอร์ตัวนี้ เนื่องจากนักศึกษาใช้สายอากาศแบบไดโพลพับ มันหมุนไปข้างหน้าสู่ตำแหน่งทวนเข็มนาฬิกา การตั้งค่าที่แตกต่างกันจะปรากฏชัดว่าเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับสายอากาศอื่นๆ</p>
55		<p>ใบงานที่ 5</p> <p>การทดลอง เรื่อง การวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR)</p>
56		<p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการทำงานและใช้งานสายแบบร่อง (Slot Line) และสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ได้</li> <li>ทำการแมตช์สายอากาศโดยใช้สายท่อนสั้นได้</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
57		<p>เครื่องและอุปกรณ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก่อ่งหลัก</li> <li>2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)</li> <li>3. แผ่นฐาน</li> <li>4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ</li> <li>5. สายอากาศแบบ ไดโพลพับ</li> <li>6. สายแบบร่อง (Slot line)</li> <li>7. สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์</li> <li>8. แผ่นฐานวงกลม</li> </ol>
58		<p>ทฤษฎี</p> <p>อัตราส่วนคลื่นนิ่งเป็นคำจำกัดความที่อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้า (และกระแส) สูงสุดและต่ำสุดไปตามสาย</p> <p>SWR เป็นดัชนีของการไม่แมตซ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวภาวระและสายที่ป้อนพลังงาน ค่า SWR เท่ากับ 1 ในกรณีที่แมตซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ต่อการเข้าถึงค่านี้ในทางปฏิบัติ และนำไปสู่ค่าที่สูงมากๆ (อนันต์) สำหรับกรณีที่เกิดวงจรหรือเปิดวงจร ในทางปฏิบัติ ค่า SWR ในช่วง 1.4 ถึง 2 เป็นค่าพิจารณาเงื่อนไขการแมตซ์ที่ดีในระบบสายอากาศ</p>

สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชูตฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ในขณะที่ค่าขนาดใหญ่ที่มากกว่าสามารถรับได้โดยชุดฝึกสาธิตนี้ สิ่งนี้เป็นเพราะไม่เหมือนระบบกำลังขนาดใหญ่ ที่มีความมุ่งหมายของการออกแบบ คือ การถ่ายโอนกำลังงานสูงสุด ส่วนในระบบของชุดฝึกสาธิตนี้ที่มุ่งหมายสำหรับการเรียนการสอน มีความมุ่งหมาย คือ สามารถทำงานได้กับมือ และการสร้างอย่างง่าย</p>
59		<p>ขั้นตอนการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 4 ดังรูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งโดยสรุป ในที่นี้ ใช้สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เพื่อแมตซ์สายอากาศส่งดังนั้น ค่า SWR ที่วัดได้จะอ้างอิง</li> <li>สายอากาศนี้โดยการติดตั้งสายท่อนสั้นที่เฉพาะ</li> <li>หลักการการวัดบางส่วนที่ยึดถืออย่างชัดเจนเมื่อสายท่อนสั้นไม่ได้ใช้</li> <li>ปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของความถี่วิทยุ เพื่อการแสดงที่เหมาะสมบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ</li> <li>โยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV</li> <li>ย้ายแคว่ตัวเลื่อนของสายแบบ</li> </ol>

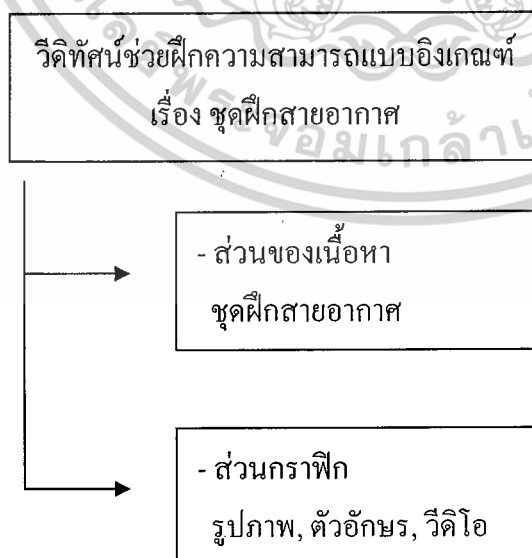
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สคริป วิดีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

ลำดับที่	ภาพ	คำอธิบายภาพ/บรรยายภาพ
		<p>ร่องผู้ตำแหน่งที่การแสดงค่าจุดยอดของชุด ตัวตรวจจับเลือกเลือกจุดต่ำสุดอันแรกที่เริ่มต้นจากด้านเข้าของสายนี้</p> <p>5. โยกไปที่ FWD ปรับตัว ลดทอน FS ADJ เพื่อการอ่านค่าเต็มมาตราส่วนบนมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่อง</p> <p>6. โยกไปที่ REV อ่านค่าที่แสดงใหม่ ซึ่งคาดหมายว่าต่ำมาก หลังจากนั้นคำนวณค่า SWR โดยสูตร</p> $SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV}$

#### 3.3.2 โครงสร้างของวิดีโอทัศน์

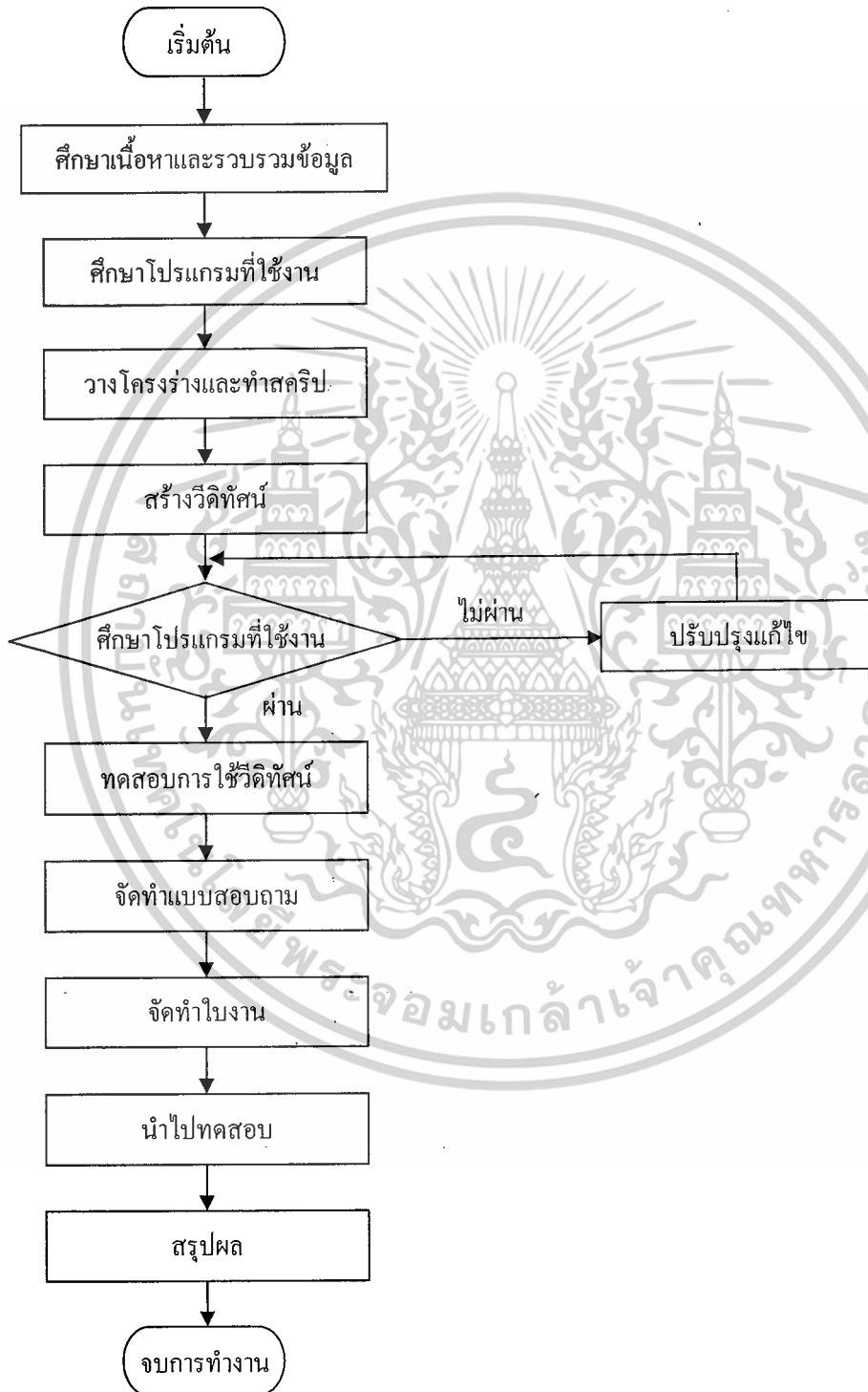
โครงสร้างของวิดีโอทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ได้ทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้การทำงานเกิดความเป็นระเบียบ โดยแบ่งออกได้ดังนี้ คือ ส่วนเนื้อหาและส่วนกราฟิก



#### รูปที่ 3.10 โครงสร้างของวิดีโอทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

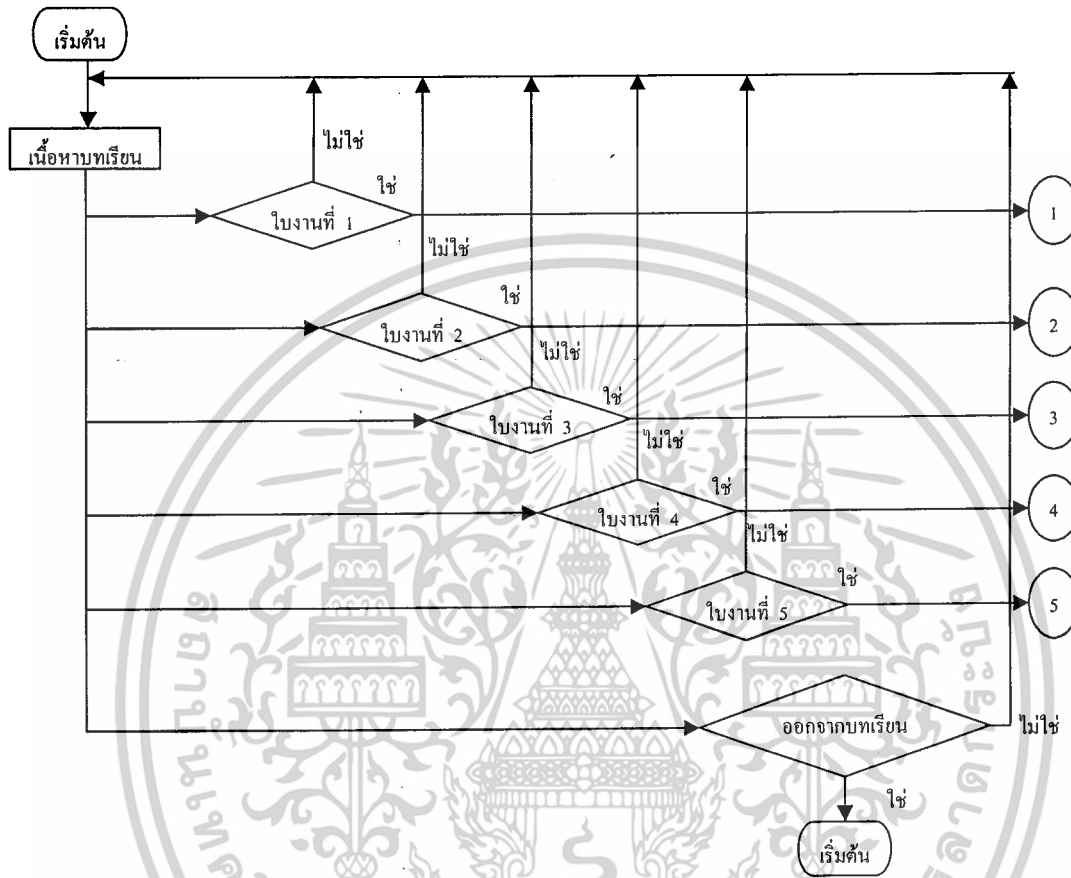
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 ขั้นตอนการจัดทำวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เมื่อผู้จัดทำเห็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 โครงสร้างของวิธีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ



รูปที่ 3.12 โครงสร้างของวิธีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

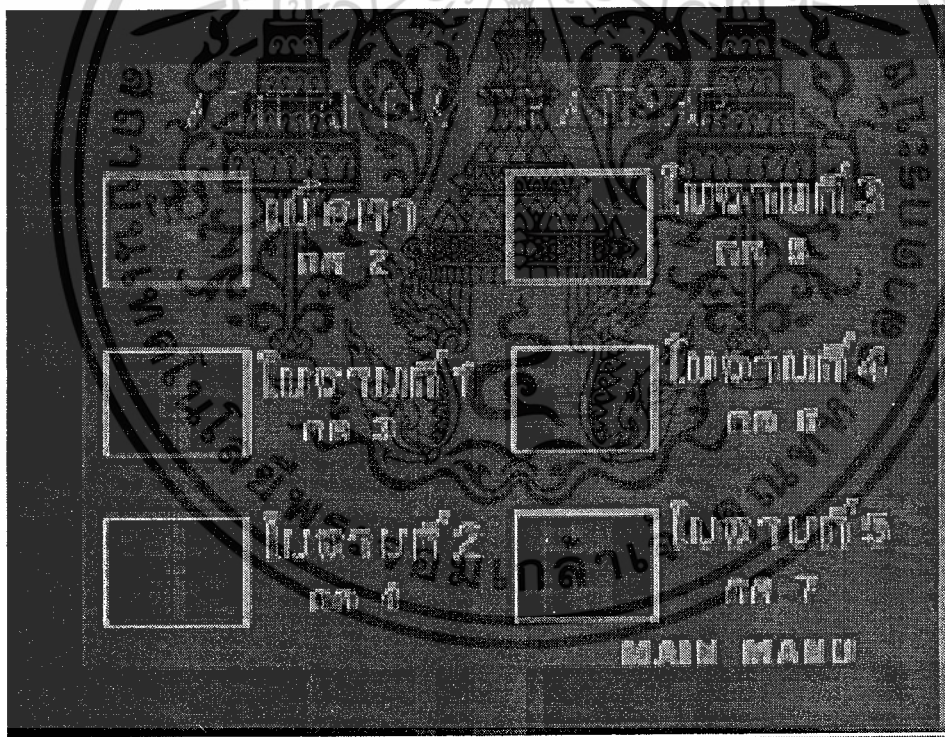
## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

การทดสอบวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ตามลำดับขั้นตอนการออกแบบและการสร้างวิดิทัศน์ดังกล่าวมาแล้วในบทที่ 3 และในบทที่ 4 นี้ จะเป็นการทดสอบวิดิทัศน์ในแต่ละขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

#### 4.1 วิธีดำเนินการทดลอง

- 1) ผลการสร้างวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์



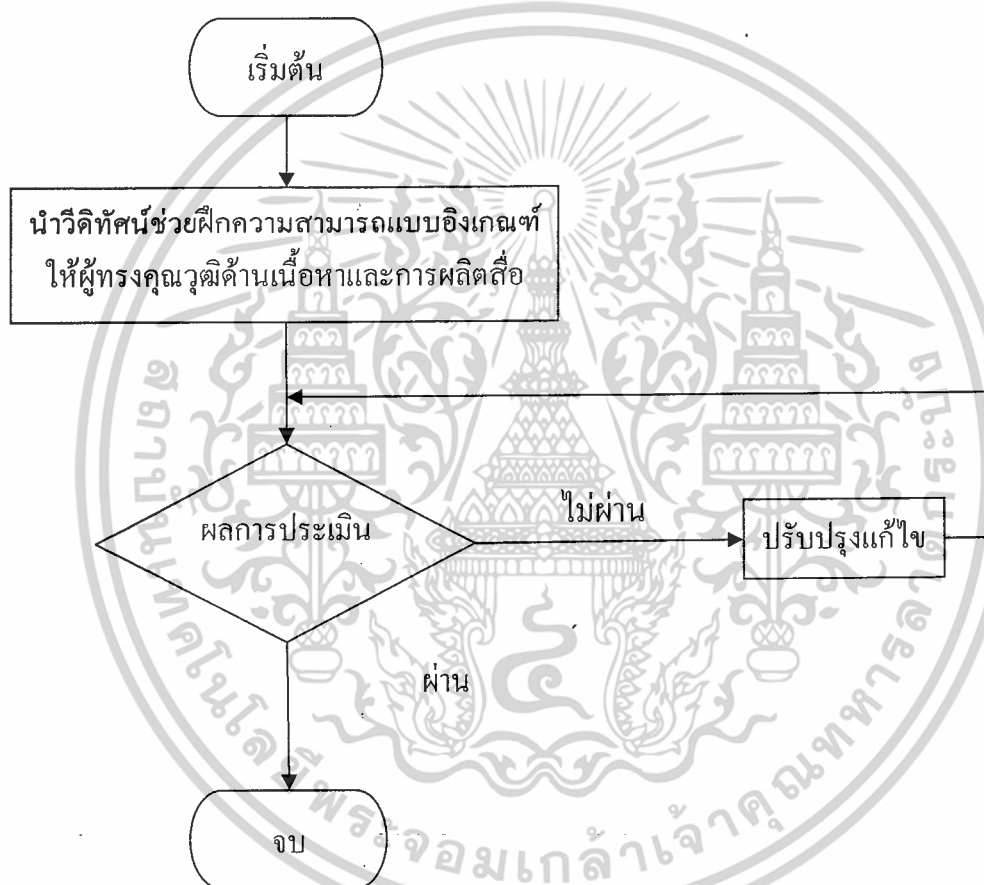
รูปที่ 4.1 หน้าหลักเมนูเลือกเนื้อหาและใบงาน

- 2) นำวิดิทัศน์ที่สร้างขึ้นนี้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและสื่อการนำเสนอว่าครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพวิถีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ
- 4) นำวิถีทัศน์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

## 4.2 แผนผังการดำเนินการทดลอง



รูปที่ 4.2 ผังงานการทดลอง

## 4.3 คุณภาพวิถีทัศน์

คุณภาพของวิถีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ที่ได้จากการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา 3 ท่านและด้านการผลิตสื่อ 3 ท่าน โดยในเนื้อหาได้จัดแบ่งหัวข้อย่อยเพื่อง่ายและสรุปส่วนหัวข้อที่สำคัญในการประเมินด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.1 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของวีดิทัศน์ในด้านเนื้อหา จะทำการพิจารณาจากการกรอกแบบฟอร์มการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยผลการประเมินดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนจากการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า $\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหารายวิชาครบถ้วนสอดคล้องกับหลักสูตร	3	3	3	3	0.00	พอใช้
2. การบอกวัตถุประสงค์ของเนื้อหา	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
3. เนื้อหาที่สอนเป็นการเรียนรู้ทางทฤษฎี	5	4	5	4.6	0.47	
4. เนื้อหาที่สอนเป็นการฝึกทักษะ	5	5	4	4.6	0.47	ดีมาก
5. การเรียงลำดับของเนื้อหา	5	5	4	4.6	0.47	ดีมาก
6. การเน้นส่วนสำคัญของเนื้อหา	4	4	5	4.3	0.47	ดี
7. การเรียนรู้จากการอ่านคำอธิบายบนจอภาพ	4	4	5	4.3	0.47	ดี
8. การเรียนรู้จากการฟังคำบรรยายของวีดิทัศน์	5	5	4	4.6	0.47	ดี
9. การเรียนรู้จากภาพเคลื่อนไหวของวีดิทัศน์	4	5	5	4.6	0.47	ดีมาก
10. การสรุปบทวนเนื้อหาในแต่ละบท	4	4	5	4.3	0.47	ดี
<b>คะแนนเฉลี่ยรวม</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>4.39</b>	<b>0.46</b>	<b>ดี</b>

### 4.3.2 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านการผลิตสื่อ

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของบทเรียนในด้านการผลิตสื่อ จะทำการพิจารณาจากการกรอกแบบฟอร์มการประเมินด้านสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยผลการประเมินดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คะแนนจากการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่า $\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1. ด้านการใช้งาน						
1.1 เป็นการสื่อสารแบบสองทาง	2	3	3	2.6	0.46	พอใช้
1.2 สร้างความเข้าใจในการศึกษา	4	5	4	4.3	0.47	ดี
1.3 ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	5	5	4	4.6	0.47	ดีมาก
1.4 รูปแบบและสีสันของตัวอักษร	4	4	4	4	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	3	4	4	3.6	0.47	ดี
1.6 ความถูกต้องของอักขระคำบรรยาย	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
1.7 การเน้นคำบรรยาย	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
1.8 การใช้คำพูดในการบรรยาย	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
1.9 การอธิบายโดยใช้ภาพเคลื่อนไหว	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
1.10 การใช้สีสันกราฟิกบนจอภาพ	4	5	4	4.3	0.47	ดี
1.11 การเสริมกำลังใจในการเรียน	3	4	4	3.6	0.47	ดี
2. ด้านประสิทธิภาพอื่นๆ						
2.1 เหมาะสมกับการศึกษาด้วยตนเอง	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
2.2 ไม่จำกัดสถานที่ที่จะทำการศึกษา	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
2.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น	4	4	4	4	0.00	ดีมาก
2.4 ทำให้ผู้เรียน จำบทเรียน ได้นานขึ้น	4	5	5	4.6	0.00	ดีมาก
2.5 ประหยัดเวลาในการศึกษาบทเรียน	4	5	4	4.3	0.47	ดี
2.6 เกิดความคิดสร้างสรรค์	4	5	4	4.3	0.47	ดี
2.7 การใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องเล่น VCD	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
2.8 ความเหมาะสมกับการพัฒนาสู่ ระบบการเรียนการสอน	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
<b>คะแนนเฉลี่ยรวม</b>	<b>81</b>	<b>89</b>	<b>84</b>	<b>4.27</b>	<b>0.65</b>	<b>ดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของวิถีทัศน์

การวิเคราะห์คุณภาพวิถีทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ผู้จัดทำได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินทางด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ ด้านละ 3 ท่าน ผลออกมาในด้านเนื้อหา  $\bar{X} = 4.39$  เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับ ประสิทธิภาพในการผลิตสื่อ  $\bar{X} = 4.27$  เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วอยู่ในเกณฑ์ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุป

วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ได้จัดทำขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับ ชุดฝึกสายอากาศ ซึ่งเนื้อหาในวิดิทัศน์ประกอบด้วย บทเรียนเรื่องต่างๆ คือ รูปพรรณของชุดฝึกสายอากาศ การประกอบและการติดตั้งเบื้องต้น การปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์ การวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง แผนภาพวงกลมการแผ่พลังงาน เป็นต้น เนื้อหาเหล่านี้เหมาะสำหรับนักศึกษาหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ซึ่งวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศนี้ จะใช้การนำเสนอในรูปแบบการอธิบายความหมายโดยมีผู้บรรยายประกอบควบคู่ไปกับภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจและทำความเข้าใจได้ง่าย วิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ก็มีปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการสร้างวิดิทัศน์ ซึ่งทางผู้จัดทำก็ได้ทำการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นแล้ว อีกทั้งยังเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะไว้ใน ปริญญาบัตรแล้ว อันจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่กำลังศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

#### 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบ โครงการพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การถ่ายทำการทดลองมีความล่าช้า เนื่องจากต้องรอชุดฝึกสายอากาศจากบริษัทที่นำเข้า

แนวทางการแก้ไข ติดต่อวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทศบาลนครปฐมเพื่อขอถ่ายทำการทดลอง

2. ปัญหา คุณภาพความคมชัดของวิดิทัศน์จะลดลงเมื่ออยู่ในรูปของแผ่น VCD

แนวทางการแก้ไข ถ้าใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ควรเพิ่มคุณภาพของการจัดจอเพื่อจะทำให้ภาพคมชัดขึ้น หรือถ้าใช้กับเครื่องเล่นควรอยู่ในรูปของวิดีโอ ภาพก็จะยังคมชัด

3. ปัญหา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของชุดฝึกสาธิตมีน้อย เนื่องจากเป็นชุดฝึกสาธิตที่

สั่งจากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แนวทางแก้ไข** ศึกษาข้อมูลจากคู่มือใบงานและสอบถามจากผู้ชำนาญการใช้ชุดฝึกการ  
 สาธิต

**4. ปัญหา** ภาพถ่ายและภาพวิดีโอที่ถ่ายมาแล้วนั้นเมื่อนำมาทำเป็น VCD แล้ว ภาพที่ได้ไม่  
 ชัดเจน

**แนวทางแก้ไข** ควรเลือกใช้กล้องที่มีความละเอียดสูงในการถ่ายทำ

### 5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. ทำการปรับปรุงเนื้อหาให้กระชับมากยิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงเสียงให้มีการเร้าความสนใจมากกว่านี้
3. จัดรูปแบบการนำเสนอให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

วิจิต ตันตระกูล. “การศึกษาวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” ครุศาสตร์วิศวกรรม.2541

จิราวุฒิ ปัญญาคิลก. “การใช้สื่อวีดิทัศน์ประกอบการเรียน เรื่อง เทคนิคการตัดต่อลำดับภาพ.”

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

ประภาวรรณ ตระกูลเกษมสุข. “ตัดต่อภาพยนตร์อย่างมืออาชีพด้วย Adobe Premier 6.0.”

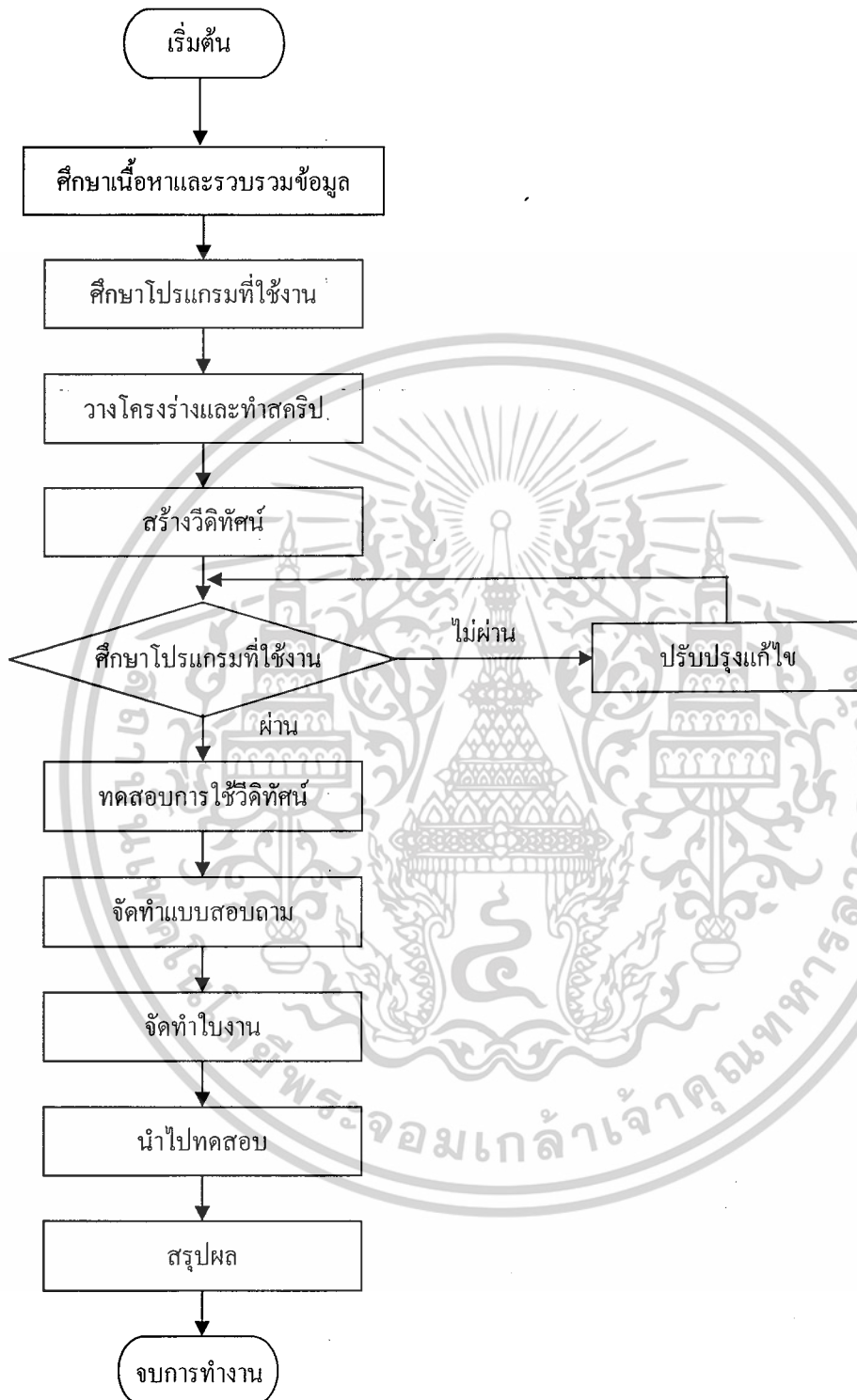
กรุงเทพฯ : อินโฟเพลส. 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

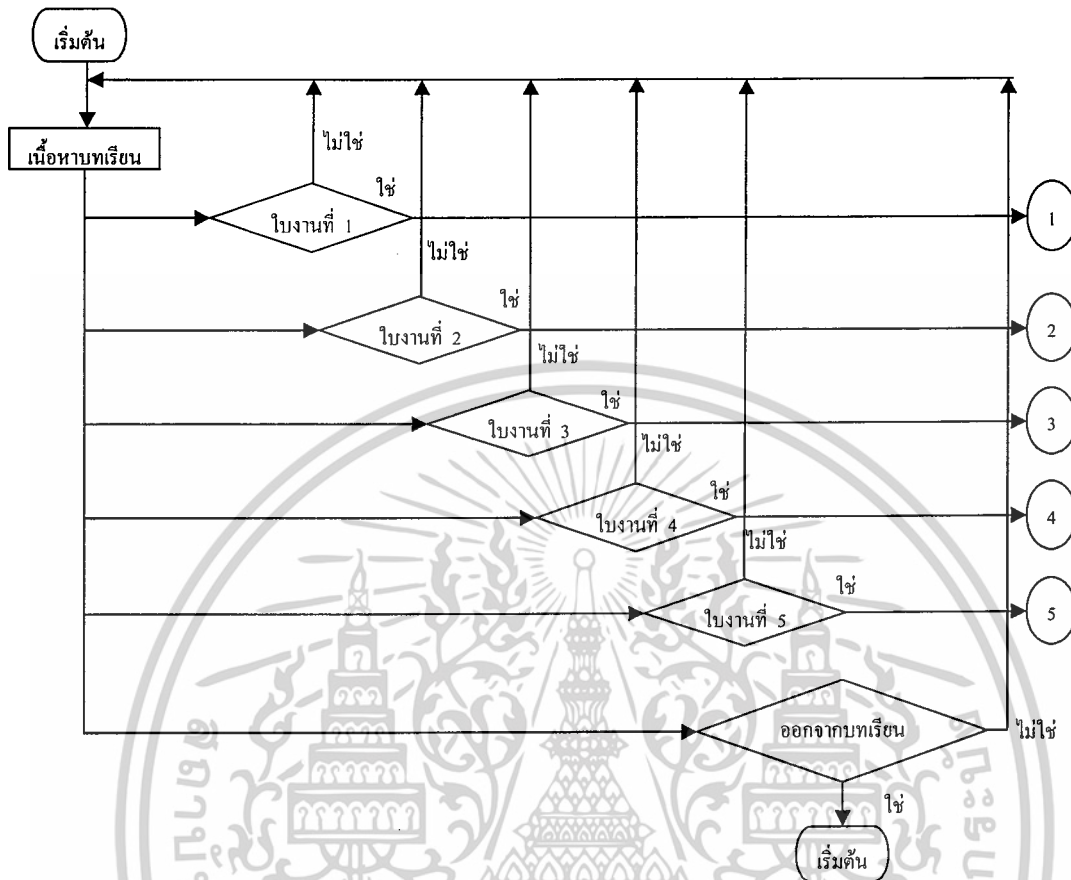


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



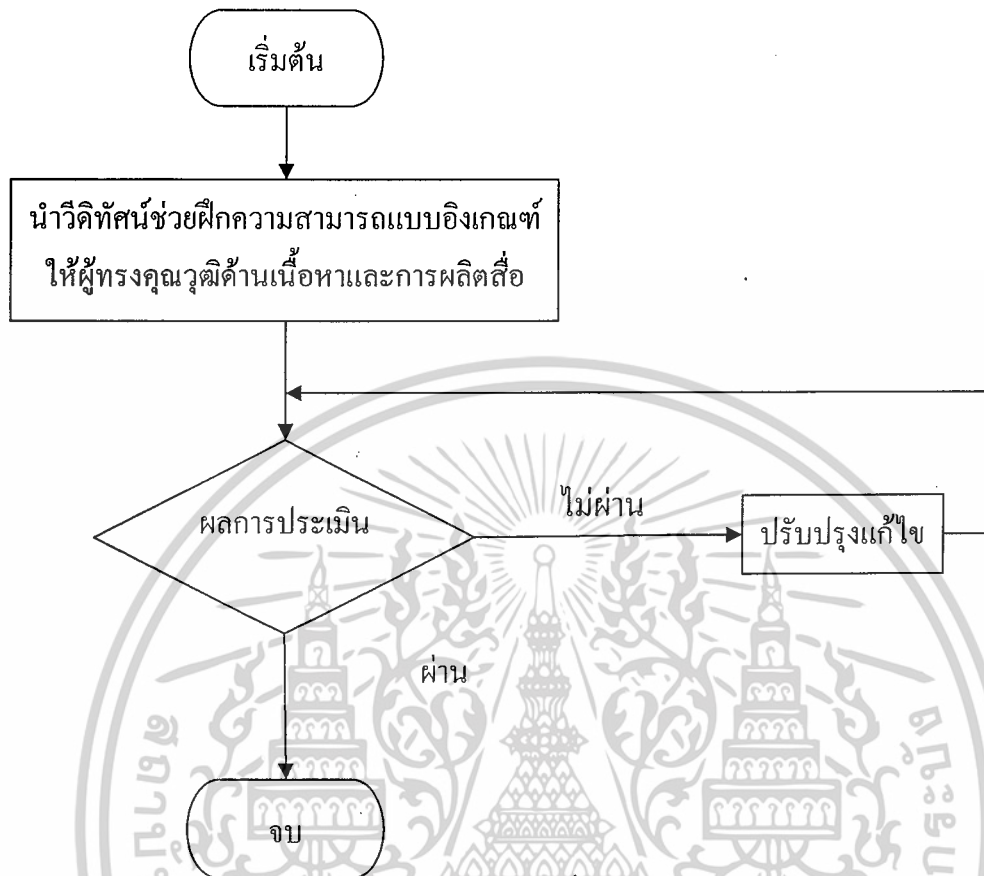
รูปที่ ก.1 ผังของการออกแบบวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



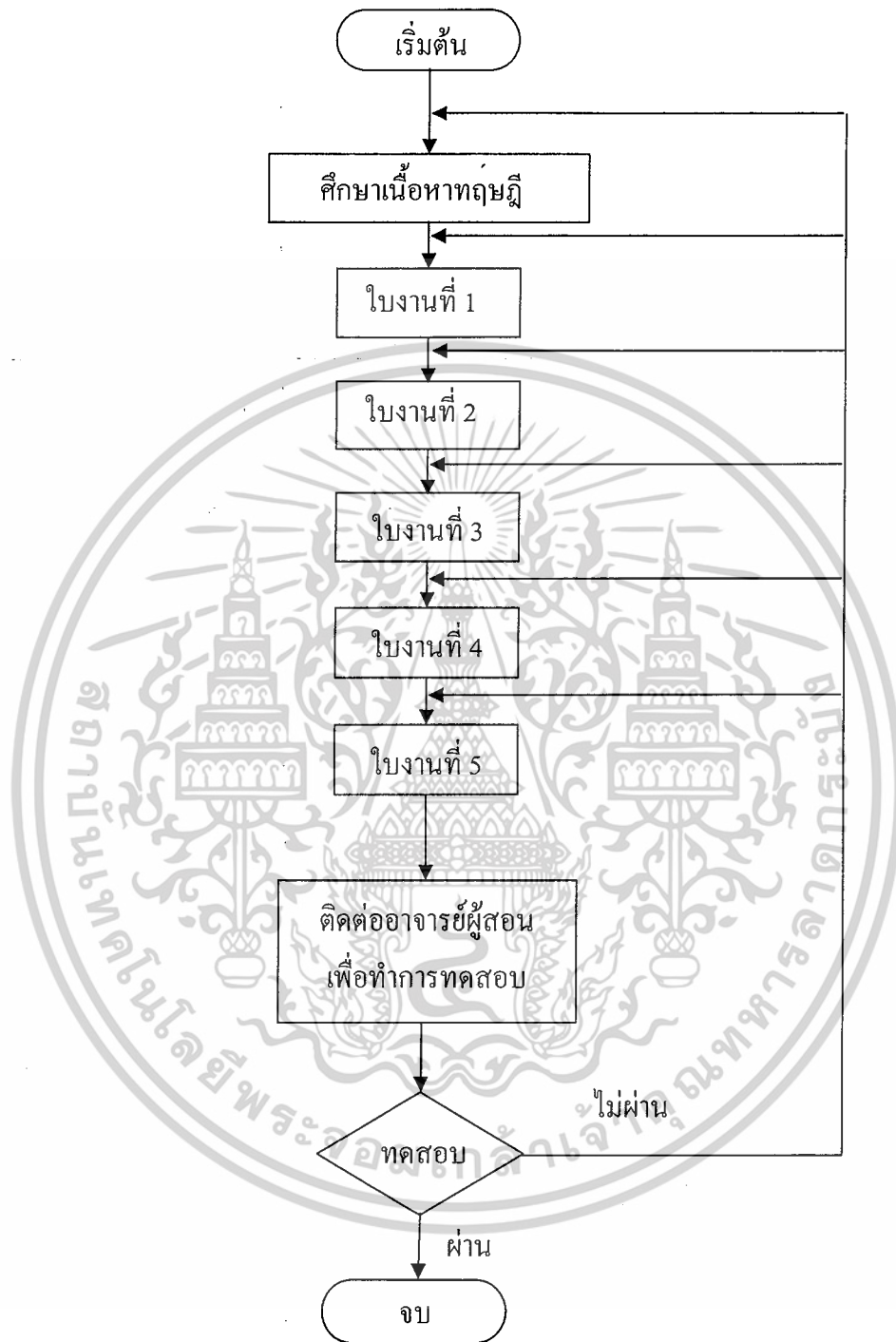
รูปที่ ก.2 โครงสร้างของวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ผลงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 แผนผังการขั้นตอนการเรียนรู้จากวิดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 1

### การทดลองเรื่อง การประกอบและการติดตั้งเบื้องต้น

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้
2. ประกอบและติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้
3. ปรับแต่งเบื้องต้นในส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. ก่องหลัก                          | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพล หรือแบบไดโพลพับ  | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศโคแอกเซียล             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

1. ก่องหลัก ประกอบไปด้วย

1.1 แหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply) แบบติดตั้งบนแผงวงจรหลัก ซึ่งต่อจากสายไฟหลัก AC 50-60 Hz ขนาด 230 V ปกติ (สามารถใช้ได้จาก 220 ถึง 250 V )

สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับการทำงานภายใน แหล่งจ่ายกำลังนี้มีจุดจ่ายบริการ 2 จุด คือ 5 และ 12 V ที่มีเสถียรภาพ แล้วแต่อุปกรณ์ที่ต้องการ จุดจ่ายทั้งสองเป็นแบบมีการป้องกันการลัดวงจร และสามารถให้กระแสออกได้แต่ละจุด 100 mA ที่อัตราต่อเนื่อง

1.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF-Generator) สามารถจ่ายสัญญาณทดสอบ 1 สัญญาณ เพื่อป้อนให้สายอากาศที่ต้องการทดสอบ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ทำงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่หนึ่งที่สามารถปรับได้ในช่วงความถี่ประมาณ 850 ถึง 950 MHz เหตุผลที่เลือกช่วงการทำงานที่ความถี่หนึ่งๆ เหล่านี้ เป็นเพราะดังนี้

1.2.1 ศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่กวนต่อการบริการที่คงอยู่ : ช่วงความถี่นี้ คือ ช่วงกลางที่ครอบคลุม TV แถบ UHF, V และแถบที่ต่ำกว่าเพื่อสำรองไว้สำหรับการสื่อสารเซลลูลาร์ (Cellular Communication) เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้ทำงานในแบบใดๆ ที่ระดับกำลังที่จำกัดไว้ อย่างพอเพียง (น้อยกว่า 100 mW) เพื่อให้ให้อันตรายจากการกวนห่างไกลมากๆ

1.2.3 ลดขนาดของสายอากาศ : ความถี่ที่สูงกว่า ขนาดของสายอากาศและขนาดของชุดฝึกสาริตทั้งหมดจะเล็กกว่า สิ่งนี้เป็นข้อดีในการปฏิบัติงานกับมือของระบบบนโต๊ะปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการของสถานศึกษา

คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ เป็นดังนี้

1. มีปุ่มสามารถปรับระดับกำลังด้านออก (Output) ได้
2. สะดวกต่อการแมตซ์ตัวภาระ (Loads) ที่แตกต่างกัน
3. อินพุตทำการมอดูเลต (Modulating Input) แบบ AM ที่สามารถใช้ได้กับเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำที่อยู่บนแผงวงจรหลัก หรือกับแหล่งกำเนิดภายนอก
4. สามารถใช้กับสถานะที่ไม่แน่นอน แม้แต่ด้านออกที่ไม่แมตซ์ (Mismatched) อย่างหนัก (ลัดวงจร หรือเปิดวงจร) ในกรณีที่รุนแรง เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้จะหยุดการออกสซิเลชัน (Oscillation) และปิดกั้นในการป้องกัน การทำงานโดยปกติจะปรับปุ่มกำลังกลับไประดับศูนย์ หลังจากนั้นปรับกลับไปสู่ระดับที่ต้องการอีกครั้ง หรืออีกทางหนึ่งโดยการสวิตซ์กำลัง OFF หลังจากนั้นจึง ON อีกครั้ง หลังจาก 2-3 นาที ผ่านไป

1.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทดสอบ (Test Tone Generator) : หน่วยนี้ให้คลื่นไซน์ที่สามารถปรับแอมพลิจูดได้ (ประมาณ 2 Vpp, 1.5 kHz) เพื่อใช้เป็นสัญญาณทดสอบสำหรับการมอดูเลต (Modulation) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ

วงจรของเครื่องกำเนิดสัญญาณนี้เป็นออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) แบบเฟสล่าหลัง (Phase-lag) ซึ่งอาจต้องทำการปรับค่าในด้านเวลาใหม่ไปตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบต่างๆ การปรับค่านี้สามารถทำได้ง่ายโดยตัวทริมเมอร์ (Trimmer) ภายใน เพื่อใช้ปรับตามขั้นตอนในคำแนะนำของส่วนขั้นตอนย่อยๆ ของคู่มือนี้

1.4 คัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง (Directional Coupler) : อุปกรณ์นี้ถูกต่อในทิศทางขาออก จากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ และสามารถต่อแยกเพื่อทำการวัดกำลังที่ไหลในทิศทางไปข้างหน้า (Forward) (เครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายอากาศ) และทิศทางกลับอีกด้านหนึ่ง (สายอากาศสู่เครื่องกำเนิดสัญญาณ) อุปกรณ์นี้ถูกใช้ระหว่างการทดลอง เพื่อช่วยแมตซ์เครื่องกำเนิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สู่เครื่องกำเนิดสัญญาณ) อุปกรณ์นี้ถูกใช้ระหว่างการทดลอง เพื่อช่วยแมตซ์เครื่องกำเนิดสัญญาณกับตัวภาระ และเพื่อการวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio) ในสายนำสัญญาณสู่สายอากาศ

1.5 มิเตอร์วัดกำลัง (Power Meter) : หน่วยนี้ประกอบด้วยมิเตอร์ตัวหนึ่ง (แอมมิเตอร์แบบเชิงเส้น  $50 \mu\text{AFS}$ ) เพื่อโยกเลือกตามต้องการระหว่างด้านออกของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางที่ทำการวัด มิเตอร์ให้การวัดค่ากำลังสัมพันธ์ได้อย่างง่ายโดยวิธีการปรับปุ่มของตัวลดทอน (Attenuator) ที่ซึ่งทำให้การเต็มมาตราส่วน (Full Scale) ของเครื่องมือวัดนี้ถูกตั้งขึ้นก่อนวัด หลังจากนั้นการอ่านค่าสัมพันธ์โดยการทำมาตราส่วนการแสดงผลของมิเตอร์นี้

1.6 สายแบบร่อง (Slot Line)/สายทอนสั้นที่ทำการแมตซ์ (Matching Stub) : อุปกรณ์นี้เป็นสายนำสัญญาณเป็นร่อง ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ให้โดยจุดเป็นร่องๆ ที่เชื่อมต่อกับสายที่ความยาวที่สามารถกำหนดได้จากปลายอีกด้านหนึ่ง (ด้านเข้า (Input))

รายการนี้สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของการแมตซ์สำหรับสายอากาศและเพื่อการทดลองหาลักษณะที่แน่นอนของการแพร่กระจายสัญญาณในสายนำสัญญาณ

1.7 มาตรชี้ทิศ (Goniometer) : อุปกรณ์นี้เป็นมาตราส่วนวงกลมที่แบ่งเป็น 360 ช่อง ที่จุดศูนย์กลางอยู่ที่หัวต่อ (Connector) แบบ BNC เพื่อนำกำลังความถี่วิทยุสู่เสาของสายอากาศ หัวต่อนี้ทำงานเป็นจุดเดียวหมุนสำหรับเสาของสายอากาศและฐานของเสา (แผ่นพลาสติกกลม สีเทา เก็บอยู่ในกล่องอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้)

ฐานของเสานี้มีเครื่องหมายชี้อ้างอิงที่ตรงกับมาตราส่วนของมาตรชี้ทิศ สิ่งนี้ทำไว้เพื่อการศึกษาค้นหามุมการหมุนที่ต้องการของสายอากาศ

## 2. อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย

2.1 เสาสายอากาศโคแอกเซียล (Coaxial Antenna Mast) และฐาน สิ่งเหล่านี้เป็นรายการที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ตัวนำในเสานี้ นำสัญญาณความถี่วิทยุจากหัวต่อด้านออกของเครื่องกำเนิดสัญญาณ (จุดศูนย์กลางของมาตรชี้ทิศ) สู่สายอากาศ เสาสายอากาศนี้ติดตั้งอยู่บนแผ่นวงกลมฐานของมัน และติดตั้งอย่างคงที่โดยสกรูด้านข้าง (Side Screw) (เดือยกด (Security Dowel) แสดงดังรูปที่ ข.1)

การประกอบสองชิ้นนี้เข้าด้วยกันเป็นสิ่งที่ย่างมาๆ ควรระวัง การวางอย่างไรให้แน่ใจว่าหัวต่อของเสาต้องตรงกันอย่างสมดุลกับหัวต่อของกล่องฐาน วิธีการเป็นดังนี้

2.1.1 สอดใส่เสานี้เข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม โดยเฉื่อยสปริงขึ้นโดยเหล็กตัวแอล วางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมแล้วบนกล่องฐาน สอดท้ายวางในแนวนอนบนพื้นผิวของโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสวมเข้าไปอย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งคงที่ไว้ หลังจากนั้น ชันสกรูให้แน่น โดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่

2.2) ชุดประกอบเป็นสายอากาศ (Antenna Kits) : ชุดนี้ประกอบด้วยสายอากาศแบบไดโพล แบบไดโพลพับ ยากิ-อูตะ สายอากาศแนวตั้งป้อนที่ปลาย (กราวด์เพลน (Ground Plane), มาร์โคนี (Marconi), แท่งโลหะที่มีความยาวต่างๆ ที่นำมาประกอบเข้าไปเพื่อใช้เป็นตัวชี้คลื่น (Director) และตัวสะท้อนคลื่น (Reflectors)) สายอากาศแนวนอนป้อนที่ปลาย (Zeppelin/Hertz) สายอากาศแบบช่อง และสายอากาศแบบบ่วง

2.3 ชุดประกอบตัวตรวจจับ (Detector Assembly) รายการนี้ใช้สำหรับตรวจจับและวัดแบบรูปการแผ่พลังงาน (Radiation Pattern) ของสายอากาศที่ทำการศึกษา คุณลักษณะของอุปกรณ์นี้เป็นดังนี้

2.3.1 เป็นเครื่องมือวัดแบบพาสซีฟ (Passive Instruments) ที่สมบูรณ์ แบตเตอรี่ไม่ได้รวมอยู่ในกล่องนี้ ดังนั้น จึงใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์นี้ได้ง่าย

2.3.2 สามารถใช้กับมือสำหรับการหาแบบรูปการแผ่พลังงานแบบคร่าวๆ และรวดเร็ว หรือติดตั้งอยู่บนขาของฐานสำหรับการหมุนที่เที่ยงตรงและผลการวัดที่เสถียรภาพ

2.3.3 ตัวรัด (Clamp) ที่อยู่กับที่ที่สามารถหมุนได้ ทำให้เครื่องมือวัดนี้สามารถติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวนอนบนขาของฐานของมันเพื่อตรวจจับคลื่นโพลาไรซ์ (Polarized) แนวตั้ง (Vertically) หรือแนวนอน (Horizontally)

2.3.4 สายอากาศแบบไดโพลพับเป็นสายอากาศรับตัวหนึ่ง และมีตัวสะท้อนเพื่อลดการกระจัดกระจายที่อาจเกิดขึ้นในการวัดที่เกิดจากการสะท้อนของคลื่นจากวัตถุและผนังของห้องปฏิบัติการด้านหลังตัวตรวจจับ

2.3.5 เครื่องลดทอนสัญญาณ (Signal Attenuator) สามารถปรับค่าได้โดยปุ่มหมุน

2.3.6 เครื่องดีมอดูเลตสัญญาณ (Signal Demodulator) เมื่อสัญญาณความถี่วิทยุที่มอดูเลตแล้วถูกส่งมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ สัญญาณที่ดีมอดูเลตที่รับได้สามารถนำออกมาใช้ได้ทั้งที่ชอกเก้ตแดงและดำของตัวตรวจจับ เพื่อต่อเครื่องมือวัดภายนอก (ออสซิลโลสโคป) สัญญาณที่ดีมอดูเลตนี้ปรากฏแบบซ้อนทับอยู่กับระดับ DC หนึ่ง ที่ซึ่งเป็นแอมพลิจูดของคลื่นพาห้ (Carrier) ของคลื่นที่รับได้ที่สะท้อนออกมา

2.3.7 อุปกรณ์ประกอบรอง : สายไฟกำลังสำหรับชุดฝึกสาธิตนี้ สายโคแอกเซียลเคเบิลแบบ BNC-BNC ตัวแยกแบบ BNC Tee เป็นต้น การใช้รายการอุปกรณ์เหล่านี้จะปรากฏอย่างเด่นชัดเมื่อการปฏิบัติงานการทดลองที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

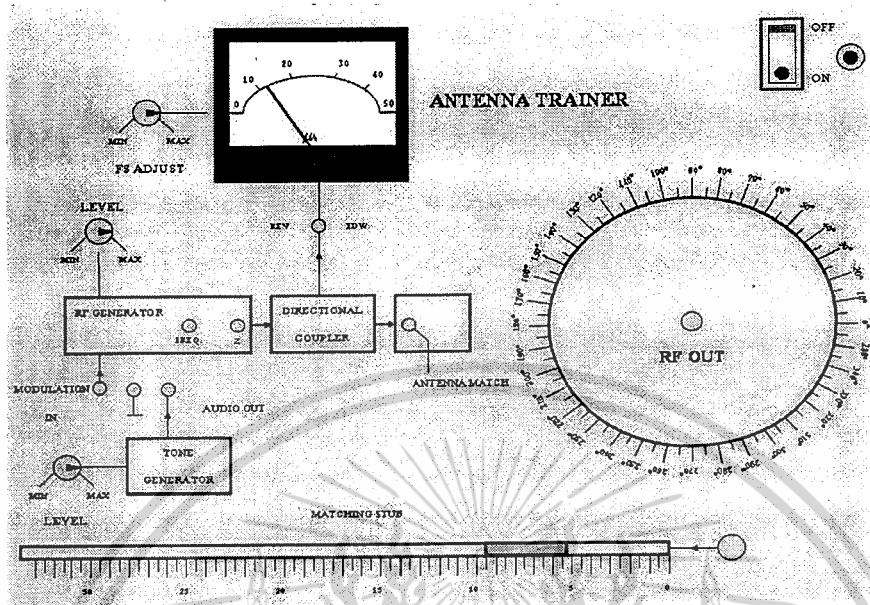
## ลำดับขั้นการทดลอง

1. วางกล่องหลักบนพื้นผิวที่เรียบของ โต๊ะปฏิบัติการ
2. เสียบสายไฟ AC หลักสู่ปลั๊กตัวเมียบนกล่องหลัก
3. ต่อสายกำลัง แต่ให้กำลังอยู่ในตำแหน่งปิดในตอนนี
4. หาชุดตัวตรวจจับ (กล่องสี่เหลี่ยมมีมอเตอร์ชนิดเข็มในด้านหน้าของมัน) จากกล่องอุปกรณ์ประกอบ
5. หาแผ่นฐาน (แผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เชื่อมแกนที่เป็นชิ้นส่วนของท่อ) ของชุดตัวตรวจจับจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ
6. หาแกนวางชุดตัวตรวจจับ (แท่งพลาสติก ยาวประมาณ 50 cm. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 mm.)
7. สอดแกนวางเข้าไปในแผ่นฐาน และยึดแกนนี้กับสกรู
8. สอดตัวรัดของชุดตัวตรวจจับบนปลายอีกด้านของแกนวาง หลังจากนั้น รัดมันที่ความสูงที่ต้องการกับสกรูมือ (Hand-Screw) ของตัวรัด
9. สังเกตว่าตัวรัดนี้สร้างขึ้นเพื่อยอมให้การติดตั้งชุดตัวตรวจจับทั้งในแนวตั้งและแนวนอน เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับคลื่นที่โพลาไรเซชันแตกต่างกันแต่ละชนิด ติดตั้ง ชุดตัวตรวจจับในแนวตั้งในตอนนี (สายอากาศแบบ ไดโพลพิบของชุดตัวตรวจจับอยู่ในแนวนอน)



รูปที่ ข.1 การติดตั้งอุปกรณ์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 ภาพด้านหน้าของกล่องหลักพร้อมกับตัวแสดงผลของจุดควบคุมและปรับแต่ง

10. หาเสาของสายอากาศและแผ่นฐานวงกลมของมัน ถ้า 2 ชั้นนี้ยังไม่ได้ประกอบเข้าด้วยกัน โคลเอกเซียล สอดใส่เสานี้เข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม ชั้นเดียวสปริงโดยเหล็กตัวแอลจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ วางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมบนมาตรฐานกล่องฐาน ทำให้แน่ใจว่าศูนย์กลางของหัวต่อแบบเดี่ยวของส่วนนี้ตรงกับของกล่อง

กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสวมเข้าไปอย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งคงที่ไว้ หลังจากนั้น ชั้นสกรูให้แน่น โดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่

11. หาสายอากาศแบบไดโพล และวางสายอากาศนี้ที่ส่วนบนของเสา

12. ปรับแต่งสายอากาศส่งและรับให้ตรงกัน เครื่องรับ (ชุดตัวตรวจจับ) ให้วางไว้ที่ระยะห่างอย่างน้อย 1.2 m. จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

13. หมุนปุ่มปรับระดับ (LEVEL) ของชุดตัวตรวจจับไปตามเข็มนาฬิกาเต็มที่ (MAX) โยคสวิทช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และเพิ่มระดับของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ หมุนปุ่มตัวปรับแต่ง FS ADJUST ของมิเตอร์กำลังในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเต็มที่ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกินย่านในมิเตอร์ (ไม่ได้เกี่ยวข้องกับมันในตอนนี)

14. สังเกตการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ ปรับปุ่มระดับส่งความถี่วิทยุ (LEVEL) ไปที่ระดับ 3/4 ของค่าที่อ่านได้ในชุดตัวตรวจจับ

15. ในตอนนี้ นักศึกษาสามารถเริ่มต้นการสังเกต โดยจุดมุ่งหมายเพื่อการเรียนรู้ตามข้อกำหนดการทำงานของชุดฝึกสาธิตนี้ ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. หมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศอย่างช้าๆ กับมือ จากตำแหน่ง  $0^\circ$  ไปที่ค่า  $360^\circ$  ทีละ  $5^\circ$  ในขณะที่สังเกตการแสดงผลของชุดตัวตรวจจับและบันทึกค่าที่ได้ในตารางที่ 1.1

17. ศึกษาผลกระทบของการสะท้อนจากวัตถุรอบตัวและจากแขนและมือของนักศึกษา ในขณะที่นักศึกษาอยู่ใกล้สายอากาศ ในตอนนีระมัดระวังในขณะที่ทำการวัดต่อไป

ตารางที่ ข.1 ค่าที่ตัวแสดงผลของชุดตรวจจับเมื่อหมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศไปที่มุมต่างๆ

มุม ( $^\circ$ )	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$\mu A$												
มุม ( $^\circ$ )	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
$\mu A$												
มุม ( $^\circ$ )	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
$\mu A$												
มุม ( $^\circ$ )	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240
$\mu A$												
มุม ( $^\circ$ )	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
$\mu A$												
มุม ( $^\circ$ )	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360
$\mu A$												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ
2. จงอธิบายการทำงานของสายแบบร่อง (Slot Line)/สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ว่าทำงานอย่างไร
3. จงบอกคุณลักษณะของชุดประกอบตัวตรวจจับ

## ใบงานที่ 2

### การทดลองเรื่อง POLARIZATION

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

- อธิบายความหมายของโพลาไรเซชันของสายอากาศได้
- วัดหาโพลาไรเซชันของสายอากาศได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. กล่องหลัก                         | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ               | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศโคแอกเชียล             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกจากสายอากาศหนึ่งๆ อาจเป็น โพลาไรเซชันแนวตั้ง หรือ แนวนอน ตามหลักการทํางาน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวตั้ง จะต้องการสายอากาศแนวตั้งเพื่อปล่อยมัน ในทางกลับกัน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวนอน คลื่นจะเป็นโพลาไรเซชันแนวนอน และต้องการสายอากาศแนวนอนปล่อยมัน บางกรณี อาจใช้โพลาไรเซชันแบบวงกลม ซึ่งเป็นการรวมกันของโพลาไรเซชันแนวตั้งและแนวนอน โดยปกติ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นโพลาไรเซชันแนวตั้ง แม้ว่าโพลาไรเซชันชนิดอื่นๆ อาจถูกใช้สำหรับจุดประสงค์เฉพาะบางอย่าง

#### ลำดับขั้นการทดลอง

- ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 แต่ใช้สายอากาศแบบไดโพลพับติดตั้งบนเสากับแขนของมันที่วางในระนาบแนวนอน สายอากาศหนึ่งๆ จะมีโพลาไรเซชันตามทิศทางของระนาบ
- ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามไฟฟ้า ดังนั้น ในนี้ โพลาริเซชันของคลื่นที่กำเนิดขึ้นโดยสายอากาศแบบไดโพลพับเป็นแนวนอน

2. ย้ายชุดตัวตรวจจذبจากฐานของมัน และใส่กลับเข้าไปอีกครั้งที่มุมเอียง 90° กับแกนของมัน สายอากาศแบบไดโพลพับที่ทำหน้าที่รับอยู่ในแนวตั้งในตอนนี้ และดังนั้น จะไม่ไวต่อคลื่น

โพลาริเซชันแนวนอน การแสดงของชุดตัวตรวจจذبเป็นศูนย์

3. ในตอนนี้นำหมุนสายอากาศส่งไปรอบๆ เคียวของมัน เพื่อให้สายอากาศแผ่คลื่นที่ทิศทางอื่นมากกว่า ไปข้างหน้าของเครื่องรับ

สังเกตว่า ในที่นี้ที่มุมโดยเฉพาะบางมุม มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจذبจะแสดงการชี้บอกของเข็มบางค่า สิ่งนี้เกิดขึ้นเมื่อการแผ่พลังงานจากสายอากาศส่ง (TX) ถูกสะท้อนสู่เครื่องรับโดยวัตถุรอบๆ ตัว

ในขบวนการของการสะท้อนของคลื่นกับพื้นผิวหนึ่งที่ตำแหน่งหนึ่งๆ ในที่ว่าง คลื่นที่สะท้อนสูญเสียโพลาริเซชันดั้งเดิมไป

**สรุปผลการทดลอง**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**คำถามท้ายการทดลอง**

- 1. จงอธิบายความหมายของโพลาริเซชัน
- 2. การรวมกันของโพลาริเซชันแบบแนวตั้งและแนวนอนจะได้โพลาริเซชันแบบใด
- 3. ถ้าเวกเตอร์สนามไฟฟ้าเป็นแนวนอนคลื่นจะเป็นโพลาริเซชันแบบแนวนอน ต้องใช้

เสาอากาศแบบไดโพลที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 3

### การทดลองเรื่องการปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานของจุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
2. ใช้จุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. กะโถงหลัก                         | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แผนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ               | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศโคแอกเซียล             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

1. ระดับความถี่วิทยุ (RF LEVEL) : โปเทนชิออมิเตอร์ (Potentiometer) ใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกำลังที่ป้อนสู่ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นตัวออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังนั้น การควบคุมแอมพลิจูด (และกำลัง) ของสัญญาณความถี่วิทยุที่เป็นผลลัพธ์ระดับนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้จากประมาณ 20% ถึง 100%

2. ความถี่ด้านออก (OUTPUT FREQ.) : ออสซิลเลเตอร์แบบทรานซิสเตอร์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุทำงานบนการป้อนกลับระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์ (Base-Emitter) และความถี่ของการทำงานค้นหาได้โดยสายไมโครสตริป (Microstrip Line) พร้อมด้วยตัวทริมเมอร์ความจุไฟฟ้า (Capacitive Trimmer) ตัวหนึ่ง เพื่อใช้ปรับความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance Frequency) ของมัน (และนี่คือความถี่ออสซิลเลตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. OUTPUT Z : สิ่งนี้เป็นทริเมอร์อีกตัวที่วางอยู่ที่ด้านนอกของออสซิลเลเตอร์ หน้าที่ของทริเมอร์ตัวนี้ คือ ใช้ปรับอิมพีแดนซ์ด้านนอกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่ตัวภาระ ภายในบางขอบเขต

4. ตัวแมตช์สายอากาศ (Antenna Match) : ทริเมอร์ตัวนี้เป็นส่วนที่ไม่ได้อยู่ในเครื่องกำเนิดสัญญาณ เนื่องจากมันวางอยู่ที่ด้านนอกของคัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง แต่อย่างไรก็ตาม หน้าที่ของมัน ได้อ้างถึงในที่นี้เพื่อประโยชน์ของการมองที่สมบรูณ์ของการปรับค่าที่ยอมให้ได้

ทริเมอร์ตัวนี้สามารถปรับได้เพื่อชดเชยส่วนประกอบจินตภาพ (ความเหนี่ยวนำ) ของสายอากาศและสายป้อนของมัน

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 ชุดตัวตรวจจับติดตั้งในแนวตั้งบนแบนวางของมัน (สำหรับ โพลาริเซชันแนวนอน) วางระยะห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่ง
2. วางเสาของสายอากาศบนมาตรชี้ทิศ ติดตั้งสายอากาศแบบไดโพลพับที่ส่วนบน
3. ปรับแต่งแกนหลักของสายอากาศส่งสู่ด้านหนึ่งของชุดตัวตรวจจับ หมุนปุ่มปรับค่า FS ADJUST ของมิเตอร์กำลัง FWD/REV ไปที่จุดต่ำสุด หลังจากนั้น โยกลวิตซ์กำลังสู่ตำแหน่ง ON
4. ปรับปุ่มระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ตำแหน่ง MAX และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุสู่ระดับ 1/2 ของมาตราส่วนของค่าที่อ่านได้บนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ
5. ในตอนนี้ นักศึกษาพร้อมแล้วต่อการทดลองการทำงานของปุ่มปรับระดับ (LEVEL) และ F. ADJUST เครื่องกำเนิดสัญญาณพยายามสังเกตผลกระทบของปุ่มควบคุมนี้ในขณะที่สังเกตการแสดงของชุดตัวตรวจจับ หาไขควงปรับแต่งค่าจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ ที่จัดเตรียมไว้ในชุดฝึกสาธิตนี้ ในขณะที่สังเกตการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ ย้ายสกรู F. ADJUST ในด้านหนึ่ง และด้านอื่นๆ สังเกตดังนี้

สิ่งเหล่านี้เป็นจุดสูงสุดจุดหนึ่งในการแสดงของเครื่องรับ ที่สอดคล้องต่อเนื่อง ไชการรีโซแนนซ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่วงจรภายนอก (สาย เสา สายอากาศ)

สิ่งเหล่านี้เป็นข้อจำกัด 2 ประการ ในตำแหน่งของสกรูด้านนอก ที่เครื่องกำเนิดสัญญาณหยุดทันทีทันใด หรืออ่อนลง (การเริ่มต้นอย่างถูกต้องของการทำงานบนฮาร์โมนิกหรือฮาร์โมนิกย่อยของค่าที่ถูกต้อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ต้องขันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างเต็มที่ของสกรูปรับเปลี่ยน การป้องกันการหยุด (Stop-Block) ถูกจัดเตรียมภายใน แต่ในกรณีที่รุนแรงตัวป้องกันนี้อาจจะเกินค่า และสกรูปรับค่านี้ จะตกลงภายในกล่องนี้

สิ่งนี้จะต้องการการเปิดฝาด้านหลัง เอาสกรูกลับคืนมา และสอดใส่มันเข้าไปใหม่จาก ด้านหน้าของชุดฝึกสาธิตนี้ ปลดสกรูปรับค่านี้ในตำแหน่งที่การแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ สูงสุด

6. ทดลองตัวควบคุม OUTPUT Z ดังนี้ : เพ่งมองการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ และ หมุนแกนกลางของสกรูอย่างเต็มที่ในด้านหนึ่ง และไปอีกด้าน ที่ทำให้สัญญาณมีค่ายอดสูงสุด สังเกตดังต่อไปนี้

ทริเมอร์ตัวนี้มีผลต่อการเบี่ยงเบนของเข็มซึ่งมากกว่าอีกตัวที่ผ่านมา

นอกจากนี้ การถ่ายโอนกำลังสูงสุดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทริเมอร์ตัวนี้มีผลกระทบ ในลำดับที่สองของการเคลื่อนไปของความถี่ทำงานเพียงเล็กน้อย การปรับทริเมอร์ตัวแรกใหม่ เป็นสิ่งที่ต้องการหลังจากทริเมอร์ตัวที่สองนี้สูงสุด

7. ทดลองการควบคุม Antenna Match โดยขบวนการเดียวกับตัวควบคุมอื่น การตั้งค่าที่ดี ที่สุดที่คาดไว้สำหรับทริเมอร์ตัวนี้ เนื่องจากนักศึกษาใช้สายอากาศแบบไดโพลพับ มันหมุนไป ข้างหน้าสู่ตำแหน่งทวนเข็มนาฬิกา การตั้งค่าที่แตกต่างกันจะปรากฏชัดว่าเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับ สายอากาศอื่นๆ

**สรุปผลการทดลอง**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของทริเมอร์
2. หน้าที่ของโพเทนชิโอมิเตอร์ คืออะไร
3. จงอธิบายการเกิดความถี่ด้านออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 4

### การทดลองเรื่อง THE LECHER LINE และ THE MATCHING STUB

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานและใช้งานสายแบบร่อง (Slot Line) และสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ได้
2. ทำการแมตช์สายอากาศโดยใช้สายท่อนสั้นได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. กล้องหลัก                                | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)        | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                                  | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ                      | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ                      | 1 ตัว     |
| 6. สายแบบร่อง (Slot line)                   | 1 อัน     |
| 7. สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) | 1 อัน     |
| 8. แผ่นฐานวงกลม                             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

การแมตช์ (Matching)

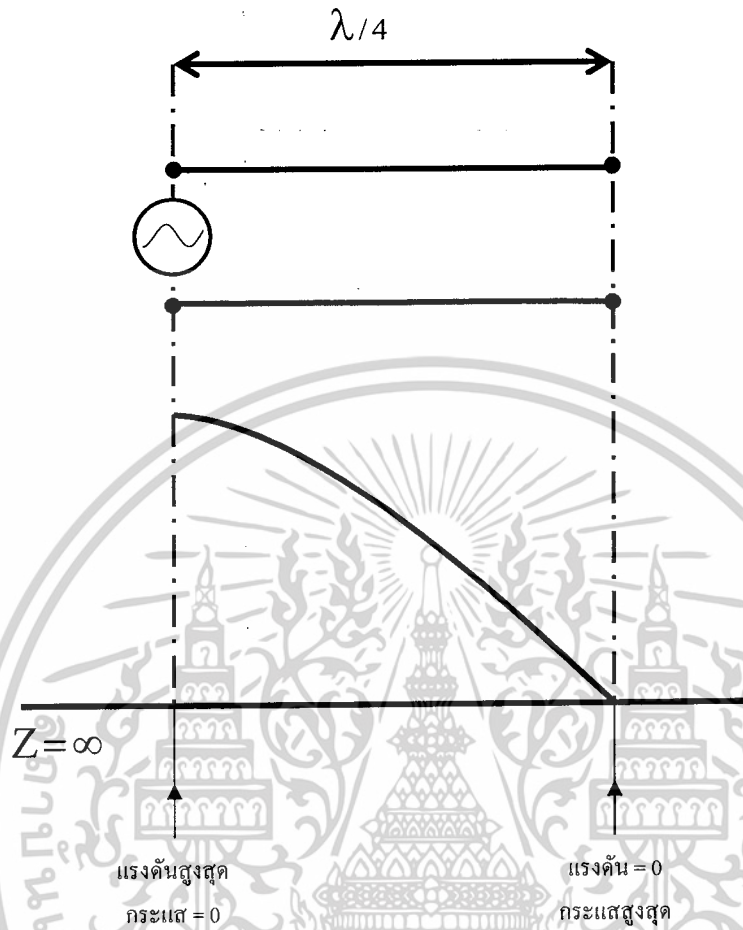
ให้พิจารณาสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นสัญญาณที่สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังรูปที่ ง.4 ที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ และกระแสสูงสุด ในขณะที่ปลายอีกด้าน (ด้านเครื่องกำเนิดสัญญาณ) จะมีสถานะตรงกันข้าม คือแรงดันไฟฟ้าสูงสุด และกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ ด้วยเหตุนี้ไม่มีกระแสवादไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้พิจารณาตอนนี้ในสายกรณีอื่นๆ ที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่น ลัดวงจรที่ปลายของ มัน ที่ตรงกันข้ามกับที่ตำแหน่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณคู่สาย จะเป็นจุดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ กระแสสูงสุด อิมพีแดนซ์ของสายเมื่อมองจากเครื่องกำเนิด สัญญาณจะเป็นลัดวงจร (อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์) ในกรณีระหว่างกึ่งกลางทั้งหมดของสายที่มีความ ยาวระหว่าง  $1/4$  และ  $1/2$  ของความยาวคลื่น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมองเห็นอิมพีแดนซ์ ระหว่างศูนย์และอนันต์ พิจารณาต่อไปโดยเหตุผลเดียวกัน พบว่าสำหรับสายที่ลัดวงจร ที่มีความ ยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ อิมพีแดนซ์จะมีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์อีกครั้ง

เนื่องจากสายนี้ไม่มีการสูญเสีย อิมพีแดนซ์ต้องเป็นค่าจินตภาพ (Reactive) บริสุทธิ์ และ ถ้าพิจารณาแบบรูปของกระแสพร้อมกันกับแรงดันไฟฟ้า พบต่อมาว่าในช่วงระหว่าง  $1/2$  ถึง  $1/4$  ของความยาวคลื่น อิมพีแดนซ์มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์ เป็นค่าความจุไฟฟ้า (Capacitive) ในขณะที่ ในความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ ค่าอิมพีแดนซ์มีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์ เป็นค่าความ เหนี่ยวนำ (Inductive)

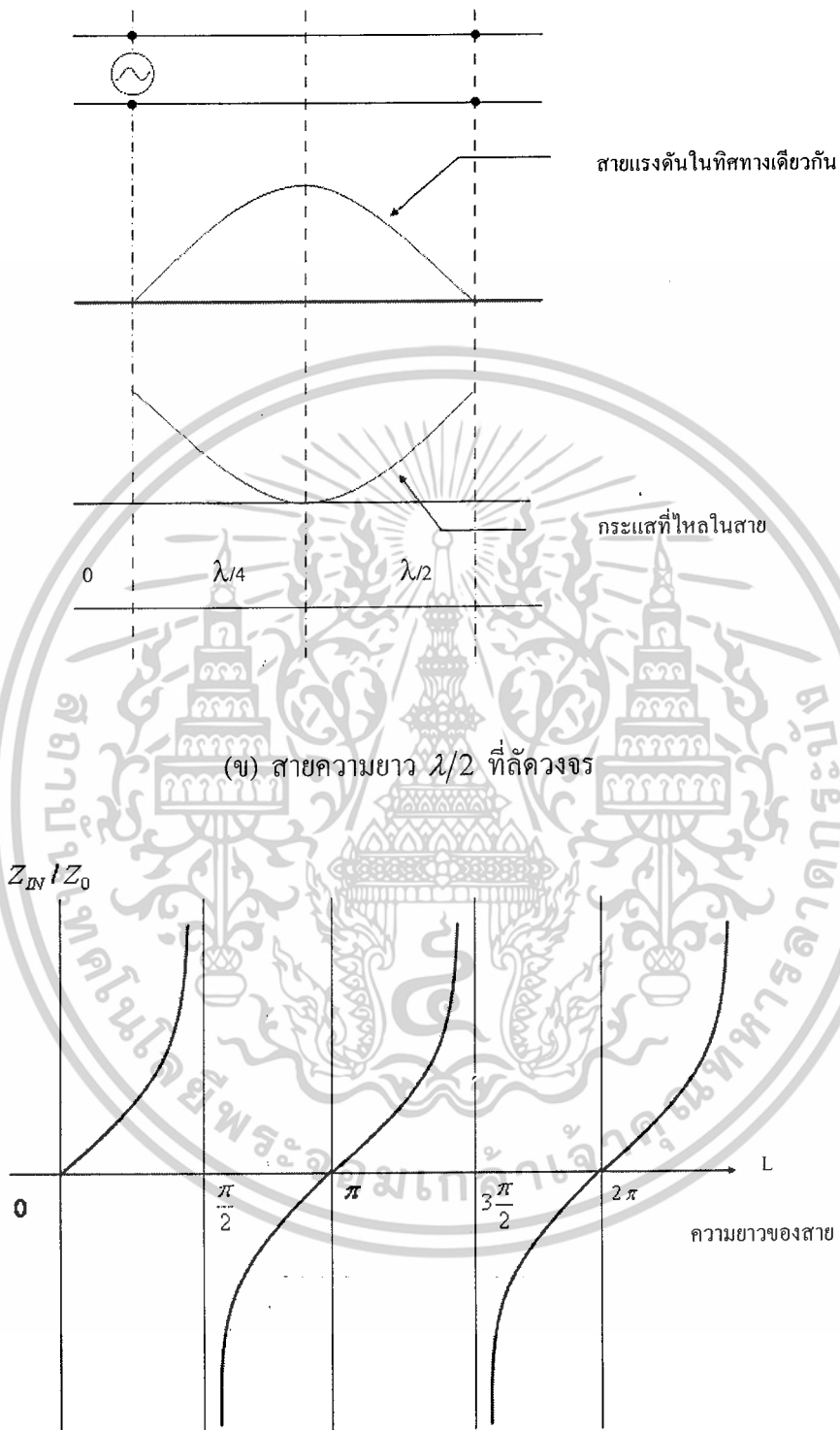
จากสิ่งเหล่านี้ทั้งหมดนำไปสู่ความคิดของหนทางที่เกี่ยวข้องมากต่อการแมตช์ อิมพีแดนซ์ที่มองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยการวางในแบบขนานกับตัวภาระที่ไม่แมตช์ที่เป็น ส่วนของสายที่ลัดวงจรของความยาวที่เหมาะสม (รูปที่ ๔.4) อุปกรณ์เหล่านี้โดยทั่วไปเรียกว่าสาย ท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stubs)



(ก) สายความยาว  $\lambda/4$  ที่ลัดวงจร

รูปที่ ข.3 ขนาดของสายนำสัญญาณ

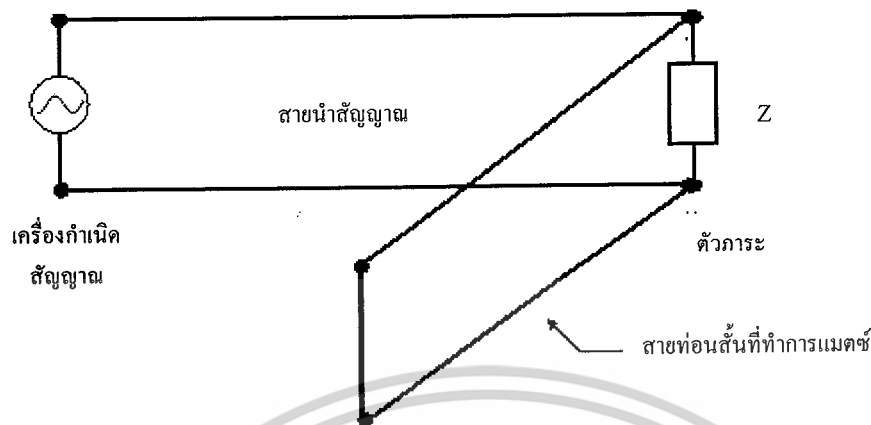
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) อิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายที่ลัดวงจรที่ความยาวสายต่างๆ

**รูปที่ ข.3 (ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 การแมตซ์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์

สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์แบบสามารถปรับความยาวได้นี้ สามารถปรับแต่งเพื่อให้มีค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าจินตภาพเท่ากันในแต่ละส่วน และเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของตัวภาระที่ไม่แมตซ์ เพื่อยกเลิกส่วนประกอบจินตภาพของตัวภาระนี้ และทำให้ปรากฏต่อสายเป็นค่าความต้านทาน (Resistive) บริสุทธิ์

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 : ชูดตัวตรวจจับวางไว้ในแขนรองของมัน โดยวางห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่ง เสาสายอากาศวางอยู่บนมาตรฐานที่ทิศ
  2. หา BNC “T” จากกล่องอุปกรณ์ประกอบ และวางมันบนยอดของเสา ประกอบสายอากาศแบบไดโพลพับบนยอดของเสา และสวมสายโคแอกเซียลเคเบิล หัว BNC-BNC เข้าทางเข้าออก (Port) ที่สามของ BNC “T” ดังรูปที่ ง.5
  3. สวมปลายอีกด้านของสายโคแอกเซียลเคเบิลเข้าไปในชอกเก็ตด้านเข้าของสาย
  4. โกง์เคเบิลเพื่อให้อันห่างออกจากเสา และจากทิศทางที่ตรงกันข้ามสู่ทิศทางของเครื่องรับ สิ่งนี้เพื่อการกวาดต่ำสุดต่อคลื่นที่เดินทางจากเครื่องส่งสู่เครื่องรับ
  5. โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน สังเกตการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับมีค่าตกลงเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของใบงานที่ 3 สิ่งนี้เป็นเพราะ BNC “T” เคเบิล และสายท่อนสั้นที่ลัดวงจร เป็นสิ่งที่ปรากฏห่างจากอุปกรณ์ที่ไม่มีการสูญเสีย และเป็นเพราะการตั้งค่าเริ่มต้นแบบสุ่มของตัวเลื่อนของสายท่อนสั้นนี้ด้วย
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปรับระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ค่าสูงสุด (MAX) และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุไปที่ระดับ 1/2 ของค่าที่แสดงในชุดตัวตรวจจับ

7. โยกตัวเลือก FWD/REV ของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางไปที่ REV และปรับ โปเทนชิออมิเตอร์ FS ไปที่ระดับ 3/4 ของมาตราส่วนการแสดงผล

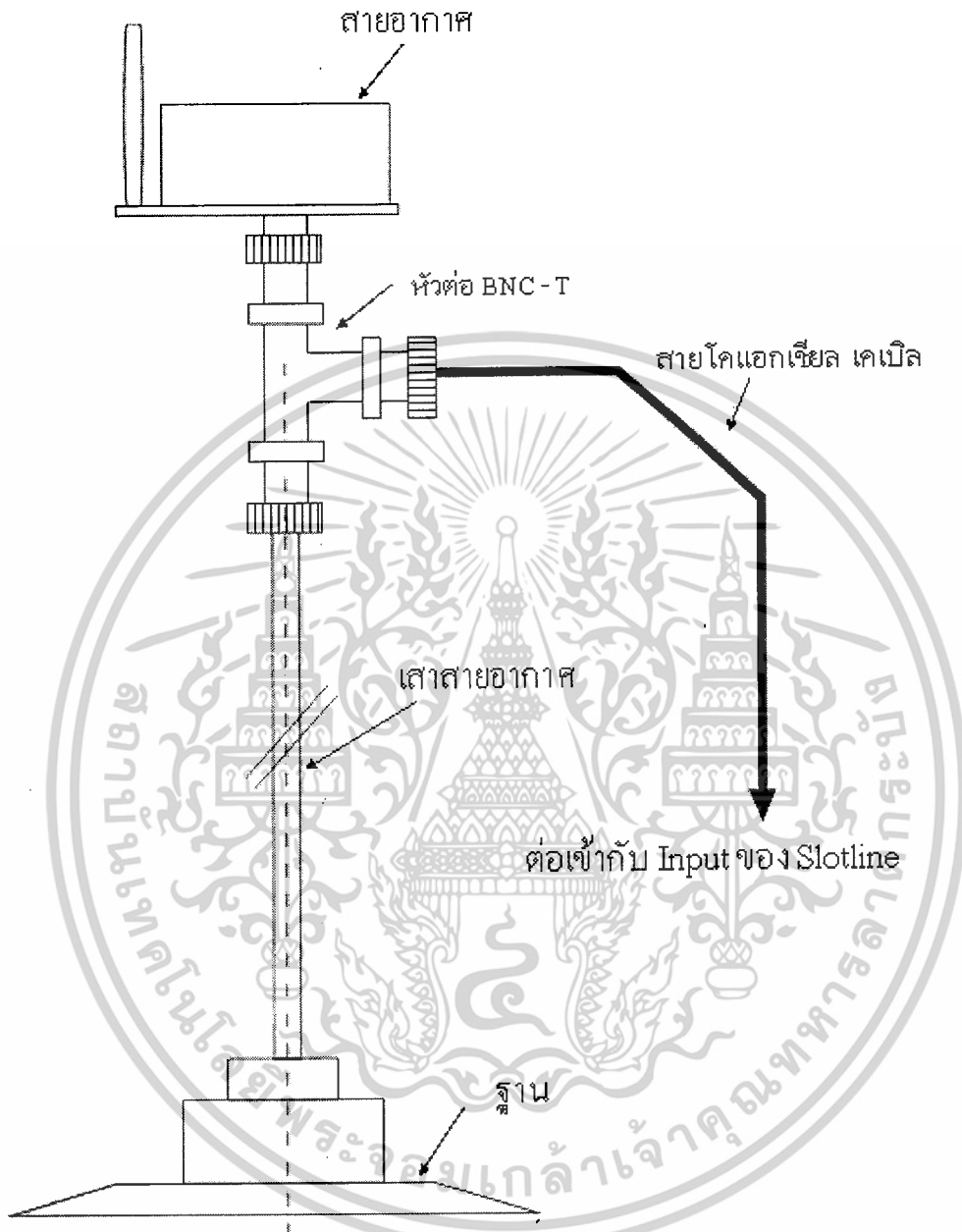
8. ย้ายตัวเลื่อนของสายที่เป็นร่องอย่างช้าๆ จากปลายด้านหนึ่งไปสู่อีกด้าน สังเกตการแสดงผลค่าของมิเตอร์ของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางเคลื่อนไหวจากค่าที่แสดงสูงสุดสู่ต่ำสุด สิ่งนี้เหมือนกันนี้กระทำต่อมิเตอร์ของเครื่องมือวัดของชุดตัวตรวจจับ

9. บันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุด และบันทึกการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ที่สอดคล้องกันด้วย

สังเกตว่าแอมพลิจูดของจุดสูงสุดที่ใกล้ด้านเข้าของสายกว้างกว่าที่ใกล้ปลายที่ไกล สิ่งนี้เป็นเพราะการสูญเสีย (และการแผ่พลังงาน) ในสายนี้

10. กระทำซ้ำโดยโยกตัวเลือก FWD/REV ไปที่ FWD ทำการบันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดใหม่ สังเกตว่าค่าสูงสุดและต่ำสุดในตอนนี้ต่ำกว่าในกรณีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน แบบรูปที่ตรงกันสำหรับกรณี FWD และ REV : สำหรับตำแหน่งที่เลื่อนใกล้ปลายด้านเข้า ค่าสูงสุดในกรณี FWD สอดคล้องอย่างดีมากต่อจุดต่ำสุดในกรณี REV สิ่งนี้เป็นจุดของการแมตช์ที่ดีที่สุดสำหรับสายอากาศที่ศึกษา ผลลัพธ์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนโดยใช้สายอากาศชนิดอื่นๆ มากกว่าสายอากาศแบบไดโพลพับ เนื่องจากสายอากาศนี้ใช้ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทดลองการทดลองที่เหมือนกันนี้กับสายอากาศแบบไดโพลพื้นฐาน เป็นตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 วิธีการต่อสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เข้ากับเสาสายอากาศ

### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว 1/4 ของความยาวคลื่นที่สร้างขึ้น โดยเครื่องกำเนิดสัญญาณ
2. จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายแรงดันและกระแสมีค่าเท่าใด
3. จงอธิบายการทำงานของสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบงานที่ 5

### การทดลองเรื่องการวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR)

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

1. วัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งของระบบสายอากาศหนึ่งได้
2. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองเทียบกับทฤษฎีได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. ก่อ่งหลัก                         | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพล หรือแบบไดโพลพับ  | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |

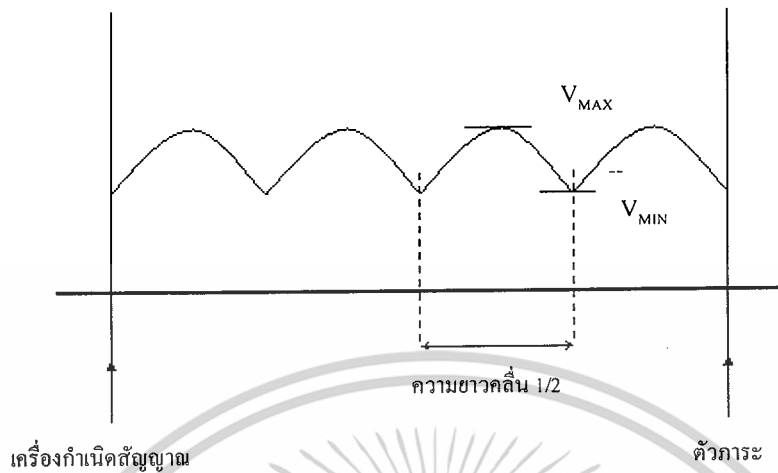
#### ทฤษฎีเบื้องต้น

อัตราส่วนคลื่นนิ่งเป็นค่าจำกัดความที่อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้า (และกระแส) สูงสุดและต่ำสุดไปตามสาย

รูปที่ ง.6 แสดงแบบรูป SWR ไปตามสาย โดยตัวกระที่ไม้มัดซ์ และช่วยให้เข้าใจในค่าจำกัดความของ SWR

SWR เป็นดัชนีของการไม้มัดซ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวกระและสายที่ป้อนพลังงาน ค่า SWR เท่ากับ 1 ในกรณีที่มีแมตซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ต่อการเข้าถึงค่านีในทางปฏิบัติ และนำไปสู่ค่าที่สูงมากๆ (อนันต์) สำหรับกรณีที่เกิดวงจรหรือเปิดวงจร ในทางปฏิบัติ ค่า SWR ในช่วง 1.4 ถึง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR) ในสายเส้นหนึ่งที่อยู่กับตัวภาระที่ไม่แมตซ์

เป็นค่าพิจารณาเงื่อนไขการแมตซ์ที่ดีในระบบสายอากาศ ในขณะที่ค่าขนาดใหญ่ที่มากกว่าสามารถรับได้โดยชุดฝึกสาธิตนี้ สิ่งนี้เป็นเพราะไม่เหมือนระบบกำลังขนาดใหญ่ ที่มีความมุ่งหมายของการออกแบบ คือ การถ่ายโอนกำลังงานสูงสุด ส่วนในระบบของชุดฝึกสาธิตนี้ที่มุ่งหมายสำหรับการเรียนการสอน มีความมุ่งหมาย คือ สามารถทำงานได้กับมือ และการสร้างอย่างง่าย

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 4 ดังรูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งโดยสรุป ในที่นี้ ใช้สายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เพื่อแมตซ์สายอากาศส่ง ดังนั้น ค่า SWR ที่วัดได้จะอ้างถึงสายอากาศนี้โดยการติดตั้งสายท่อนสั้นที่เฉพาะ

หลักการการวัดบางส่วนที่ยึดถืออย่างชัดเจนเมื่อสายท่อนสั้นไม่ได้ใช้

2. ปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของความถี่วิทยุ เพื่อการแสดงที่เหมาะสมบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ

3. โยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV

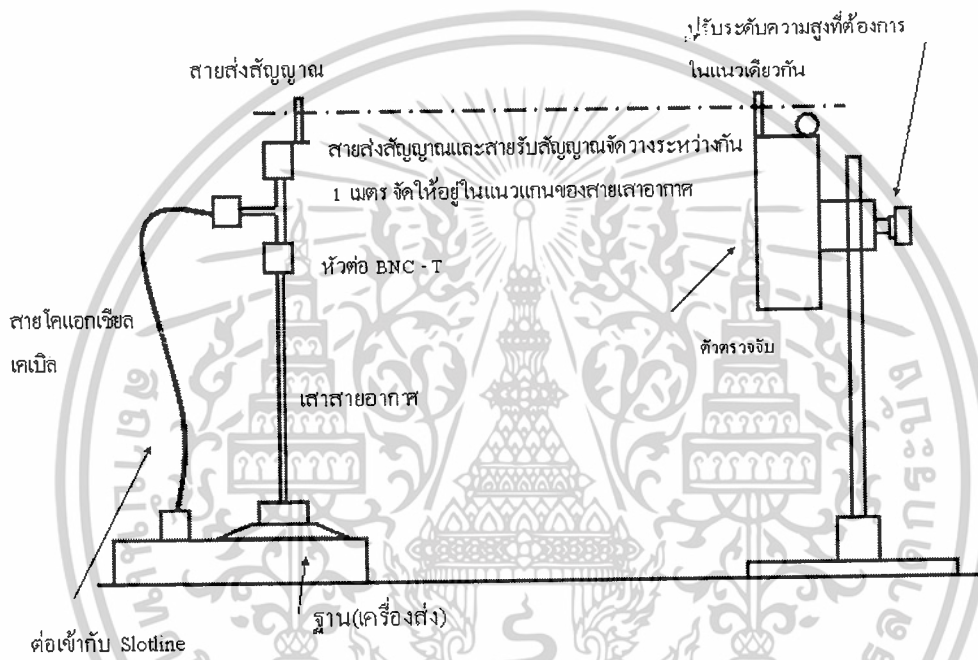
4. ย้ายแคร์ตัวเลื่อนของสายแบบร่องสู่ตำแหน่งที่การแสดงค่าจุดยอดของชุดตัวตรวจจับ เลือกเลือกจุดต่ำสุดอันแรกที่เริ่มต้นจากด้านเข้าของสายนี้

5. โยกไปที่ FWD ปรับตัวลดทอน FS ADJ เพื่อการอ่านค่าเต็มมาตราส่วนบนมิเตอร์ที่ติด

ตั้งอยู่บนเครื่องที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

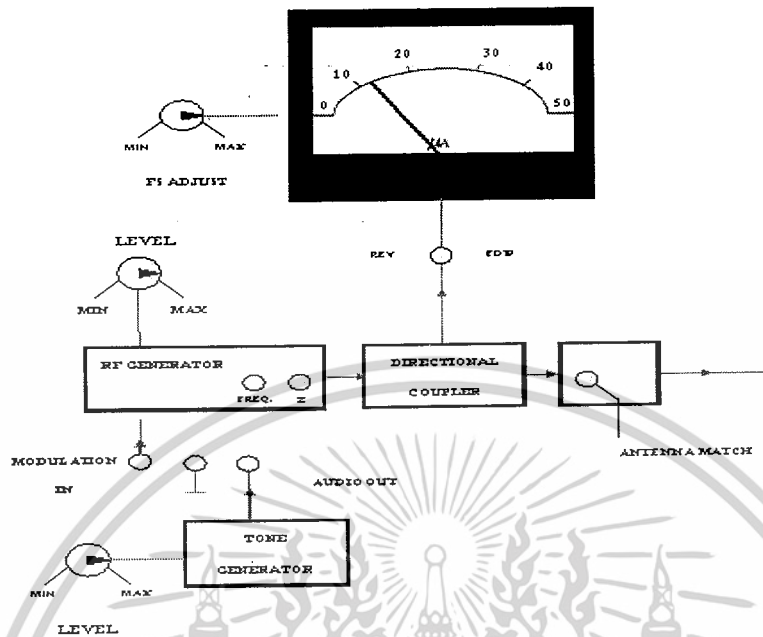
6. โยคไปที่ REV อ่านค่าที่แสดงใหม่ ซึ่งคาดหมายว่าต่ำมาก หลังจากนั้น คำนวณค่า SWR โดยสูตร

$$SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV}$$



รูปที่ ข.7 การติดตั้งสำหรับใบงานที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 การใช้คัปเปิลอร์แบบมีทิศทางสำหรับการวัดค่า SWR

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายความหมายของอัตราส่วนคลื่นนิ่งของระบบสายอากาศ
2. จงเขียนสูตรที่ใช้หาค่า SWR
3. จงอธิบายหลักการวัดหาอัตราส่วนคลื่นนิ่ง SWR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เฉลยใบงานที่ 1

### การทดลองเรื่อง การประกอบและการติดตั้งเบื้องต้น

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้
2. ประกอบและติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้
3. ปรับแต่งเบื้องต้นในส่วนประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้ได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. ก่องหลัก                          | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพล หรือแบบไดโพลพับ  | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศ โคอแกนเซียล           | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

1. ก่องหลัก ประกอบไปด้วย

1.1 แหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply) แบบติดตั้งบนแผงวงจรหลัก ซึ่งต่อจากสายไฟหลัก AC 50-60 Hz ขนาด 230 V ปกติ (สามารถใช้ได้จาก 220 ถึง 250 V )

สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับการทำงานภายใน แหล่งจ่ายกำลังนี้มีจุดจ่ายบริการ 2 จุด คือ 5 และ 12 V ที่มีเสถียรภาพ แล้วแต่อุปกรณ์ที่ต้องการ จุดจ่ายทั้งสองเป็นแบบมีการป้องกันการลัดวงจร และสามารถให้กระแสออกได้แต่ละจุด 100 mA ที่อัตราต่อเนื่อง

1.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF-Generator) สามารถจ่ายสัญญาณทดสอบ 1 สัญญาณ เพื่อป้อนให้สายอากาศที่ต้องการทดสอบ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ทำงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่หนึ่งที่สามารถปรับได้ในช่วงความถี่ประมาณ 850 ถึง 950 MHz เหตุผลที่เลือกช่วงการทำงานที่ความถี่หนึ่งๆ เหล่านี้ เป็นเพราะดังนี้

1.2.1 ศักย์ไฟฟ้าต่ำสุดที่กวนต่อการบริการที่คงอยู่ : ช่วงความถี่นี้ คือ ช่วงกลางที่ครอบคลุม TV แถบ UHF, V และแถบที่ต่ำกว่าเพื่อสำรองไว้สำหรับการสื่อสารเซลลูลาร์ (Cellular Communication) เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้ทำงานในแบบใดๆ ที่ระดับกำลังที่จำกัดไว้ อย่างพอเพียง (น้อยกว่า 100 mW) เพื่อให้ไม่อันตรายจากการกวนห่างไกลมากๆ

1.2.3 ลดขนาดของสายอากาศ : ความถี่ที่สูงกว่า ขนาดของสายอากาศและขนาดของชุดฝึกสาริตทั้งหมดจะเล็กกว่า สิ่งนี้เป็นข้อดีในการปฏิบัติงานกับมือของระบบบนโต๊ะปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการของสถานศึกษา

คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุนี้ เป็นดังนี้

1. มีปุ่มสามารถปรับระดับกำลังด้านออก (Output) ได้
2. สะดวกต่อการแมตซ์ตัวภาระ (Loads) ที่แตกต่างกัน
3. อินพุตทำการมอดูเลต (Modulating Input) แบบ AM ที่สามารถใช้ได้กับเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำที่อยู่บนแผงวงจรหลัก หรือกับแหล่งกำเนิดภายนอก
4. สามารถใช้กับสภาวะที่ไม่แน่นอน แม้แต่ด้านออกที่ไม่แมตซ์ (Mismatched) อย่างหนัก (ลัดวงจร หรือเปิดวงจร) ในกรณีที่รุนแรง เครื่องกำเนิดสัญญาณนี้จะหยุดการออสซิลเลชัน (Oscillation) และปิดกั้นในการป้องกัน การทำงานโดยปกติจะปรับปุ่มกำลังกลับไปที่ระดับศูนย์ หลังจากนั้นปรับกลับไปสู่ระดับที่ต้องการอีกครั้ง หรืออีกทางหนึ่ง โดยการสวิตช์กำลัง OFF หลังจากนั้นจึง ON อีกครั้ง หลังจาก 2-3 นาที ผ่านไป

1.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงทดสอบ (Test Tone Generator) : หน่วยนี้ให้คลื่นไซน์ที่สามารถปรับแอมพลิจูดได้ (ประมาณ 2 Vpp, 1.5 kHz) เพื่อใช้เป็นสัญญาณทดสอบสำหรับการมอดูเลต (Modulation) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ

วงจรของเครื่องกำเนิดสัญญาณนี้เป็นออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) แบบเฟสล่าหลัง (Phase-lag) ซึ่งอาจต้องทำการปรับค่าในด้านเวลาใหม่ไปตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบต่างๆ การปรับค่านี้สามารถทำได้อย่างง่ายดายโดยตัวทริมเมอร์ (Trimmer) ภายใน เพื่อใช้ปรับตามขั้นตอน

คำแนะนำของส่วนขั้นตอนย่อยๆ ของคู่มือนี้

1.4 คัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง (Directional Coupler) : อุปกรณ์นี้ถูกต่อในทิศทางขาออก จากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ และสามารถต่อแยกเพื่อทำการวัดกำลังที่ไหลในทิศทางไปข้างหน้า (Forward) (เครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายอากาศ) และทิศทางกลับอีกด้านหนึ่ง (สายอากาศเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สู่เครื่องกำเนิดสัญญาณ) อุปกรณ์นี้ถูกใช้ระหว่างการทดลอง เพื่อช่วยแมตซ์เครื่องกำเนิดสัญญาณกับตัวภาระ และเพื่อการวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio) ในสายนำสัญญาณสู่สายอากาศ

1.5 มิเตอร์วัดกำลัง (Power Meter) : หน่วยนี้ประกอบด้วยมิเตอร์ตัวหนึ่ง (แอมมิเตอร์แบบเชิงเส้น  $50 \mu\text{AFS}$ ) เพื่อโยกเลือกตามต้องการระหว่างด้านออกของคัปเปิลอร์แบบมีทิศทางที่ทำการวัด มิเตอร์ให้การวัดค่ากำลังสัมพัทธ์ได้อย่างง่ายโดยวิธีการปรับปุ่มของตัวลดทอน (Attenuator) ที่ซึ่งทำให้การเต็มมาตราส่วน (Full Scale) ของเครื่องมือวัดนี้ถูกตั้งขึ้นก่อนวัด หลังจากนั้นการอ่านค่าสัมพัทธ์โดยการทำมาตราส่วนการแสดงผลของมิเตอร์นี้

1.6 สายแบบร่อง (Slot Line)/สายทอนสั้นที่ทำการแมตซ์ (Matching Stub) : อุปกรณ์นี้เป็นสายนำสัญญาณเป็นร่อง ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ให้โดยจุดเป็นร่องๆ ที่เชื่อมต่อสายที่มีความยาวที่สามารถกำหนดได้จากปลายอีกด้านหนึ่ง (ด้านเข้า (Input))

รายการนี้สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของการแมตซ์สำหรับสายอากาศและเพื่อการทดลองหาค่าที่แน่นอนของการแพร่กระจายสัญญาณในสายนำสัญญาณ

1.7 มาตรชี้ทิศ (Goniometer) : อุปกรณ์นี้เป็นมาตราส่วนวงกลมที่แบ่งเป็น 360 ช่อง ที่จุดศูนย์กลางอยู่ที่หัวต่อ (Connector) แบบ BNC เพื่อนำกำลังความถี่วิทยุสู่เสาของสายอากาศ หัวต่อนี้ทำงานเป็นจุดเดี่ยวยุณหภูมิสำหรับเสาของสายอากาศและฐานของเสา (แผ่นพลาสติกกลม สีเทา เก็บอยู่ในกล่องอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของชุดฝึกสาธิตนี้)

ฐานของเสานี้มีเครื่องหมายชี้อ้างอิงที่ตรงกับมาตราส่วนของมาตรชี้ทิศ สิ่งนี้ทำไว้เพื่อการศึกษาค้นหามุมการหมุนที่ต้องการของสายอากาศ

## 2. อุปกรณ์ประกอบ ประกอบด้วย

2.1 เสาสายอากาศโคแอกเซียล (Coaxial Antenna Mast) และฐาน สิ่งเหล่านี้เป็นรายการที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ตัวนำในเสานี้ นำสัญญาณความถี่วิทยุจากหัวต่อด้านออกของเครื่องกำเนิดสัญญาณ (จุดศูนย์กลางของมาตรชี้ทิศ) สู่สายอากาศ เสาสายอากาศนี้ติดตั้งอยู่บนแผ่นวงกลมฐานของมัน และติดตั้งอย่างคงที่โดยสกรูด้านข้าง (Side Screw) (เด็ยกด (Security Dowel) แสดงดังรูปที่ ข.1)

การประกบสองชิ้นนี้เข้าด้วยกันเป็นสิ่งที่ย่างมาๆ ควรระวัง การวางอย่างไรให้แน่ใจว่าหัวต่อของเสาต้องตรงกันอย่างสมดุคกับหัวต่อของกล่องฐาน วิธีการเป็นดังนี้

2.1.1 สอดใส่เสานี้เข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม โดยเดี่ยยสปริงชั้น โดยเหล็กตัวแอล วางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมแล้วบนกล่องฐาน สุดท้ายวางในแนวนอนบนพื้นผิวของโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสวมเข้าไปอย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งคงที่ไว้ หลังจากนั้น ชันสกรูให้แน่น โดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่

2.2) ชุดประกอบเป็นสายอากาศ (Antenna Kits) : ชุดนี้ประกอบด้วยสายอากาศแบบไดโพล แบบไดโพลพับ ยากิ-อูคะ สายอากาศแนวตั้งป้อนที่ปลาย (กราวด์เพลน (Ground Plane), มาร์โคนี (Marconi), แท่งโลหะที่ความยาวต่างๆ ที่นำมาประกอบเข้าไปเพื่อใช้เป็นตัวชี้คลื่น (Director) และตัวสะท้อนคลื่น (Reflectors)) สายอากาศแนวนอนป้อนที่ปลาย (Zeppelin/Hertz) สายอากาศแบบช่อง และสายอากาศแบบปวง

2.3 ชุดประกอบตัวตรวจจับ (Detector Assembly) รายการนี้ใช้สำหรับตรวจจับและวัดแบบรูปการแผ่พลังงาน (Radiation Pattern) ของสายอากาศที่ทำการศึกษา คุณลักษณะของอุปกรณ์นี้เป็นดังนี้

2.3.1 เป็นเครื่องมือวัดแบบพาสซีฟ (Passive Instruments) ที่สมบูรณ์ แบตเตอรี่ไม่ได้รวมอยู่ในกล่องนี้ ดังนั้น จึงใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์นี้ได้ง่าย

2.3.2 สามารถใช้กับมือสำหรับการหาแบบรูปการแผ่พลังงานแบบคร่าวๆ และรวดเร็ว หรือติดตั้งอยู่บนขาของฐานสำหรับการหมุนที่เที่ยงตรงและผลการวัดที่เสถียรภาพ

2.3.3 ตัวรัด (Clamp) ที่อยู่กับที่ที่สามารถหมุนได้ ทำให้เครื่องมือวัดนี้สามารถติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวนอนบนขาของฐานของมันเพื่อตรวจจับคลื่นโพลาไรซ์ (Polarized) แนวตั้ง (Vertically) หรือแนวนอน (Horizontally)

2.3.4 สายอากาศแบบไดโพลพับเป็นสายอากาศรับตัวหนึ่ง และมีตัวสะท้อนเพื่อลดการกระจัดกระจายที่อาจเกิดขึ้นในการวัดที่เกิดจากการสะท้อนของคลื่นจากวัตถุและผนังของห้องปฏิบัติการด้านหลังตัวตรวจจับ

2.3.5 เครื่องลดทอนสัญญาณ (Signal Attenuator) สามารถปรับค่าได้โดยปุ่มหมุน

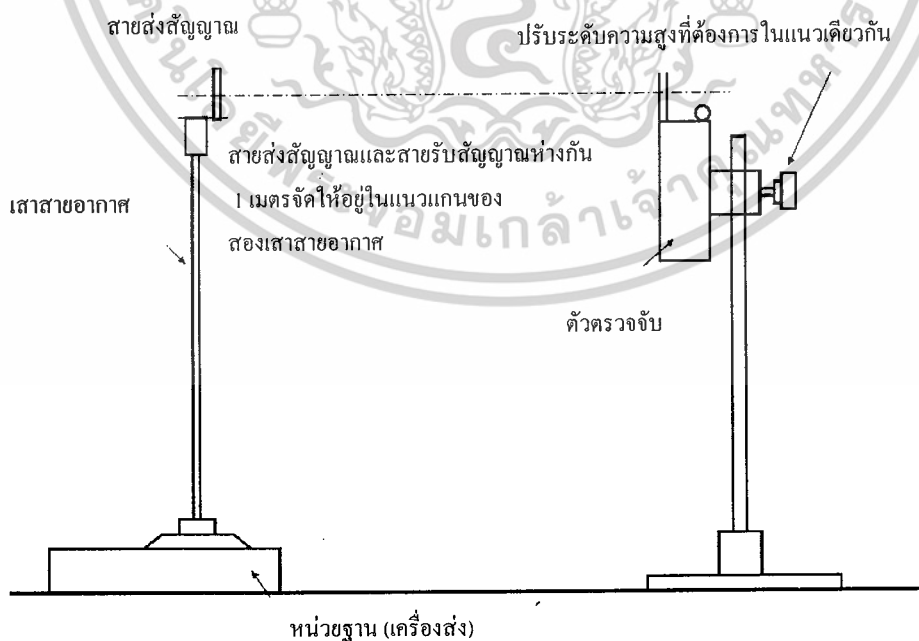
2.3.6 เครื่องดีมอดูเลตสัญญาณ (Signal Demodulator) เมื่อสัญญาณความถี่วิทยุที่มอดูเลตแล้วถูกส่งมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ สัญญาณที่ดีมอดูเลตที่รับได้สามารถนำออกมาใช้ได้ซึ่งชอกเก็ตแดงและดำของตัวตรวจจับ เพื่อต่อเครื่องมือวัดภายนอก (ออสซิลอสโคป) สัญญาณที่ดีมอดูเลตนี้ปรากฏแบบซ้อนทับอยู่กับระดับ DC หนึ่ง ที่ซึ่งเป็นแอมพลิจูดของคลื่นพาห้ (Carrier) ของคลื่นที่รับได้ที่สะท้อนออกมา

2.3.7 อุปกรณ์ประกอบรอง : สายไฟกำลังสำหรับชุดฝึกสาธิตนี้ สายโคแอกเซียลเคเบิลแบบ BNC-BNC ตัวแยกแบบ BNC Tee เป็นต้น การใช้รายการอุปกรณ์เหล่านี้จะปรากฏอย่างเด่นชัดเมื่อการปฏิบัติงานทดลองที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

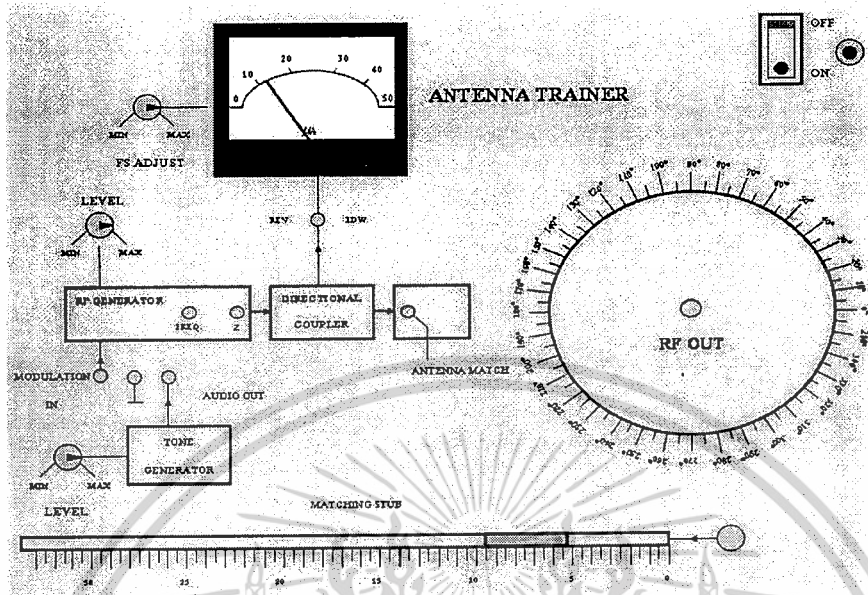
## ลำดับขั้นการทดลอง

1. วางกล่องหลักบนพื้นผิวที่เรียบของโต๊ะปฏิบัติการ
2. เสียบสายไฟ AC หลักรูปลักตัวเมียบนกล่องหลัก
3. ต่อสายกำลัง แต่ให้กำลังอยู่ในตำแหน่งปิดในตอนนี
4. หาชุดตัวตรวจจับ (กล่องสี่เหลี่ยมมีมอเตอร์ชนิดเข็มในด้านหน้าของมัน) จากกล่องอุปกรณ์ประกอบ
5. หาแผ่นฐาน (แผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เชื่อมกันที่เป็นชิ้นส่วนของท่อ) ของชุดตัวตรวจจับจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ
6. หาแนววางชุดตัวตรวจจับ (แท่งพลาสติก ยาวประมาณ 50 cm. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 mm.)
7. สอดแนววางเข้าไปในแผ่นฐาน และยึดแน่นกับสกรู
8. สอดตัววัดของชุดตัวตรวจจับบนปลายอีกด้านของแนววาง หลังจากนั้น รััดมันที่ความสูงที่ต้องการกับสกรูมือ (Hand-Screw) ของตัววัด
9. สังเกตว่าตัววัดนี้สร้างขึ้นเพื่อยอมให้การติดตั้งชุดตัวตรวจจับทั้งในแนวตั้งและแนวนอน เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับคลื่นที่โพลาไรเซชันแตกต่างกันแต่ละชนิด ติดตั้ง ชุดตัวตรวจจับในแนวตั้งในตอนนี (สายอากาศแบบไดโพลพับของชุดตัวตรวจจับอยู่ในแนวนอน)



รูปที่ ค.1 การติดตั้งอุปกรณ์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ภาพด้านหน้าของกล่องหลักพร้อมกับตัวแสดงผลของจุดควบคุมและปรับแต่ง

10. หาสายของสายอากาศและแผ่นฐานวงกลมของมัน ถ้า 2 ชั้นนี้ยังไม่ได้ประกอบเข้าด้วยกัน โคแอกเซียล สอดใส่เสานี้เข้าไปในรูตรงกลางของปลอกของแผ่นวงกลม ชั้นเดียวสปริงโดยเหล็กตัวแอลจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ วางเสาที่ประกอบเข้าแผ่นวงกลมบนมาตรฐานกล่องฐาน ทำให้แน่ใจว่าศูนย์กลางของหัวต่อแบบเดียวของส่วนนี้ตรงกับของกล่อง

กดเสาลงเบาๆ เพื่อให้แน่ใจว่าหัวต่อด้านล่างสวมเข้าไปอย่างสมบูรณ์ในอีกตัวที่ติดตั้งคงที่ไว้ หลังจากนั้น จันสกรูให้แน่น โดยไม่จำเป็นต้องขันที่ความแรงเต็มที่

11. หาสายอากาศแบบไดโพล และวางสายอากาศนี้ที่ส่วนบนของเสา

12. ปรับแต่งสายอากาศส่งและรับให้ตรงกัน เครื่องรับ (ชุดตัวตรวจจับ) ให้วางไว้ที่ระยะห่างอย่างน้อย 1.2 m. จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

13. หมุนปุ่มปรับระดับ (LEVEL) ของชุดตัวตรวจจับไปตามเข็มนาฬิกาเต็มที่ (MAX) โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และเพิ่มระดับของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ หมุนปุ่มตัวปรับแต่ง FS ADJUST ของมิเตอร์กำลังในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเต็มที่ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกินย่านในมิเตอร์ (ไม่ได้เกี่ยวข้องกับมันในตอนนี)

14. สังเกตการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ ปรับปุ่มระดับส่งความถี่วิทยุ (LEVEL) ไปที่ระดับ 3/4 ของค่าที่อ่านได้ในชุดตัวตรวจจับ

15. ในตอนนี้ นักศึกษาสามารถเริ่มต้นการสังเกต โดยจุดมุ่งหมายเพื่อการเรียนรู้ตาม

เอกสารกำหนดการทำงานของชุดฝึกสาธิตนี้ ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. หมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศอย่างช้าๆ กับมือ จากตำแหน่ง  $0^\circ$  ไปที่ค่า  $360^\circ$  ทีละ  $5^\circ$  ในขณะที่สังเกตการแสดงผลของชุดตัวตรวจจับและบันทึกค่าที่ได้ในตารางที่ 1.1

17. ศึกษาผลกระทบของการสะท้อนจากวัตถุรอบตัวและจากแขนและมือของนักศึกษา ในขณะที่นักศึกษาอยู่ใกล้สายอากาศ ในตอนนี้ระมัดระวังในขณะที่ทำการวัดต่อไป

ตารางที่ ค.1 ค่าที่ตัวแสดงผลของชุดตรวจจับเมื่อหมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศไปที่มุมต่างๆ

มุม ( $^\circ$ )	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$\mu A$	15	14	10	9	7	5	3	2	1	0	0	0
มุม ( $^\circ$ )	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
$\mu A$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
มุม ( $^\circ$ )	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
$\mu A$	1	2	3	3	5	5	5	5	4	3	2	1
มุม ( $^\circ$ )	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240
$\mu A$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
มุม ( $^\circ$ )	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
$\mu A$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
มุม ( $^\circ$ )	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360
$\mu A$	3	5	10	10	15	16	20	21	25	27	28	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

โดยการใช้สายอากาศแบบไดโพลเป็นสายอากาศส่งและชุดตัวตรวจจับวางห่าง 1.5 m มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับแสดงผล  $6 \mu A$  ที่ระดับกำลังของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุเต็มที่มีการเบี่ยงเบนเต็มที่ของมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับได้รับโดยการหมุนปุ่มระดับความถี่วิทยุของ TX จาก 1/3 รอบ ไปข้างหน้ามิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับได้เท่ากับ  $4.5 \mu A$

ในที่นี้ สมมติว่าการวางแกนของสายอากาศส่งและสายอากาศของชุดตัวตรวจจับตรงกัน ถ้าหากผลลัพธ์นี้ไม่ได้รับอาจต้องปรับแต่งทริมเมอร์ “Output A” และ “Antenna Match” ใหม่

เมื่อหมุนแผ่นโลหะฐานของสายอากาศอย่างช้าๆ กับมือ จากตำแหน่ง  $0^\circ$  ไปที่ค่า  $360^\circ$  ทีละ  $5^\circ$  การแสดงผลของชุดตัวตรวจจับได้ดังตารางที่ จ.1

## คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ

ตอบ คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ เป็นดังนี้

1. มีปุ่มสามารถปรับระดับกำลังด้านออก (Output) ได้
2. สะดวกต่อการแมตช์ตัวภาวที่แตกต่างกันได้
3. อินพุตทำการมอดูเลตแบบ AM ที่สามารถใช้ได้กับเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ความถี่ต่ำที่อยู่บนแผงวงจรหลักหรือกับแหล่งจ่ายภายนอก

4. สามารถใช้ได้กับสถานะที่ไม่แน่นอน แม้แต่ด้านออกที่ไม่แมตช์

2. จงอธิบายการทำงานของสายแบบร่อง (Slot Line)/สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ว่าทำงานอย่างไร

ตอบ ใช้เป็นส่วนประกอบของการแมตช์สำหรับสายอากาศและเพื่อทดลองหาลักษณะที่แน่นอนของการแพร่กระจายของสัญญาณในสายนำสัญญาณ

3. จงบอกคุณลักษณะของชุดประกอบตัวตรวจจับ

ตอบ คุณลักษณะของชุดประกอบตัวตรวจจับ เป็นดังนี้

1. เป็นเครื่องมือวัดแบบพาสซีฟที่สมบูรณ์
2. สามารถใช้กับมือสำหรับการหาแบบรูปการแผ่พลังงานแบบคร่าวๆ และรวดเร็ว หรือติดตั้งอยู่บนขาของฐานสำหรับการหมุนที่เที่ยงตรงและผลการวัดที่เสถียรภาพ
3. สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนบนขาของฐานเพื่อตรวจจับคลื่น

## โพลาริซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. สามารถปรับค่าได้โดยผู้หมน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เคลือบงานที่ 2

### การทดลองเรื่อง POLARIZATION

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของโพลาไรเซชันของสายอากาศได้
2. วัดหาโพลาไรเซชันของสายอากาศได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. กล่องหลัก                         | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ               | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศโคแอกเซียล             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกจากสายอากาศหนึ่งๆ อาจเป็นโพลาไรเซชันแนวตั้ง หรือแนวนอน ตามหลักการทํางาน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวตั้ง จะต้องการสายอากาศแนวตั้งเพื่อปล่อยมัน ในทางกลับกัน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวนอน คลื่นจะเป็นโพลาไรเซชันแนวนอน และต้องการสายอากาศแนวนอนปล่อยมัน บางกรณี อาจใช้โพลาไรเซชันแบบวงกลม ซึ่งเป็นการรวมกันของโพลาไรเซชันแนวตั้งและแนวนอน โดยปกติ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นโพลาไรเซชันแนวตั้ง แม้ว่าโพลาไรเซชันชนิดอื่นๆ อาจถูกใช้สำหรับจุดประสงค์เฉพาะบางอย่าง

#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 แต่ใช้สายอากาศแบบไดโพลพับติดตั้งบนเสากับแขนของมันที่วางในระนาบแนวนอน สายอากาศหนึ่งๆ จะมีโพลาไรเซชันตามทิศทางของระนาบ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามไฟฟ้า ดังนั้น ในนี้ โพลาริเซชันของคลื่นที่กำเนิดขึ้นโดยสายอากาศแบบไดโพลพับเป็นแนวนอน

2. ย้ายชุดตัวตรวจจذبจากฐานของมัน และใส่กลับเข้าไปอีกครั้งที่มุมเอียง  $90^\circ$  กับแกนของมัน สายอากาศแบบไดโพลพับที่ทำหน้าที่รับอยู่ในแนวตั้งในตอนนี้ และดังนั้น จะไม่ไวต่อคลื่นโพลาริเซชันแนวนอน การแสดงของชุดตัวตรวจจذبเป็นศูนย์

3. ในตอนนี้นำหมุนสายอากาศส่งไปรอบๆ เดียวของมัน เพื่อให้สายอากาศแผ่คลื่นที่ทิศทางอื่นมากกว่าไปข้างหน้าของเครื่องรับ

สังเกตว่า ในที่นี้ที่มุมโดยเฉพาะบางมุม มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจذبจะแสดงการชี้บอกของเข็มบางค่า สิ่งนี้เกิดขึ้นเมื่อการแผ่พลังงานจากสายอากาศส่ง (TX) ถูกสะท้อนสู่เครื่องรับโดยวัตถุรอบๆ ตัว

ในขบวนการของการสะท้อนของคลื่นกับพื้นผิวหนึ่งที่ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่าง คลื่นที่สะท้อนสูญเสียโพลาริเซชันดั้งเดิมไป

## สรุปผลการทดลอง

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกจากสายอากาศหนึ่งๆ อาจเป็นโพลาริเซชันแนวตั้ง หรือแนวนอน ตามหลักการทำงาน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวตั้ง จะต้องการสายอากาศแนวตั้งเพื่อปล่อยมัน ในทางกลับกัน ถ้าเวกเตอร์  $E$  เป็นแนวนอน คลื่นจะเป็นโพลาริเซชันแนวนอน และต้องการสายอากาศแนวนอนปล่อยมัน บางกรณี อาจใช้โพลาริเซชันแบบวงกลม ซึ่งเป็นการรวมกันของโพลาริเซชันแนวตั้งและแนวนอน โดยปกติ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นโพลาริเซชันแนวตั้ง แม้ว่าโพลาริเซชันชนิดอื่นๆ อาจถูกใช้สำหรับจุดประสงค์เฉพาะบางอย่าง

## คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายความหมายของโพลาริเซชัน

ตอบ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยจากสายอากาศหนึ่งๆ อาจเป็นโพลาริเซชันแนวตั้งหรือแนวนอน ตามหลักการทำงาน ถ้าเวกเตอร์สนามไฟฟ้าเป็นแนวตั้งจะต้องใช้สายอากาศแบบแนวตั้งปล่อยคลื่น

2. การรวมกันของโพลาริเซชันแบบแนวตั้งและแนวนอนจะได้โพลาริเซชันแบบใด

ตอบ แบบวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้าเวกเตอร์สนามไฟฟ้าเป็นแนวนอนคลื่นจะเป็นโพลาไรเซชันแบบแนวนอน ต้องใช้สายอากาศแบบใด

ตอบ แบบแนวนอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เฉลยใบงานที่ 3

### การทดลองเรื่องการปรับค่าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานของจุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
2. ใช้จุดปรับค่าและควบคุมของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. ก่อ่งหลัก                         | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ               | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |
| 7. เสาสายอากาศโคแอกเซียล             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

1. ระดับความถี่วิทยุ (RF LEVEL) : โปเทนชิออมิเตอร์ (Potentiometer) ใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกำลังที่ป้อนสู่ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นตัวออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังนั้น การควบคุมแอมพลิจูด (และกำลัง) ของสัญญาณความถี่วิทยุที่เป็นผลลัพธ์ระดับนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้จากประมาณ 20% ถึง 100%

2. ความถี่ด้านออก (OUTPUT FREQ.) : ออสซิลเลเตอร์แบบทรานซิสเตอร์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุทำงานบนการป้อนกลับระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์ (Base-Emitter) และความถี่ของการทำงานค้นหาได้โดยสายไมโครสตริป (Microstrip Line) พร้อมด้วยตัวทริมเมอร์ความจุไฟฟ้า (Capacitive Trimmer) ตัวหนึ่ง เพื่อใช้ปรับความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance Frequency) ของมัน (และนี่คือความถี่ออสซิลเลตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. OUTPUT Z : สิ่งนี้เป็นทริเมอร์อีกตัวที่วางอยู่ที่ด้านนอกของออสซิลเลเตอร์ หน้าที่ของทริเมอร์ตัวนี้ คือ ใช้ปรับอิมพีแดนซ์ด้านนอกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่ตัวภาระ ภายในบางขอบเขต

4. ตัวแมตช์สายอากาศ (Antenna Match) : ทริเมอร์ตัวนี้เป็นส่วนที่ไม่ได้อยู่ในเครื่องกำเนิดสัญญาณ เนื่องจากมันวางอยู่ที่ด้านนอกของคัปเปิลเลอร์แบบมีทิศทาง แต่อย่างไรก็ตาม หน้าที่ของมันได้เข้าถึงในที่นี้เพื่อประโยชน์ของการมองที่สมบรูณ์ของการปรับค่าที่ยอมให้ได้

ทริเมอร์ตัวนี้สามารถปรับได้เพื่อชดเชยส่วนประกอบจินตภาพ (ความเหนี่ยวนำ) ของสายอากาศและสายป้อนของมัน

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 ชุดตัวตรวจจับติดตั้งในแนวตั้งบนแขนวางของมัน (สำหรับโพลาริเซชันแนวนอน) วางระยะห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่ง

2. วางเสาของสายอากาศบนมาตรชี้ทิศ ติดตั้งสายอากาศแบบไดโพลพับที่ส่วนบน

3. ปรับแต่งแกนหลักของสายอากาศส่งสู่ด้านหนึ่งของชุดตัวตรวจจับ หมุนปุ่มปรับค่า FS ADJUST ของมิเตอร์กำลัง FWD/REV ไปที่จุดต่ำสุด หลังจากนั้น โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON

4. ปรับปุ่มระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ตำแหน่ง MAX และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุสู่ระดับ 1/2 ของมาตราส่วนของค่าที่อ่านได้บนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ

5. ในตอนนี้ นักศึกษาพร้อมแล้วต่อการทดลองการทำงานของปุ่มปรับระดับ (LEVEL) และ F. ADJUST เครื่องกำเนิดสัญญาณพยายามสังเกตผลกระทบของปุ่มควบคุมนี้ในขณะที่สังเกตการแสดงของชุดตัวตรวจจับ หาไขควงปรับแต่งค่าจากกล่องอุปกรณ์ประกอบ ที่จัดเตรียมไว้ในชุดฝึกสาธิตนี้ ในขณะที่สังเกตการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ ย้ายสกรู F. ADJUST ในด้านหนึ่ง และด้านอื่นๆ สังเกตดังนี้

สิ่งเหล่านี้เป็นจุดสูงสุดจุดหนึ่งในการแสดงของเครื่องรับ ที่สอดคล้องต่อเงื่อนไขการเรโซแนนซ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่วงจรภายนอก (สาย เสา สายอากาศ)

สิ่งเหล่านี้เป็นข้อจำกัด 2 ประการ ในตำแหน่งของสกรูด้านนอก ที่เครื่องกำเนิดสัญญาณหยุดทันทีทันใด หรืออ่อนลง (การเริ่มต้นอย่างถูกต้องของการทำงานบนฮาร์โมนิก หรือฮาร์โมนิกย่อยของค่าที่ถูกต้อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ต้องขันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาอย่างเต็มที่ของสกรูปรับเปลี่ยน การป้องกันการหยุด (Stop-Block) ถูกจัดเตรียมภายใน แต่ในกรณีที่รุนแรงตัวป้องกันนี้อาจจะเกินค่า และสกรูปรับค่านี้จะตกลงภายในกล่องนี้

สิ่งนี้จะต้องการการเปิดฝาด้านหลัง เอาสกรูกลับคืนมา และสอดใส่มันเข้าไปใหม่จากด้านหน้าของชุดฝึกสาธิตนี้ ปลดสกรูปรับค่านี้ในตำแหน่งที่การแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับสูงสุด

6. ทดลองตัวควบคุม OUTPUT Z ดังนี้ : เฟรมองการแสดงค่าของชุดตัวตรวจจับ และหมุนแกนกลางของสกรูอย่างเต็มที่ในด้านหนึ่ง และไปอีกด้าน ที่ทำให้สัญญาณมีค่ายอดสูงสุดสังเกตดังต่อไปนี้

ทริเมอร์ตัวนี้มีผลต่อการเบี่ยงเบนของเข็มชี้มากกว่าอีกตัวที่ผ่านมา

นอกจากนี้ การถ่ายโอนกำลังสูงสุดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทริเมอร์ตัวนี้มีผลกระทบในลำดับที่สองของการเคลื่อนไปของความถี่ทำงานเพียงเล็กน้อย การปรับทริเมอร์ตัวแรกใหม่เป็นสิ่งที่ต้องการหลังจากทริเมอร์ตัวที่สองนี้สูงสุด

7. ทดลองการควบคุม Antenna Match โดยขบวนการเดียวกับตัวควบคุมอื่น การตั้งค่าที่ดีที่สุดที่คาดไว้สำหรับทริเมอร์ตัวนี้ เนื่องจากนักศึกษาใช้สายอากาศแบบไดโพลพับ มันหมุนไปข้างหน้าสู่ตำแหน่งทวนเข็มนาฬิกา การตั้งค่าที่แตกต่างกันจะปรากฏชัดว่าเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับสายอากาศอื่นๆ

## สรุปผลการทดลอง

ในที่นี้เป็นการแนะนำขบวนการปรับค่าเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1. ปุ่มปรับระดับกำลังความถี่วิทยุ (RF LEVEL) : โดยการวางสายอากาศ TX (ไดโพลพับ) ตรงกับชุดตัวตรวจจับ การตั้งค่า CW เต็มที่ของตัวโพเทนชิโอเมเตอร์ระดับความถี่วิทยุ ทำให้การเบี่ยงเบนของมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเต็มที่ โดยระยะห่างประมาณ 1.5 m ได้ค่าบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเท่ากับ  $32 \mu A$  และเมื่อปรับปุ่มระดับกำลัง (LEVEL) ไปที่ประมาณ 1/2 ของบานค่านมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ ค่าบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเปลี่ยนได้เท่ากับ  $16 \mu A$  สรุปปุ่มหมุน LEVEL ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุทำให้ระดับที่มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเปลี่ยนตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความถี่ด้านนอก (Output Frequency) : เมื่อปรับปุ่มทริเมอร์ F.ADJUST มีผลกระทบต่อค่าความเข้มพลังงานที่แผ่อก ทำให้ค่าที่มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเปลี่ยนตามเล็กน้อย ประมาณ  $30 \mu A$  ถึง  $20 \mu A$  ยกเว้นสำหรับกรณีในที่นี้ ออสซิลเลเตอร์สร้างขึ้นเพื่อทำงานบนความถี่ฮาร์โมนิกหรือกระทำอย่างเต็มที่สู่การหยุดทำงาน

3. ทริเมอร์ "Output Z" มีผลอย่างสังเกตได้ต่อความความเข้มพลังงานที่แผ่อก เนื่องจากหน้าที่ของมันเพื่อแมตซ์อิมพีแดนซ์ด้านออกของเครื่องกำเนิดสัญญาณกับอิมพีแดนซ์ของสายอากาศและสาย โดยเมื่อหมุนทวนเข็มสุดได้ค่าที่มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับเท่ากับ  $48 \mu A$  และเมื่อหมุนตามเข็มสุดได้เท่ากับ  $0 \mu A$

4. ตัวแมตซ์สายอากาศ (Antenna Match) : เมื่อปรับทริเมอร์ตัวนี้จนได้ค่าที่มิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับสูงสุดได้เท่ากับ  $35 \mu A$

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของทริเมอร์

ตอบ ใช้ปรับอิมพีแดนซ์ด้านออกของเครื่องกำเนิดสู่ตัวภาชนะภายในบางขอบเขต

2. หน้าที่ของโพเทนชิโอมิเตอร์ คืออะไร

ตอบ ใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกำลังที่ป้อนสู่ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเป็นตัวออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องกำเนิดสัญญาณ

3. จงอธิบายการเกิดความถี่ด้านออก

ตอบ ออสซิลเลเตอร์แบบทรานซิสเตอร์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุทำงานบนการป้อนกลับระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์และความถี่ของการทำงานค้นหาได้โดยสายไมโครสตริปพร้อมด้วยตัวทริเมอร์ ความจุไฟฟ้าตัวหนึ่งเพื่อให้ปรับความถี่เรโซแนนซ์

## เฉลยใบงานที่ 4

### การทดลองเรื่อง THE LECHER LINE และ THE MATCHING STUB

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานและใช้งานสายแบบร่อง (Slot Line) และสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) ได้
2. ทำการแมตช์สายอากาศโดยใช้สายท่อนสั้นได้

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. กล้องหลัก                                | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly)        | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                                  | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ                      | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพลพับ                      | 1 ตัว     |
| 6. สายแบบร่อง (Slot line)                   | 1 อัน     |
| 7. สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์ (Matching Stub) | 1 อัน     |
| 8. แผ่นฐานวงกลม                             | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

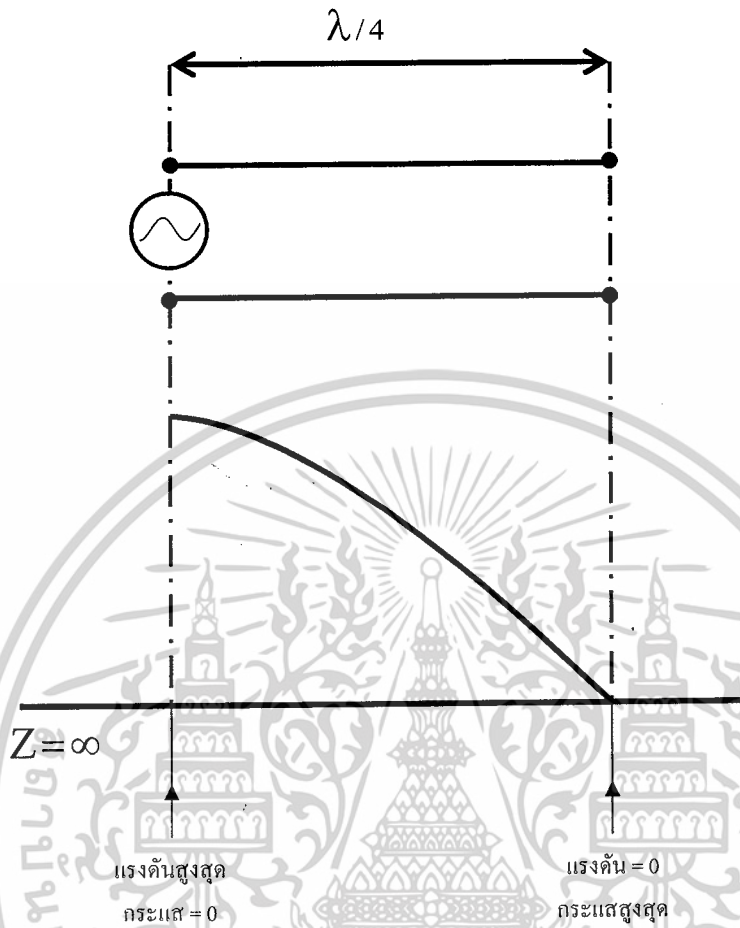
การแมตช์ (Matching)

ให้พิจารณาสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นสัญญาณที่สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิดสัญญาณ ดังรูปที่ จ.3 ที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ และกระแสสูงสุด ในขณะที่ปลายอีกด้าน (ด้านเครื่องกำเนิดสัญญาณ) จะมีสถานะตรงกันข้าม คือแรงดันไฟฟ้าสูงสุด และกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ ด้วยเหตุนี้ไม่มีกระแสสวาดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้พิจารณาตอนนี้ในสายกรณีอื่นๆ ที่มีความยาวครึ่งความยาวคลื่น ลัดวงจรที่ปลายของมัน ที่ตรงกันข้ามกับที่ตำแหน่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สาย จะเป็นจุดที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ กระแสสูงสุด อิมพีแดนซ์ของสายเมื่อมองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นลัดวงจร (อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์) ในกรณีระหว่างกึ่งกลางทั้งหมดของสายที่มีความยาวระหว่าง  $1/4$  และ  $1/2$  ของความยาวคลื่น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมองเห็นอิมพีแดนซ์ระหว่างศูนย์และอนันต์ พิจารณาต่อไปโดยเหตุผลเดียวกัน พบว่าสำหรับสายที่ลัดวงจร ที่มีความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ อิมพีแดนซ์จะมีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์อีกครั้งเนื่องจากสายนี้ไม่มีการสูญเสีย อิมพีแดนซ์ต้องเป็นค่าจินตภาพ (Reactive) บริสุทธิ์ และถ้าพิจารณาแบบรูปของกระแสพร้อมกันกับแรงดันไฟฟ้า พบต่อมาว่าในช่วงระหว่าง  $1/2$  ถึง  $1/4$  ของความยาวคลื่น อิมพีแดนซ์มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์ เป็นค่าความจุไฟฟ้า (Capacitive) ในขณะที่ในความยาว  $1/4$  ของความยาวคลื่นถึงศูนย์ ค่าอิมพีแดนซ์มีค่าจากอนันต์ถึงศูนย์ เป็นค่าความเหนี่ยวนำ (Inductive)

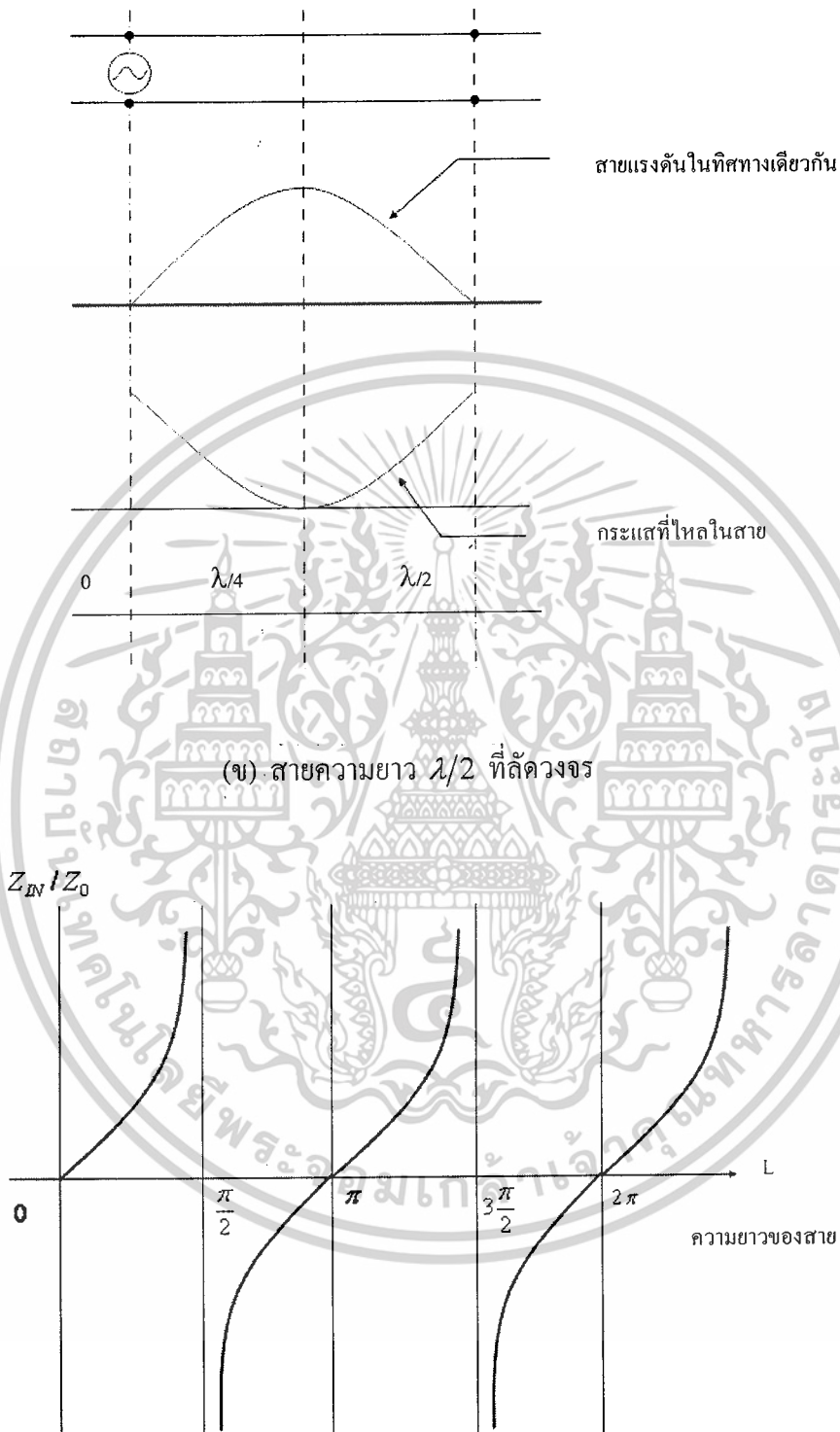
จากสิ่งเหล่านี้ทั้งหมดนำไปสู่ความคิดของหนทางที่เกี่ยวข้องมากต่อการแมตซ์อิมพีแดนซ์ที่มองจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยการวางในแบบขนานกับตัวภาระที่ไม่แมตซ์ที่เป็นส่วนของสายที่ลัดวงจรของความยาวที่เหมาะสม (รูปที่ จ.4) อุปกรณ์เหล่านี้โดยทั่วไปเรียกว่าสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์ (Matching Stubs)



(ก) สายความยาว  $\lambda/4$  ที่ลัดวงจร

รูปที่ ก.3 ขนาดของสายนำสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

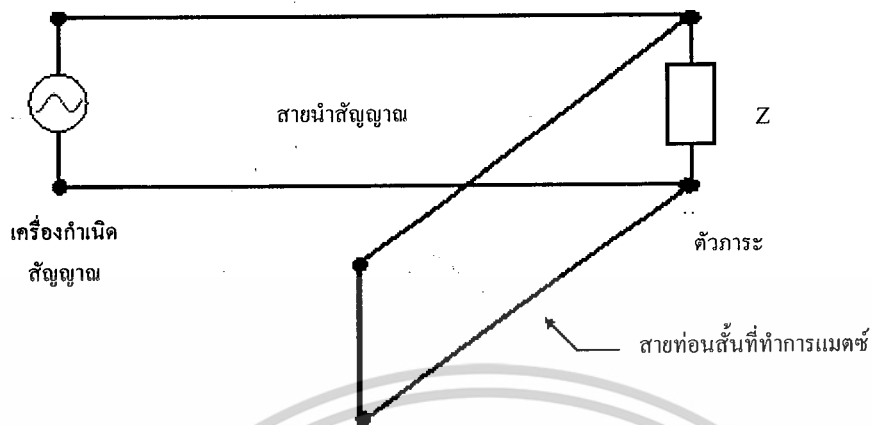


(ข) สายความยาว  $\lambda/2$  ที่ลัดวงจร

(ค) อิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายที่ลัดวงจรที่ความยาวสายต่างๆ

**รูปที่ ค.3 (ต่อ) ขนาดของสายนำสัญญาณ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 การแมตช์ตัวภาระกับสายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์

สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์แบบสามารถปรับความยาวได้นี้ สามารถปรับแต่งเพื่อให้มีค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าจินตภาพเท่ากันในแต่ละส่วน และเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของตัวภาระที่ไม่แมตช์ เพื่อยกเลิกส่วนประกอบจินตภาพของตัวภาระนี้ และทำให้ปรากฏต่อสายเป็นค่าความต้านทาน (Resistive) บริสุทธิ์

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 1 : ชูคตัวตรวจจับวางไว้ในแขนรองของมัน โดยวางห่าง 1.5 m. จากสายอากาศส่ง เสาสายอากาศวางอยู่บนมาตรจีทีศ
  2. หา BNC “T” จากกล่องอุปกรณ์ประกอบ และวางมันบนยอดของเสา ประกอบสายอากาศแบบไดโพลพับบนยอดของเสา และสวมสายโคแอกเชียลเคเบิล หัว BNC-BNC เข้าทางเข้าออก (Port) ที่สามของ BNC “T” ดังรูปที่ จ.5
  3. สวมปลายอีกด้านของสายโคแอกเชียลเคเบิลเข้าไปในชอกเก็ตด้านเข้าของสาย
  4. โต้จเคเบิลเพื่อให้มันห่างออกจากเสา และจากทิศทางที่ตรงกันข้ามสู่ทิศทางของเครื่องรับ สิ่งนี้เพื่อการกวนต่ำสุดต่อคลื่นที่เดินทางจากเครื่องส่งสู่เครื่องรับ
  5. โยคสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน สังเกตการแสดงค่าของชูคตัวตรวจจับมีค่าตกลงเท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของใบงานที่ 3 สิ่งนี้เป็นเพราะ BNC “T” เคเบิล และสายท่อนสั้นที่ลัดวงจร เป็นสิ่งที่ปรากฏห่างจากอุปกรณ์ที่ไม่มีการสูญเสีย และเป็นเพราะการตั้งค่าเริ่มต้นแบบสุ่มของตัวเลื่อนของสายท่อนสั้นนี้ด้วย
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปรับระดับของชุดตัวตรวจจับไปที่ค่าสูงสุด (MAX) และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุไปที่ระดับ 1/2 ของค่าที่แสดงในชุดตัวตรวจจับ

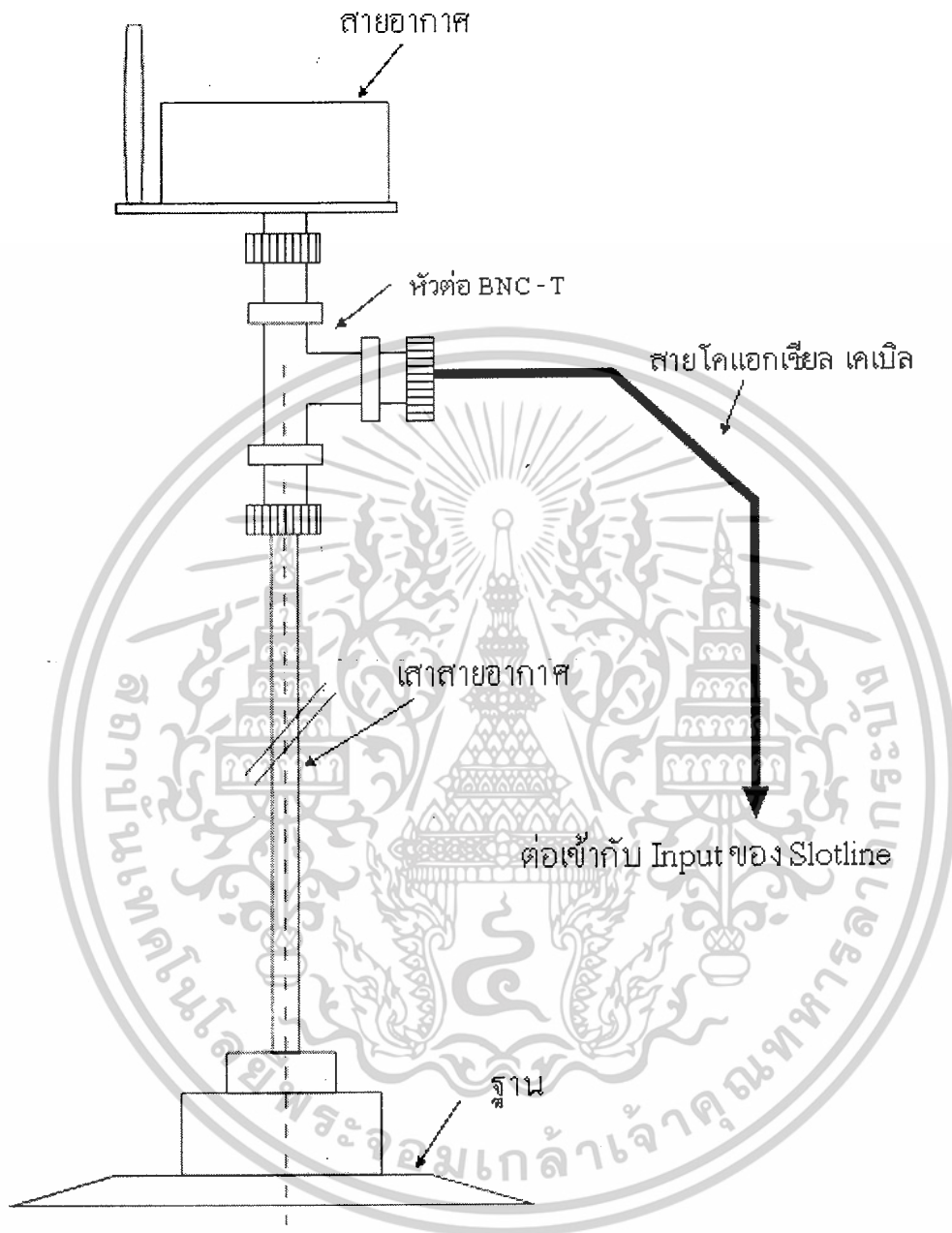
7. โยคตัวเลือก FWD/REV ของคัปเปิลเตอร์แบบมีทิศทางไปที่ REV และปรับ โปเทนชิโอมิเตอร์ FS ไปที่ระดับ 3/4 ของมาตราส่วนการแสดงผล

8. ย้ายตัวเลื่อนของสายที่เป็นร่องอย่างช้าๆ จากปลายด้านหนึ่งไปสู่อีกด้าน สังเกตการแสดงผลค่าของมิเตอร์ของคัปเปิลเตอร์แบบมีทิศทางเคลื่อนไหวยกจากค่าที่แสดงสูงสุดสู่ต่ำสุด สิ่งนี้เหมือนกันนี้กระทำต่อมิเตอร์ของเครื่องมือวัดของชุดตัวตรวจจับ

9. บันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุด และบันทึกการเบี่ยงเบนของมิเตอร์ที่สอดคล้องกันด้วย

สังเกตว่าแอมพลิจูดของจุดสูงสุดที่ใกล้ด้านเข้าของสายกว้างกว่าที่ใกล้ปลายที่ไกล สิ่งนี้เป็นเพราะการสูญเสีย (และการแผ่พลังงาน) ในสายนี้

10. กระทำซ้ำโดยโยคตัวเลือก FWD/REV ไปที่ FWD ทำการบันทึกตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดใหม่ สังเกตว่าค่าสูงสุดและต่ำสุดในตอนนี้ต่ำกว่าในกรณีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน แบบรูปที่ตรงกันสำหรับกรณี FWD และ REV : สำหรับตำแหน่งที่เลื่อนใกล้ปลายด้านเข้า ค่าสูงสุดในกรณี FWD สอดคล้องอย่างดีมากต่อจุดต่ำสุดในกรณี REV สิ่งนี้เป็นจุดของการแมตช์ที่ดีที่สุดสำหรับสายอากาศที่ศึกษา ผลลัพธ์ที่ปรากฏอย่างชัดเจนโดยใช้สายอากาศชนิดอื่นๆ มากกว่าสายอากาศแบบไดโพลพับ เนื่องจากสายอากาศนี้ใช้ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทดลองการทดลองที่เหมือนกันกับสายอากาศแบบไดโพลพื้นฐาน เป็นตัวอย่าง



รูปที่ ๓.5 วิธีการต่อสายท่อนสั้นที่ทำการแมตซ์เข้ากับเสาสายอากาศ

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อใช้สายอากาศส่งเป็นสายอากาศแบบไดโพลพับและโยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV (REVERSE) ได้ผลการเบี่ยงเบนของเครื่องมือวัดมิเตอร์กำลังสอดคล้องกับที่มิเตอร์ของเครื่องมือวัดของชุดตัวตรวจจับและอัตราส่วน MAX : MIN ที่มิเตอร์ของเครื่องมือวัดของตัวตรวจจับได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 3.6 : 1 และเมื่อโยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ FWD (FORWARD) ได้อัตราส่วน MAX : MIN เท่ากับ 2.75 : 1 ค่า MAX และ MIN แสดงค่าตาราง จ.2

ตารางที่ ค.2 ค่าที่ได้จากการวัดหาอัตราส่วน MAX : MIN

ระยะห่างจากสายท่อนสั้น (cm)	0	22.5
REW	5 $\mu A$ (MIN)	18 $\mu A$ (MAX)
FWD	4 $\mu A$ (MIN)	11 $\mu A$ (MAX)

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของสายนำสัญญาณที่ลัดวงจรที่มีความยาว 1/4 ของความยาวคลื่นที่สร้างขึ้น โดยเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ตอบ ที่ปลายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าจะเป็นศูนย์และกระแสสูงสุดในขณะที่อีกด้าน เครื่องกำเนิดสัญญาณจะมีสถานะตรงกันข้าม คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดและกระแสเป็นศูนย์ สายที่ปรากฏต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมีค่าอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์

2. จุดแยกของเครื่องกำเนิดสัญญาณสู่สายแรงดันมีค่าเท่าใด

ตอบ มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์

3. จงอธิบายการทำงานของสายท่อนสั้นที่ทำกรเมตซ์

ตอบ สามารถปรับแต่งเพื่อให้มีค่าอิมพีแดนซ์เป็นค่าจินตภาพเท่ากันในแต่ละส่วนและเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของตัวภาวะที่ไม่เมตซ์เพื่อยกเลิกส่วนประกอบจินตภาพของตัวภาวะและทำให้ปรากฏต่อสายเป็นค่าความต้านทานบริสุทธิ์

## เฉลยใบงานที่ 5

### การทดลองเรื่องการวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR)

#### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. วัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งของระบบสายอากาศหนึ่งได้
2. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองเทียบกับทฤษฎีได้

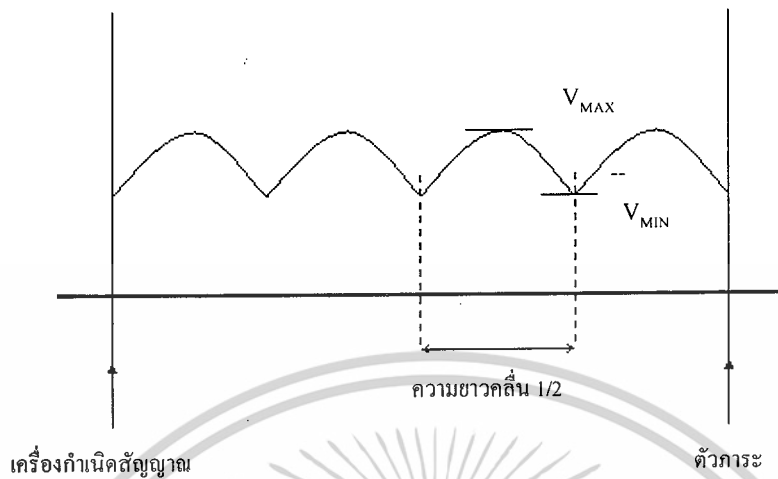
#### เครื่องมือและอุปกรณ์

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. ก่องหลัก                          | 1 เครื่อง |
| 2. ชุดตัวตรวจจับ (Detector Assembly) | 1 เครื่อง |
| 3. แผ่นฐาน                           | 1 อัน     |
| 4. แขนวางชุดตัวตรวจจับ               | 1 อัน     |
| 5. สายอากาศแบบไดโพล หรือแบบไดโพลพับ  | 1 ตัว     |
| 6. แผ่นฐานวงกลม                      | 1 อัน     |

#### ทฤษฎีเบื้องต้น

อัตราส่วนคลื่นนิ่งเป็นค่าจำกัดความที่อัตราส่วนระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้า (และกระแส) สูงสุดและต่ำสุดไปตามสาย

SWR เป็นดัชนีของการไม่แมตซ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวกระและสายที่ป้อนพลังงาน ค่า SWR เท่ากับ 1 ในกรณีที่แมตซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ต่อการเข้าถึงค่านี้ในทางปฏิบัติ และนำไปสู่ค่าที่สูงมากๆ (อนันต์) สำหรับกรณีที่ลัดวงจรหรือเปิดวงจร ในทางปฏิบัติ ค่า SWR ในช่วง 1.4 ถึง 2



รูปที่ ค.6 แบบรูปอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR) ในสายเส้นหนึ่งที่ต่อกับตัวภาระที่ไม่แมตช์

เป็นค่าพิจารณาเงื่อนไขการแมตช์ที่ดีในระบบสายอากาศ ในขณะที่ค่าขนาดใหญ่ที่มากกว่าสามารถรับได้โดยชุดฝึกสาธิตนี้ สิ่งนี้เป็นเพราะไม่เหมือนระบบกำลังขนาดใหญ่ ที่มีความมุ่งหมายของการออกแบบ คือ การถ่ายโอนกำลังงานสูงสุด ส่วนในระบบของชุดฝึกสาธิตนี้ที่มุ่งหมายสำหรับการเรียนการสอน มีความมุ่งหมาย คือ สามารถทำงานได้กับมือ และการสร้างอย่างง่าย

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามใบงานที่ 4 ดังรูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งโดยสรุป ในที่นี้ ใช้สายท่อนสั้นที่ทำการแมตช์เพื่อแมตช์สายอากาศส่ง ดังนั้น ค่า SWR ที่วัดได้จะอ้างถึงสายอากาศนี้โดยการติดตั้งสายท่อนสั้นที่เฉพาะ

หลักการการวัดบางส่วนที่ยึดถืออย่างชัดเจนเมื่อสายท่อนสั้นไม่ได้ใช้

2. ปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน โยกสวิตช์กำลังสู่ตำแหน่ง ON และปรับปุ่มระดับ (LEVEL) ของความถี่วิทยุ เพื่อการแสดงที่เหมาะสมบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ

3. โยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV

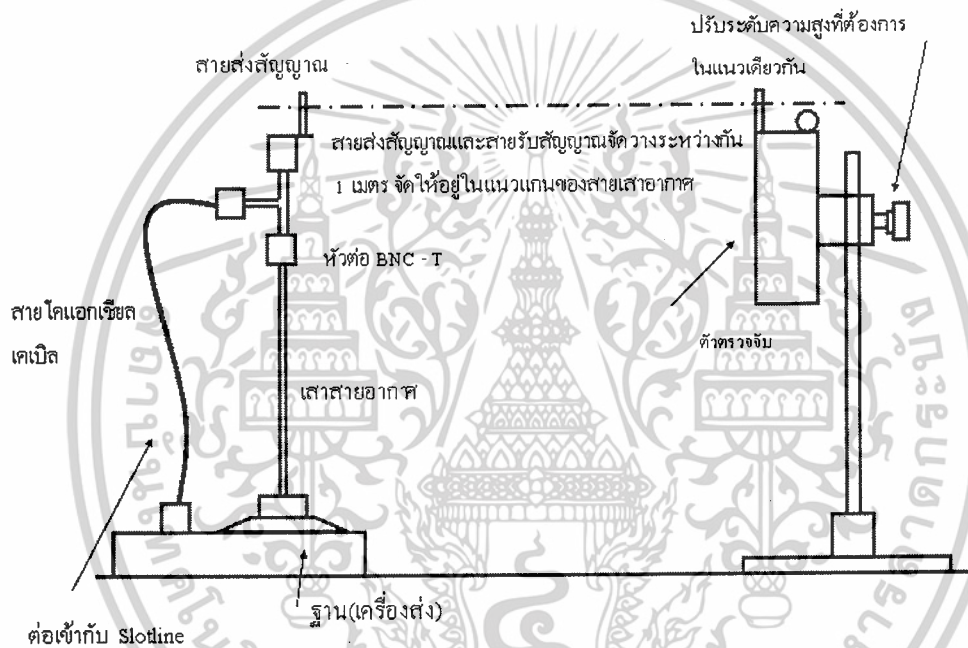
4. ย้ายแคร์ตัวเลื่อนของสายแบบร่องสู่ตำแหน่งที่การแสดงค่าจุดยอดของชุดตัวตรวจจับ เลือกเลือกจุดต่ำสุดอันแรกที่เริ่มต้นจากด้านเข้าของสายนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โยกไปที่ FWD ปรับตัวลดทอน FS ADJ เพื่อการอ่านค่าเต็มมาตราส่วนบนมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่อง

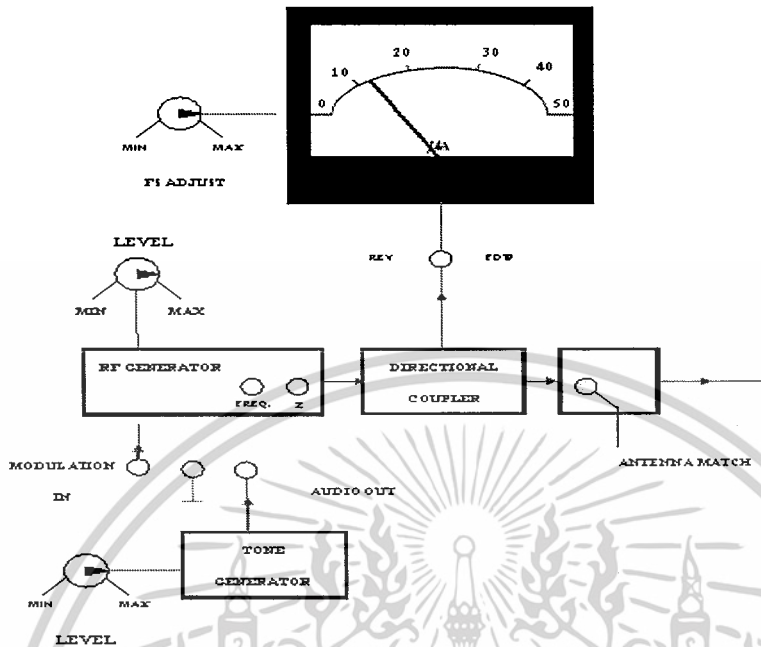
6. โยกไปที่ REV อ่านค่าที่แสดงใหม่ ซึ่งคาดหมายว่าต่ำมาก หลังจากนั้น คำนวณค่า SWR โดยสูตร

$$SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV}$$



รูปที่ ค.7 การติดตั้งสำหรับใบงานที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.8 การใช้คัปเปิลอร์แบบมีทิศทางสำหรับการวัดค่า SWR

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อใช้สายอากาศส่งเป็นสายอากาศแบบไดโพลพับ เมื่อโยกสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ  $18 \mu A$  และเมื่อโยกไปที่ FWD ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ  $11 \mu A$  จึงได้ค่า  $SWR = \frac{18+11}{18-11} = 4.14$  ซึ่งค่าตัวเลข SWR อาจได้ในช่วงค่า 3 – 5 เป็นผลการทดลองที่เฉพาะ  
 หนึ่งๆ สำหรับการทดลองนี้

### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายความหมายของอัตราส่วนคลื่นนิ่งของระบบสายอากาศ

ตอบ เป็นดัชนีของการไม่แมตซ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวภาาระและสายที่ป้อนพลังงาน SWR มีค่าเท่ากับ 1 ในกรณีที่แมตซ์อย่างสมบูรณ์

2. จงเขียนสูตรที่ใช้หาค่า SWR

ตอบ 
$$SWR = \frac{FWD + REV}{FWD - REV}$$

3. จงอธิบายหลักการวัดหาอัตราส่วนคลื่นนิ่ง SWR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบ 1. ปรับแต่งสายอากาศส่งและสายอากาศรับให้ตรงกัน โยทสวิตช์กำลังผู้ตำแหน่ง ON และปรับปุ่มระดับ (Level) ของความถี่วิทยุเพื่อการแสดงที่เหมาะสมบนมิเตอร์ของชุดตัวตรวจจับ

2. โยทสวิตช์ FWD/REV ไปที่ REV

3. ย้ายแคร์ตัวเลื่อนของสายแบบร่องสู่ตำแหน่งที่การแสดงค่าจูดยอดของชุดตัวตรวจจับ เลือกจุดต่ำสุดอันแรกที่เริ่มต้นจากค่านำเข้าของสายนี้

4. โยทไปที่ FWD ปรับตัวลดทอน FS ADJ เพื่อการอ่านค่าเต็มมาตราส่วนบนมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่อง

5. โยทไปที่ REV อ่านค่าที่แสดงใหม่ และคำนวณหาค่า SWR จากสูตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้งาน

## เทคนิคช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

### เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

การใช้งานเทคนิคช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องชุดฝึกสายอากาศ จะมีการใช้งานตามขั้นตอนต่างๆ เป็นลำดับ โดยในแต่ละขั้นตอนต่างๆ มีวิธีการใช้งานดังนี้

#### 1) เริ่มต้นการใช้เทคนิค

เทคนิคช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศสามารถเปิดใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องเล่นทั่วไปได้ โดยวิธีการใช้เทคนิค มีขั้นตอนดังนี้

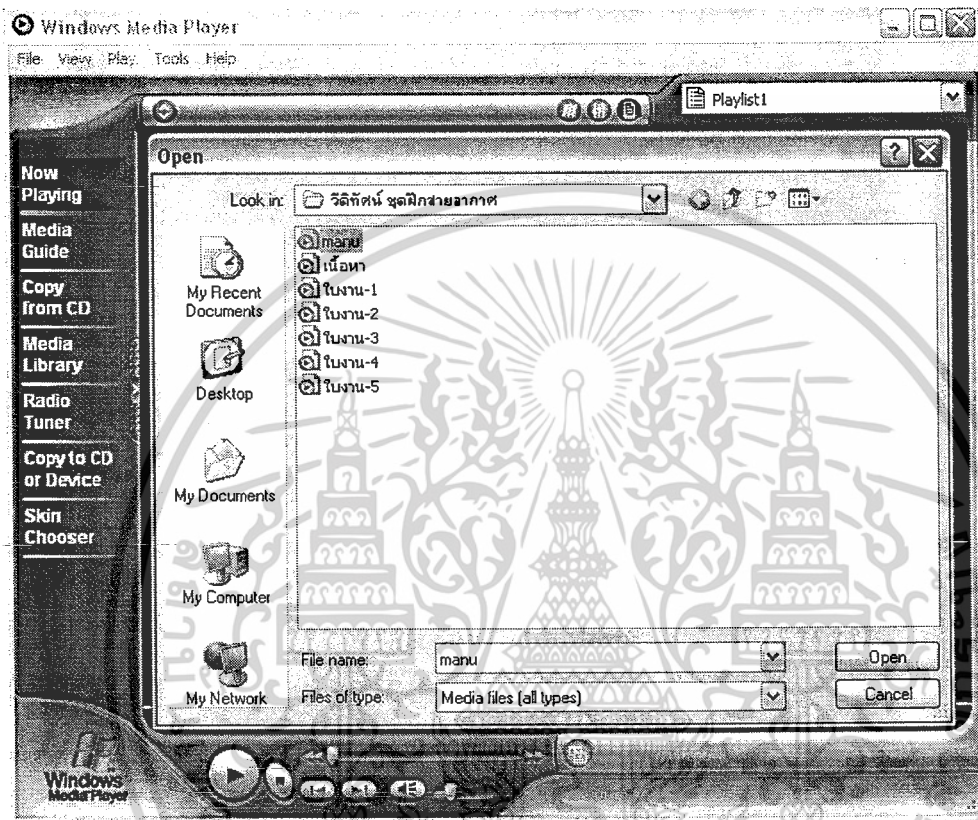
1.1) เริ่มต้นการใช้เทคนิคกับคอมพิวเตอร์ โดยการเข้าไปที่ Windows Media Player คลิกที่ File เลือก Open เลือกไฟล์งานจากที่เก็บแล้ว จึงดับเบิลคลิกแท็บที่ต้องการจากเมนู



รูปที่ ง.1 หน้าจอของ Windows Media Player

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

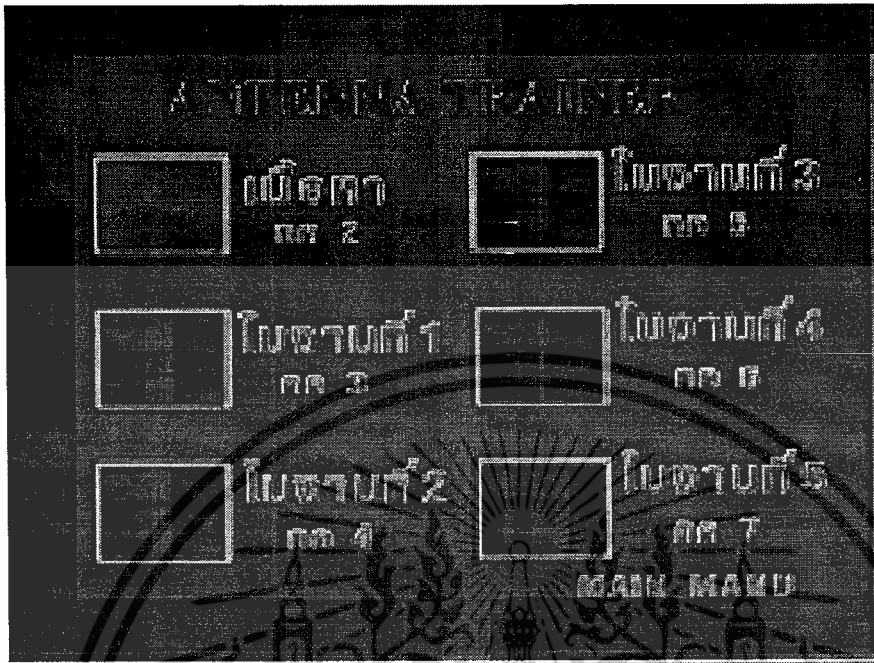
1.2) เลือกไฟล์ที่ต้องการศึกษา โดยจะเริ่มศึกษาตั้งแต่เนื้อหาหรือเลือกทำใบงานเลขก็ได้



รูปที่ ง.2 เลือกแทร็คที่ต้องการศึกษา

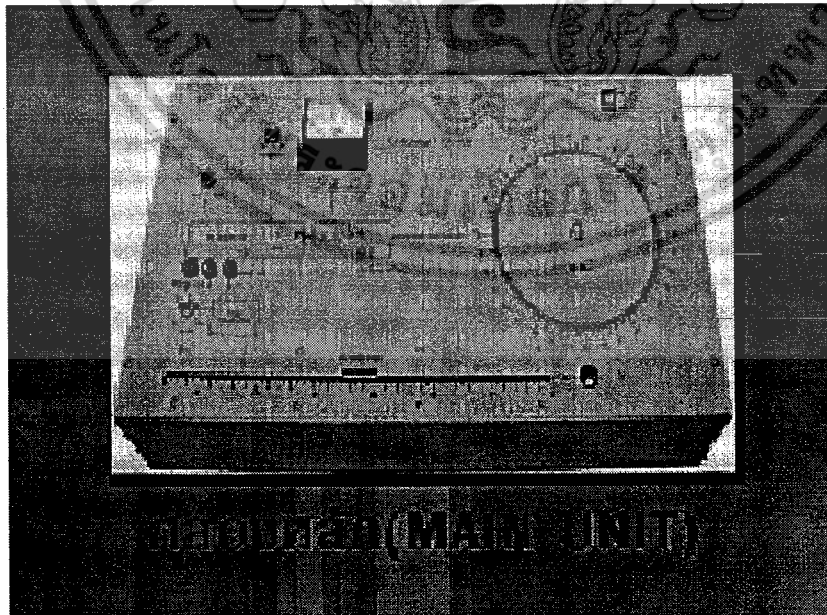
1.3) สำหรับเครื่องเล่นแผ่น VCD เมื่อเริ่มต้นการเปิดแล้วหน้าจอก็จะแสดงเมนูให้เลือกแทร็คที่ต้องการจะศึกษา โดยกคตามหมายเลขที่ระบุไว้ คือ ต้องการเรียนบทที่ 1 เนื้อหาจดหมายเลข 2 บทที่ 2 ใบงานที่ 1 กคหมายเลข 3 บทที่ 3 ใบงานที่ 2 กคหมายเลข 4 บทที่ 4 ใบงานที่ 4 ใบงานที่ 3 กคหมายเลข 5 บทที่ 5 ใบงานที่ 4 และบทที่ 6 ใบงานที่ 5 กคหมายเลข 7 เครื่องเล่นก็จะเริ่มเล่นแผ่นตามที่ต้องการ หรือถ้าไม่กคหมายเลขใดเลย ก็จะเล่นตั้งแต่เริ่มต้นแบบต่อเนื่องกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.3 หน้าจอเมนูเลือกแทร็คที่ต้องการศึกษาสำหรับใช้กับเครื่องเล่นแผ่น VCD

2) เมื่อเปิดแผ่นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในบทที่ 1 เนื้อหาจะเข้าสู่การเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ของชุดฝึกสายอากาศ ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) กล้องหลัก

2.2) อุปกรณ์ประกอบ

วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 2 เนื้อหา แผ่นVCD ก็จะเล่นไปจนกว่าจะสั่งหยุด



รูปที่ ๓.5 หน้าจอบทที่ 2 ใบงานที่ 1

3) ในบทที่ 2 จะเป็นใบงานที่ 1 ซึ่งเป็นการทดลองจากการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีในบทที่ 1 แล้ว ซึ่งใบงานนี้จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาให้เข้าใจเสียก่อน ภายในบทนี้จะกล่าวถึง

3.1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2) อุปกรณ์การทดลอง

3.3) ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 3 เนื้อหา แผ่นVCD ก็จะเล่นไปจนกว่าจะสั่งหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๖.6 หน้าจอบทที่ 3 ใบงานที่ 2

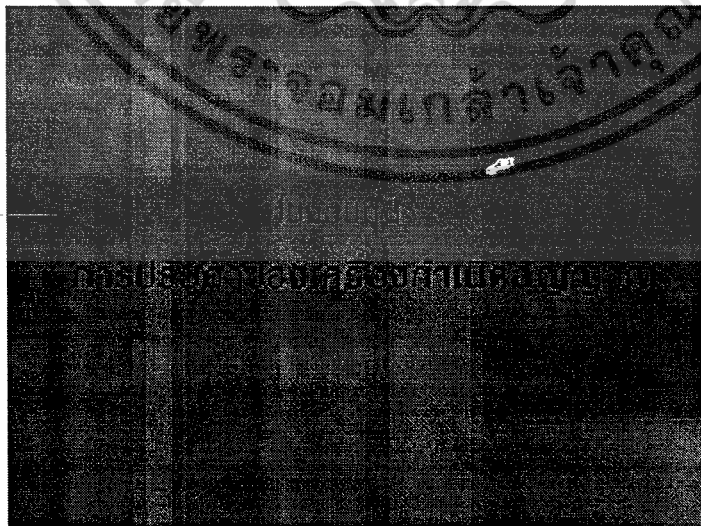
4) ในบทที่ 3 จะเป็นใบงานที่ 1 ซึ่งเป็นการทดลองจากการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีในบทที่ 1 แล้ว ซึ่งใบงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาให้เข้าใจเสียก่อน ภายในบทนี้จะกล่าวถึง

4.1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.2) อุปกรณ์การทดลอง

4.3) ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 4 เนื้อหา แผ่น VCD ก็จะเล่น ไปจนกว่าจะสั่งหยุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ ๖.7 หน้าจอบทที่ 4 ใบงานที่ 3 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ในบทที่ 4 จะเป็นใบงานที่ 3 ซึ่งเป็นการทดลองจากการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีในบทที่ 1 แล้ว ซึ่งใบงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาให้เข้าใจเสียก่อน ภายในบทนี้จะกล่าวถึง

5.1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.2) อุปกรณ์การทดลอง

5.3) ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 5 เนื้อหา แผ่นVCD ก็จะเล่นไปจนกว่าจะสั่งหยุด



รูปที่ ง.7 หน้าจบบทที่ 5 ใบงานที่ 4

6) ในบทที่ 5 จะเป็นใบงานที่ 4 ซึ่งเป็นการทดลองจากการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีในบทที่ 1 แล้ว ซึ่งใบงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาให้เข้าใจเสียก่อน ภายในบทนี้จะกล่าวถึง

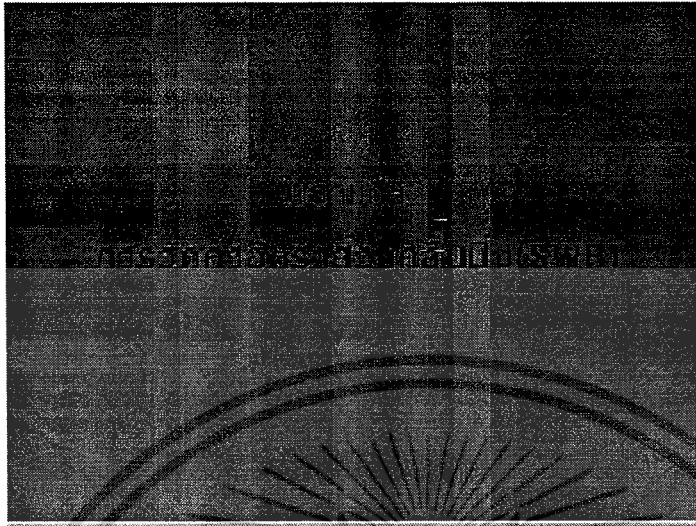
6.1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6.2) อุปกรณ์การทดลอง

6.3) ขั้นตอนการทดลอง

วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 6 เนื้อหา แผ่นVCD ก็จะเล่นไปจนกว่าจะสั่งหยุด

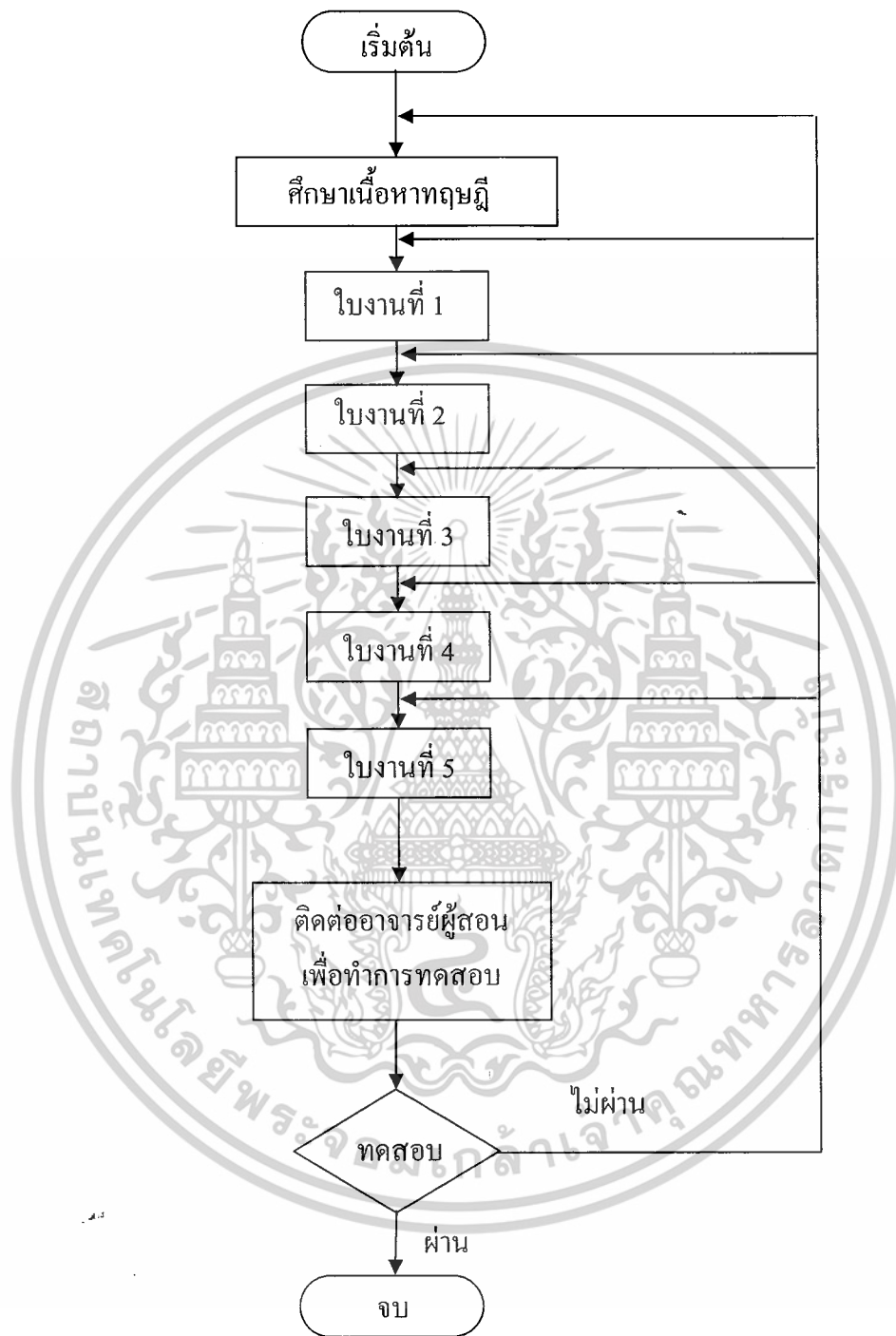
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๙.8 หน้าจอบทที่ 6 ใบงานที่ 5

- 7) ในบทที่ 6 จะเป็นใบงานที่ 4 ซึ่งเป็นการทดลองจากการเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีในบทที่ 1 แล้ว ซึ่งใบงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาให้เข้าใจเสียก่อน ภายในบทนี้จะกล่าวถึง
- 7.1) วัดอุประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 7.2) อุปกรณ์การทดลอง
  - 7.3) ขั้นตอนการทดลอง
- วิธีการใช้นั้นเราได้เลือกจากแทร็คที่ 6 เนื้อหา แผ่น VCD ก็จะเล่น ไปจนกว่าจะสั่งหยุด
- 8) หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาและได้ดูวิธีการสาริตจากวีดิทัศน์เป็นที่เข้าใจหรือจนกว่าจะเข้าใจจากนั้นจึงไปทำการทดสอบจากผู้สอนจึงจะถือว่าผ่านการเรียนรู้และทักษะการปฏิบัติ
- 9) แผ่นผังขั้นตอนการเรียนรู้จากวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๙.๑ แผนผังการขั้นตอนการเรียนรู้จากกรณีศึกษาช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

จากแผนผังถ้าทดสอบไม่ผ่านผู้ศึกษาสามารถย้อนกลับไปเรียนในบทใดก่อนหลังได้  
จนกว่าจะเข้าใจแล้วจึงทำการติดต่ออาจารย์ผู้สอนเพื่อทดสอบอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ  
แบบสอบถามการใช้ชีวิตที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามประสิทธิภาพการใช้สื่อการสอน**  
**วีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ**  
**Competency Based Skill Training of Antenna trainer**  
**ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สื่อการสอนด้วยวีดิทัศน์ในการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 03322210 โครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ผู้ทำวีดิทัศน์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการทำปฏิญาณพันธ์ประกอบกับโครงการฯ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบการเรียนการสอนต่อไป ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นางสาวพรฉัตร อินทร์คำ)

(นายศิริโรจน์ ชนนทวาริ)

ผู้จัดทำ

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพชรธรรม)

(อาจารย์อำพล ทองระอา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อาจารย์ที่ปรึกษาปฏิญาณพันธ์  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึก

### สายอากาศ (ด้านเนื้อหา)

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชีวิตที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

**คำชี้แจง** แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

**ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่สนับสนุนช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องด้านเนื้อหา

**ตอนที่ 2** แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

#### การประเมิน

**ตอนที่ 1** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน จะแสดงความหมายดังนี้

#### ความหมายของระดับคะแนน

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

**ตอนที่ 2** โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึก  
 สายอากาศ ตามความความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องด้าน  
 เนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหารายวิชาครบถ้วนสอดคล้องกับหลักสูตร					
2. การบอกวัตถุประสงค์ของเนื้อหา					
3. เนื้อหาที่สอนเป็นการเรียนรู้ทางทฤษฎี					
4. เนื้อหาที่สอนเป็นการฝึกทักษะ					
5. การเรียงลำดับของเนื้อหา					
6. การเน้นส่วนสำคัญของเนื้อหา					
7. การเรียนรู้จากการอ่านคำอธิบายบนจอภาพ					
8. การเรียนรู้จากการฟังคำบรรยายของวิดีโอ					
9. การเรียนรู้จากภาพเคลื่อนไหวของวิดีโอ					
10. การสรุปบทวนเนื้อหาในแต่ละบท					
คะแนนเฉลี่ยรวม					

**ตอนที่ 2** แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....  
 .....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือ

ผู้ทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึก

### สายอากาศ (ด้านการผลิตสื่อ)

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชีวิตที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ

**คำชี้แจง** แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

**ตอนที่ 1** แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ชุดฝึกสายอากาศ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องด้านเนื้อหา

**ตอนที่ 2** แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

#### การประเมิน

**ตอนที่ 1** กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน จะแสดงความหมายดังนี้

#### ความหมายของระดับคะแนน

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

**ตอนที่ 2** โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพชีวิตที่ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามความความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการใช้งาน					
1.1 เป็นการสื่อสารแบบสองทาง					
1.2 สร้างความเข้าใจในการศึกษาบทเรียน					
1.3 ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ					
1.4 รูปแบบและสีสันของตัวอักษร					
1.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
1.6 ความถูกต้องของอักขระคำบรรยาย					
1.7 การเน้นคำบรรยาย					
1.8 การใช้คำพูดในการบรรยาย					
1.9 การอธิบายโดยใช้ภาพเคลื่อนไหว					
1.10 การใช้สีสันกราฟิกบนจอภาพ					
1.11 การเสริมกำลังใจในการเรียน					
2. ด้านประสิทธิภาพอื่นๆ					
2.1 เหมาะสมกับการศึกษาด้วยตนเอง					
2.2 ไม่จำกัดสถานที่ที่จะทำการศึกษา					
2.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น					
2.4 ทำให้ผู้เรียน จำบทเรียน ได้นานขึ้น					
2.5 ประหยัดเวลาในการศึกษาบทเรียน					
2.6 เกิดความคิดสร้างสรรค์					
2.7 การใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องเล่น VCD					
2.8 ความเหมาะสมกับการพัฒนาสู่ระบบการเรียนการสอน					
คะแนนเฉลี่ยรวม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือ

ผู้ทำวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวพรฉัตร อินทร์คำ
วัน เดือน ปีเกิด	19 มีนาคม 2520
ภูมิลำเนา	67/15 หมู่ 11 ถนน เอกชัย แขวง บางขุนเทียน เขต จอมทอง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดนางนอง (พิพัฒน)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดราชโอรส
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายศิริโรจน์ ชนนทวาริ
วัน เดือน ปีเกิด	9 กันยายน 2526
ภูมิลำเนา	2/1 หมู่ 6 ซอยโยโยะ ถนนราษฎร์อุทิศ แขวง แสนแสบ เขต มีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศาลาคู้
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนบางกะปิ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
กติพจน์	กบนอกกะลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้