คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

สารนิพนธ์

ของ

นายชนินทร์ คูนาเอก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา
พฤษภาคม 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

374.013
ช154ค
ท.1

คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

บทคัดย่อ

ของ

นายชนินทร์ คูนาเอก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา
พฤษภาคม 2547

ท 25 ท.2

ชนินทร์ คูนาเอก. (2547). *คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี.* สารนิพนธ์ กศม.(การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : อาจารย์ ดร.มารศรี สุธานิธิ.

คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จัดทำขึ้นเพื่อให้วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีได้มีคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุที่เหมาะสม ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องรับวิทยุมีแนวทางในการสอนที่ชัดเจน ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตกำลังคนประเภทช่างเทคนิคให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น ผู้บริหารสถานศึกษานำไปใช้เป็นเอกสารในการนิเทศการเรียนการสอน

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการจัดทำคู่มือเป็นลำดับดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารและจัดทำโครงร่างของคู่มือ 2) ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา หลักการ ทฤษฎี โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีความรู้ทั้งด้านเนื้อหาวิชา และการสอน 3) นำโครงร่างคู่มือมาจัดทำเป็นคู่มือฉบับจริง และ 4) ตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้สอน "วิชาเครื่องรับวิทยุ"

ผลที่ได้รับจากการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้คือ คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายรายวิชา คำอธิบายรายวิชา การวิเคราะห์หลักสูตร การแบ่งหน่วยการเรียน การจัดทำแผนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียน จากสรุปผลการตรวจสอบความเป็นไปได้ ในการนำคู่มือไปใช้พบว่า คู่มือมีความเหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ในระดับความคิดเห็นเฉลี่ย 4.4

A TEACHING MANUAL FOR "RADIO RECEIVER" COURSE AT THE CERTIFICATE LEVEL IN KANCHANABURI TECHNICAL COLLEGE

AN ABSTRACT

BY

MR.CHANIN KOONA-AG

Presented in partial fullfilment of the requirements

for the Master of Education degree in Educational Administration

at Srinakharinwirot University

May 2004

Chanin Koona-ag. (2004). *A teaching manual for "radio receiver" course at the certificate level in Kanchanaburi Technical College.* Master 's Project , M.ed. (Educational Administration) Bangkok : Graduate School , Srinakharinwirot University , Advisor : Lect . Dr.Marasri Suthanithi.

A teaching manual for "radio receiver" course at the certificate level in Kanchanaburi Technical College is established for the college to have the appropriate teaching manual for "radio receiver" course at the certificate level and for the teachers who are responsible for this subject have the exact method of teaching as result for effective teaching and be able to produce the man power of technicians. The principal can uses this manual for supervision.

The procedures of developing this manual including 1) study the document and formulate the draft of manual; 2) check content validity and theories by group of academic experts; 3) develop the final draft; and 4) check feasibility of using by another group of experts.

Finding from this manual could be explained as follows : The teaching manual for "radio receiver" course at the certificate level in Kanchanaburi Technical college Including the course objective, course description, curriculum analysis, unit division, teaching plan and measurement and evaluation indicated that it was highly recognized and accepted to practice 4.4

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(อาจารย์ ดร.มารศรี สุธานิธิ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ กลิ่นกุหลาบ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.มารศรี สุธานิธิ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(อาจารย์ สุพีพรรณ พัฒนพาณิชย์)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.คมเพชร ฉัตรศุภกุล)

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตากรุณาและข้อเสนอแนะจาก อาจารย์ ดร.มารศรี สุธานิธิ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ สุภากิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ เกษรแพทย์ ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการพิจารณาโครงการสารนิพนธ์ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา อาจารย์ สุพีพรรณ พัฒนพาณิชย์ ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่าสารนิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการบริหารการศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้ศึกษา และผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการทองพูน กิ่งนาค ผู้อำนวยการประภาส คงสบาย นายเชษฐา คงพลปาน นางเกศินี งามยิ่ง ดร.ปรัชญานันท์ นิลสุข นายปรีชา ศรีระพงษ์ นายยุทธนา นพดารา นายอนุชิต อรรถานิธี นายชัยมงคล นามเชียงใต้ นายชาตรี จำปาศรี นายอนุรักษ์ ขันธวิธิ นายวิชัย หงษ์ศุภางค์พันธ์ นางสาวเยาวลักษณ์ บุญอู่ นายสุรพงษ์ ไชยเสนา นายธีรพงษ์ เอี่ยมยัง ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำคู่มือตรวจสอบเนื้อหาสาระ ตลอดจนประเมินความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสมพล ศักดิ์ทวีกุลกิจ อาจารย์เดชา วิไลเกษม ตลอดจนเพื่อนนิสิตร่วมรุ่นทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาจนทำให้คู่มือเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อดีตครูอาจารย์ ผู้ได้อุปถัมภ์ผู้ศึกษาด้วยความเมตตาตลอดมา ตลอดจนครอบครัวที่ให้กำลังใจให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน จนทำให้สำเร็จการศึกษาด้วยดี

ชนินทร์ คูนาเอก

สารบัญ

บทที่ หน้า

1. บทนำ.....1

ภูมิหลัง.....1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....3

ความสำคัญของการศึกษา.....3

ขอบเขตของการศึกษา.....3

นิยามศัพท์เฉพาะ.....4

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....6

การอาชีวศึกษา.....7

ความหมายของการอาชีวศึกษา.....7

หลักการอาชีวศึกษา.....7

จุดมุ่งหมายของการอาชีวศึกษา.....10

หลักสูตรอาชีวศึกษา.....11

วิธีการสอนอาชีวศึกษา.....13

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546).....18

วิชาเครื่องรับวิทยุ.....23

ความสำคัญของวิชาเครื่องรับวิทยุ.....23

ลักษณะรายวิชาเครื่องรับวิทยุ.....23

เนื้อหาวิชา.....24

วิธีสอน.....25

สื่อการสอน.....25

การวัดและประเมินผล.....26

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ.....27

จุดมุ่งหมายรายวิชา.....27

คำอธิบายรายวิชา.....29

การวิเคราะห์หลักสูตร.....30

การแบ่งหน่วยการเรียน.....30

แผนการสอน.....31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

2(ต่อ) .การวัดและประเมินผล.....34

คู่มือ.....36

ความหมายของคู่มือ.....36

องค์ประกอบของคู่มือ.....37

ประเภทของคู่มือ.....38

ลักษณะคู่มือที่ดี.....39

. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....41

งานวิจัยภายในประเทศ.....41

งานวิจัยในต่างประเทศ.....44

3. การดำเนินการศึกษา.....46

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....46

การจัดทำโครงร่างคู่มือ.....47

การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคู่มือ 50

4. คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี....62

บทนำ.....63

วัตถุประสงค์ของคู่มือ.....64

ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ.....65

คำแนะนำการใช้คู่มือ.....65

จุดมุ่งหมายรายวิชา.....66

คำอธิบายรายวิชา.....66

การแบ่งหน่วยการเรียน.....67

การวิเคราะห์หลักสูตร.....68

แผนการสอน.....69

หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่การกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ใน

การรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,

Single Side Band 70

หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วย

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง 84

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4(ต่อ) หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ.....97

หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band.....113

หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM 128

หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM 147

หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stere Multiplex.....161

บรรณานุกรม.....194

ภาคผนวก.....200

ภาคผนวก ก. 201

ภาคผนวก ข. 204

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....212

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 1 คำชี้แจงเกี่ยวกับคู่มือ..... 53

2 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุย่านความถี่ที่ใช้
ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band.....54

3 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ
ด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องจุดประสงค์การเรียนการสอน.....55

4 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ.....56

5 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,
Single Side Band.....57

6 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM.....58

7 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM.....59

8 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ
FM Stereo Multiplex.....60

9 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 การวัดและประเมินผลการเรียน.....61

10 การแบ่งหน่วยการเรียน.....67

11 การวิเคราะห์หลักสูตร.....68

12 ตารางกำหนดน้ำหนักและเกณฑ์ผ่าน.....179

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1. การเคลื่อนไหวของผิวเมื่อโยนก้อนหินลงในน้ำ....71
2. คลื่นรูปไซน์ เวฟ (Sine Wave)....72
3. ตำแหน่งการจูน IF ในวงจร....90
4. วงจรและตำแหน่งการปรับออสซิลเลเตอร์....92
5. ตำแหน่งจริงของขดลวดออสซิลเลเตอร์และทริมเมอร์....93
6. วงจรและตำแหน่งการปรับวงจรจูนเนอร์....94
7. ตำแหน่งทริมเมอร์และคอยล์อากาศ....94
8. บล็อกไดอะแกรมของภาคขยายเสียง....98
9. วงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลัง....99
10. วงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลังใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบแคสเคด....100
11. วงจรขยายกำลังแบบทรานซิสเตอร์ตัวเดียว....102
12. แสดงวงจรขยายกำลังแบบพุช – พูล....103
13. หลักการผสมคลื่นแบบ AM....114
14. แรงดันสูงสุดและต่ำสุดบนคลื่น AM....115
15. การผสมคลื่นแบบ FM....116
16. อัตราการเบี่ยงเบนในคลื่น FM....117
17. บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุอย่างง่าย....119
18. บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุ FM อย่างง่าย....120
19. เครื่องส่ง SSB แบบซิงเกิลคอนเวอร์ชั่น....121
20. เครื่องส่ง SSB แบบซิงเกิลคอนเวอร์ชั่นแสดงปุ่มควบคุมต่างๆ....123
21. แผนผังเครื่องรับ SSB แบบดับเบิลคอนเวอร์ชั่น....124
22. แผนผังเครื่องรับ SSB แบบอัพคอนเวอร์ชั่น....124
23. บล็อกไดอะแกรมเครื่องรับวิทยุอย่างง่าย....130
24. เครื่องรับวิทยุหูฟังจูนเลือกสถานีได้....131
25. วงจรเรโซแนนซ์ LC....132
26. วงจรเรโซแนนซ์แบบปรับความถี่ได้....134
27. การนำสัญญาณความถี่ออกจากวงจรเรโซแนนซ์....134
28. วงจรจูนเลือกคลื่นวิทยุ....135
29. บล็อกไดอะแกรมเครื่องรับวิทยุ TRF....136

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

30. หลักการเปลี่ยนความถี่ตามวิธีซูเปอร์เฮเทอโรดายน์.....137
31. บล็อกไดอะแกรมภาคเปลี่ยนความถี่.....139
32. บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับเอฟเอ็ม.....148
33. อินพุตของฟร้อนท์เอ็นด์.....150
34. ฟร้อนท์เอ็นด์ 3 ทรานซิสเตอร์.....150
35. วงจรที่ใช้ CF.....151
36. เซรามิกฟิลเตอร์.....152
37. แนวคิดของลิมิตเตอร์.....152
38. ฟอสเตอร์ซีเลย์ดิสคริมิเนเตอร์.....153
39. สัญญาณ FM.....154
40. ทรานส์ฟอร์เมอร์ที่ใช้กับวงจรเรโชดีเทคเตอร์.....154
41. เรโชดีเทคเตอร์.....155
42. แวคเตอร์ของเรโชดีเทคเตอร์.....156
43. เรโชดีเทคเตอร์แบบต่าง ๆ.....158
44. บล็อกไดอะแกรมวิธีการแมตริกซ์.....164
45. วงจรแยกความถี่สำหรับแมตริกซ์.....165
46. แสดงวงจรทวีคูณความถี่จาก 19 KHz.....166
47. แสดงวิธีการสอดแทรกซับ-แคร์เรียร์เข้าไปในสัญญาณ L – R.....166
48. แสดงวิธีการของแมตริกซ์.....167
49. วงจรทวิน-ที ฟิลเตอร์.....168
50. บล็อคไดอะแกรมของวิธีการสวิตชิ่ง.....169
51. รูปลักษณ์ของสัญญาณสเตอริโอมัลติเพล็กซ์.....170
52. ตัวอย่างการแยก 19 กิโลเฮิร์ทซ์และสัญญาณคอมโพซิทออกจากกัน.....170
53. แสดงการทำงานเฉพาะส่วนของวงจรสร้าง 38 กิโลเฮิร์ทซ์.....171
54. แสดงวงจรตัวอย่างของไพล็อตซิกแนล มัลติพลาย.....171
55. แสดงวงจรเบื้องต้นของวิธีการสวิตชิ่ง.....172

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

56. แสดงวงจรสวิตชิ่งที่ใช้งานอย่างได้ผล.....172
57. แถบความถี่สัญญาณ SCA.....173
58. วงจรถอดรหัส SCA ด้วย IC เบอร์ CA 3069 E.....174
59. วงจรถอดรหัส SCA ด้วย IC เบอร์ LM365.....175

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง ในการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคมได้ เนื่องจากการศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ตั้งแต่การวางรากฐานพัฒนาการของชีวิต การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถด้านต่าง ๆ ที่จะดำรงชีพและประกอบอาชีพได้อย่างมีความสุข รวมทั้งพลังสร้างสรรค์การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนได้ (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 2) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่ง ในการสร้างบุคคลให้มีลักษณะที่พึงประสงค์ดังกล่าว การศึกษาของไทยในปัจจุบันนี้ เป็นยุคของความเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากบริบทของสังคม ซึ่งก้าวไปข้างหน้าด้วยโลกของเทคโนโลยีและการแข่งขัน คุณภาพชีวิตของคนในสังคมจึงต้องพัฒนาเพื่อเตรียมคนให้มุ่งมั่น รู้ทันโลก อันเป็นความจำเป็นที่ต้องพิจารณาจากบริบทของสังคมไทยและสังคมโลกในอนาคต เพื่อให้การจัดการศึกษาของไทย สอดคล้องและพัฒนาคนได้ทันต่อเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การศึกษาจำเป็นต้องเตรียมเด็กและเยาวชนให้พร้อมต่อการเข้าเป็นสมาชิกที่ดีในสังคมของอนาคตที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและหลายทิศทาง หลายรูปแบบ เป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เป็นพื้นฐานสำคัญ ต่อการสร้างเสริมพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณภาพสูง (โกวิท ประวาลพฤกษ์. 2542 : 14)

การศึกษาจึงเป็นกระบวนการสำคัญยิ่ง ในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ การจัดการศึกษาที่เป็นไปในแนวทางและรูปแบบที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพความต้องการของสังคมและเศรษฐกิจของประเทศจะสามารถสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าให้กับประเทศชาติได้ดีการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กำหนดให้การจัดการอาชีวศึกษาต้องให้เป็นไปตามความต้องการของท้องถิ่นและสังคมเพื่อพัฒนาการศึกษาวิชาชีพให้ทันต่อเหตุการณ์ในสังคมโลก

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานหนึ่งจากหลายหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการผลิตบุคลากรทางช่างฝีมือโดยจะเน้นคุณภาพการผลิตกำลังคนในระดับช่างกึ่งฝีมือ ช่างฝีมือและช่างเทคนิค เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้แบ่งการบริหารสถานศึกษาออกเป็น 4 ฝ่ายคือ ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายส่งเสริมการศึกษา ฝ่ายวางแผนและพัฒนา ฝ่ายกิจกรรมนักเรียนนักศึกษา การเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในการดูแลของฝ่ายวิชาการและมีความสำคัญเนื่องจากเป็นงานที่ต้องดูแลและปรับปรุงคุณภาพ

การเรียนการสอนให้ดีที่สุด ตั้งแต่การกำหนดนโยบาย การวางแผนการปรับปรุง พัฒนาการเรียนการสอน ตลอดจนการประเมินผลการเรียน เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายหลักของสถานศึกษา การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาต้องมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรการเรียนการสอนเพื่อรองรับ และตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียนให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน

การที่สถานศึกษาจะผลิตกำลังคนให้เป็นไปตามเป้าหมายหลัก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น และประสิทธิภาพของผู้เรียนจะได้รับการยอมรับจากตลาดแรงงานหรือไม่ย่อมจะเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอนที่สถานศึกษาจัดให้กับผู้เรียนเป็นสำคัญ (ไพบูลย์ พันธนิติ. 2541 :1)

วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีเป็นสถานศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่เปิดทำการสอนประเภทช่างอุตสาหกรรมและศิลปกรรมโดยเปิดทำการสอนทั้งหมด 8 สาขาคือ สาขาช่างกลโรงงาน สาขาช่างเทคนิคการผลิต สาขาช่างยนต์ สาขาช่างเชื่อมและโลหะแผ่น สาขาช่างก่อสร้าง สาขาช่างไฟฟ้า สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และ สาขาเครื่องประดับและอัญมณี การจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ในส่วนของโครงสร้างหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาจะยึดของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหลักเพื่อให้มีรูปแบบเดียวกันทั้งประเทศ ในปีการศึกษา 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 เป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา หน่วยกิตและเวลาเรียน โดยที่การเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 จะแยกวิชาทฤษฎี และวิชาปฏิบัติออกจากกันเป็นคนละวิชา

วิชาเครื่องรับวิทยุเป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นวิชาพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในหลายๆวิชา เช่นวิชาวิทยุสื่อสาร วิชาเครื่องรับโทรทัศน์เป็นต้นวิชาเครื่องรับวิทยุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 จะแยกออกเป็น 2 วิชา คือ วิชาทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ และวิชาปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ ซึ่งจะเป็นการง่ายในการจัดการเรียนการสอน แต่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) จะรวมวิชาทฤษฎี และวิชาปฏิบัติเข้าด้วยกัน โดยไม่มีการระบุว่าจะเรียนทฤษฎีกี่ชั่วโมงและปฏิบัติกี่ชั่วโมง จากการที่ผู้ศึกษาได้พูดคุยและสอบถามกับครู-อาจารย์ที่เริ่มสอนวิชานี้เป็นครั้งแรก ทำให้ได้รับรู้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะครูที่บรรจุใหม่ หรือครูจ้างสอน นอกจากเป็นการสอนวิชานี้เป็นครั้งแรกแล้วยังต้องรับภาระการสอนหลายวิชา ทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอในการเตรียมพร้อมสำหรับการสอนซึ่งจะต้องเตรียมทั้งเนื้อหาในการเรียนทฤษฎีและการจัดอุปกรณ์ในการเรียนภาคปฏิบัติ ซึ่งผลเสียที่เกิดขึ้นคือ การสอนของครูจะย่อหย่อนด้านคุณภาพและประสิทธิภาพการเรียนการสอน อันจะส่งผลถึงตัวนักเรียน-นักศึกษาโดยตรงทำให้คุณภาพของ

นักเรียน-นักศึกษาที่จะออกไปสู่ตลาดแรงงานด้อยประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดการอาชีวศึกษาดังนั้นหากได้มีการจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุก็จะทำให้มีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของนักศึกษา

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้ศึกษาในฐานะที่เป็นครูฝ่ายปฏิบัติการสอน โดยทำการสอนในแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จึงมีความสนใจที่จะจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนใกล้เคียงกันมากที่สุดอันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและเพื่อเป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการจัดทำคู่มือการสอนวิชาอื่นๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ในขณะเดียวกันผู้บริหารสถานศึกษาก็สามารถที่จะใช้เป็นเอกสารในการนิเทศการเรียนการสอนได้อีกทางหนึ่งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

ความสำคัญของการศึกษา

การจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้มีประโยชน์ต่อครู-อาจารย์และการเรียนการสอนในวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีดังนี้

1. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีได้คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุที่เหมาะสม ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546)
2. ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องรับวิทยุมีแนวทางในการสอนที่ชัดเจน ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตกำลังคนประเภทช่างเทคนิคให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้นได้
3. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีมีแนวทางในการจัดทำคู่มือการสอนในวิชาอื่นๆ
4. ผู้บริหารสถานศึกษาใช้เป็นเอกสารในการนิเทศการเรียนการสอนได้

ขอบเขตในการศึกษา

การจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ฉบับนี้ผู้จัดทำได้กำหนดเนื้อหาในการจัดทำคู่มือตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ในรายวิชาเครื่องรับวิทยุ ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายรายวิชา คำอธิบายรายวิชา การวิเคราะห์หลักสูตร การแบ่งหน่วยการเรียน การจัดทำแผนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เข้าใจความหมายของคำหรือข้อความเฉพาะที่ใช้ในการศึกษา ผู้ศึกษาได้ให้ความหมายหรือคำอธิบายไว้ดังนี้

1. วิทยาลัยเทคนิคกาญานบุรีหมายถึง สถาบันการศึกษาในสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่เปิดทำการสอนสาขาช่างอุตสาหกรรม ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2. การศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หมายถึง ระดับการศึกษาที่วิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเปิดทำการสอน โดยรับนักเรียนที่จบจากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า

3. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) หมายถึง การนำหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2538 มาปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างหลักสูตรเริ่มใช้ในการเรียนการสอนในปีการศึกษา พ.ศ. 2545 และปรับปรุงเพิ่มเติม ปี พ.ศ. 2546

4. วิชาเครื่องรับวิทยุ หมายถึง รายวิชาบังคับที่บรรจุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Mutiplex ,Single Side Band หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

5. คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หมายถึง เอกสารประกอบการสอนสำหรับครู-อาจารย์ที่ใช้ในการประกอบการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 บทนำ

1. วัตถุประสงค์ของคู่มือ
2. ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ
3. คำแนะนำการใช้คู่มือหรือคำอธิบาย

ส่วนที่ 2 เนื้อหาของคู่มือ ประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายรายวิชา
2. คำอธิบายรายวิชา
3. การวิเคราะห์หลักสูตร
4. การแบ่งหน่วยการเรียน
5. การจัดทำแผนการสอน

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียน

5.1 จุดมุ่งหมายรายวิชา หมายถึง การกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนมีหรือบรรลุตามที่ผู้สอนกำหนดไว้

5.2 คำอธิบายรายวิชา หมายถึง ข้อความที่บอกถึงเนื้อหาที่จะใช้ในการเรียนการสอนในวิชานั้นๆผู้สอนต้องจำแนกส่วนต่างๆของคำอธิบายรายวิชาที่สอนให้ชัดเจนเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการสอน

5.3 การวิเคราะห์หลักสูตร หมายถึง การศึกษารายละเอียดของหลักสูตรอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนการสอน

5.4 การแบ่งหน่วยการเรียน หมายถึง การจัดแบ่งหัวข้อที่ได้จากการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา แล้วนำมาเรียงลำดับก่อนหลังเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

5.5 การจัดทำแผนการสอน หมายถึง การจัดทำเอกสารที่ใช้ในการเรียนการสอนที่เป็นลายลักษณ์อักษร ซึ่งได้เตรียมการมาอย่างเป็นระบบ โดยการกำหนดเนื้อหาสาระ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการวัดผลประเมินผล สื่อการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็นหน่วยๆ ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนตามรายวิชานั้น

5.6 การวัดผลและประเมินผลการเรียน หมายถึง การใช้เทคนิคหรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปสู่การตัดสิน วินิจฉัยหรือลงความเห็นใดๆ จากข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นหรือกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าเอกสาร ตำราแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคู่มือครูสำหรับการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยได้นำเสนอหัวข้อที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. การอาชีวศึกษา
    1.1 ความหมายของการอาชีวศึกษา
    1.2 หลักการอาชีวศึกษา
    1.3 จุดมุ่งหมายของการอาชีวศึกษา
    1.4 หลักสูตรอาชีวศึกษา
    1.5 วิธีการสอนอาชีวศึกษา
2. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546)
3. วิชาเครื่องรับวิทยุ
    3.1 ความสำคัญของวิชาเครื่องรับวิทยุ
    3.2 ลักษณะรายวิชาเครื่องรับวิทยุ
    3.3 เนื้อหาวิชา
    3.4 วิธีสอน
    3.5 สื่อการสอน
    3.6 การวัดและประเมินผล
4. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือการสอนการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ
5. คู่มือ
    5.1 ความหมายของคู่มือ
    5.2 องค์ประกอบของคู่มือ
    5.3 ประเภทของคู่มือ
    5.4 ลักษณะคู่มือที่ดี
    5.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือการสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    6.1 งานวิจัยภายในประเทศ
    6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การอาชีวศึกษา

1.1 ความหมายของการอาชีวศึกษา

การศึกษาเป็นระบบหนึ่งของสังคม การอาชีวศึกษาเป็นระบบย่อยของการศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อชีวิตโดยมุ่งให้ผู้ได้รับการศึกษาหรือฝึกอบรมในด้านนี้มีสมรรถภาพในการทำงาน มีความสามารถในการประกอบอาชีพ รวมทั้งความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิต นักวิชาการได้ให้ความหมายของการอาชีวศึกษาไว้ดังนี้

บรรจง ชูสกุลชาติ (2531 : 35) กล่าวว่า อาชีวศึกษา คือการศึกษาที่มุ่งฝึกทักษะเป็นการเฉพาะ การศึกษาที่มุ่งฝึกลักษณะนิสัยในการทำงานและอาชีพโดยตรงและมีเป้าหมายให้ผลงานของนักเรียนมีคุณภาพและได้มาตรฐานของตลาดแรงงาน

เมธี ปิลันธนานนท์ (2533 : 48) กล่าวว่า อาชีวศึกษา คือ การศึกษาเพื่อเตรียมบุคลากรสำหรับอาชีพหนึ่ง หรือกลุ่มอาชีพช่างและงานต่าง ๆ

ประไพ สิทธิวงศ์ (2535 : 25) กล่าวว่า อาชีวศึกษา คือ การศึกษาด้านวิชาชีพ ทั้งในและนอกระบบ เพื่อเตรียมบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการประกอบอาชีพ เพื่อความเจริญก้าวหน้าโดยเน้นฝึกภาคปฏิบัติ

วีรพันธ์ สิทธิพงศ์ (2540 : 4) กล่าวว่า อาชีวศึกษาคือ การศึกษาเพื่อเตรียมบุคลากรด้านฝึกฝีมือระดับคุณวุฒิที่ต่ำกว่า สำหรับอาชีพหนึ่งหรือกลุ่มอาชีพช่างและงานต่างๆ

จากคำกล่าวของนักวิชาการได้ให้ความหมายของการอาชีวศึกษาไว้ พอสรุปได้ว่า การอาชีวศึกษาคือการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะฝีมือเพื่อการสร้างอาชีพ

1.2 หลักการอาชีวศึกษา

การอาชีวศึกษาได้รับการกล่าวถึงเมื่อมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ การส่งเสริมแรงงานที่ต้องการในระบบเศรษฐกิจเรียกร้องให้อาชีวศึกษาต้องเข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนาแรงงาน ให้มีความรู้ ความสามารถ ตามที่ระบบเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมต้องการ

วีรพันธ์ สิทธิพงศ์ (2540 : 16) อธิบายหลักการอาชีวศึกษาไว้ดังนี้ หลักการสำคัญของการจัดอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาที่พึงยึดถือไม่ว่าจะจัดโดยวิธีใดก็ตาม คือ การศึกษาแขนงนี้จะต้องมีการประสานสัมพันธ์กับภาคเศรษฐกิจ โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรม หรือที่นิยมกล่าวโดยทั่วไปว่า สถานประกอบการ ความสัมพันธ์นี้อาจมีมากน้อยตามแต่ระบบการศึกษาและสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละประเทศ

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2541 : 36) อธิบายหลักการอาชีวศึกษาไว้ 9 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 อาชีวศึกษาเน้นการกระทำที่ทำให้เกิดทักษะสอดคล้องกับธรรมชาติ โดยไม่คำนึงถึงทักษะที่จะได้ประกอบอาชีพเพื่อการมีชีวิตในสังคมในระดับนี้จะไม่มุ่งเฉพาะอาชีพใดอาชีพหนึ่ง ทักษะที่ฝึกจะเป็นแบบรวม ๆ

ระดับ 2 อาชีวศึกษาเป็นการกระทำที่ให้เกิดทักษะและมีพัฒนาการด้านความรู้และเจตคติที่ดีต่อการทำงานจะเป็นงานหนึ่งหรือหลายๆงานก็ได้การเรียนจะเป็นการวิเคราะห์ภาระกิจของงานแต่ละประเภท ในระดับนี้จะเริ่มเสนอรูปแบบของงานให้ปรากฏ ซึ่งในระดับนี้ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกอาชีพของตนเองได้เมื่อเรียนจบมัธยมศึกษาตอนต้นการจัดการศึกษาต้องให้ผู้เรียนได้เลือกอาชีพของตนอย่างฉลาดและสร้างเจตคติที่ดีในงานของตน ในระดับนี้นักเรียนจะได้พบกับกลุ่มอาชีพต่างๆ ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกอาชีพของตน

ระดับ 3 อาชีวศึกษาเป็นการกระทำที่ให้เกิดทักษะความรู้และเจตคติที่จำเป็นกับการทำงานให้ประสบผลสำเร็จในงานหนึ่ง อาชีพหนึ่ง หรือมากกว่าในระดับนี้จะคล้ายกับระดับที่ 2 คือเน้นลักษณะงานที่ปรากฏเป็นทางเลือกแต่จะเพิ่มเติมทักษะต่าวๆที่จำเป็นในการฝึกทักษะความรู้และเจตคติเข้าไปมากขึ้น การผสมผสานกันของหลักสูตรในโรงเรียนต้องให้สอดคล้องกับที่จะจัดประสบการณ์ทางด้านวิชาชีพให้กับผู้เรียนด้วย

ระดับ 4 อาชีวศึกษาให้เน้นการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะ ความรู้ และเจตคติที่จำเป็นในการทำงานในสาขาอาชีพหนึ่งและมุ่งมนุษยสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในเวลางานและนอกเวลางานจัดให้มีการส่งเสริมความเป็นผู้นำในระดับนี้ อาชีวศึกษาเป็นการศึกษาเพื่อชีวิตและเพื่อการยังชีพด้วย โดยึดประโยชน์และความสำคัญของการใช้เวลาว่าง ความพอใจในชีวิตครอบครัว การได้ร่วมกับกิจกรรมในสังคมเป็นระดับทีผู้เรียนต้องแสดงออกถึงการใช้ชีวิตในสังคมซึ่งเป็นการยากที่จะใช้ความรู้เพียงด้านเดียว

ระดับ 5 อาชีวศึกษาเน้นการฝึกทักษะพัฒนาความรู้และเจตคติให้ถึงความสามารถที่ต้องการในการทำงานและการสร้างครอบครัว ร่วมคิดกิจกรรมของสังคม การศึกษาในระดับนี้ต่อเนื่องจากความคิดในระดับที่ 4 ถึงการใช้ชีวิตและการทำงานเพื่อยังชีพในสภาพสังคมปัจจุบันและในอนาคต ความแตกต่างของระดับ 5 จากระดับ 4นั้นอยู่ที่การเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาให้กว้างขวางขึ้นในหลายรูปแบบเพื่อให้ผูเรียนได้รู้มากเห็นมากมีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น

ระดับ 6 อาชีวศึกษาเน้นการศึกษาด้านความสามารถในบุคคลเพื่อให้ทันกับสถานการณ์ปัจจุบันและสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อาชีวศึกษาในระดับนี้เป็นการศึกษาเพื่ออาชีพและการทำงานในสภาพสังคมปัจจุบันและอนาคต ในระดับนี้การพัฒนาจะเริ่มลดทักษะด้านฝีมือแต่จะเพิ่มกระบวนการตัดสินใจ การจัดประสบการณ์ การเรียนจะนำเอาปัญหาในสังคมปัจจุบันด้านเศรษฐกิจเข้ามาในการจัดกิจกรรมต่างๆด้วย

ระดับ 7 อาชีวศึกษาเน้นความสัมพันธ์ทางด้านชีวิตกับสังคมและเทคโนโลยี การศึกษาเริ่มเล็งเห็นความสัมคัญของสังคมที่หลากหลายและสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการทำงาน กระบวนการตัดสินใจต้องมีการส่งเสริมเพิ่มขึ้นเพื่อให้ตระหนักถึงอิทธิพลต่างๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ

ระดับ 8 อาชีวศึกษาจะเน้นสัมพันธภาพของบุคคลที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในระดับนี้จะแสดงผลของการตัดสินใจที่มีต่องานและอาชีพ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

จะมุ่งพัฒนาการเป็นผู้นำที่สามารถจะส่งเสริมบรรยากาศการทำงานและการเรียนรู้ ส่งเสริมรูปแบบของการดำเนินชีวิตในสายตาของชาวโลก

ระดับ 9 อาชีวศึกษาจะเน้นสัมพันธภาพของบุคคลกับสิ่งแวดล้อมทั่วไปและทางด้านการเมืองด้วย ในระดับนี้จะส่งเสริมผู้นำในการกำหนดนโยบายให้กับชุมชน โดยพัฒนาจริยธรรมในการทำงานและพัฒนานโยบายของชุมชนส่งเสริมการศึกษาและอื่นๆ โดยในระดับนี้จะเน้นการกำหนดแนวทางในอนาคตของสังคม โดยยึดฐานจากอิทธิพลของเทคโนโลยีและการกำหนดนโยบาย และนโยบายต้องสอดคล้องกับรูปแบบของวิถีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่โลกต้องการและยอมรับในการพยายามที่จะพัฒนาและดำเนินการจัดอาชีวศึกษาจากระดับ 1 ขั้นเริ่มต้นไปถึงขั้นซับซ้อนซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดนโยบาย วางแผนและมนุษยสัมพันธ์ ในขั้นที่ 9 นั้นต้องใช้ทั้งเวลาและเงินในการลงทุนนอกจากนั้นยังต้องใช้มันสมองที่ชาญฉลาดในการดำเนินงานอีกด้วยการตัดสินใจที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมลดภาระงานที่ซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตามสิ่งเหล่านี้จะต้องเกิดขึ้นแน่นอนในอนาคตโดยไม่มีทางหลีกเลี่ยง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542 : 19) อธิบายหลักการอาชีวศึกษาไว้ดังนี้

1. การอาชีวศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทั้งหมดของชาติ นักอาชีวศึกษาควรจะยอมรับว่าอาชีวศึกษาไม่ใช่ตัวแทนของการศึกษาวิชาสามัญ แต่หากว่าเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการศึกษาทั้งมวล

2. เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของทุกฝ่าย ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนที่รับประโยชน์ในการจัดอาชีวศึกษาของชาติ

3. การอาชีวศึกษาควรจะจัดไว้ เพื่อเตรียมบุคคลสำหรับอาชีพส่วนหนึ่งและเพื่อช่วยเหลือบุคคลเหล่านั้นให้มีความก้าวหน้าในอาชีพที่สุจริตและมีประโยชน์ต่อสังคม

4. วิชาชีพนานาประการที่จัดขึ้น จะต้องสามารถสนองความต้องการของตลาดอาชีพได้

5. การจัดอาชีวศึกษาควรจะคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละท้องถิ่นหรือแต่ละภาค

6. การอาชีวศึกษาขั้นสูง ผู้ที่ควรได้รับการคัดเลือกเข้าเรียนต้องมีความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาสูง เป็นผู้ที่ได้ตัดสินใจเลือกอาชีพในอนาคตของตัวเองแล้ว

7. ควรจัดเรื่องการแนะแนวแก่ผู้เรียนอาชีวศึกษา

8. การอาชีวศึกษาควรอาศัยผลสรุปจากการค้นคว้าวิจัยเป็นรากฐานในการวางแผนอาชีวศึกษาของชาติ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การอาชีวศึกษาเป็นการเตรียมตัวบุคคลเข้าสู่อาชีพและตลาดแรงงาน การศึกษาแขนงนี้จะต้องมีการประสานสัมพันธ์กับภาคเศรษฐกิจโดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรม การฝึกอาชีพจะมีประสิทธิผลก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เหมือนจริงมากที่สุด

1.3 จุดมุ่งหมายของการอาชีวศึกษา

จุดมุ่งหมายโดยทั่วไปของการอาชีวศึกษา ก็เพื่อสนองความต้องการของผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการทำงาน และให้สามารถที่จะพัฒนาทักษะทางด้านวิชาชีพได้ เช่นผู้ประกอบการอาชีพช่างอุตสาหกรรม เมื่อผ่านการศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรมแล้วสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถของตนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

แผนพัฒนาอาชีวศึกษาระยะที่ 6 กำหนดวัตถุประสงค์ของการอาชีวศึกษาไว้ว่า เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนสาขาวิชาชีพต่างๆ ในระดับกลางและระดับสูงให้เหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ (เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และคณะ 2536 : 6)

วีรพันธ์ สิทธิพงษ์ (2540 : 13) อธิบายจุดมุ่งหมายของการอาชีวศึกษาอย่างกว้างๆ ไว้ดังนี้

1. เพื่อผลิตช่างอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพตามความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม
2. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความรู้ และความชำนาญในการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการผลิตสินค้า
3. เพื่อสนับสนุนให้เยาวชน และผู้ใหญ่ได้มีโอกาสเลือกเรียนวิชาชีพที่ตนมีความถนัดและความสนใจ
4. เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนช่างอุตสาหกรรม(ในบางสาขา)ของโรงงานอุตสาหกรรม
5. เพื่อแก้ปัญหาทางเศรษกิจและสังคมของประเทศ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542 : 18) อธิบายจุดมุ่งหมายของการอาชีวศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนตามความต้องการของประเทศ
2. เพื่อสนองความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต
3. เพื่อพัฒนาความสามารถ ความถนัด ความสนใจ ของบุคคลให้มีความพึงพอใจในงานนั้นๆ
4. เพื่อฝึกอบรมให้บุคคลมีงานทำและมีรายได้
5. เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต และความเจริญก้าวหน้าแห่งตน
6. เพื่อให้ประเทศได้มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคมเพื่อความมั่นคงแห่งชาติ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการอาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนสาขาวิชาชีพต่างๆให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานแก้ปัญหาทางเศรษกิจและสังคมของประเทศ

1.4 หลักสูตรอาชีวศึกษา

หลักสูตรเป็นข้อกำหนดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะด้านต่างๆ มากพอที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพเหมาะสมกับวัย ดังนั้นผู้สอนผู้บริหาร ผู้นิเทศ ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผู้เรียนต้องศึกษาและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ เพื่อจะได้กำหนดงานตามบทบาทหน้าที่ที่จะใช้หลักสูตรให้ถูกต้อง บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษา (ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และ ครรชิต มนูญผล. 2541 : 7)

1.4.1 ความหมายของหลักสูตร

หลักสูตรเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอน นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของหลักสูตรไว้ดังนี้

พรสุข หุ่นนิรันดร์ (2534 : 9) หลักสูตร หมายถึง ประมวลกิจกรรมและประสบการณ์ทั้งหลายที่มีอยู่ในและนอกหหลักสูตรซึ่งโรงเรียนจัดขึ้นโดยมีการวางแผนเป็นการล่วงหน้าเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทุกด้าน ต้องการให้นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ

ธำรง บัวศรี (2542 : 7) หลักสูตร คือแผนซึ่งได้ออกแบบจัดทำขึ้นเพื่อแสดงถึงจุดหมาย การจัดเนื้อหา กิจกรรมและมวลประสบการณ์ ในแต่ละโปรแกรมการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ตามจุดหมายที่ได้กำหนดไว้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 64) หลักสูตร คือ มวลประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนา มีความรู้ ความสามารถ ทักษะ เจตคติและพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544 : 37) อธิบายความหมายของหลักสูตรไว้ดังนี้ เมื่อพิจารณาที่ตัวผู้สอน หลักสูตร หมายถึง สิ่งที่ครูหรือผู้สอนทำการสอนให้กับผู้เรียนและการที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน เมื่อพิจารณาที่ตัวผู้เรียน หลักสูตร หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนในขณะที่ผู้เรียนทำการศึกษาอยู่ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาทั้งหมด

กล่าวโดยสรุป หลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์ทั้งหลายที่สถานศึกษาต้องการให้ผู้เรียนได้รับ ซึ่งจะตรงกับความต้องการของสังคมในแต่ละช่วงเวลา หลักสูตรสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

1.4.2 หลักสูตรอาชีวศึกษา

วีรพันธ์ สิทธิพงษ์ (2540 : 43) อธิบายหลักสูตรอาชีวศึกษามีลักษณะพิเศษดังนี้

1. ปรัชญา การจัดอาชีวศึกษาส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการจัดให้นักศึกษาได้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ความสำเร็จของการจัดอาชีวศึกษาไม่เพียงแต่วัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาเท่านั้น แต่วัดจากผลของผลสัมฤทธิ์ นั่นคือวัดการปฏิบัติงานของผู้สำเร็จในโลกของการทำงาน

2. เหตุผลการเปิด หลักสูตรอาชีวศึกษาไม่เหมือนกับหลักสูตรการศึกษาสามัญ ตรงที่จะต้องวางอยู่บนรากฐานของการวิเคราะห์และระบุความต้องการของอาชีพในสภาพท้องถิ่นหนึ่งๆความต้องการเหล่านี้ไม่ใช่แต่เพียงใช้ความรู้สึก ดังนั้นเหตุผลในการเปิดหลักสูตรจะต้องพิจารณาถึงชุมชนด้วย

3. จุดเน้น จุดเน้นของหลักสูตรอาชีวศึกษา จะไม่จำกัดแต่เพียงการพัฒนาความรู้ในสาขาเฉพาะสาขาใดสาขาหนึ่งเท่านั้น จะต้องพัฒนานักศึกษาโดยตรง โดยครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยม

4. มาตรฐานความสำเร็จภายใน แม้ว่าการที่นักศึกษาจะต้องมีความรู้ในหลาย ๆ ด้านเกี่ยวกับอาชีพที่จะไปทำเป็นสิ่งสำคัญอันหนึ่งก็ตาม แต่การวัดความสำเร็จของนักศึกษาที่แท้จริงจะอยู่ที่ความสามารถที่จะปฏิบัติงานประยุกต์ได้

5. มาตรฐานความสำเร็จภายนอก การหาค่าของความสำเร็จไม่จำกัดอยู่เพียงภายในสถานศึกษาเท่านั้น ผู้จบอาชีวศึกษาต้องปฏิบัติงานจริงได้ รวมทั้งอัตราการมีงานทำจะต้องสูงอีกด้วย ผู้จ้างจะต้องมีความพึงพอใจต่อทักษะของผู้จบ นักศึกษาได้งานทำในสาขาที่จบมา ผู้จบพอใจในงานและมีความก้าวหน้าในงาน

6. ความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับชุมชน เป็นที่ยอมรับกันว่า การศึกษาควรจะเกี่ยวกับชุมชนไม่ทางใดก็ทางหนึ่งการอาชีวศึกษาเกี่ยวพันโดยตรงกับการเกษตร ธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะเป็น "ลูกค้า" ซึ่งสนใจผลผลิต (ผู้สำเร็จ) หลักสูตรจึงต้องสนองความต้องการของชุมชน

7. การตอบสนองอย่างทันเหตุการณ์ คุณลักษณะพื้นฐานอีกอันหนึ่ง คือหลักสูตรต้องตอบสนองการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในสังคมปัจจุบัน

8. การสนับสนุนจากภาครัฐบาล รัฐบาลจะต้องสนับสนุนการจัดอาชีวศึกษาซึ่งมีผลโดยตรงต่อหลักสูตรและคุณภาพของการศึกษา

9. การจัดการด้านทรัพยากร งานหลักอันหนึ่งของผู้ที่นำหลักสูตรไปปฏิบัติ คือ การใช้วัสดุ อุปกรณ์ และทรัพยากรต่าง ๆ อย่างเหมาะสม อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องพร้อมที่จะใช้ในการปฏิบัติหรือประลอง

10. ค่าใช้จ่าย ค่าใช้จ่ายสำหรับอาชีวศึกษาจะสูงกว่าสามัญศึกษา โดยเฉพาะค่าวัสดุ ครุภัณฑ์ ค่าบำรุงรักษา ยิ่งถ้าเน้นให้นักศึกษาทำงานได้ นั่นคือ การปฏิบัติงานจริงยิ่งต้องลงทุนและใช้งบดำเนินการสูง เพราะปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดหาอุปกรณ์ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542 : 97) ได้อธิบายลักษณะของหลักสูตรอาชีวศึกษาที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1. ตรงตามความมุ่งหมายของการศึกษาวิชาชีพนั้น

2. ตรงตามลักษณะความถนัด ความสนใจของผู้เรียน

3. ตรงตามความต้องการทางด้านวิชาเรียน ในทุกสาขาวิชาทั้งในภาคเกษตร อุตสาหกรรม และธุรกิจ

4. ตรงตามลักษณะของวิชาชีพนั้น

5. มีเนื้อหาของเรื่องที่สมบูรณ์เพียงพอที่จะสอนและทำให้ผู้เรียนเจริญงอกงามในทางความคิดทักษะและความพึงพอใจ

6. มีแนวทางสอนและวิธีสอนที่เหมาะสม

7. มีความยืดหยุ่น คล่องตัว เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกได้

8. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

9. เพิ่มทักษะในการประกอบอาชีพและนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้

10.ให้ความรู้ที่ต่อเนื่องและให้วิธีการศึกษาความรู้ได้ด้วยตนเองและพัฒนาตนเองได้

11.มียุทธวิธีที่บอกถึงการประเมินผลเมื่อนำหลักสูตรไปใช้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า หลักสูตรอาชีวศึกษานั้น จะต้องครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยม มีความยืดหยุ่น คล่องตัว ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และตอบสนองความต้องการของชุมชน

1.5 วิธีการสอนอาชีวศึกษา

สำหรับการสอนอาชีวศึกษา สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2527 : 57-68) ได้อธิบายรูปแบบของวิธีการสอนวิชาชีพไว้ 3 วิธีดังนี้

1. วิธีการบรรยาย

วิธีการสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีการสอนซึ่งถือเอากิจกรรมของผู้สอนเป็นหลักผู้สอนจะเป็นผู้ป้อน อธิบาย แสดง สาธิต หรือให้เนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนโดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว วิธีการสอนที่จัดอยู่ในกลุ่มของการสอนแบบบรรยายได้แก่ การสอนแบบบรรยาย และการสอนแบบสาธิต

2. วิธีการถามตอบ

วิธีการสอนแบบถามตอบ เป็นวิธีการที่จำเป็นอย่างมากต่อการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน วิธีการสอนแบบนี้ผู้เรียนกับผู้สอนจะมีกิจกรรมร่วมกันด้วยการถามและตอบกันในระหว่างบทเรียนคำถามจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการแสดงออก

3. วิธีการศึกษาด้วยตนเอง

วิธีการสอนแบบการศึกษาด้วยตนเอง วิธีการศึกษาด้วยตนเองเป็นวิธีสอนที่ดีวิธีหนึ่งในการสอนเนื้อหาทางวิชาชีพ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และวัสดุศึกษาที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ การใช้วิธีการสอนแบบนี้ให้มีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มควรจะได้รับเอกสารและวัสดุศึกษาต่างๆที่จะศึกษาภายใต้เงื่อนไขที่เหมะสมและอาจมี

การควบคุมดูแลจากผู้สอนด้วย

เมธี ปิลันธนานนท์ (2533 : 33-37) ได้อธิบายเทคนิคและวิธีการสอนไว้ดังนี้

วิธีสอนมีเป็นจำนวนมาก วิธีสอนบางอย่างใช้ได้ผลในการสอนรายวิชาด้านอาชีพเฉพาะอย่าง แต่บางวิธีใช้ได้ผลไม่ดี เช่น รายวิชาช่างเชื่อมโลหะ การสอนด้วยการสาธิตให้ดู และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เป็นวิธีสอนที่ให้ผลดี เป็นต้น ครูอาจารย์แต่ละคนจะต้องค้นหาและพัฒนาวิธีการสอนของตนเอง แต่ก็พอจะแนะนำเทคนิคและวิธีสอนสำหรับการสอนด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษาไว้พอเป็นแนวทางดังนี้

1. การสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีสอนที่นิยมใช้กันมากที่สุดๆ ทั้งๆ ที่ทราบดีว่า ได้ผลน้อยที่สุดในการสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูอาจารย์เห็นว่าเป็นวิธีการสอนที่ง่ายที่สุด อย่างไรก็ดี ครูอาจารย์ทางอาชีวะและเทคนิคควรตระหนักไว้ด้วยว่า "การบอก ไม่ใช่การสอน" ทั้งนี้เพราะ การบอกโดยครูหรือผู้เชี่ยวชาญทางการสอนด้านอาชีวะศึกษาและเทคนิคนั้น ถือเป็นเพียงการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเท่านั้น

2. การสอนโดยโสตทัศนูปกรณ์ นักการศึกษาทั่วไปยอมรับว่า การใช้รูปภาพ ภาพยนตร์ วิดีโอ แผ่นใส โปสเตอร์ และอื่น ๆ ทำให้การสอนได้ผลดี

3. การสอนแบบสาธิต เป็นวิธีสอนที่วิชาชีพที่สำคัญ ซึ่งครูอาจารย์สามารถแสดงให้ผู้เรียนได้รู้ ได้เห็น การทำงานจริงๆ สามารถอธิบายได้อย่างเป็นขั้นตอน และตอบข้อซักถาม หรือความไม่เข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลาที่กำลังสาธิตให้ดู วิธีการสอนแบบนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการสอนเพื่อฝึกทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือเครื่องยนต์และเครื่องกลไกต่างๆ

4. การสอนโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติเอง เป็นวิธีกานสอนที่ให้ประโยชน์ดียิ่ง โดยยึดหลักที่ว่า เมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องและปฏิบัติจริงด้วยตนเอง จากสิ่งที่เรียนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้มาก เช่น การเรียนรู้เรื่องการเสนอขายสินค้า การโต้ตอบจดหมาย และการเปิดปิดเครื่องยนต์ เป็นต้น

5. การสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลองและบทบาทสมมติ วิธีสอนแบบนี้มักไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในสภาพที่เป็นจริงได้ การสอนแบบนี้จะได้ผลดีอย่างแท้จริงก็ต่อเมื่อมีการจัดเตรียม ออกแบบ วางแผน และการดำเนินงานอย่างดีของผู้สอน

6. การสอนแบบตั้งคำถาม

6.1 การใช้คำถามระหว่างการสาธิต ระหว่างที่มีการสาธิตอยู่นั้นการตั้งคำถามจะทำให้ได้ประโยชน์ดีขึ้น มีส่วนช่วยอธิบายจุดประสงค์ คำถามจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจการสาธิตดียิ่งขึ้น การค้นพบเหตุผลบางอย่างในการทำงานจากการสาธิตได้มากกว่าการสอนแบบอื่นแต่จะได้ความรู้มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับคำถามที่ตั้งดีหรือไม่ ถ้าผู้สอนหลักแหลม จะทำความเข้าใจจากคำตอบของผู้เรียน และตั้งคำถามต่อไปจนกว่าผู้เรียนเข้าใจแล้ว

6.2 ชนิดของคำถาม คำถามมีมากมายหลายชนิดที่สามารถใช้กับการสาธิต ผู้สอนเอาใจใส่ต่อจุดประสงค์ของแต่ละคำถาม ซึ่งจะใช้ให้เป็นตามเนื้อหาที่ตั้งไว้

6.3 ข้อเสนอแนะให้ใช้คำถามปากเปล่า เท่าที่เป็นการตั้งคำถามที่ดีให้เป็นไปตามจุดประสงค์ นั้นไม่ใช่ของง่าย และคำถามไม่ดี จะไม่เกิดประโยชน์ เพราะขาดความเกี่ยวเนื่องในเรื่องที่สอน ซึ่งมักเกิดจากการใช้คำถามที่ไม่ระมัดระวัง ผู้สอนในโรงฝึกงานจะต้องรู้ว่าเมื่อไรจะอธิบาย และเมื่อไรจะใช้คำถาม คุณค่าของคำถามที่ดีจะช่วยให้ผู้สอนพบความสำเร็จในการสอน ซึ่งไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และมีความคิดสร้างสรรค์แต่จะเป็นประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนด้วย

6.4 การเตรียมคำถามปากเปล่า

6.4.1 คิดด้วยความระมัดระวังให้กระจ่างก่อนใช้คำถาม คำถามจะมีผลโดยตรงต่อความตั้งใจของผู้เรียน แต่ความเข้าใจของผู้เรียนส่วนมากจะผันแปรกับความรู้และความชำนาญที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนด้วย

6.4.2 ตั้งคำถามสั้นๆ และตรงจุด

6.4.3 หลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่คลุมเครือ

6.4.4 ถ้าต้องการคำตอบที่ดี ประโยชน์ในคำถามต้องกระจ่างใช้ภาษาดี

6.4.5 ไม่ควรถามคำถามที่จะตอบได้ว่า ใช่หรือไม่ใช่

6.4.6 หลีกเลี่ยงการใช้คำถามสองแง่สองง่าม จะทำให้ผู้เรียนขาดความชำนาญใช้วิธีพูดให้กระจ่าง ตรงความหมายที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ผิดพลาด

6.4.7 ไม่ควรตั้งคำถามซ้ำๆ หรือถามอยู่ตลอดเวลา ควรถามเป็นช่วงๆ ระยะสั้นๆ และให้ตอบสั้นๆ ผู้เรียนทั้งกลุ่มจะสามารถเก็บความรู้ได้เร็วขึ้น

6.4.8 ไม่ควรตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบพร้อม ๆ กัน

6.4.9 ไม่ควรออกคำสั่งกำหนดตัวผู้เรียนที่จะให้ตอบคำถามตามลำดับ ควรใช้วิธีมองหาผู้เรียนที่จะตอบ โดยเลือกตอบความเหมาะสมทีละคน

6.4.10 คำถามเกี่ยวกับสูตร ทฤษฎี ควรให้เวลาในการตอบระบุผู้เรียนที่ตอบด้วย

6.4.11 ไม่ทำโทษผู้เรียนที่ตอบคำถามผิด หรือให้ตอบใหม่ ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความยุ่งยากใจ จากการวิจารณ์คำตอบของผู้เรียนที่พาซื่อตอบไม่ถูก หรือดุด่าผู้เรียนต่อหน้ากลุ่ม ในความไม่เอาใจใส่บทเรียนที่ผ่านมา ในกรณีนี้ ให้ผ่านจากการตอบไม่ถูกด้วยการแก้ไข อาจใช้รูปแบบการแนะนำเพิ่มเติม

6.4.12 ให้พิจารณาความสามารถและความสำเร็จของผู้เรียนโดยตั้งคำถามที่ยากขึ้น แก่ผู้เรียนที่ตอบถูก การตอบคำถามที่ไม่ยากนัก อาจจะทำให้เกิดความเร้าใจน้อยลงหรือผู้เรียนขาดความสนใจได้

6.4.13 คำถามเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลที่ได้ จะนำผู้เรียนสู่ข้อยุติหรือข้อสรุปที่จะทำให้ผู้เรียนพอใจในบทเรียนได้

6.4.14 ไม่สอนโดยใช้วิธีพูดเสียงระดับเดียวกันตลอด ให้ปรับระดับเสียงและท่าที เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องด้วย

ทักษะในการใช้คำถามขึ้นอยู่กับตัวผู้สอน สามารถฝึกได้จากการเริ่มวางรูปแบบและเขียนคำถามของผู้สอนด้วยความระมัดระวัง เมื่อผู้สอนมีเทคนิคดีและมีความรู้ในเนื้อหาวิชาดีแล้วก็จะใช้เวลาในการเตรียมตัวลดลง

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2541 : 66) อธิบายวิธีการสอนในระดับอาชีวศึกษาไว้ดังนี้

1. วิธีการสอนแบบสาธิต

วิธีการสอนแบบสาธิต เป็นวิธีการเบื้องต้น สำหรับการแนะนำทักษะใหม่ให้แก่ผู้เรียนการสาธิตประกอบด้วยการแสดง การแนะนำทักษะใหม่ เป็นการแสดงโดยครูผู้สอนและสังเกตโดยผู้เรียน การสาธิตจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านทำให้เกิดความชำนาญจากการสาธิต

2. วิธีการสอนแบบอธิบาย

วิธีการสอนแบบอธิบาย การอธิบายเกี่ยวพันธ์อยู่กับการสาธิตการทำงานก่อนการปฏิบัติ หรืออธิบายก่อนการปฏิบัติงาน ครูอุตสาหกรรมศึกษาหรือครูอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา จะต้องใช้การอธิบายก่อนจึงจะประสบผลสำเร็จ ในการสอนการอธิบายยังเป็นกระบวนการที่ครูพยายามทำให้เกิดความเข้าใจดียิ่งขึ้นในตัวนักเรียนก่อนที่จะดำเนินการตามกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งที่ครูวางแผนเอาไว้

3. วิธีการสอนแบบโปรเจกค์

เป็นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาเพื่อให้กิจกรรมนั้นสำเร็จโดยผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตัวเอง

4. เทคนิคการสอนโดยการพาไปศึกษานอกสถานที่

เทคนิคการสอนโดยการพาไปศึกษานอกสถานที่ การทัศนศึกษา คือการนำนักศึกษาไปหาความรู้ และประสบการณ์นอกสถานศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีประสบการณ์ตรง เช่นการเยี่ยมชมอุตสาหกรรม อย่างโรงงานถลุงเหล็ก โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานประกอบรถยนต์เป็นต้น ซึ่งในความเป็นจริง ครูไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์ กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมให้นักศึกษาประทับใจได้เท่ากับการได้สัมผัสด้วยตัวเอง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542 : 108-111) อธิบายเทคนิคและวิธีการสอนทางด้านอาชีวศึกษาไว้ดังนี้

การสอนจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีกว่าการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนด้วยวิธีใดก็ตามจะได้มีการพัฒนาการสอน ดังนี้

ก. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนให้เหมาะสม เป็นไปได้และเข้าใจ

ข. การปรับปรุงบทเรียน แบบเรียน และอุปกรณ์ที่ออกแบบเพ่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการสอนตามที่กำหนดไว้

ค. การประเมินว่าวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้กำหนดไว้ได้รับผลเพียงใดและจะปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร

นอกจากนี้ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ยังได้จำแนกตามวิธีสอนที่นิยมใช้ทางด้านอาชีวศึกษาเป็น 5 วิธีคือ

1. การสอนแบบบรรยาย

การสอนแบบบรรยาย หมายถึงการสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทมากที่สุด โดยครูผู้สอนเป็นผู้เล่า พูดอธิบายถึงเนื้อหาวิชาต่างๆ ให้ผู้เรียนฟัง ผู้เรียนจะฟัง จดบันทึกสิ่งที่ได้จากการบรรยาย การสอนในด้านอาชีวศึกษา ที่ปฏิบัติกันอยู่ในโรงเรียนและวิทยาลัยทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะการสอนทางด้านเนื้อหาทฤษฎีทางวิชาชีพ ส่วนใหญ่ยังใช้วิธีแบบบรรยาย การสอนแบบนี้ยังเป็นวิธีสอนหลักในปัจจุบัน ซึ่งจากการวิจัยพบว่าการสอนแบบบรรยายเป็นการสอนหลักประมาณร้อยละ 95 ของการสอนทฤษฎี

2. การสอนทักษะปฏิบัติ

การสอนทักษะปฏิบัติเป็นการเน้นการสอนที่ให้มีการฝึกฝนและปฏิบัติจริง อาจเป็นการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ โรงประลองหรือโรงฝึกงานก็ได้ การสอนทางด้านอาชีพเป็นการสอนที่เริ่มจากการเรียนรู้ของจริง แต่เมื่อการเรียนวิชาชีพในโรงเรียน จึงหันมาใช้โรงประลองและห้องปฏิบัติการแทน การสอนทักษะปฏิบัติมีความสำคัญต่อการสอนวิชาชีพ เพราะเป็นการนำความรู้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ทำให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นองค์ประกอบของการสอนทักษะปฏิบัติ ได้แก่ สถานที่ฝึกปฏิบัติ โรงประลอง อุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุและเอกสารประกอบการฝึกปฏิบัติ เป็นต้น เทคนิคของการสอนควรเน้นหนักในเรื่องสมรรถภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน (Performance Orientation) มากกว่าทางด้านเนื้อหาของวิชาที่เรียน (Subject Matter Orientation) ยุทธวิธีดังกล่าวจะใช้งาน (Job) เป็นพื้นฐานของการตัดสินใจว่าจะสอนอะไรตามลำดับก่อนหลัง จะสอนลึกขนาดไหน

3. การสอนแบบอภิปราย

การสอนแบบอภิปรายเป็นการเน้นบทบาทที่ผู้เรียน ให้มีโอกาสได้แสดงความคิด การสอนแบบอภิปรายเป็นกลุ่มย่อย เพื่อจะได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดจาและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นได้ทั่วถึง การแสดงความคิดเห็นนี้ไม่ใช่การตอบคำถาม จึง

ไม่จำเป็นต้องผิดหรือถูก จึงมักจะเป็นข้อสรุปที่เป็นการวางแนวทางการทำต่อไป เป็นการแสดงถึงกระบวนการความคิด การให้เหตุผล ประโยชน์ของการสอนแบบอภิปรายจึงมีเนื้อหาและกระบวนการควบคู่กันไป

4. การสอนแบบสัมมนา

การสอนแบบสัมมนา เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชา เกิดแนวความคิดและพัฒนาทักษะพร้อมกันไปด้วย จุดมุ่งหมายของการสอนแบบสัมมนาก็คือ การให้ผู้เรียนแสดงออกทางความคิดเห็นอย่างอิสระ และมีสิทธิเท่าเทียมกันทั้งครูและนักเรียน ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่ได้เตรียมไว้ล่วงหน้า ผู้สอนแบบสัมมนา ควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดสัมมนาได้เป็นอย่างไร และสามารถที่จะดำเนินการสัมมนาให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

5. การสอนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

การสอนแบบให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการเน้นกิจกรรมและการดำเนินงานที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ สำหรับผู้เรียนเป็นอิสระทางด้านการเรียนของผู้เรียน เพราะผู้เรียนอาจเป็นผู้กำหนดการศึกษาด้วยตนเอง ภายใต้การแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาได้ จุดมุ่งหมายของการสอนให้ค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนแต่ละคนนั้นสามารถเรียนด้วยตนเอง ตามขีดความสามารถและความสามารถของแต่ละคน บทบาทของครูผู้สอนเป็นผู้วางแผน กำหนดทางให้ผู้เรียน เตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ รวมทั้งสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนด้วย

จากคำอธิบายเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการสอนทางด้านอาชีวศึกษาของนักการศึกษาพอสรุปได้ดังนี้ การสอนทางด้านวิชาชีพเป็นการสอนที่ครูผู้สอนจะต้องเน้นความรู้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ การสอนจึงต้องประกอบด้วยเนื้อหาวิชาและเน้นการฝึกทักษะความชำนาญในวิชาชีพนั้นๆ ครูผู้สอนจึงต้องหาวิธีการสอนที่ดีที่สุดที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่ตั้งไว้

2. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยียุคโลกาภิวัตน์ เพื่อผลิตกำลังคนระดับฝีมือที่มีความรู้ ความชำนาญในทักษะวิชาชีพ มีคุณธรรมมีวินัย เจตคติ บุคลิกภาพ และเป็นผู้มีปัญญาที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกระบบและวิธีการเรียนได้อย่างเหมาะสมตามศักยภาพ ส่งเสริมการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาและพัฒนาหลักสูตรร่วมกันระหว่างสถาบัน หน่วยงาน

และองค์กรต่างๆ ทั้งในระดับชาติท้องถิ่นและชุมชน (กระทรวงศึกษาธิการ : คำนำ) โดยมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 หลักการ

2.1.1 เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพและเจตคติที่เหมาะสม สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

2.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริงสามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน ถ่ายโอนผลการเรียนสะสมผลการเรียนเทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และสถานประกอบอาชีพอิสระได้

2.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

2.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนรวมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพชุชนและท้องถิ่น

2.2 จุดมุ่งหมาย

2.2.1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ นำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิถีการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2.2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

2.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

2.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

2.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนร่วม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร

2.3.1 การเรียนการสอน

2.3.1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนดและนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกัน สามารถโอนผลการเรียนและขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

2.3.1.2 การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง โดยสามารถนำรายวิชาไปจัดฝึกในสถานประกอบการไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน

2.3.2 เวลาเรียน

2.3.2.1 ในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติ ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ โดยมีเวลาเรียนและหน่วยกิตตามที่กำหนด และสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคเรียนฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร ประมาณ 5 สัปดาห์

2.3.2.2 การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน คาบละ 60 นาที

2.3.3 หน่วยกิต

2.3.3.1 รายวิชาที่เป็นวิชาทฤษฎีเพียงอย่างเดียว เรียน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนรวมกับเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ มีค่า 1 หน่วยกิต

2.3.3.2 รายวิชาที่เป็นวิชาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้จัดเรียนรวมกัน ตามลักษณะของรายวิชาโดยภาคปฏิบัติเรียน 2 – 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนรวมกับเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 40 – 60 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

2.3.3.3 รายวิชาที่มีการฝึกงานในสถานประกอบการ กำหนดเวลาในการฝึกงานไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

2.3.3.4 การฝึกอาชีพในระบบทวิภาคี ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

2.3.3.5 การทำโครงการให้เป็นไปตามที่หลักสูตรกำหนด

2.4 โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)แบ่งเป็น 3 หมวดวิชาและกิจกรรมเสริมหลักสูตรดังนี้

1. หมวดวิชาสามัญ

2. หมวดวิชาชีพ

2.1 วิชาชีพพื้นฐาน

2.2 วิชาชีพเฉพาะ

2.3 ฝึกงาน / โครงงาน / โครงการวิชาชีพ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

4. ฝึกงาน

5. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตรให้เป็นไปตามกำหนดในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา ส่วนรายวิชาแต่ละหมวดวิชา สถานศึกษาสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือจัดตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น ทั้งนี้ สถาบันการศึกษาต้องกำหนดรหัสวิชาจำนวนคาบเรียน และจำนวนหน่วยกิต ตามระเบียบที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.5 โครงการ

2.5.1 สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนจัดทำโครงการในภาคเรียนที่ 6 ไม่น้อยกว่า 160 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต

2.5.2 การตัดสินผลการเรียนและการให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

2.6 ฝึกงาน

2.6.1 ให้สถานศึกษานำรายวิชาในหมวดวิชาชีพไปจัดฝึกในสถานประกอบการอย่างน้อย 1 ภาคเรียน

2.6.2 การตัดสินผลการเรียนและการให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

2.7 การเข้าเรียน

ฟื้นความรู้และคุณสมบัติของผู้เรียนให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

2.8 การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

2.9 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

สถานศึกษาต้องจัดให้มีกิจกรรมเพื่อปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ระเบียบวินัยของตนเอง และส่งเสริมการทำงาน ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำประโยชน์ต่อ

ท 250433 ว.3

ชุมชน ทำนุบำรุงขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงาม โดยการวางแผน ลงมือปฏิบัติ ประเมินผล และปรับปรุงการทำงาน

2.10 การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

2.10.1 ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาสามัญหมวดวิชาชีพและหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

2.10.2 ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมตามโครงสร้างหลักสูตร

2.10.3 ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00

2.10.4 เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรและผ่านการประเมินตามหลักสูตร

2.10.5 ประเมินผ่านมาตรฐานสาขาวิชา

2.11 การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

2.11.1 ให้อธิบดีกรมอาชีวศึกษาเป็นผู้มีอำนาจในการแก้ไขเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกประเภทรายวิชาและสาขาวิชา ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546)

2.11.2 ให้ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นผู้มีอำนาจเพิ่มเติม แก้ไข เปลี่ยนแปลงรายวิชาต่างๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546)

2.12 โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงพ.ศ. 2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องศึกษารายวิชาจากหมวดวิชาต่าง ๆ และเข้าร่วมกิจกรรมเสริม หลักสูตรรวมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต ดังโครงสร้างต่อไปนี้

1. หมวดวิชาสามัญ	ไม่น้อยกว่า	24 หน่วยกิต
2. หมวดวิชาชีพ	ไม่น้อยกว่า	69 หน่วยกิต
2.1 วิชาชีพพื้นฐาน		25 หน่วยกิต
2.2 วิชาชีพเฉพาะ		40 หน่วยกิต
2.3 ฝึกงาน / โครงงาน / โครงการวิชาชีพ		4 หน่วยกิต
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า	10 หน่วยกิต
4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร	ไม่น้อยกว่า 200	ชั่วโมง
รวมไม่น้อยกว่า		103 หน่วยกิต

3 วิชาเครื่องรับวิทยุ

วิชาเครื่องรับวิทยุเป็นวิชาหนึ่งในหลายวิชาที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีสาระสำคัญพอสังเขปดังนี้

3.1 ความสำคัญของวิชาเครื่องรับวิทยุ

เทคโนโลยีในทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันนับว่ามีการพัฒนาที่เร็วมาก เครื่องรับวิทยุเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีใช้กันทุกครัวเรือน ใช้ในการรับฟังข่าวสารต่างๆ การจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ในสาขางานอิเล็กทรอนิกส์จึงประกอบด้วยวิชาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีหลายวิชา วิชาเครื่องรับวิทยุเป็นวิชาหนึ่งในหลายวิชาที่มีความสำคัญเนื่องจากวิชาเครื่องรับวิทยุสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานประกอบในวิชาต่างๆ เช่น วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ วิชาเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นต้น นักวิชาการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุดังนี้

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2538 : คำนำ) อธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุว่าในปัจจุบันเครื่องรับวิทยุนับว่ามีความจำเป็นต้องมีไว้เพื่อรับฟังข่าวสารหรือรายการบันเทิงเพื่อผ่อนคลายความเครียด เมื่อมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าย่อมมีการชำรุด วิชาเครื่องรับวิทยุจึงเป็นวิชาที่เตรียมความพร้อมของบุคลากรให้มีความรู้ทางด้านเครื่องรับวิทยุเพื่อประโยชน์ในการซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในด้านการค้นคว้าและทดลอง

สุชาติ กังวารจิตต์ (2538 : คำนำ) ได้อธิบายเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารว่าในอดีตระบบวิทยุสื่อสารถูกจำกัดในงานเฉพาะกลุ่มเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้ใช้ในงานต่างๆ มากขึ้นดังนั้นการเรียนวิชาเครื่องรับวิทยุจึงนับว่ามีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติงาน

บุญชัด เนติศักดิ์ (2540 : คำนำ) อธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุว่า นักศึกษาหรือช่างซ่อมมีความจำเป็นที่ต้องรู้และเข้าใจในระบบของเครื่องรับวิทยุเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาอื่นหรือเพื่อการซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้า

จากคำอธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุของนักวิชาการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ สรุปได้ว่า วิชาเครื่องรับวิทยุเป็นวิชาที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และเป็นพื้นฐานในการซ่อมแซมสำหรับผู้ที่มีความต้องการศึกษาทางด้านนี้

3.2 ลักษณะรายวิชาเครื่องรับวิทยุ

วิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประกอบด้วยการเรียนการสอน 2 แบบ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2546 : 205)

1. การเรียนการสอนในรูปแบบทฤษฎี

การเรียนการสอนในรูปแบบทฤษฎีจะศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบวิทยุ ซึ่งประกอบด้วยศึกษาคลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,SSB หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplexการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2. การเรียนการสอนในรูปแบบปฏิบัติ

การเรียนการสอนในรูปแบบปฏิบัติจะเน้น การใช้เครื่องมือวัด การประกอบวงจร การทดสอบวงจร การปรับแต่งวงจร เพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงาน

3.3 เนื้อหาวิชาเครื่องรับวิทยุ

เนื้อหาวิชาของวิชาเครื่องรับวิทยุ ได้นำหัวข้อหลักมาจากคำอธิบายรายวิชา (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) : 206) สามารถแบ่งออกเป็นหน่วยการเรียนการสอนทั้งหมด 7 หน่วยคือ

หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

1.1 ความรู้เกี่ยวกับคลื่น

1.2 การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ

1.3 การแบ่งย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ

1.4 การใช้งานเครื่องมือวัด

หน่วยที่ 2 การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัตถุประสงค์ของการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบวงจร

2.3 เครื่องมือประกอบการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ

2.4 ลักษณะของเครื่องที่ต้องปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ

หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ

3.1 การคัปปลิ้ง (COUPLING)

3.2 การควบคุมความดัง

3.3 ภาคขยายสัญญาณเสียงขนาดเล็ก

3.4 ภาคขยายกำลัง

หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

4.1 หลักการรับ-ส่งวิทยุ

4.2 การผสมคลื่น

4.3 เครื่องส่งวิทยุ

หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM

5.1 เครื่องรับวิทยุแร่

5.2 เครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทอโรดายน์ (SUPERHETERRODYNE RECEIER)

5.3 วงจรจูนและการเรโซแนนซ์ (TUNE AND RESONANE)

5.4 ออสซิเลเตอร์ (OSCILLATOR)

5.5 คอนเวอร์เตอร์ (CONVERTOR)

5.6 ไอเอฟแอมป์ (IF. AMPLIFIER)

5.7 ดีเทคเตอร์ (DETECTOR)

หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM

6.1 บล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับวิทยุ เอฟเอ็ม

6.2 ฟร้อนเอ็นด์ (FRONT END)

6.3 ไอเอฟแอมป์ (IF. AMPLIFIER)

6.4 ลิมิตเตอร์ (LIMITTOR)

6.5 ดีเทคเตอร์ (DETECTOR)

หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex

7.1 หลักการของเอฟเอ็ม.สเตอริโอมัลติเพล็กซ์

7.2 การส่งสัญญาณเอฟเอ็ม.สเตอริโอมัลติเพล็กซ์

7.3 การถอดรหัสสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ ในเครื่องรับวิทยุ

7.4 ระบบเอฟเอ็ม เอสซีเอ. (FM. SCA)

3.4 วิธีสอนเครื่องรับวิทยุ

วิธีสอนสำหรับวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. วิธีสอนทฤษฎี จะใช้รูปแบบดังนี้

1.1 การสอนแบบบรรยาย

1.2 การสอนแบบอภิปราย

1.3 การสอนแบบให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง

2. วิธีสอนปฏิบัติจะใช้รูปแบบดังนี้

2.1 การสอนโดยวิธีสาธิต

2.2 การสอนโดยการให้เลียนแบบ

2.3 การสอนโดยการให้ปฏิบัติด้วยตัวเอง

3.5 สื่อการสอนเครื่องรับวิทยุ

สื่อการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. สื่อการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอนภาคทฤษฎี ประกอบด้วย
   1.1 สื่อการสอนประเภทเครื่องฉายข้ามศรีษะ
   1.2 สื่อการสอนสิ่งพิมพ์
   1.3 สื่อการสอนประเภทวัสดุ
2. สื่อการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ
   2.1 สื่อการสอนประเภทเครื่องมือวัดไฟฟ้า
   2.2 สื่อการประเภทของจริง
   2.3 สื่อการสอนประเภทเครื่องมือช่าง

3.6 การวัดและประเมินผล

วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีมีข้อกำหนดสำหรับการประเมินผลการเรียนไว้ดังนี้ (งานวัดผลและประเมินผล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี. 2545)

3.6.1 การบันทึกเวลาเรียน

การรวมเวลาเรียนให้รวมเวลาเรียนจริงของนักศึกษาและนักศึกษาที่มีเวลาเรียนไม่ถึง 80% ของรายวิชานั้นให้เขียน " ขร " ในช่อง " ระดับคะแนน "

3.6.2 เกณฑ์การประเมินผลการเรียน

3.6.2.1 วิชาภาคทฤษฎี

คะแนนคุณธรรม	20 คะแนน
คะแนนระหว่างภาคเรียน	40 คะแนน
คะแนนสอบปลายภาค	40 คะแนน

3.6.2.2 วิชาภาคปฏิบัติ

คะแนนคุณธรรม	20 คะแนน
คะแนนระหว่างภาคเรียน	80 คะแนน

3.6.2.3 วิชาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

คะแนนคุณธรรม	20 คะแนน
คะแนนระหว่างภาคเรียน	60 คะแนน
คะแนนสอบปลายภาค	20 คะแนน

3.6.3 การประเมินผลการเรียน

3.6.3.1 การประเมินผลเป็นตัวเลข 4 3 2 1 0 ให้ประเมินผลตาม

ระดับเกณฑ์โดยมีช่วงระดับของคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน (ผลการเรียน)	คะแนนดิบ
4	80 - 100
3	70 - 79
2	60 - 69
1	50 - 59
0	0 - 49

3.6.3.2 การประเมินผลเป็นตัวอักษร ให้ประเมินตามเกณฑ์ดังนี้

ข.ร. – ขาดเรียน ไม่มีสิทธิ์สอบ

ข.ส. – ขาดสอบ

ถ.ล. – ถอนรายวิชาภายหลังกำหนด

ถ.น. – ถอนรายวิชาภายในกำหนด

ถ.พ. – ถูกสั่งพักการเรียนขณะสอบปลายภาค

ท. – ทุจริตในการสอบ

ม.ส. – ไม่สมบูรณ์ (การให้ ม.ส.ให้ผู้สอนรายงานให้หัวหน้าสถานศึกษาทราบ)

ม.ท. – ไม่สอบทดแทน (กรณีได้รับอนุญาตให้เลื่อนการสอบ)

4. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ

ในการจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546)ประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

4.1 จุดมุ่งหมายรายวิชา

4.1.1 ความหมายของจุดมุ่งหมายรายวิชา

ความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคือครูต้องรู้ว่าจะจัดการเรียนการสอนเรื่องนั้นเพื่ออะไร มุ่งหวังให้นักเรียนเรียนรู้หรือมีความสามารถในเรื่องใด โดยครูใช้ความมุ่งหวังนี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน นักการศึกษาได้ให้ความหมายของจุดประสงค์การเรียนการสอนไว้ดังนี้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2530 : 22) ให้ความหมายไว้ว่าหมายถึงข้อความที่ระบุคุณลักษณะการเรียนรู้และความสามารถที่ครูต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในบทหนึ่งๆแล้ว

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2537 : 70) ให้ความหมายไว้ว่าหมายถึงผลลัพท์ที่พึงประสงค์ของการเรียนรู้ที่แสดงออกมาในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้หรือผลการเรียนของผู้เรียน

อำนวย เถาดระกูล (2542 : 22) อธิบายว่า เป็นเครื่องบ่งชี้ทิศทางในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้ไปสู่จุดหมายปลายทางได้ถูกต้องรวดเร็วในเวลาที่จำกัด

จากคำอธิบายของนักการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จุดประสงค์การเรียนการสอน หมายถึง การกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนมีหรือบรรลุตามที่ผู้สอนกำหนดไว้

4.1.2 ลักษณะของจุดมุ่งหมายรายวิชา

จุดมุ่งหมายรายวิชาจะบอกให้รู้ว่าผู้สอนกำลังทำอะไร เพื่อจะได้เลือกเนื้อหา กิจกรรม และการประเมินได้ถูกต้อง นักวิชาการได้แบ่งจุดประสงค์การเรียนการสอนไว้ดังนี้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2530 : 23-24) แบ่งจุดประสงค์ออกเป็น 2 ระดับคือ

1. จุดประสงค์ทั่วไป เป็นจุดประสงค์ที่มีความหมายกว้างไม่เฉพาะเจาะจงได้แก่ จุดประสงค์หลักสูตร จุดประสงค์ของแผนการศึกษาชาติ ซึ่งมีคำเรียกแตกต่างกันออกไป เป็นจุดม่งหมาย ความมุ่งหมาย จุดหมาย และวัตถุประสงค์ทั่วไป

2. จุดประสงค์เฉพาะ เป็นจุดประสงค์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงและเป็นจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดแจ้ง ชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่ต้องการจากการศึกษาเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาโดยตรง เป็นจุดประสงค์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั่นเอง

สมคิด อิสระวัฒน์ (2541 : 49-52) แบ่งจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนไว้ดังนี้ จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนมี 2 ชนิดคือ

1. จุดมุ่งหมายแบบกว้าง เป็นการเขียนกว้างๆ ทั่วๆไปเช่น รู้อะไร เข้าใจอะไร ประเมินผลอะไร

2. จุดมุ่งหมายเฉพาะหรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม มีลักษณะเจาะจงเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

อำนวย เถาดระกูล (2542 : 25) แบ่งจุดประสงค์การเรียนการสอนออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. จุดประสงค์ทั่วไป จะแสดงความหมายกว้างๆไม่สามารถมองเห็นหรือสังเกตได้

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นจุดประสงค์การสอนที่บ่งชี้พฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างละเอียดและชัดเจนมากที่สุดสามารถวัดได้

จากที่นักวิชาการได้กล่าวมาสรุปได้ว่า จุดประสงค์การเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

1. จุดประสงค์ทั่วไป จะแสดงความหมายกว้างๆไม่สามารถวัดได้

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นจุดประสงค์การสอนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาโดยตรง เป็นจุดประสงค์ที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

4.2 คำอธิบายรายวิชา

มีนักวิชาการได้อธิบายความหมายของคำว่าคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้

ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และ ครรชิต มนูญผล. (2541 : 10) อธิบายเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาว่าเป็นข้อความที่อธิบายให้ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติในการเรียนรู้ ผู้สอนต้องจำแนกส่วนต่างๆของคำอธิบายรายวิชาที่สอนให้ชัดเจนเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการสอน

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2541 : 72) อธิบายเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาว่าเป็นข้อความที่บอกว่าครูจะสอนเนื้อหาอะไร

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 73) ได้ให้คำอธิบายว่าคำอธิบายรายวิชาจะประกอบด้วยข้อความ 3 ส่วนคือ

1. ข้อความที่เป็นจุดประสงค์เป็นแนวทางให้ครูผู้ฝึกสอนยึดเป็นหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะตามที่กำหนดไว้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ

1.1 พุทธิพิสัย หมายถึง จุดประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระในวิชา / กลุ่มประสบการณ์ต่างๆ เน้นความสามารถทางสมอง มักใช้ความรู้ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า เป็นต้น

1.2 ทักษะ หมายถึง จุดประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการปฏิบัติจะใช้คำว่า ปฏิบัติตน สาธิต ทดลอง แก้ปัญหา เป็นต้น

1.3 จิตพิสัย หมายถึง จุดประสงค์มุ่งให้ผู้เรียนมีคุณธรรม และยึดมั่น ในค่านิยมที่พึงประสงค์ เน้นความรู้สึกในจิตใจ จะใช้คำว่าชื่นชม เห็นคุณค่า ตระหนักในความสำคัญ เป็นต้น

หากพบข้อความในทำนองนี้ แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้และที่สังเกตได้ชัดเจน คือ จุดประสงค์การเรียนรู้จะขึ้นตนด้วยคำว่า"เพื่อ" และเป็นย่อหน้าสุดท้ายคำอธิบายรายวิชา

2. ข้อความที่เป็นกิจกรรม เป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด ข้อความมักจะใช้คำกริยา เพื่อแสดงอาการกระทำ หรือให้ผู้เรียนปฏิบัติ เช่นรวบรวม อภิปราย เปรียบเทียบผลดีผลเสีย อธิบาย รายงาน เป็นต้น

3. ข้อความที่เป็นเนื้อหาวิชา เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนทราบเนื้อหาหลักที่หลักสูตรกำหนดเพื่อจะวิเคราะห์ ปรับขยาย หรือเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ มักเป็นข้อความที่ต่อท้ายส่วนที่เป็นกิจกรรมว่าให้ทำอะไร มักขึ้นต้นด้วยคำว่า "การ" หรือเป็นคำที่เป็นคำนาม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คำอธิบายรายวิชาคือ ข้อความที่บอกถึงเนื้อหาที่จะใช้ในการเรียนการสอนในวิชานั้นๆผู้สอนต้องจำแนกส่วนต่างๆของคำอธิบายรายวิชาที่สอนให้ชัดเจนเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการสอน

4.3 การวิเคราะห์หลักสูตร

การเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาได้อย่างแท้จริงแล้วขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน การวิเคราะห์หลักสูตรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนการสอน นักวิชาการหลายท่านได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับการวิเคราะห์หลักสูตรไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537 : 219) อธิบายว่าการวิเคราะห์หลักสูตรคือการศึกษารายละเอียดของหลักสูตรอย่างมีระบบ มีหลักเกณฑ์ ด้วยความระมัดระวัง มีเทคนิคและมีเหตุผล

ประดิษฐ์ ทองคำปลิว (2541 : 10) อธิบายว่าการวิเคราะห์หลักสูตรเป็นการศึกษาและจำแนกรายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาให้เห็นถึงรายการกิจกรรม เนื้อหา และจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 72) อธิบายว่าการวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการศึกษาเพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนการสอนเพื่อวางแผนหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผล

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิเคราะห์หลักสูตรหมายถึงการศึกษารายละเอียดของหลักสูตรอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนการสอน

4.4 การแบ่งหน่วยการเรียน

เป็นการจัดแบ่งเนื้อหาของวิชาที่จะใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้มีความสมดุลระหว่างเนื้อหากับเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นการเรียงลำดับว่าเรื่องไหนควรสอนก่อน เรื่องไหนควรสอนทีหลัง นักการศึกษาได้อธิบายเกี่ยวกับการแบ่งหน่วยการเรียนดังนี้

อำนวย เถาตระกูล (2542 : 168) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแบ่งหน่วยการเรียนว่าเป็นการบอกชื่อหน่วยของเนื้อหาวิชาที่ได้จากการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา แล้วสรุปเป็นข้อความที่บ่งบอกหรือสะท้อนให้เห็นรายละเอียดต่างๆ ที่ซ่อนอยู่ภายในชื่อหัวข้อของหน่วยนั้นๆ

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2541 : 73) อธิบายเกี่ยวกับการแบ่งหน่วยการเรียนโดยใช้เทคนิคแบบก้างปลาว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ทำให้ได้หัวข้อครบถ้วนตามหลักสูตร ในการแบ่งเนื้อหาให้กำหนดหัวข้อใหญ่ไว้ก่อนแล้วค่อยกำหนดหัวข้อย่อยลงไป นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดเวลาเรียนลงไปให้เหมาะสมได้อีกด้วย

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2535 : 116) อธิบายเกี่ยวกับการแบ่งหน่วยเนื้อหาว่าเป็นการกำหนดหัวเรื่องต่างๆให้เหมาะสมกับเวลาทั้งหมดที่มีอยู่ รวมทั้งการกำหนดการสอบการสอบประจำภาค และการทบทวน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแบ่งหน่วยการเรียนหมายถึงการจัดแบ่งหัวข้อที่ได้จากการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา แล้วนำมาเรียงลำดับก่อนหลังเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

4.5 แผนการสอน

4.5.1 ความหมายของแผนการสอน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวางแผนการสอนไว้ ดังนี้

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 11) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของแผนการสอนว่า เป็นเอกสารที่มีรายละเอียด การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยๆ และจัดเตรียมกระบวนการเทคนิควิธี การถ่ายทอดความรู้ การเรียนรู้ไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้ทำหน้าที่สอนสามารถนำไปใช้ในการสอนได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : บทนำ) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของแผนการสอนว่า เป็นแผนการ หรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 43) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของแผนการสอนว่า เป็นการกำหนดแนวดำเนินในการจัดการเรียนการสอน ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ให้มีความเหมาะสมกับช่วงเวลา โดยมุ่งให้รายละเอียดอย่างหยาบๆ เกี่ยวกับเนื้อหา ภาระงาน หรือกิจกรรมหลักของผู้เรียน และเป็นแนวทางการวัดผลประเมินผลระหว่างเรียน และจะได้ทราบจำนวนในการสอนแต่ละจุดประสงค์

บูรชัย ศิริมหาสาคร (2545 : 1) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแผนการสอนว่า เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อแจกแจงรายละเอียดของหลักสูตร ทำให้ครูผู้สอนสามารถนำไปจัดการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนเป็นรายคาบหรือรายชั่วโมง

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของแผนการสอน ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว สรุปได้ว่า แผนการสอน เป็นเอกสารที่ใช้ในการเรียนการสอนที่เป็นลายลักษณ์อักษร ซึ่งได้เตรียมการมาอย่างเป็นระบบ โดยการกำหนดเนื้อหาสาระ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการวัดผลประเมินผล สื่อการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็นหน่วยๆ ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนตามรายวิชานั้น

4.5.2 ความสำคัญของการวางแผนการสอน

การวางแผนการสอน เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อการสอน นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับการวางแผนการสอนไว้ดังนี้

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2537 : 69-75) ได้สรุปการวางแผนการสอนไว้ว่า การวางแผนการสอนเป็นแนวทางการดำเนินการที่สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อผู้เรียนมากที่สุดและการที่ครูจะพิจารณาเลือกรูปแบบการสอนประเภทใดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมเพื่อให้การสอนบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

กาญจนา บุญส่ง (2542 : 154) กล่าวถึงความสำคัญการวางแผนการสอนไว้ว่า การวางแผนการสอนเป็นงานสำคัญของครูผู้สอน การสอนจะประสบความสำเร็จด้วยดีหรือไม่ นั้นขึ้นอยู่กับการวางแผนการสอน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) ได้สรุปว่าการวางแผนการสอนมีความสำคัญดังนี้

1. ก่อให้เกิดการเตรียมการล่วงหน้าของผู้สอน
2. ส่งเสริมให้ผู้สอนค้นคว้าหาความรู้ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับการสอน
3. ทำให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการสอน

สรุปได้ว่า การวางแผนการสอนคือ การเตรียมการที่จะสอนไว้ล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการเตรียมจุดประสงค์การสอน เนื้อหา กิจกรรม รวมทั้งกระบวนการเรียนการสอนทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ในการสอนที่กำหนดไว้

4.5.3 องค์ประกอบของแผนการสอน

องค์ประกอบของแผนการสอนมีหลายอย่าง มีนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการสอนรายวิชาไว้ดังนี้

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 11 - 13) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอนว่ามี 3 ส่วนคือ

ส่วนที่หนึ่งได้แก่ส่วนปกของแผนการสอนจะประกอบด้วย ปกนอกกระดาษปกรอง ปกใน คำนำ สารบัญ แผนการสอนรายวิชา ตารางวิเคราะห์หลักสูตร รายการหน่วยการสอน

ส่วนที่สองได้แก่ ส่วนแผนการสอนจะประกอบด้วย ชื่อหน่วยการสอน จำนวนคาบที่สอน ชื่อเรื่องที่สอน สาระสำคัญของเรื่องที่สอน จุดประสงค์การสอน เนื้อหาวิชาที่เป็นรายละเอียด วิธีสอนหรือกิจกรรมการสอน งานที่มอบหมาย สื่อการสอน การวัดผลประเมินผล

ส่วนที่สามได้แก่ บันทึกหลังสอน บรรณานุกรม และภาคผนวก

บูรชัย ศิริมหาสาคร (2542 : 2) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอนรายวิชาว่าจะประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 100) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอนรายวิชาว่าจะประกอบด้วย ส่วนนำของแผนการสอน ส่วนเนื้อหาสาระหลักของแผนการสอนและส่วนบันทึกการใช้แผนการสอน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 65-66) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอนรายวิชาว่าจะประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ การเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนการสอนรายวิชาที่นักวิชาการได้กล่าวมาแล้วนั้น ผู้ศึกษาสรุปว่าองค์ประกอบของแผนการสอนรายวิชา ควรจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3ส่วนดังนี้ คือ

ส่วนที่หนึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชา ตาราง วิเคราะห์หลักสูตร รายการหน่วยการสอน จำนวนคาบรวม จำนวนคาบที่สอน

ส่วนที่สองประกอบด้วย เรื่องที่สอน สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน งานที่มอบหมาย สื่อการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล กิจกรรมเสนอแนะ

ส่วนที่สามประกอบด้วย บันทึกหลักการสอน บรรณานุกรม และภาคผนวก

4.5.4 การเขียนแผนการสอน

การเขียนแผนการสอนเป็นการจัดทำรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนำเอากิจกรรม เนื้อหา จุดประสงค์ แต่ละตอนจากการวางแผนการสอนมาเขียนแผนการสอนตามแบบฟอร์มที่กำหนด ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และ ครรชิต มนูญผล.(2541 : 11-13) อธิบายส่วนประกอบของแผนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ชื่อแผนการสอน
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์
4. เนื้อหา
5. กิจกรรมการเรียนการสอน
6. สื่อการเรียนการสอน
7. การวัดผลประเมินผล
8. บันทึกผลการตรวจของผู้บริหาร
9. บันทึกผลหลังสอน

ชื่อแผนการสอน เขียนชื่อรายวิชา ชั้นเรียน เรื่องและเรื่องย่อยหรือหน่วยความรู้และหน่วยย่อย จำนวนคาบ อาจจะเพิ่มเติมชื่อผู้สอนและวันเวลาที่สอนด้วย

สาระสำคัญ เขียนบทสรุปที่แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาที่สอนกับจุดประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนมีความสัมพันธ์อย่างไร บางตำราเรียกบทสรุปนี้ว่า ความคิดรอบยอด

จุดประสงค์ เขียนสิ่งต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบกิจกรรมการเรียนการสอน นิยมเขียนจุดประสงค์ที่วิเคราะห์ได้จากคำอธิบายรายวิชา และหาความสัมพันธ์กับเนื้อหาและกิจกรรมไว้แล้วในการวางแผนการสอนหรือทำการกำหนดการสอน และเพิ่มเติมหรือแยกย่อยเป็นจุดประสงค์ปลายทาง จุดประสงค์นำทาง

กิจกรรมการเรียนการสอน เขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ที่

แสดงให้เห็นบทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน และการใช้สื่อหรือเครื่องมือประกอบการจัดกิจกรรม นิยมให้เห็นกิจกรรมขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ จึงมีข้อพิจารณาว่า แผนการสอนที่ดีควรเป็นแผนการสอนที่เน้นกระบวนการ

สื่อการเรียนการสอน เขียนชื่อสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้ประกอบการทำกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสื่อของผู้สอนและสื่อของผู้เรียนทุกรายการ

การวัดผลประเมินผล เขียนชื่อวิธีการและชื่อเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบเก็บข้อมูลหรือประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกขั้นตอนหรือทุกประเภทที่จะใช้ในการสอนตามแผนการสอนนั้นๆ

บันทึกผลการตรวจของผู้บริหาร เป็นส่วนที่ผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ทำการตรวจแผนการสอนจะเขียนบันทึกความเห็น ผลการตรวจหรือข้อเสนอแนะที่จะให้ผู้สอนนำไปใช้ในการสอนตามแผนการสอนนั้นๆ

บันทึกผลหลังสอน เป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อมูลต่างๆ จากการจัดการเรียนการสอนเมื่อเสร็จสิ้นการสอนตามแผน อาจจะบันทึกความสำเร็จ ปัญหา ผลการเรียนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เรื่องที่ควรเพิ่มเติมในแผนการถัดไป หรืออื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอน

จะเห็นว่าการเขียนแผนการสอนผู้สอนต้องใช้ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถประสบการณ์ จิตสำนึก ความรอบรู้ประกอบกันหลายด้าน พื้นฐานและหลักความรู้หรือทฤษฎีทางการสอน พัฒนาการของผู้เรียน จิตวิทยาการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีและนวัตกรรม การวัดผลประเมินผล การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ตลอดจนความพร้อมและศักยภาพของตนเองจะถูกนำมาประยุกต์ และถ่ายทอดลงไปในแผนการสอนอย่างเหมาะสม

4.6 การวัดและประเมินผล

4.6.1 ความหมายของการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบการเรียนการสอนซึ่งมีอยู่ในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน นักวิชาการได้ให้คำอธิบายความหมายของการวัดและประเมินผลไว้ดังนี้

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2536 : 16) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดหมายถึง กระบวนการบอกปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใด ๆ ที่ตกลงกันไว้แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัดและวัตถุประสงค์ของการวัด ส่วนการประเมินผล หมายถึงการตัดสินหรือลงความเห็นใดๆ จากผลของการวัด วิเคราะห์ผลที่วัดได้หรือหลักฐานอื่น ๆ ประกอบการลงความเห็น

ภัทรา นิคมานนท์ (2540 : 8–9) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดผล หมายถึง การใช้เทคนิควิธีการซึ่งเรียกว่าเครื่องมือวัดอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อศึกษาค้นหา หรือตรวจสอบคุณลักษณะของบุคคล ผลงานหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายแทนพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของสิ่งของหรือบุคคลที่ต้องการศึกษา ส่วนการประเมินผลหมายถึงการนำเอาข้อมูลทั้งหลายที่ได้จากการวัดมาใช้ในการตัดสินใจ โดยการหาข้อสรุปตัดสินประเมินค่าหรือตีราคาโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่น หรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สมนึก ภัททิยธนี (2541 : 1-4) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดผลการศึกษา หมายถึงกระบวนการหาปริมาณความสามารถเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ต้องการ อันสืบเนื่องจากการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องมือทางการศึกษาอย่างใดอย่างหนึ่งมาวัดผลจากการวัดจะออกมาเป็นจำนวน (คะแนน) หรือ สัญลักษณ์หรือข้อมูล ส่วนการประเมินผลการศึกษา หมายถึงการตัดสินหรือวินิจฉัยสิ่งต่างๆ ที่ได้จากการวัดผลการศึกษาโดยอาศยเกณฑ์การพิจารณาอย่างใดอย่างหนึ่ง

อำนวย เถาตระกูล (2542 : 83) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลว่าเป็นกระบวนการตรวจสอบการเรียนการสอนที่ผ่านมาเพื่อสรุปหรือบ่งชี้ว่าผู้สอนและผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์มากน้อยเพียงใด

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544 : 55) ได้สรุปความหมายของการประเมินผลว่า การประเมินผลเกิดจากการกำหนดจุดประสงค์ การวินิจฉัยความต้องการและการกำหนดความก้าวหน้า เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนโดยทั่วไปแล้วการประเมินผลจะมีความเที่ยงตรงมากเมื่อพิจาณาตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจึงสรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลแบ่งออกเป็นสองส่วน คือการวัดและการประเมินผล การวัดคือ การใช้เทคนิคหรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวัดส่วนการประเมินผลหมายถึง การตัดสิน วินิจฉัยหรือลงความเห็นใดๆ จากข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นหรือกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.6.2 วิธีการและแบบทดสอบที่ใช้ในการเรียนการสอน

เทคนิควิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีหลายชนิด มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันตามโอกาสหรือสถานการณ์

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535 : 41) อธิบายเทคนิคและวิธีการดังนี้

1. การสังเกต
2. การสัมภาษณ์
3. การให้ปฏิบัติ
4. การศึกษากรณี
5. การให้จินตนาการ

6. การใช้แบบสอบถาม
7. การทดสอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2541 : 21) อธิบายเทคนิคและวิธีการดังนี้

1. การสังเกต
2. การสัมภาษณ์
3. แบบสอบถาม
4. การจัดอันดับ
5. การประเมินจากสภาพจริง
6. การวัดภาคปฏิบัติ
7. การประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมงาน
8. แบบทดสอบ

อำนวย เถาตระกูล (2542 : 83-85) อธิบายวิธีการวัดและประเมินผลไว้ดังนี้

1. การถามหรือการถามตอบ
2. การสังเกต
3. การใช้แบบทดสอบ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เทคนิควิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีหลายวิธี ครูผู้สอนจะต้องหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะวัดและประเมินผลผู้เรียนให้ได้ว่ามีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปหรือไม่และอยู่ในระดับใด

5. คู่มือ

การปฏิบัติการสอนในแต่ละรายวิชา จำเป็นจะต้องมีคู่มือสำหรับการสอน เพราะคู่มือจะเป็นแนวทางช่วยให้ครูสามารถสอนได้ถูกต้อง และจะช่วยให้การเรียนการสอนรายวิชาบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือ ซึ่งจะได้นำเสนอสาระสำคัญโดยสังเขปดังนี้

5.1 ความหมายของคู่มือ

มาลินี พโลประการ และ สุระ ดามาพงษ์ (2531 : 54-58) ได้ให้ความหมายของคู่มือครูสรุปได้ว่า คู่มือครู หมายถึง หนังสือสำหรับผู้สอนในการใช้หนังสือเรียนเล่มใดเล่มหนึ่ง ประกอบด้วยจุดประสงค์ของรายวิชา เนื้อหาตามหลักสูตร และเนื้อหาที่ครูควรเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน วิธีสอน อุปกรณ์การสอน และวิธีวัดผล

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคนอื่น ๆ (2535 : 77) ได้ให้ความหมายของคู่มือครูว่าเป็นเอกสารหรือหนังสือที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน ให้ผู้สอนสามารถสอนเป็นไปตามแนวทางของหลักสูตร หรืออาจเป็นคู่มือครูในการใช้หนังสือเล่มใดเล่มหนึ่ง

พริ้มเพรา คงธนะ (2537 : 9) ได้กล่าวถึงคู่มือครูว่า คู่มือครูมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับครูผู้สอนมากที่สุด เพราะจะทำให้ทราบถึงจุดประสงค์ วิธีการจัดกิจกรรม ข้อเสนอแนะ ความรู้สำหรับครู หนังสืออ้างอิง ฯลฯ ซึ่งถือเป็นแนวทางสำหรับครูในอันที่จะนำไปให้นักเรียนปฏิบัติ คู่มือครูจะมีรายละเอียดเพื่อช่วยให้ครูได้ดำเนินการสอนตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ (2539 : 127) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่า เป็นหนังสือที่ใช้ควบคู่ไปกับการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ให้แนวทางปฏิบัติให้กับผู้สามารถกระทำสิ่งนั้นๆ ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 8) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่า เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเสนอแนะแก่ผู้ใช้ให้สามารถเข้าใจแนวทางการใช้และข้อพึงปฏิบัติที่จะช่วยให้การนำเรื่องนั้นไปใช้ตรงตามเจตนารมณ์

จากคำอธิบายของนักวิชาการเกี่ยวกับความหมายของคู่มือ ผู้ศึกษาสามารถสรุปได้ว่าคู่มือ เป็นหนังสือ ตำรา เอกสารแนะนำ หรือเป็นสื่อที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติควบคู่ไปกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่มีเนื้อหาสาระนั้น ๆ ที่ผู้อ่านสามารถนำไปปฏิบัติได้ทันที จนบรรลุสำเร็จตามเป้าหมาย

5.2 องค์ประกอบของคู่มือ

การจัดทำคู่มือการสอนย่อมประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็น ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือไว้ดังนี้

นิพนธ์ เสือก้อน (2537) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือว่า จะต้องประกอบด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ และการจัดทำแผนการสอน

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ (2539 : 154 - 156) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดทำคู่มือว่า ต้องประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือ เนื้อหาสาระ การเตรียมการสอน กระบวนการ วิธีการและกิจกรรม

อำนวย เถาตระกูล (2541 : ข – ช) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดทำคู่มือการเขียนแผนการสอนว่า ต้องประกอบด้วย คำชี้แจงการทำคู่มือ ความเป็นมา ความสำคัญและประโยชน์ของแผนการสอน ความรู้ที่ต้องนำไปใช้ในการเขียนแผนการสอน รูปแบบของแผนการสอน การเขียนแผนการสอนตามรูปแบบต่างๆ และรูปแบบใบช่วยสอน

เอกวุฒิ ไกรมาก (2541 : 54) อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือว่าจะประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้คู่มือ เนื้อหาที่จะสอน การเตรียมการสอน กระบวนการ วิธีการ และกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล ความรู้เสริม ปัญหา คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ปัญหา แหล่งข้อมูลและแหล่งอ้างอิง

เริงชัย จงพิพัฒนสุข (2542 : 6 -7) อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดทำคู่มือว่าต้องประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือ วิธีการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล และข้อเสนอแนะ

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบคู่มือโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือ การเตรียมการสอน แผนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และข้อเสนอแนะ เพื่อให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางสำหรับการสอน

5.3 ประเภทของคู่มือ

ในการปฏิบัติงานในด้านต่างๆจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจประเภทของคู่มือเพื่อสามารถนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด นักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือต่างๆไว้ดังนี้

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ (2535 : 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือว่า คู่มือแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. คู่มือการสอน เป็นคู่มือที่ให้ความรู้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหลักสูตรการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียน

2. คู่มือหนังสือเรียน เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นคู่กับหนังสือเรียนที่ต้องการอธิบายการใช้หนังสือนั้นได้อย่างถูกต้อง

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ (2539 : 127) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือว่ามีอยู่ 3 ประเภท

1. คู่มือครู เป็นหนังสือที่ให้แนวทางและคำแนะนำแก่ครูเกี่ยวกับสาระ วิธีการจัดกิจกรรม สื่อ วัสดุอุปกรณ์และแหล่งข้อมูลอ้างอิง

2. คู่มือนักเรียน เป็นหนังสือซึ่งผู้เรียนใช้ควบคู่ไปกับตำราเรียนประกอบด้วย สาระ คำสั่ง แบบฝึกหัด ปัญหา คำถาม ที่ว่างสำหรับเขียนตอบ และการทดสอบ

3. คู่มือทั่วไป เป็นหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้อ่านโดยมุ่งหวังให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้เข้าใจ สามารถดำเนินการในเรื่องนั้นๆด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 8-10) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือว่ามี 3 ประเภท

1. คู่มือหลักสูตร เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดและข้อเสนอแนะแก่ผู้ใช้หลักสูตรให้สามารถเข้าใจแนวทางการใช้และข้อพึงปฏิบัติ เพื่อให้การใช้งานตรงตามเจตนารมณ์

2. คู่มือฝึกงาน เป็นเอกสารที่เสนอแนะแนวทางการฝึกงานของผู้เรียนทั้งในสถานศึกษาหรือสถานประกอบการรวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมกับการฝึกงานได้มีแนวทางในการปฏิบัติให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3. คู่มือนักเรียน เป็นเอกสารแนะนำการปฏิบัติตนของนักเรียนที่อยู่ในสถานศึกษาแห่งนั้นโดยเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษาในด้านต่าง ๆที่นักเรียนควรรู้

จากแนวคิดเกี่ยวกับประเภทของคู่มือที่นักการศึกษาได้อธิบายมาแล้วนั้นผู้ศึกษาสรุปได้ว่าการแบ่งประเภทของคู่มือควรจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งผู้ศึกษาคิดว่าควรแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. คู่มือการสอน เป็นเอกสารที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ หลักการวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. คู่มือหนังสือเรียน เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นคู่กับหนังสือเรียนที่ต้องการอธิบายการใช้หนังสือนั้นได้อย่างถูกต้อง

3. คู่มือทั่วไป เป็นเอกสารที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้อ่านโดยมุ่งหวังให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้เข้าใจ สามารถดำเนินการในเรื่องนั้น ๆด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

5.4 ลักษณะที่ดีของคู่มือ

นักวิชาการหลายท่านได้อธิบายลักษณะที่ดีของคู่มือไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2530 : 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับคู่มือที่ดีไว้ดังนี้

1. การใช้ภาษาของคู่มือต้องเข้าใจง่าย

2. วิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์อย่างทะลุปรุโปร่ง เพื่อให้ผู้ใช้คู่มือใช้คู่มือได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. ควรออกแบบให้สวยงามเพื่อดึงดูดใจผู้พบเห็นให้หยิบอ่าน

4. ควรมีภาพหรือการ์ตูนประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจ

5. ควรเป็นรูปเล่มที่สวยงามและทนทานหน้าปกเด่นชัด คู่มือวิชาเดียวกันหน่วยเดียวกันควรใช้สีเดียวกัน

6. ถึงแม้ว่าจะกำหนดหัวข้อไว้แล้วก็ตามผู้จัดทำคู่มืออาจตัดหรือเพิ่มหัวข้อได้ตามความเหมาะสม

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ (2539 : 159-160) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะคู่มือที่ดีไว้ดังนี้

1. มีความชัดเจนและให้รายละเอียดครอบคลุมเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ถูกต้อง

2. ควรระบุให้ชัดเจนว่าคู่มือนั้นเป็นคู่มือสำหรับใครและใครเป็นผู้ใช้

3. ควรมีส่วนที่อธิบายความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้ใช้เพื่อให้การใช้คู่มือเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4. มีส่วนที่ให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับการเตรียมตัว การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

5. มีส่วนที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีคำถามหรือกิจกรรมให้ผู้ใช้คู่มือทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

เอกวุฒิ ไกรมาก (2541 : 57) ได้อธิบายเกี่ยวกับคู่มือที่ดีว่า

1. สามารถเข้าใจลักษณะเนื้อหา ขอบข่ายหรือสิ่งที่จะสอนได้อย่างชัดเจน
2. ต้องยืดหยุ่นได้
3. ต้องเสนอแนะแนวทางที่สามารถปฏิบัติงานได้คล่องขึ้น
4. คงรูปแบบและขั้นตอนสม่ำเสมอเพื่อสะดวกแก่การใช้
5. ควรส่งเสริมแก่ผู้ปฏิบัติโดยค่อยเป็นค่อยไป

คีรีบูน จงวุฒิเวศย์และมาเรียม นิลพันธ์ (2542 : 17-18) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะคู่มือที่ดีไว้ 3 ด้านดังนี้

1. ด้านเนื้อหา
   1.1 เนื้อหาสาระในคู่มือควรตรงกับเรื่องที่ศึกษา ไม่ยากจนเกินไป
   1.2 การนำเสนอเนื้อหาควรเหมาะสมกับพื้นความรู้ของผู้ที่จะศึกษา
   1.3 ข้อมูลที่มีในคู่มือ ผู้อ่านสามารถประยุกต์ได้
   1.4 เนื้อหาควรเหมาะสมที่จะนำไปอ้างอิงได้
   1.5 ควรมีตัวอย่างประกอบในบางเรื่องเพื่อความเข้าใจง่าย
   1.6 ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัยอยู่เสมอ
2. ด้านรูปแบบ
   2.1 ตัวอักษรที่ใช้ควรมีตัวโต มีรูปแบบที่ชัดเจน อ่านง่าย เหมาะกับผู้ใช้คู่มือ
   2.2 ควรมีภาพประกอบเนื้อหา
   2.3 ลักษณะการจัดรูปเล่มควรทำให้น่าสนใจ
   2.4 การใช้ภาษาควรให้เข้าใจง่าย
   2.5 การนำเสนอควรเป็นระบบจากง่ายไปหายาก
3 ด้านการนำไปใช้
   3.1 ควรระบุขั้นตอน วิธีการใช้คู่มืออย่างชัดเจน
   3.2 มีแผนภูมิตาราง ประกอบให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง
   3.3 มีข้อมูลเพื่อสามารถใช้เพื่อประสานงานต่างๆได้สะดวก รวดเร็ว
   3.4 บอกสิทธิประโยชน์ และข้อควรปฏิบัติให้เข้าใจง่าย

จากแนวคิดและคำอธิบายของนักการศึกษาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ผู้ศึกษาสรุปว่าลักษณะที่ดีของคู่มือควรประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1 ส่วนของเนื้อหา จะต้องใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย มีภาพหรือตัวอย่างประกอบเพื่อเนื้อหา การนำเสนอควรเรียงลำดับของความยากง่าย

2 การนำไปใช้ ต้องระบุวิธีการใช้ที่ชัดเจน มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้และการเตรียมตัวสำหรับการใช้คู่มือ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

อาทิตย์ จิรวัฒนผล (2538 : 37-78) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาค้นคว้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล .73 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความก้าวหน้า บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

วุฏฐ์ พิมพ์รอด (2543 : 42) ทำการวิจัยเรื่องผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมการสอนวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุมีประสิทธิภาพ 73.05/73.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นริศ มะสกุล (2543 : 43) ทำการวิจัยเรื่องผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทบทวน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่ทบทวนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งทบทวนด้วยตนเองตามปกติ

อรนุช อุทานนท์ (2543 : บทคัดย่อ)ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและพัฒนาพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ โดยตั้งสมมติฐานว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศ (Ecosystem) วิชาวิทยาศาสตร์ 1 (20001401) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.88/81.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และผลสัมฆทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญเลียง อบแสงทอง (2544 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนโมดูลเรื่อง การติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโมดูลเรื่อง การติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาระบบโทรทัศน์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พ.ศ. 2540 หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และเปรียบเทียบพเสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนตามบทเรียนโมดูล กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู ผลจากการวิจัยบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.60/84.90 สูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลสูงกว่าบทเรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไพฑูรย์ แสนดี (2544 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์ วิชา อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า (31042004) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเยนของนักศึกษากลุ่มที่ 1 ที่เรียนแบบปกติและที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.33/80.17 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพจน์ ปรีพูล (2544 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วงสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัทฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนปกติ โดยผู้วิจัยได้กำหนดสมมุติฐานให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากวิธีการสอนทั้งสองวิธีคือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยบทเรียนคตอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 81.00/83.33 และจากผลการเปรียบเทียบผลสัทฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากวิธีการเรียนการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

วีระพงษ์ เชษฐสมบัติ (2544 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนช่วยสอนเรื่อง ออสซิลโลสโคป การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ออสซิลโลสโคป และการหาประสิทธิภาพโดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ออสซิลโลสโคป มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องออสซิลโลสโคป ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องออสซิลโลสโคปที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.11/82.10 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นรินทร์ สิงห์สกุล (2544 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องการใช้อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนช์กับการทดลองปกติในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนช์ อะนาล๊อก โมดูล เวอร์ชั่น 2.0 เอ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักศึกษาที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนช์ อะนาล๊อก โมดูลเวอร์ชั่น 2.0เอ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

3. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนช์ อะนาล๊อก โมดูลเวอร์ชั่น 2.0 เอ มีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก

วีระพจน์ ปรีพูล (2544 : 40) ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 81.00/83.33 และจากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากวิธีการเรียนการสอนทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเยนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เมสเบอเกอร์, โรนัล ที (Meisberger, Ronald T. 1986 : 3684-A) (อ้างในวีรพงษ์. 2544 : 28) ได้ทำการศึกษาผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเด็กที่มีความคิดผิดปรกติทางอารมณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความคิดผิดปรกติทางอารมณ์ จำนวน 27 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม รูปแบบของข้อมูลป้อนกลับมี 2 รูปแบบ คือ แบบบอกว่าถูกหรือผิด และแบบให้ผู้เรียนตีความหมายผลการกระทำของตนเอง และนำมาศึกษาร่วมกับการให้คะแนนสะสม และไม่มีการให้คะแนนสะสม ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลป้อนกลับ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บอกว่าถูกหรือผิด และแบบให้ผู้เรียนตีความหมายผลการกระทำของตนเอง แต่การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบมีคะแนนสะสมนั้นมีผลช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ริชาร์ด, ดี. อาร์. (Richards, D. R. 1988 : 2528-A) (อ้างในไพฑูรย์. 2544 : 33) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของข้อมูลป้อนกลับจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกี่ยวกับเรื่องส่วนต่างๆ และการทำงานของหัวใจกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1และ 2 แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิด หากผิดกลุ่มที่ 1 จะได้รับคำตอบที่ถูกต้องทันที กลุ่มที่ 2 ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดเวลาให้ผู้เรียนคิดคำตอบก่อนที่จะบอกคำตอบที่ถูกต้อง กลุ่มที่ 3 ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบ คำตอบที่พิมพ์จะปรากฏให้เห็นเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ผลจากการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการกำหนดเวลาให้ผู้เรียนคิดคำตอบก่อนที่จะบอกคำตอบที่ถูก มีผลการเรียนสูงสุด

เนลสัน, มิลตัน คริสเตียน. (Nielsen , Milton Christain. 1991 : 3393-A) ได้ศึกษาผลของข้อมูลป้อนกลับ ที่มีการอธิบายเพิ่มเติมและการให้แก้ตัวใหม่ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ข้อมูลป้อนกลับแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิด ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิดพร้อมทั้งคำอธิบายเพิ่มเติมและข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิดคำอธิบายเพิ่มเติม และมีการให้คำชี้แนะผลการวิจัยพบว่าข้อมูลป้อนกลับทั้ง 3 แบบ ให้ผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 ในทางตรงกันข้ามเมื่อวัดความคงทนในการจำระดับของข้อมูลป้อนกลับส่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการเปรียบเทียบการแก้ตัวใหม่ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .046 ตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าสภาพปัญหาที่พบส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนทั้งในด้านงานหลักสูตรและการสอน งานสื่อการเรียนการสอน และงานอื่นๆที่อยู่ในส่วนความรับผิดชอบของงานวิชาการซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษา การจัดทำคู่มือการสอนจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู โดยเฉพาะครูบรรจุใหม่หรือครูจ้างสอน ซึ่งจะส่งผลดีถึงตัวนักเรียน-นักศึกษาที่จะเป็นกำลังสำคัญของชาติในอนาคตต่อไป

บทที่ 3
การดำเนินการศึกษา

การจัดทำคู่มือการสอน วิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. การจัดทำโครงร่างคู่มือ
3. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคู่มือ

1.การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการเขียนคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ในด้านเนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลการเรียน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยเกี่ยวกับ จุดมุ่งหมายรายวิชา คำอธิบายรายวิชา การวิเคราะห์หลักสูตร การแบ่งหน่วยการเรียน การจัดทำแผนการสอน การวัดและประเมินผล

1.2 ศึกษาหลักสูตรรายวิชา วิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ตำรา เอกสารที่เกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุ

1.3 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาของวิชาเครื่องรับวิทยุ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) และเขียนหน่วยการสอนดังนี้

หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่การกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ

หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM

หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM

หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex

2. การจัดทำโครงร่างคู่มือ

2.1 เขียนโครงร่างคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆดังนี้

ส่วนที่ 1

1. บทนำ
2. วัตถุประสงค์ของคู่มือ
3. ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ
4. คำแนะนำการใช้คู่มือหรือคำอธิบาย

ส่วนที่ 2

เนื้อหาของคู่มือประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายรายวิชา

1.1 เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ ในเครื่องรับวิทยุ

1.2 เพื่อให้มีทักษะในการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องรับวิทยุแบบต่าง ๆ

1.3 เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัด และทดสอบคุณสมบัติของวงจรและอุปกรณ์เครื่องรับวิทยุ ถูกต้องและปลอดภัย

2. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ คลื่นและการกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

3. การแบ่งหน่วยการเรียน

แบ่งออกได้เป็น 7 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่การกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ

หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM

หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM

หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex

4. การวิเคราะห์หลักสูตร

5. การจัดทำแผนการสอน

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ชื่อแผนการสอน

5.2 หน่วยที่

5.3 ชื่อหน่วย

5.4 สอนครั้งที่

5.5 ชื่อเรื่อง และชื่องาน

5.6 จำนวนคาบรวม

5.7 หัวข้อเรื่อง

5.8 สาระสำคัญ

5.9 จุดประสงค์การเรียนการสอน

5.9.1 จุดประสงค์ทั่วไป

5.9.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.10 เนื้อหาสาระ

5.11 กิจกรรมการเรียนการสอน

5.11.1 เรียนทฤษฎี

5.11.2 ปฏิบัติตามใบงาน

5.12 งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำ

5.13 สื่อการเรียนการสอน

5.14 การประเมินผล

5.15 บันทึกหลังการสอน

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียน

2.2 ผู้จัดทำได้ส่งโครงร่างคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ ให้ผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1 ตรวจสอบความถูกต้องด้าน เนื้อหา หลักการ แนวคิด เกี่ยวกับการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ โดยพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1 จากบุคคลที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 15 ปี วุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี มีประสบการณ์ในการตรวจซ่อมเครื่องรับวิทยุ ได้ผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1 จำนวน 5 คนได้แก่

1. นายทองพูน กิ่งนาค ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่าง บรรหาร-แจ่มใส จังหวัดสุพรรณบุรี
2. นายประภาส คงสบาย ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพ สองพี่น้อง จังวัดสุพรรณบุรี
3. นายเชษฐา คงพลปาน ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (หัวหน้าคณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
4. นางเกศินี งามยิ่ง ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (หัวหน้างานหลักสูตรและอาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี
5. ดร.ปรัชญานันท์ นิลสุข ตำแหน่งหัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (อาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

2.3 ผู้จัดทำได้สร้างแบบสอบถามความถูกต้อง ด้านเนื้อหา หลักการ แนวคิด ซึ่งเป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิด ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น ผลที่ได้จากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1 สรุปได้ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายรายวิชา

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าจุดมุ่งหมายรายวิชาถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะให้พิจารณาจุดมุ่งหมายรายวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) เป็นหลัก

2. คำอธิบายรายวิชา

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าคำอธิบายรายวิชาถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะให้พิจารณาคำอธิบายรายวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) เป็นหลัก

3. การแบ่งหน่วยการเรียนมีความเหมาะสมกับเวลา

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะว่าการแบ่งหน่วยการเรียนควรตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหากับระยะเวลาในการเรียน

4. การวิเคราะห์หลักสูตรโดยการใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการวิเคราะห์หลักสูตรโดยการใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตรถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะ บางหน่วยควรเพิ่มเติมการวิเคราะห์เพื่อให้นักศึกศึกษาได้ฝึกคิด

5. การจัดทำแผนการสอน

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการจัดทำแผนการสอนถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะว่าบางหน่วยควรเพิ่มเติมใบงาน

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียน

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการวัดผลและประเมินผลการเรียนถูกต้องดีแล้ว และมีข้อเสนอแนะว่า วิชานี้เป็นหลักสูตรใหม่ การประเมินผลควรประเมินผลตาม สภาพจริง ไม่มีการสอบปลายภาค

2.3 ผู้จัดทำได้แก้ไขปรับปรุงโครงร่างคู่มือในด้าน เนื้อหา หลักการ แนวคิด ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำส่งอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อขอรับคำแนะนำเพิ่มเติม

2.4 จัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี เพื่อนำไปตรวจสอบความเป็นไปได้ต่อไป

3.การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคู่มือ

3.1 ผู้จัดทำได้นำคู่มือประกอบการสอนรายวิชาเครื่องรับวิทยุหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2 เป็นครูผู้ปฏิบัติการสอนในรายวิชาเครื่องรับวิทยุและวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 คนได้แก่

1. นายปรีชา ศรีระพงษ์ ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
(ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์)
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

2. นายยุทธนา นพดารา ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5
(ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์)
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

3. นายอนุชิต อรรถานิธี	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
4. นายชัยมงคล นามเชียงใต้	ตำแหน่ง อาจารย์1 ระดับ 4 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี .
5. นายชาตรี จำปาศรี	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิค สมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
6. นายวิชัย หงษ์ศุภางค์พันธ์	ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
7. นายอนุรักษ์ ขันธวิธิ	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิค ราชบุรี(2) จังหวัดราชบุรี
8. นางสาวเยาวลักษณ์ บุญอู๋	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี(2) จังหวัดราชบุรี
9. นายสุรพงษ์ ไชยเสนา	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
10. นายธีรพงษ์ เอี่ยมยัง	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

3.2 นำความคิดเห็นที่ได้จากครูผู้ปฏิบัติการสอน 10 คนมาตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

3.2.1 เกณฑ์การตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ผู้ศึกษาได้กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ เป็นมาตราส่วน 5 ระดับ โดยให้คะแนนลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
ระดับ 3 หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติได้ปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อย
ระดับ 1 หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อยที่สุด

3.2.2 การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

ผู้ศึกษาได้นำคะแนนที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติการสอน จำนวน 10 คน มาทำการสรุป โดยการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แปลความหมายว่า สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แปลความหมายว่า สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แปลความหมายว่า สามารถนำไปปฏิบัติได้ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แปลความหมายว่า สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แปลความหมายว่า สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อยที่สุด

ผู้ศึกษาได้กำหนดเกณฑ์การยอมรับความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ตั้งแต่ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป ในกรณีที่ข้อใดมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ ผู้จัดทำได้ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น

3.2.3 ผลการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ของผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2 เห็นว่าคู่มือมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.4, S.D. = 0.16) และเมื่อพิจารณาเป็นรายหัวข้อปรากฏผลดังนี้

ตาราง 1 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 1 คำชี้แจงเกี่ยวกับคู่มือ

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	วัตถุประสงค์ของคู่มือ	4.6	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
2	ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ	4.4	0.7	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
3	คำแนะนำการใช้คู่มือหรือคำอธิบาย	4.2	0.42	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
4	การเรียงลำดับหัวข้อหน่วยการสอน	4.4	0.64	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.4	0.16	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 1 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในในส่วนที่ 1 คำชี้แจงเกี่ยวกับคู่มือ โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.16) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ วัตถุประสงค์ของคู่มือ ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.52) ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.7) การเรียงลำดับหัวข้อหน่วยการสอน ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.64) คำแนะนำการใช้คู่มือหรือคำอธิบาย ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.42)

ตาราง 2 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
5	หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.3	0.44	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
6	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.4	0.5	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
7	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.1	0.73	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
8	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.3	0.68	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
9	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.3	0.68	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
10	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.1	0.73	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
11	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.3	0.64	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
12	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.3	0.68	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
13	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 1	4.3	0.65	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.2	0.14	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในหน่วยที่ 1คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,SSB โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.14) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.5) จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.44) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.68) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.68) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.64) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.68) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 1 ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.65) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.73) กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.65)

ตาราง 3 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องจุดประสงค์การเรียนการสอน

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
14	หน่วยที่ 2 การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องจุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
15	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.6	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
16	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
17	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.6	0.7	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
18	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.4	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
19	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
20	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 2	4.1	0.73	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.3	0.24	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 3 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้หน่วยที่ 2 หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ ด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องจุดประสงค์การเรียนการสอน โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.3, S.D.=0.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.52) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.7)จุดประสงค์การเรียนการสอนจุดประสงค์ทั่วไปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.52) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 2 ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.73)

ตาราง 4 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
21	หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.6	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
22	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
23	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.0	0.57	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
24	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.3	0.82	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
25	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.3	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
26	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
27	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.4	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
28	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.4	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
29	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 3	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.3	0.2	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 4 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.3 ,S.D.=0.2) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.52) คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.52) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.4,S.D.= 0.52) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.82) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.53) กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 3 ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.0,S.D.=0.57)

ตาราง 5 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
30	หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex Single Side Band จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.4	0.75	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
31	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.4	0.7	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
32	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	3.8	0.63	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
33	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.4	0.6	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
34	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.2	0.79	
35	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.2	0.63	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
36	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 4	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.2	0.2	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 5 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในหน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.2) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.75) คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.7) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.6) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.79) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.63) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 4 ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=3.8,S.D.=0.63)

ตาราง 6 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
37	หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.6	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
38	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.6	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
39	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.0	0.66	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
40	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.4	0.84	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
41	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
42	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.3	0.68	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
43	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.2	0.49	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
44	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ	4.4	0.52	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
45	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 5	4.1	0.56	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวม	4.3	0.2	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 6 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในหน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.2) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.52) คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.52) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.84) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.52) กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.68) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียน การสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.49) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 5 ($\bar{X}$=4.1,S.D.=0.56) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.0,S.D.=0.66)

ตาราง 7 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
46	หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
47	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
48	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.4	0.7	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
49	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.2	0.78	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
50	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	3.8	0.63	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
51	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.2	0.75	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
52	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 6	4.0	0	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวมเฉลี่ย	4.2	0.3	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 7 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในหน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.3) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.4,S.D.=0.7) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.78) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.75) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 6 ($\bar{X}$=4.0,S.D.=0) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=3.8,S.D.=0.63)

ตาราง 8 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้
ส่วนที่ 2 หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
53	หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.5	0.53	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
54	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.6	0.7	สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด
55	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4.2	0.63	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
56	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน	4.3	0.69	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
57	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี	4.3	0.48	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
58	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี	4.2	0.63	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
59	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 7	4.3	0.68	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก
	รวมเฉลี่ย	4.3	0.2	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 8 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ในหน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.2) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}$=4.6,S.D.=0.7) จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.53) เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.69) กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.48) การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 7 ($\bar{X}$=4.3,S.D.=0.68) เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.63) สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี ($\bar{X}$=4.2,S.D.=0.63)

ตาราง 9 ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้

ส่วนที่ 2 การวัดและประเมินผลการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
60	การวัดและประเมินผลการเรียน	4.4	0.27	สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

จากตาราง 9 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ในเรื่อง การวัดและประเมินผลการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับสามารถนำไปปฏิบัติได้มาก ($\bar{X}$=4.5,S.D.=0.27)

3.3 จัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ฉบับสมบูรณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อขอความเห็นชอบเสนอเป็นสารนิพนธ์ต่อไป

บทที่ 4

คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

ส่วนที่ 1
บทนำ

ในยุคสารสนเทศใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีโทรคมนาคมไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อมเช่นระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมหรือระบบธนาคารอัตโนมัติและอื่นๆอีกมากมาย การพัฒนาสิ่งต่างๆเหล่านี้จำเป็นจะต้องพึ่งพาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ความรู้เกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสาร และความรู้เกี่ยวกับทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานหนึ่งจากหลายหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการผลิตบุคลากรทางช่างฝีมือโดยจะเน้นคุณภาพการผลิตกำลังคนในระดับช่างกึ่งฝีมือ ช่างฝีมือและช่างเทคนิค สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาหลายแห่งได้เปิดสอนวิชาชีพหลายสาขาให้นักเรียนที่สนใจในวิชาชีพเลือกเรียนตามความถนัดโดยไม่มีการสอบคัดเลือก เพื่อให้มีความสามารถและทักษะในสาขาวิชานั้นๆ

เทคโนโลยีในทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันนับว่ามีการพัฒนาที่เร็วมาก เครื่องรับวิทยุเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีใช้กันทุกครัวเรือน ใช้ในการรับฟังข่าวสารต่างๆ การจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ในสาขางานอิเล็กทรอนิกส์จึงประกอบด้วยวิชาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีหลายวิชา วิชาเครื่องรับวิทยุเป็นวิชาหนึ่งในหลายวิชาที่มีความสำคัญเนื่องจากวิชาเครื่องรับวิทยุสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานประกอบในวิชาต่างๆ เช่น วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ วิชาเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นต้น พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2538 : คำนำ) อธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุว่าในปัจจุบันเครื่องรับวิทยุนับว่ามีความจำเป็นต้องมีไว้เพื่อรับฟังข่าวสารหรือรายการบันเทิงเพื่อผ่อนคลายความเครียด เมื่อมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าย่อมมีการชำรุด วิชาเครื่องรับวิทยุจึงเป็นวิชาที่เตรียมความพร้อมของบุคลากรให้มีความรู้ทางด้านเครื่องรับวิทยุเพื่อประโยชน์ในการซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในด้านการค้นคว้าและทดลอง สุชาติ กังวารจิตต์ (2538 : คำนำ) ได้อธิบายเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารว่าในอดีตระบบวิทยุสื่อสารถูกจำกัดในงานเฉพาะกลุ่มเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้ใช้ในงานต่างๆมากขึ้นดังนั้นการเรียนวิชาเครื่องรับวิทยุจึงนับว่ามีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติงาน บุญชัด เนติศักดิ์ (2540 : คำนำ) อธิบายเกี่ยวกับวิชาเครื่องรับวิทยุว่า นักศึกษาหรือช่างซ่อมมีความจำเป็นที่ต้องรู้และเข้าใจในระบบของเครื่องรับวิทยุเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาอื่นหรือเพื่อการซ่อมแซมเครื่องใช้ไฟฟ้า

วิชาเครื่องรับวิทยุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 จะแยกออกเป็น 2 วิชาคือ วิชาทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ และวิชาปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ ซึ่งจะเป็นการง่ายในการจัดการเรียนการสอน แต่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546)

จะรวมวิชาทฤษฎี และวิชาปฏิบัติเข้าด้วยกัน โดยไม่มีการระบุว่าจะเรียนทฤษฎีกี่ชั่วโมง และปฏิบัติกี่ชั่วโมง จากการที่ผู้ศึกษาได้พูดคุยและสอบถามกับครู-อาจารย์ที่เริ่มสอนวิชานี้เป็นครั้งแรก ทำให้ได้รู้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะครูที่บรรจุใหม่ หรือครูจ้างสอน ที่ต้องรับภาระการสอนหลายวิชาทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมการสอนทั้งในวิชาภาคทฤษฎีและวิชาภาคปฏิบัติ ผลเสียที่เกิดขึ้นคือ การสอนของครูย่อหย่อนทำให้คุณภาพของนักเรียน-นักศึกษาที่จะออกไปสู่ตลาดแรงงานด้อยประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดการอาชีวศึกษา โดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในขณะเดียวกันก็ยังไม่มีการจัดทำคู่มือที่จะใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุที่จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของนักศึกษา

จากเหตุผลดังกล่าวผู้ศึกษาในฐานะที่เป็นครูฝ่ายปฏิบัติการสอนโดยทำการสอนในแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จึงมีความสนใจที่จะจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ มีประสิทธิภาพเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แนวทางในการจัดการเรียนการสอนใกล้เคียงกันมากที่สุด และเพื่อเป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการจัดทำคู่มือการสอนวิชาอื่นๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ในขณะเดียวกันผู้บริหารสถานศึกษาก็สามารถที่จะใช้เป็นเอกสารในการนิเทศการเรียนการสอนได้อีกทางหนึ่งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ

เพื่อจัดทำคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) โดยผู้จัดทำมุ่งหวังให้เกิดประโยชน์ต่อครู-อาจารย์และการเรียนการสอนในวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีดังนี้

1. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีได้คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุที่เหมาะสม ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546)

2. ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องรับวิทยุมีแนวทางในการสอนที่ชัดเจน ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตกำลังคนประเภทช่างเทคนิคให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้นได้

3. ผู้บริหารสถานศึกษาใช้เป็นเอกสารในการนิเทศการเรียนการสอนได้

4. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีมีแนวทางในการจัดทำคู่มือการสอนในวิชาอื่นๆ

ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ

การใช้งานคู่มือให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดผู้ใช้ควรมีความรู้พื้นฐานในด้านต่าง ๆดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสอนในสาขางานอิเล็กทรอนิกส์
2. ความรู้พื้นฐานทางด้านเครื่องรับวิทยุ
3. ความรู้พื้นฐานในการจัดทำแผนการสอน

คำแนะนำการใช้คู่มือ

เพื่อให้การใช้คู่มือเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้จัดทำจึงขอให้ครู-อาจารย์ที่ใช้คู่มือเล่มนี้ปฏิบัติดังนี้

1. ครู-อาจารย์ผู้สอนต้องศึกษาคู่มือเล่มนี้ให้เข้าใจก่อนทำการสอน
2. ครู-อาจารย์ผู้สอนต้องศึกษาเอกสารประกอบการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. ครู-อาจารย์ผู้สอนต้องศึกษาการแบ่งเนื้อหาตามบทเรียน การวิเคราะห์หลักสูตรวิชาเครื่องรับวิทยุโดยการใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อความเข้าใจในความสำคัญของแต่ละหน่วยการสอน
4. ครู-อาจารย์ผู้สอนต้องศึกษาและควรดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนในแต่ละหน่วยการสอนที่มีอยู่ในคู่มือเล่มนี้
5. การวัดและประเมินผลการเรียน ใช้วิธีการวัดและประเมินผลตามที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการสอน

ส่วนที่ 2
เนื้อหาของคู่มือ

1. จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรภาคต่างๆ ในเครื่องรับวิทยุ
2. เพื่อให้มีทักษะในการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องรับวิทยุแบบต่างๆ
3. เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัด และทดสอบคุณสมบัติของวงจรและอุปกรณ์เครื่องรับวิทยุ ถูกต้องและปลอดภัย

2. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ คลื่นและการกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,Single Side Band หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

3. การแบ่งหน่วยการเรียน

การแบ่งหน่วยการเรียนจะใช้หัวข้อของคำอธิบายรายวิชาเป็นหลักและเพิ่มเติมในบางหัวข้อที่เห็นว่ามีความสัมพันธ์กับวิชาเครื่องรับวิทยุ

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1.	คลื่นและการแพร่การกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band	6	12
2.	การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	6	
3.	ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ	6	12
4.	หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex Single Side Band	6	
5.	หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM	12	36
6.	หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM	12	
7.	หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex	6	
	สอบปลายภาค	2	
	รวม	54	60

4. การวิเคราะห์หลักสูตร

การใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร วิชาเครื่องรับวิทยุ ในการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย ผู้จัดทำได้กำหนดน้ำหนักตามตารางที่แสดง ในกรณีที่ครู-อาจารย์ที่ต้องการนำไปใช้งานก็สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ตามแนวคิดของผู้ที่จะนำไปใช้

พฤติกรรม / เนื้อหา	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย			จิตพิสัย			จำนวนข้อสอบ	จำนวนคาบสอนรวม	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การเลียนแบบ	การทำตามแบบ	เกิดความชำนาญ	การรับรู้	การตอบสนอง	การสร้างค่านิยม			
คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band	/	/				/			/			10	18	7
หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	/	/	/						/			10	6	3
ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ	/	/				/	/	/	/			12	18	2
หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band	/	/							/			10	6	6
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM	/	/	/			/	/	/	/			15	48	1
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM	/	/							/			12	12	4
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex	/	/							/			10	6	5
รวม	7	7				3	2		7				114	
ความสำคัญ	1	1				2	3		1					

จากตารางในแนวนอนจะอธิบายเนื้อหาของแต่ละหน่วยจากหน่วยที่ 1-7 ในส่วนของแนวตั้งจะเป็นการอธิบายพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านต่างๆ จำนวนข้อสอบ และคาบสอนรวม

5. การจัดทำแผนการสอน

คู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีประกอบด้วยรายละเอียดของแผนการสอน 7 หน่วยการสอนดังนี้

แผนการสอน วิชา เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.

หน่วยที่ 1 ชื่อหน่วย คลื่นและการแพร่การกระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่ง วิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band

ทฤษฎี 6 คาบ ปฏิบัติ 12 คาบ รวม 18 คาบ สัปดาห์ที่ 1-3

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)

1. คลื่น
2. คลื่นเสียงหรือความถี่เสียง
3. คลื่นวิทยุหรือความถี่วิทยุ
4. การแพร่กระจายคลื่น
5. ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band
6. การทดลองการอ่านค่าความถี่จากเครื่องมือวัด

2. สาระสำคัญ

คลื่นเป็นส่วนประกอบหนึ่งในเครื่องรับวิทยุ ซึ่งจะต้องเข้าใจความหมายและการแบ่งระดับของคลื่นให้ดี นอกจากนี้นักศึกษาจะต้องอ่านค่าความถี่ของรูปคลื่นได้ เพื่อจะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจความหมายของคลื่น
2. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ เรื่องคลื่นเสียง , คลื่นวิทยุ
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการแพร่กระจายของคลื่น
4. เพื่อให้นักศึกษารู้ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ
5. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือวัด

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาอธิบายความหมายของคลื่นได้
2. นักศึกษาบอกส่วนประกอบของคลื่นเสียงได้
3. นักศึกษาอธิบายการแพร่กระจายของคลื่นได้
4. นักศึกษาบอกย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุได้
5. นักศึกษาอ่านค่าความถี่ของคลื่นจากเครื่องมือวัดได้

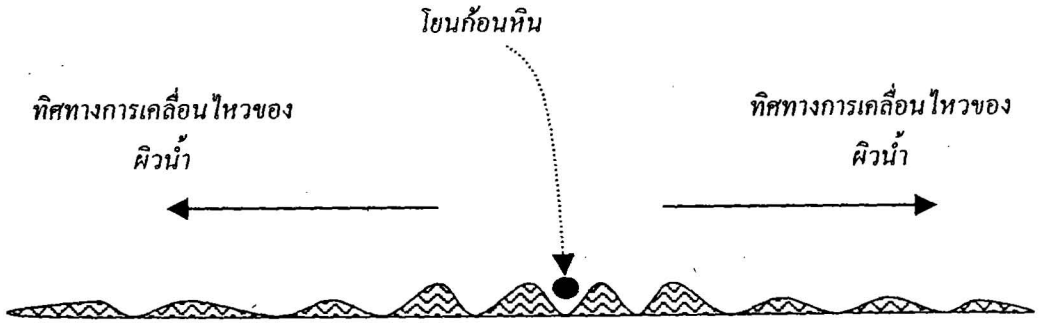
4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. คลื่น
    1.1 ความรู้เกี่ยวกับคลื่น
    1.2 องค์ประกอบของคลื่น
2. คลื่นเสียงหรือความถี่เสียง
3. คลื่นวิทยุหรือความถี่วิทยุ
4. การแพร่กระจายคลื่น
5. ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ
6. การใช้งานเครื่องมือวัด

1. คลื่น

1.1 ความรู้เกี่ยวกับคลื่น

ประพันธ์ พิพัฒนสุข และ วิลาวัลย์ โฉมเฉลา (2544 : 2-3)อธิบายความรู้เกี่ยวกับคลื่นไว้ดังนี้ คลื่น (Wave) หมายถึง การเคลื่อนไหวของพลังงานรูปแบบหนึ่ง ลักษณะโดยทั่วไปของคลื่นจะมีการเคลื่อนไหวแบบขึ้นลงของน้ำเช่น คลื่นของแม่น้ำ การเกิดคลื่น หมายถึง ขณะที่น้ำนิ่งเราโยนก้อนหินลงในน้ำจะเห็นการกระเพื่อมขึ้นลงของน้ำลักษณะนี้เรียกว่าเกิดคลื่น



ภาพประกอบ 1 การเคลื่อนไหวของผิวเมื่อโยนก้อนหินลงในน้ำ

ที่มา : ประพันธ์ พิพัฒนสุข และ วิลาวัลย์ โฉมเฉลา. (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM.* หน้า 2

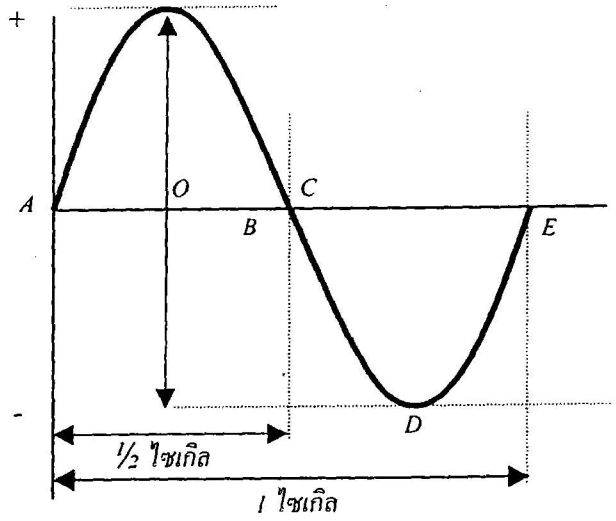
จากภาพประกอบ 1 จะพบว่าคลื่นเกิดขึ้นได้ เมื่อโยนก้อนหินกระทบผิวน้ำ ผิวน้ำจะเกิดการเคลื่อนไหว คือ ผิวน้ำจะเป็นลูกคลื่น ลูกคลื่นจะมีขนาดใหญ่ตรงบริเวณที่ก้อนหินตกกระทบ และขนาดจะค่อย ๆ เล็กลงในที่สุดผิวก็จะเรียบหรือน้ำนิ่ง

ทิศทางการเคลื่อนที่ กระจายตัวของคลื่น จะกระจายออกจากจุดเริ่มต้นอย่างต่อเนื่อง แล้วกำลังของคลื่นก็จะลดลงเมื่อระยะทางห่างไกลออกไป

การกระจายของคลื่นวิทยุก็เช่นกันจุดเริ่มต้นการแพร่กระจายคลื่นคือเสาอากาศของเครื่องส่งวิทยุ เมื่อระยะทางไกลออกไปเรื่อย ๆ กำลังก็จะลดลงจนในที่สุดคลื่นวิทยุก็จะหมดไป คือ บริเวณนั้นไม่มีสัญญาณคลื่นวิทยุ

1.2 องค์ประกอบของคลื่น

คลื่นโดยทั่ว ๆ ไปมีหลายรูปแบบ เช่น คลื่นลักษณะไซน์ เวฟ (Sine Wave) หรือคลื่นแบบสี่เหลี่ยมเรียกว่า สแควร์ เวฟ (Square Wave) จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ที่ต้องเรียนรู้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 คลื่นรูปไซน์ เวฟ (Sine Wave)

ที่มา : ประพันธ์ พิพัฒนสุข และ วิลาวัลย์ โฉมเฉลา. (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM.* หน้า 3

จากภาพประกอบ 2 เป็นคลื่นรูปไซน์ เวฟ คลื่นรูปลักษณ์นี้มีใช้มากในงานอิเล็กทรอนิกส์ รูปร่างจะประกอบด้วยส่วนสูงของคลื่นและความยาวของคลื่นและความถี่

1. ความสูงของสัญญาณ เรียกว่า แอมปลิจูด (Amplitude) หมายถึงความสูงของสัญญาณ หมายถึง ระยะกึ่งกลางถึงจุดสูงสุด จุด B (O-B) หรือระยะกึ่งกลางถึงจุดสูงสุดด้านล่าง (O-D) หรือระยะจากยอดสูงสุดด้านบนถึงระยะยอดสูงสุดด้านล่าง (B-D)

2. ความยาวคลื่น (Wave Length) คือ การเคลื่อนที่ของรูปสัญญาณ เริ่มต้นจากจุด A-B-C-D-E การเคลื่อนที่ลักษณะนี้คือ ครบ 1 รอบ เรียกว่า 1 ไซเกิล ใช้สัญลักษณ์แทนความยาวคลื่น คือ แลนด้า (λ)

3. ความถี่ (Frequency) หมายถึง รูปสัญญาณจำนวนการครบรอบ (A-E) เกิดขึ้นกี่ครั้งต่อวินาที ถ้า 1 วินาที เกิดรูปสัญญาณ 50 ครั้ง เรียกว่ามีรูปสัญญาณ 50 ไซเกิลต่อวินาทีปัจจุบันหน่วยของไซเกิลเรียกว่า เฮิรตซ์ (Hertz) มีอักษรย่อ คือ Hz

2. คลื่นเสียงหรือความถี่เสียง (AUDIO WAVE OR AUDIO FREQUENCY)

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538 : 2-3) อธิบายความรู้เกี่ยวกับความถี่เสียงและความถี่วิทยุไว้ดังนี้ ความถี่เสียงก็คือความถี่ที่อยู่ในย่านมนุษย์สามารถเปล่งเสียงออกมาได้และสามารถรับฟังได้จะมีความถี่อยู่ในย่าน 20 – 20,000 Hz. เป็นความถี่ที่คลื่นไม่สามารถเดินทางไปได้ไกล เพราะเป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำ เกิดการจางหายได้ง่ายการเดินทางของคลื่นที่จะทำให้มนุษย์ได้ยินจะต้องอาศัยการสั่นของอากาศไปกระทบเยื่อแก้วหู ทำให้เยื่อแก้วหูสั่นจึงจะได้ยินคลื่นเสียงนั้น เสียงพูดของมนุษย์ที่พูดชนิดฟังกันรู้เรื่องจะมีความถี่ประมาณ 20 – 3,400 Hz. อันที่จริงเสียงพูดและเสียงดนตรีจะประกอบด้วยความถี่หลายความถี่ผสมกันอย่างซับซ้อน ความถี่เหล่านี้ เรียกว่า ความถี่ฮาร์โมนิค (HARMONIC) หรือ โอเวอร์โทน (OVERTONE) เป็นความถี่ที่เป็นผลคูณของความถี่พื้นฐาน (FUNDAMENTALFREQUENCY) เป็นตัวทำให้เกิดหางเสียงหรือสำเนียงของเสียงที่ต่างกัน ดังนั้นเสียงที่มีความถี่เท่ากันแต่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่างกันจะไม่เหมือนกัน จากการทดลองพบว่าเสียงที่มนุษย์จะได้ยินดีที่สุดประมาณ 2,000 HZ. ความถี่เสียงประมาณ 15,000 Hz. ขึ้นไป หูมนุษย์เกือบจะไม่ได้ยินแล้ว ความถี่เสียงถือว่าเป็นความถี่ที่สำคัญในการสื่อความหมายให้มนุษย์พูดคุยกันเข้าใจ

3. คลื่นวิทยุหรือความถี่วิทยุ (RADIO WAVE OR RADIO FREQUENCY)

คลื่นวิทยุ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำขึ้น ซึ่งมีความเร็วคงที่อยู่ในย่านความถี่ 10 KHz – 300 GHz เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือประมาณ 3×18^{8} เมตรต่อวินาที ความถี่มีความสัมพันธ์กับความเร็วและความยาวคลื่นดังนี้

$$F = \frac{V}{\lambda} \quad \text{Hz.}$$

F = ความถี่ (FREQUENCY) หน่วย เฮริทซ์ (HZ)

V = ความเร็ว (VELOCITY) ของคลื่นวิทยุ ประมาณ 3 X 10^8 เมตร ต่อวินาที (m/8)

λ = ความยาวคลื่น (WAVELENGTH) หน่วย เมตร (m)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC WAVE) คือคลื่นที่เกิดขึ้นจากการผสมกันระหว่างกระแสที่ไหลผ่านเข้าไปในสายอากาศวิทยุ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (MAGNETIC FIELD) และแรงดันที่ตกคร่อมคร่อมสายอากาศวิทยุทำให้เกิดสนามไฟฟ้า (ELECTRIC FIELD) รวมสนามทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา

4. การกระจายคลื่นวิทยุ

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 47-49) อธิบายเกี่ยวกับการกระจายคลื่นวิทยุและการแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุไว้ดังนี้คลื่นสัญญาณวิทยุที่แพร่กระจายจากสายอากาศของเครื่องส่งไปยังเครื่องรับนั้นเกิดจากการไหลของกระแสไฟสลับในสายอากาศก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น การกระจายคลื่นอาจกระจายรอบตัวเสาอากาศทุกทิศทางเท่า ๆ กัน หรืออาจจะกระจายไฟในทิศทางเดียวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของสายอากาศ คลื่นวิทยุจะกระจายไปได้ไกลเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง เช่น กำลังของเครื่องส่งวิทยุ ความสูงของเสาอากาศ ความถี่ของคลื่น สภาพทัศนวิสัยดินฟ้าอากาศ ภูมิประเทศสิ่งแวดล้อม ในเรื่องของกำลังส่ง ความสูงของอากาศและความถี่ของคลื่นวิทยุนั้นเราสร้างขึ้นได้ ควบคุมและกำหนดตามความต้องการได้ ส่วนสภาพทัศนวิสัยสิ่งแวดล้อม ดินฟ้าอากาศเราไม่สามารถควบคุมได้ย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติ ซึ่งมีผลต่อการกระจายคลื่นวิทยุเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่ที่มีชื่อเรียกว่า ชั้นไอโอโนสเฟียร์(ionosphere) ซึ่งอยู่สูงกว่าพื้นโลกประมาณ 50 – 400 km ในบรรยากาศของชั้นนี้จะมีอนุภาคของก๊าซต่าง ๆ อยู่ รังสีจากดวงอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ โดยทำให้ก๊าซเกิดการรวมตัวและแตกตัว (ionized) ซึ่งจะทำให้ชั้นบรรยากาศมีความหนาแน่นแตกต่างกันไปมีผลต่อการสะท้อนคลื่นวิทยุให้กลับมายังผิวโลก เนื่องจากดวงอาทิตย์กับโลกที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งโคจรอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความสามารถในการช่วยสะท้อนคลื่ยวิทยุของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ก็จะต้องเปลี่ยนไปด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงประจำวันเพราะมีกลางวันกลางคืน เปลี่ยนแปลงประจำเดือน เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และเปลี่ยนแปลงตามรอบโซล่าร์ไซเกิล (solar cycle) จากสภาพดังกล่าว เราจะสังเกตได้ว่า การรับคลื่นวิทยุในเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกัน เช่น กลางคืนรับคลื่นได้ชัดเจนส่วนกลางวันมีการจางหาย เป็นต้น (อาจตรงกันข้ามก็ได้) หรือบางแห่งอาจรับวิทยุได้เพียงบางฤดูเท่านั้น เพราะหมอก ความชื้น ฝน ความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งของผิวดิน มีผลต่อการกระจายคลื่นวิทยุทั้งสิ้น

การกระจายคลื่นวิทยุจะกระจายได้ 4 ลักษณะคือ คลื่นตรง คลื่นผิวดิน คลื่นสะท้อนดินและคลื่นท้องฟ้า

คลื่นตรง หมายถึง คลื่นที่เดินทางออกจากเสาอากศของเครื่องส่งผ่านบรรยากาศตรงไปยังสายอากาศเครื่องรับ โดยไม่ได้มีการสะท้อนกลับใด ๆ เลย

คลื่นผิวดิน หมายถึง คลื่นวิทยุที่เดินทางไปตามผิวดินหรือผิวน้ำ สภาพผิวดินหรือป่าจะดูดกลืนพลังคลื่นวิทยุได้ จึงทำให้ไปไม่ได้ไกล โดยเฉพาะความถี่สูง ๆ จะกระจายไปตามผิวดินได้ในระยะใกล้เท่านั้น

คลื่นสะท้อนดิน หมายถึง คลื่นที่ตกกระทบพื้นดินหรือวัตถุต่าง ๆ บนดิน แล้วเกิดการสะท้อนหักเห อาจจะสะท้อนครั้งเดียวหรือหลายครั้งจนกว่าจะถึงเครื่องรับ

คลื่นท้องฟ้า หมายถึง คลื่นที่พุ่งขึ้นบนท้องฟ้า แล้วกระทบกับชั้นบรรยากาศจะเกิดการสะท้อนหักเหหลับลงมาเข้าเครื่องรับหรือลงมาสะท้อนลงพื้นดินแล้วพุ่งสู่ท้องฟ้าซึ่งจะสะท้อนกลับไปกลับมาหลายครั้งก็ได้ คลื่นลักษณะนี้จะทำให้การสื่อสารติดต่อกันได้ไกลบนผิวโลก

4. การแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุ

ย่านความถี่ของคลื่นวิทยุถูกแบ่งออกเป็น 8 ย่าน ดังนี้

1. คลื่น VLF (very low frequency) เป็นคลื่นความถี่ต่ำมาก มีความถี่ต่ำกว่า 30 กิโลเฮิรตซ์ (kHz)

2. คลื่น LF (low frequency) เป็นคลื่นความถี่ต่ำ มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 30 – 300 kHz

3. คลื่น MF (medium frequency) เป็นคลื่นความถี่ปานกลาง มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 0.3 – 3 เมกะเฮิรตซ์ (MKz)

4. คลื่น HF (high frequency) เป็นคลื่นความถี่สูง มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 3 – 30 MHz

5. คลื่น VHF (very high frequency) คลื่นความถี่สูงมาก มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 30 – 300 MHz

6. คลื่น UHF (ultra high frequency) มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 300 – 3,000 MHz

7. คลื่น SHF(super high frequency)มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 3,000-30,000 MHz

8. คลื่น EHF (extra high frequency) มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 30 – 300 GHz

การใช้งานย่านความถี่วิทยุนั้นถูกกำหนดไว้เป็นสากล ทั้งนี้เพื่อมิให้มีการรบกวนกันและให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากการใช้ความถี่ย่านต่าง ๆ ซึ่งมีดังนี้

ย่านความถี่ 30 – 535 kHz ใช้รับวิทยุคลื่นยาว (LW) เช่น การสื่อสารเกี่ยวกับการ

เดินเรือ วิทยุนำร่องของเรือเดินสมุทร และวิทยุนำร่องของเครื่องยิน

ย่านความถี่ 535 – 1,605 kHz ใช้รับส่งวิทยุคลื่นปานกลาง (MW) เช่น การรับวิทยุส่งวิทยุ AM แบนด์ MW ซึ่งเป็นการกระจายเสียงเพื่อการศึกษา ธุรกิจ และบันเทิง

ย่านความถี่ 1,605 ถึง 30 MHz ใช้สำหรับวิทยุสมัครเล่น วิทยุในกิจการของรัฐบาล วิทยุคลื่นสั้นนานาชาติ การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ วิทยุเดินเรือ กิจการอุตสาหกรรม วิทยุวิทยาศาสตร์ และวิทยุทางการแพทย์ เช่น วิทยุสมัครเล่นใช้ความถี่ 3.5 – 4 MHz และ 2.8 – 29.7 MHz วิทยุอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และการแพทย์ใช้ความถี่ 26.95 – 27.54 MHz ซิติเซนแบนด์ (Citizen Band) ใช้ความถี่ 26.965 – 27.255 MHz และ 27.230 – 27.410 MHz

ย่านความถี่ 30 – 50 MHz ใช้สำหรับวิทยุราชการและเอกชน ใช้ทั้งสถานีเคลื่อนที่และอยู่กับที่ เช่น วิทยุตำรวจ วิทยุดับเพลิง วิทยุป่าไม้ ทางหลวง และรถไฟ

ย่านความถี่ 50 – 54 MHz ใช้สำหรับวิทยุสมัครเล่น แบนด์ 6 m

ย่านความถี่ 54 – 72 MHz ใช้สำหรับส่งโทรทัศน์ว่องต่ำ (VHF low band) สำหรับโทรทัศน์ช่อง 2 – ช่อง 4

ย่านความถี่ 72 – 76 MHz ใช้สำหรับให้บริการของรัฐและเอกชน เช่น ความถี่ 75 MHz เป็นสัญญาณขอความช่วยเหลือของเครื่องบิน

ย่านความถี่ 88 – 108 MHz ใช้สำหรับส่งกระจายเสียงวิทยุ FM เพื่อข่าวสาร การศึกษา ธุรกิจ และบันเทิง

ย่านความถี่ 108 – 122 MHz ใช้สำหรับวิทยุควบคุมการบิน

ย่านความถี่ 122 – 174 MHz ใช้สำหรับวิทยุราชการ วิทยุเอกชน วิทยุสมัครเล่น เช่น 144 – 148 MHz ใช้สำหรับวิทยุสมัครเล่น

ย่านความถี่ 174 – 223 MHz ใช้สำหรับส่งโทรทัศน์ช่อง 5 – 12 (VHF high band)

ย่านความถี่ 470 – 890 MHz ใช้สำหรับส่งโทรทัศน์ UHF ช่อง 14 – 83

ย่านความถี่ 1,300 – 1,600 MHz ใช้สำหรับส่ง – รับ สัญญาณเรดาร์

ย่านความถี่ 2.5 – 22.2 GHz ใช้สำหรับสื่อสารดาวเทียม

ย่านความถี่ 30 – 300 GHz เป็นคลื่นความถี่สูง EHF ใช้สำหรับการทดรองทั้งของรัฐบาลและสมัครเล่น รวมทั้งใช้เป็นสัญญาณควบคุมระยะไกลกรณีพิเศษ

หน่วยที่ 1

ใบงาน เรื่องการใช้ออสซิลโลสโคป วัดเวลาและความถี่

วัตถุประสงค์

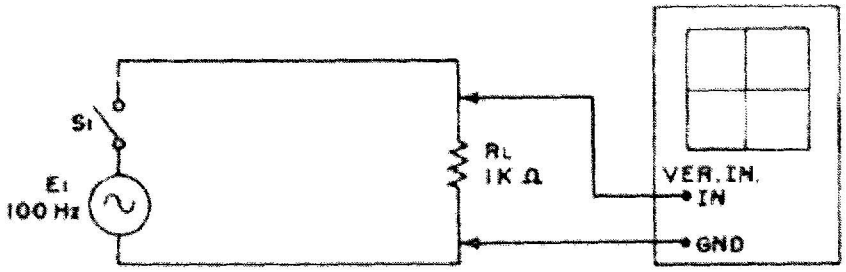
สามารถใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดเวลาและความถี่ของแรงดันไฟสลับได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ออสซิลโลสโคปพร้อมสายวัด	1 เครื่อง
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	1 เครื่อง
3. ตัวต้านทาง 1 K , 5 W	1 ตัว
4. สวิตช์ตัดต่อ	1 ตัว
5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร	1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน
2. ปรับสวิตช์ AC-GND-DC ไปตำแหน่ง AC
3. ปรับ ↕ POSITION ให้เส้นแสงบนจอภาพเลื่อนไปอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางจอภาพในด้านแนวนอน
4. ปรับปุ่ม VOLTS/DIV ไว้ที่ย่านโวลต์สูงสุด 5 VOLTS/DIV หรือมากกว่า
5. ปรับปุ่ม TIME/DIV ไว้ที่ 1 ms/DIV และปรับปุ่ม TIME VAEIABLE ไว้ที่ตำแหน่ง CAL'D
6. ต่อสายโปรบเข้าขั้วต่อ BNC อินพุตด้าน BER ปรับสวิตช์ลดทอนของโปรบไปตำแหน่ง XI
7. ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงที่ตำแหน่งกำเนิดคลื่นไซน์ ตั้งความถี่ให้กำเนิดขึ้นเป็นช่วงๆ ตั้งแต่ความถี่ไปหาความถี่สูงตามที่กำหนดให้ในตารางที่ 16.1 ปรับปุ่มเร่งความแรงของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงให้แรงที่สุด
8. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1 โดยสวิทช์ S1 ยังไม่ต่อ (OFF) และแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ E1 คือเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง



9. นำสายโปรบไปต่อวัดคร่อมโหลด RL โดยใช้ปลายวัดของโปรบไปวัดแรงดันขั้วบวก และใช้สายกราวด์ไปรบต่อวัดแรงดันขั้วลบ
10. ต่อ (ON) สวิตช์ S1 เข้าวงจร
11. สังเกตขนาดของสัญญาณที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคป หากขนาดของภาพที่ปรากฏเล็กเกินไปอ่านค่าได้ลำบาก ให้ปรับลดระดับ LOVTS/DIV ที่ตั้งไว้ให้ต่ำลง หรือหากขนาดภาพที่ปรากฏใหญ่เกิดไปจนล้นจอภาพ ให้ปรับเพิ่มระดับ VOLTS/DIV ที่ตั้งไว้ให้สูงขึ้น ปรับแต่งจนได้ภาพที่มีขนาดพอเหมาะอ่านค่าได้ง่าย
12. สังเกตรูปสัญญาณที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคป หากรูปสัญญาณที่ปรากฏเบียดกันอ่านช่องสัญญาณต่อ 1 ไซเกิลได้ลำบาก ต้องปรับปุ่ม TIME/DIV ไปทานด้านหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือทานด้านเวลามากขึ้น จนได้ความกว้างของสัญญาณพอเหมาะ
13. อ่านความกว้างขอสัญญาณไฟสลับที่ปรากฏบนจอภาพเพียง 1 ไซเกิล อ่านเวลาจากปุ่มปรับ TIME/DIV ที่ตั้งไว้บันทึกค่าทั้งหมดลงในตารางที่ 16.1 ช่วงสัญญาณคลื่นไซน์

ตารางที่ 1

รูปคลื่น	ความถี่จากเครื่องกำเนิด	TIME/DIV ที่ตั้ง	จำนวนช่องต่อไซเกิล	คำนวณเวลา (T)	คำนวณความถี่ (F)	% ผิดพลาดของความถี่
ไซน์	100 Hz					
	500 Hz					
	1 kHz					
	3 kHz					
	5 kHz					
	10 kHz					
	15 kHz					
	20 kHz					
สี่เหลี่ยม	200 Hz					
	600 Hz					
	800 Hz					
	2 kHz					
	6 kHz					
	8 kHz					
	12 kHz					
	18 kHz					

14. คำนวนค่าเวลาของสัญญาณ 1 ไซเกิลออกมา นำค่าที่คำนวณได้บันทึกลงในตารางที่ 16.1 ช่องคำนวณเวลา (T)

เวลา (T) = TIME/DIV X จำนวนช่องต่อไซเกิล

.....

.....

.....

.....

15. คำนวณความถี่ของคลื่นไซน์ออกมา นำค่าที่คำนวณได้บันทึกลงในตารางที่ 1 ช่อง คำนวณความถี่ (F)

$$F = \frac{1}{T}$$

.....

.....

.....

.....

16. คำนวณค่า % ผิดพลาดของความถี่ที่คำนวณออกมาจากการวัดด้วยออสซิลโลสโคปกับความพี่ที่ตั้งอจากเครื่องกำเนิดความถี่ บันทึกค่าลงในตาคางที่ 1 ช่อง %ผิดพลาดของความถี่

$$\%\text{ผิดพลาดของความถี่} = \frac{\text{ความถี่จากการคำนวณ} - \text{ความพี่จากเครื่องกำเนิด}}{\text{ความถี่จากเครื่องกำเนิด}} \times 100$$

.....

.....

.....

.....

.....

17. ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงที่ตำแหน่งกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม ตั้งความถี่ให้กำเนิดขึ้นมาเป็นช่วงๆ ตั้งแต่ความถี่ต่ำไปหาความถี่สูงตามที่กำหนดให้ในตารางที่ 16.1 ปรับปุ่มเร่งความแรงของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงให้แรงที่สุด
18. ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 9 ถึง 12
19. อ่านความกว้างของสัญญาณไฟสลับที่ปรากฏบนจอภาพเพียง 1 ไซเกิล อ่านเวลาจากปุ่มปรับ TIME/DIV ที่ตั้งไว้บันทึกค่าทั้งหมดลงในตารางที่ 1 ช่วงสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม
20. คำนวณค่าเวลาของสัญญาณ 1 ไซเกิลออกมา นำค่าที่คำนวณได้บันทึกลงในตารางที่ 1 ช่องคำนวณเวลา (T)

เวลา (T) = TIME/DIV X จำนวนชองต่อไซเกิล

.....

.....

.....

.....

21. คำนวณความถี่ของคลื่นสี่เหลี่ยมออกมา นำค่าที่คำนวณได้บันทึกลงในตารางที่ 1 ช่องคำนวณความถี่ (F)

$$F = \frac{1}{T}$$

.....

.....

.....

.....

.....

22. คำนวณค่า % ผิดพลาดของความถี่ที่คำนวณออกมาจากการวัดด้วยออสซิลโลสโคปกับความถี่ที่ตั้งจากเครื่องกำเนิดความถี่ บันทึกค่าลงในตารางที่ 1 ช่อง %ผิดพลาดของความถี่

$$\%\text{ความผิดพลาดของความถี่} = \frac{\text{ความถี่จากการคำนวณ - ความถี่จากเครื่องกำเนิด}}{\text{ความถี่จากเครื่องกำเนิด}} \quad 100$$

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1.ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูสนทนากับนักศึกษาเกี่ยวกับเรื่องคลื่น ยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักศึกษามองภาพของคลื่นให้ได้	นักศึกษาฟังและพยายามหาสิ่งใกล้ตัวเพื่อเปรียบเทียบให้ได้ว่าสิ่งใดที่ใช้ประกอบและมองเห็นภาพของคลื่นได้
2. ขั้นสอน 2.1 ครูให้นักศึกษาแบ่งเป็นกลุ่ม 2.2 ครูให้นักศึกษาทำความเข้าใจคลื่นและให้นักศึกษาส่งตัวแทนสรุป 2.3 ครูทบทวนเรื่องคลื่นทั้งหมดโดยใช้แผ่นใสประกอบ 2.4 ครูแจกใบงานและอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	นักศึกษาแบ่งเป็นกลุ่ม นักศึกษารวมกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของคลื่น นักศึกษาส่งตัวแทนสรุปหน้าชั้นเรียน นักศึกษาจดบันทึก นักศึกษาทำความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานและทดลอง
ขั้นสรุปและวัดผล ครูวาดรูปคลื่น ซักถามนักศึกษา	นักศึกษาบอกส่วนประกอบของคลื่น

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ให้นักศึกษากลับไปทบทวนเนื้อหาและสรุปใบงานส่ง

7. วิธีการสอน

หน่วยที่ 1 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ
3. สาธิต

8. สื่อการสอน

หน่วยที่ 1 มีสื่อประกอบการสอนดังนี้

1. แผ่นใส
2. ชุดทดลอง

9. วิธีวัดผลโดย

หน่วยที่ 1 มีการวัดผลดังนี้

1. การซัก-ถาม
2. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

หน่วยที่ 1มีหนังสืออ่านประกอบดังนี้

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.
5. วิโรจน์ แก้วจันทร์. (2543). *ทฤษฎีเครื่องส่งวิทยุ.* กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.
6. ประพันธ์ พิพัฒนสุข และ วิลาวัลย์ โฉมเฉลา (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM-FM.* กรุงเทพฯ : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

แผนการสอน วิชา...เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่ 2 ชื่อหน่วย หลักการประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
ทฤษฎี...6...คาบ ปฏิบัติ...-....คาบ รวม 6 คาบ สัปดาห์ที่ 4

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)
   1. เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบวงจร
   2. เครื่องมือประกอบการปรับแต่ง
   3. ลักษณะของเครื่องที่ต้องปรับแต่ง
   4. วัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง
   5. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM
2. สาระสำคัญ

   เครื่องมือประกอบการปรับแต่งเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การปฏิบัติงานง่ายขึ้นและสะดวกขึ้น ในการปรับแต่งเพื่อการรับสัญญาณที่ดี และรับสัญญาณได้ถูกต้อง

3. จุดประสงค์การสอน
   3.1 จุดประสงค์ทั่วไป
      1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจวัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง
      2. เพื่อให้นักศึกษารู้จักประเภทของเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการประกอบวงจร
      3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจลักษณะของเครื่องที่ต้องปรับแต่ง
      4. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจวิธีการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM
   3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
      1. นักศึกษาบอกวัตถุประสงค์ของการปรับแต่งได้
      2. นักศึกษาบอกชื่อของเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบวงจรได้
      3. นักศึกษาอธิบายเครื่องที่ควรปรับแต่งได้
      4. นักศึกษาอธิบายวิธีการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AMได้

4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบวงจร
   1.1 เครื่องมือที่จำเป็น
   1.2 การเตรียมอุปกรณ์
   1.3 การบัดกรี
2. เครื่องมือประกอบการปรับแต่ง
3. ลักษณะของเครื่องที่ต้องปรับแต่ง
4. วัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง
5. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM
   5.1 การปรับแต่งภาคขยายความถี่ IF
   5.2 การปรับแต่งภาคเปลี่ยนความถี่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบวงจร

1.1 เครื่องมือที่จำเป็น

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 297-299) อธิบายเกี่ยวกับ เครื่องมือที่จะใช้สำหรับฝึกหัดประกอบวิทยุ มีดังนี้

1. หัวแร้งไฟฟ้าแบบแช่พร้อมที่วาง ถ้าประกอบลงแผงไม้ใช้ 35 – 40 W ประกอบลงแผ่นวงจรพิมพ์ใช้ 15 - 20 W หัวแร้งต้องเป็นชนิดที่ใช้กับไฟฟ้าแรงดัน 220 V (หัวแร้งปืนก็ใช้ได้) ตะกั่วที่ใช้บัดกรีควรเป็นตะกั่วเส้นแบบ 60/40 (มีตะกั่วอยู่ 60 เปอร์เซ็นต์)
2. คีมตัดขาอุปกรณ์และคีมจับแบบปากจิ้งจอกหรือปากจระเข้อย่างละ 1 ตัว
3. มีดคัดเตอร์สำหรับปอกสาย ขูดสาย และใช้อเนกระสงค์
4. ไขควงเล็กปากแบนประมาณ 4 mm 1 ตัว ไขควงแฉก (ฟิลิปส์) ขนาดเล็ก 1 ตัว และไขควงจูน พลาสติก 1 ตัว
5. กรณีต่อลงแผงไม้ต้องมีค้อนเล็กสำหรับตอกตะปู สว่านเจาะรู พร้อมดอกสว่าน
6. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ 1 ตัว พร้อมสายวัด

1.2 การเตรียมอุปกรณ์

ในการประกอบเราจะแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ประกอบลงแผงไม้และประกอบลงแผ่นวงจรพิมพ์การประกอบลงแผงไม้สำหรับการศึกษาเบื้องต้น ส่วนการประกอบลงแผ่นวงจรพิมพ์เป็นการประกอบหลังจากที่มีความชำนาญแล้ว เพื่อไล่สู่ตู้ใช้งานหรือจำหน่ายต่อไป

การเตรียมสำหรับประกอบลงแผงไม้มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมแผ่นกระดานไม้อัดหนาประมาณ 4 mm ขึ้นไป หรือกระดานไม้ที่ใช้ทำการฝีมือที่มีขนาดประมาณ 20 x 30 cm จำนวน 2 แผ่น สำหรับแยกประกอบภาคขยายเสียง 1 แผ่นและภาครับวิทยุอีก 1 แผ่น

2. เขียนวงจรที่จะประกอบลงบนแผ่นไม้ถ้ากลัวเขียนผิดให้นำวงจรจากหนังสือไปถ่ายเอกสาร แล้วเอากระดาษวงจรทากาวปะลงไปบนแผ่นไม้ ถ้าทำเป็นแผงฝึกจำนวนมากอาจใช้วิธีทาสีไม้ แล้วซิลค์สกรีน (silk screen) วงจรติดถาวรกับแผ่นไม้ก็จะดูสวยงามมาก หรืออาจจะใช้ไม้อัดที่ด้านหนึ่งมีโฟไมก้าสีขาวหรือสีอื่นบุอยู่ แล้วใช้สีเมจิกแบบถาวรเขียนวงจรติดไปก็จะสวยงามมากเช่นกัน แต่สำหรับผู้ที่ทำคนเดียวใช้วิธีถ่ายเอกสารวงจรแล้วปิดลงแผ่นไม้จะสะดวกที่สุด

3. ดอกตะปูทองแดง (หรือทองเหลือง) ลงตามจุดต่าง ๆ ในวงจรเพื่อบัดกรียึดขาอุปกรณ์ซึ่งตะปูทองแดงจะบัดกรีติดง่ายและดีกว่าตะปูทองเหลือง โดยหาซื้อตะปูได้จากร้านขายเครื่องก่อสร้าง (หรือร้านซ่อมรองเท้า) ควรเลือกตัวขนาดปานกลาง และก่อนตอกตะปูยาวเกินไปให้ตัดปลายออกบ้างโดยใช้คีมตัดลวด

4. แผงภาคขยายเสียงจะต้องเจาะรูเพื่อยึดลำโพง 4 รู พร้อมรูระบายเสียงตรงกลางลำโพงเจาะรูขั้วถ่านด้านละ 2 รู รูสำหรับยึดสวิตช์โวลุ่มซึ่งต้องมีแผ่นอะลูมิเนียมฉากช่วยยึดด้วยและรูยึดหม้อแผลงอินพุตสำหรับรูที่เจาะทั้งหมดใช้ดอกสว่านที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm

5. แผงภาควิทยุต้องเจาะรูเพื่อติดตั้งแกนคอยล์อากาศ และรูยึดตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ซึ่งแกนคอยล์อากาศใช้ฐานพลาสติกช่วยยึด สำหรับตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ต้องใช้อะลูมิเนียมฉากช่วยยึด

1.3 การบัดกรี

การบัดกรีเป็นคุสมบัติอย่างหนึ่งที่ช่างวิทยุทุกคนต้องกระทำได้อย่างดีเยี่ยม เพราะถ้าบัดกรีไม่ดีการเดินของกระแสไฟจะไม่ดีแบะคุณภาพของเครื่องที่ประกอบขึ้นมาก็จะไม่ดี ดังนั้นจึงควรฝึกหัดบัดกรีให้ชำนาญ โดยหลักในการบัดกรีเบื้องต้นมีดังนี้

1. เสียบหัวแร้งให้ร้อยประมาณ 3 นาที สังเกตดูปลายหัวแร้งต้องมีตะกั่วเยิ้ม ทดสอบดูว่าร้อนหรือไม่โดยเอาเส้นตะกั่วจี้ดู ถ้ามีควันขึ้นและตะกั่วละลายแสดงว่าหัวแร้งพร้อมใช้ยัดกรีได้ หัวแร้งต้องหมั่นทำความสะอาดปลายให้สะอาดและติดตะกั่วอยู่เสมอ การมีตะกั่วติดปลายจะทำให้ถ่ายความร้อนสู่จุดบัดกรีได้ดี (ถ้าเป็นหัวแร้งปืนให้กดไกจนปลายร้อน 3 – 5 วินาที)

2. เตรียมชิ้นงานตรงจุดที่จะบัดกรีให้สะอาด โดยดูว่ามีเขม่า สนิมหรือความสกปรกบริเวณที่จะบัดกรีหรือไม่ ถ้ามีให้ใช้มีดขูดหรือตะไบถู ถ้าเป็นอุปกรณ์ใหม่ขาสะอาดใสเป็นมันก็ไม่ต้องขูด

3. ตะกั่วที่ใช้เป็นตะกั่วเส้น 60/40 โดยมีตะกั่ว 60 เปอร์เซ็นต์และมีดีบุก 40 เปอร์เซ็นต์และมีฟลักซ์ (flux) หรือน้ำยาประสานแบบผงอยู่ในเส้นตะกั่วนี้ด้วย เมื่อตะกั่วถูกความร้อนน้ำยาประสานจะไหลออกมาทำความสะอาดจุดบัดกรีแล้วตะกั่วจะละลายเคลือบจุดบัดกรีตาม พอบัดกรีเสร็จน้ำยาประสานจะระเหยหมดพอดี สำหรับงานอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำยาประสานจากภายนอกมาช่วย

4. การบัดกรีให้จี้ปลายหัวแร้งลงไปบนจุดที่จะบัดกรี โดยให้หัวแร้งถ่ายความร้อนลงจุดบัดกรีประมาณ 3 – 5 วินาที คาดว่าจุดบัดกรีร้อนพอแล้วจึงเอาตะกั่วจี้ลงบนจุดบัดกรีตรงซอกระหว่างหัวแร้งกับจุดบัดกรี ถ้าความร้อนพอตะกั่วจะละลายวิ่งเข้าเคลือบจุดบัดกรีทันที แล้วให้ชักปลายหัวแร้งออก เมื่อตะกั่วเย็นจุดบัดกรีก็จะติด การป้อนตะกั่วเข้าจุดบัดกรีต้องให้ชิ้นงานร้อนพอดี และตะกั่วซึมละลายอย่างพอเหมาะ จึงจะทำให้รอยบัดกรีติดอย่างถาวร งานที่พิถีพิถันเมื่อบัดกรีแล้วต้องขูดเศษน้ำยาประสานออก แล้วเอาพู่กันจุ่มทินเนอร์ล้างจุดบัดกรีซึ่งจะสะอาดเป็นมันวาว (ดูรูปที่ 7.2)

การบัดกรีสายไฟเข้ากับจุดบัดกรีหรือแผ่นวงจรพิมพ์ให้ปอกสายไฟยาว 2 mm ถ้าเป็นสายฝอยให้บิดดีเกลียวปลายสายให้แน่น แล้วไล้ตะกั่วที่ปลายสายให้ติดจนทั่วก่อน แล้วจึงไปบัดกรีติดแผ่นวงจรพิมพ์หลัง

2. เครื่องมือประกอบการปรับแต่ง

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 342-351) อธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM รวมทั้งการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM ดังนี้

1. ไขควงเหล็กขนาดเล็กด้ามฉนวน ปากแบนกว้างประมาณ 2.5 – 3 mm สำหรับปรับจูนทริมเมอร์จำนวน 1 ตัว

2. ไขควงพลาสติก (อาจเหลาไม้ไผ่ให้แบนแทนไขควงได้) ปากแบนกว้างประมาณ 4 mm สำหรับจูนแกนขดลวดออสซิลเลเตอร์และจูนแกนหม้อแปลง IF จำนวน 1 ตัว

3. เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุ หรือ RF ซิกแนลเจเนอเรเตอร์ (RF signal generator) สำหรับป้อนสัญญาณความถี่ IF และ RF จำนวน 1 เครื่อง

4. สายต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุพร้อมขดลวดส่งสัญญาณ RF ที่ทำจากลวดทองแดงอาบน้ำยาเบอร์ 20 SWG พันขดเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว 25 รอบ จำนวน 1 ชุด

5. เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ (แบบดิจิตอลหรือแอนะล็อก) หรือออสซิลโลสโคปหรือทั้งสองอย่างอย่างละ 1 ตัว พร้อมสายวัด มัลติมิเตอร์ใช้สำหรับวัดความแรงสัญญาณเอาต์พุต ส่วนออสซิลโลสโคปใช้สำหรับดูรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุต

6. เครื่องจ่ายไฟตรงแบบปรับค่ากระแสไฟสลับได้ 1 A (แรงดันปรับได้พอดีกับเครื่องที่จะปรับแต่ง) จำนวน 1 เครื่อง

7. เครื่องรับวิทยุที่ดีและได้มาตรฐานสามารถรับสถานีได้ชัดเจนตลอดช่วงความถี่สำหรับเปรียบเทียบอ้างอิงเครื่องที่เราปรับแต่งจำนวน 1 เครื่อง

3. ลักษณะของเครื่องรับวิทยุที่ต้องปรับแต่ง

เครื่องรับวิทยุที่จะเข้ารับการปรับแต่งต้องมีอุปกรณ์วงจรภาคต่าง ๆ ทำงานอย่างสมบูรณ์ เช่น ภาคขยายเสียงทำงานขยายสัญญาณเสียงได้ดี ภาครับวิทยุทำงานรับสัญญาณบางความถี่ได้หรือมีเสียงออกทางลำโพงบ้าง ถ้าหากวิทยุเงียบสนิทหรือภาคขยายเสียงบกพร่องยังไม่สมควรที่จะนำมาปรับแต่ง เพราะการปรับแต่งจะกระทำเฉพาะภาคที่เกี่ยวข้องกับความถี่วิทยุ เช่น ภาคขยายสัญญาณ IF ภาคเปลี่ยนความถี่ และภาคขยายสัญญาณ RF เท่านั้น เครื่องรับวิทยุที่จะต้องปรับแต่งมีลักษณะดังนี้

1. เครื่องรับที่ประกอบขึ้นมาใหม่ และทุกวงจรทำงานปกติต้องได้รับการปรับแต่งเพื่อให้ทำงานได้ถูกต้องตามความถี่ที่มาตรฐานกำหนดไว้

2. เครื่องรับเก่าที่ทำงานผิดพลาด อาจเนื่องมาจากพวกสลักจูนคลาดเคลื่อน รับสัญญาณได้เบา ไม่ครอบคลุมตลอดช่วงความถี่ หรือรับคลื่นหลายสถานีแทรกซ้อนกัน ต้องได้รับการปรับแต่งใหม่เพื่อให้การทำงานของเครื่องรับกลับเข้าสู่การทำงานตามมาตรฐานเดิม

3. เครื่องรับผ่านการซ่อมแซมแก้ไข และเปลี่ยนอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับความถี่ในภาคขยาย IF ภาคออสซิลเลเตอร์ และภาคมิกเซอร์ เป็นต้น ซึ่งต้องได้รับการปรับแต่งเพื่อให้ทำงานของเครื่องรับถูกต้องตามความถี่มาตรฐานเดิม

4. วัตถุประสงค์ของการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ

วัตถุประสงค์ของการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุมีรายละเอียดดังนี้

1. เพื่อให้การขยายความถี่ IF ของเครื่องรับมีประสิทธิภาพสูงสุดตามมาตรฐานความถี่ IF ของเครื่องรับนั้น ๆ เช่น ภาคขยาย IF ของเครื่องรับวิทยุ AM จะขยายมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความถี่ 455 kHz และเครื่องรับวิทยุ FM วงจรขยาย IF จะขยายมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความถี่ 10.7 MHz เป็นต้น

2. เพื่อให้เครื่องรับมีแบนด์การรับอยู่ในช่วงความถี่ถูกต้องตามมาตรฐานสากลหรือถูกต้องตามความถี่ที่จัดสรรสำหรับท้องถิ่น เช่น เครื่องรับ AM รับคลื่นขนาดกลาง (MW) ต้องรับคลื่นความถี่ระหว่าง 530 – 1,605 kHz ได้ และเครื่องรับ FM ต้องรับคลื่นความถี่ระหว่าง 88 – 108 MHz ได้

3. เพื่อให้เครื่องรับมีความไว ในการรับตลอดช่วงความถี่ที่เครื่องรับนั้นรับได้

และมีความไวเท่าเทียมกันทุก ๆ สถานี

4. เพื่อให้เครื่องรับสามารถแยกแยะสถานีใกล้เคียงออกจากกันไม่ซ้อนทับกันหรือไม่แทรกแซงกัน

จากทั้ง 4 ข้อดังกล่าวเป็นวัตถุประสงค์ในการปรับแต่งเครื่องรับ ซึ่งกล่าวโดยสรุปก็คือต้องการให้เครื่องรับมาตรฐานความถี่ตามกำหนด รับคลื่นไว รับคลื่นได้ชัดเจน รับได้มากสถานีไม่แทรกแซงกัน โดยมีเสียงออกมาชัดเจน ไพเราะน่าฟังและดังพอสมควร

5. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM

สถานีที่ที่ใช้ปรับแต่ง ห้องที่จะใช้ปรับแต่งเครื่องรับวิทยุควรเป็นห้องที่เงียบ ปราศจากการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรมต้องมีห้องพิเศษชีลด์กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้สำหรับผู้ที่ศึกษาและช่างซ่อมทั่ว ๆ ไปสามารถใช้ห้องที่ใช้อยู่ตามปกติเป็นที่ปรับแต่งได้ ซึ่งก็อาจจะมีปัญหาอยู่บ้างถ้าหากพื้นที่นั้นมีสถานีวิทยุอยู่หนาแน่น เรื่องอุณหภูมิของห้องที่ใช้ปรับแต่งหากเป็นห้องชีลด์ก็ต้องมีการปรับอากาศให้เย็นประมาณ $25^{o}C$ และระบายอากาศให้ถ่ายเทได้ เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงานจะลดลง รู้สึกอึดอัด คุณภาพของการปรับแต่งไม่คงเส้นคงวา สำหรับกรณีห้องธรรมดาที่มีการปรับอากาศหรือไม่ซ้พัดลมก็ใช้อุณหภูมิห้องตามสภาพที่เป็นอยู่จริง ซึ่งผู้ฝึกทำการปรับแต่งไม่ต้องกังวลเรื่องนี้มากนัก ให้ยึดหลักง่าย ๆ ใต้อุณหภูมิที่คนเราอยู่ได้สามารถใช้ปรับแต่งเครื่องรับได้ทั้งสิ้น

5.1 การปรับแต่งภาคขยายความถี่ IF

ภาคขยายความถี่ IF ถูกออกแบบให้ทำการขยายได้สูงสุดที่ความถี่ IF จึงต้องปรับวงจรเรโซแนนซ์ของ IF ให้ถูกต้อง โดยปกติการเรโซแนนซ์จะใช้ขดลวดและตัวเก็บประจุ (LC) ตัวเก็บประจุเป็นแบบค่าคงที่ถูกซ่อนในหม้อแปลง IF แล้วจึงมีที่ปรับอยู่ก็คือแกนของขดลวดหม้อแปลงเท่านั้น ความถี่ RF ของเครื่องรับ AM ที่เราจะปรับต่อไปนี้ใช้ความถี่ 455 kHz การปรับให้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. เปิดสวิตช์เครื่องรับวิทยุและเร่งโวลุ่มประมาณกึ่งกลาง เมื่อสายต่อเครื่องวัดต่าง ๆ ถูกต้องให้หมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้เบี่ยงออกจากกันหมดหรือซ้อนทับกันหมดโดยต้องไม่มีสัญญาณใด ๆ ดังออกทางลำโพง ถ้ามีเสียงดังให้ปลดสายไฟที่ต่อจากขดลวดออสซิลเลเตอร์ไปเข้าตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ออก

2. เปิดสวิตช์เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุให้ทำงาน ตั้งความถี่หน้าปัด 455 kHz หมุนปุ่มให้ผสมคลื่นเสียงจากภายใน (INT.MOD) เร่งสัญญาณ RF ออก (RF output) พอประมาณ ขณะนี้ขดลวดส่งสัญญาณ RF จะส่งความถี่ 455 kHz ออกอากาศโดยมีคลื่นเสียงความถี่ประมาณ 1 kHz ผสมแบบ AM ออกมาด้วย เราควรจะได้ยินเสียงดี๊ดยาว ๆ ออกทางลำโพง ถ้าไม่

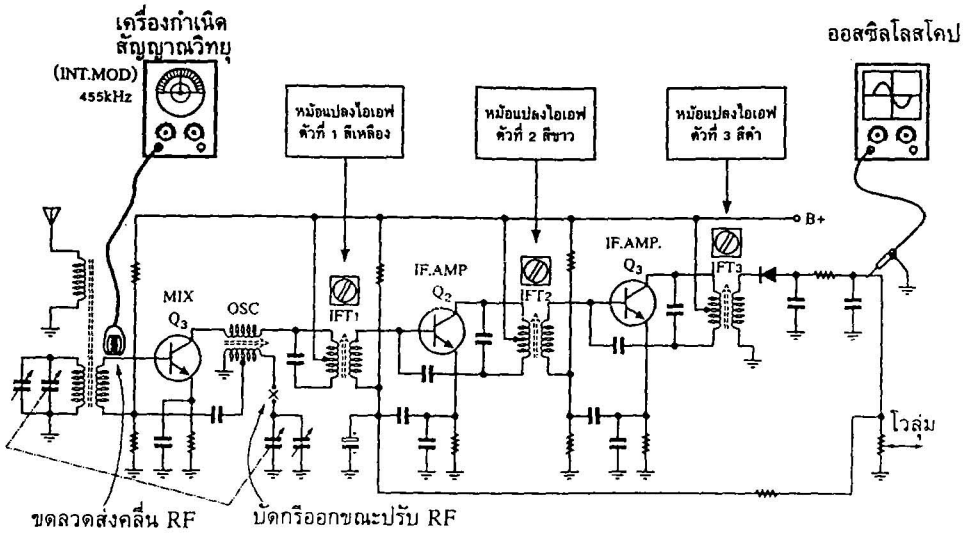
ได้ยินให้ขยับเปลี่ยนตำแหน่งขดลวดส่งคลื่น RF และเร่งเอาต์พุตของคลื่น RF จากเครื่องกำเนิดสัญญาณให้แรงขึ้น ดูตำแหน่งของเข็มที่ชี้บนมิเตอร์และดูรูปร่างของคลื่นที่ออสซิลโลสโคป พร้อมกับฟังเสียงและจดจำไว้

3. ใช้ไขควงพลาสติกหมุนแกนของหม้อแปลง IF ตัวที่ 3 (IFT – 3) ตัวสุดท้ายสีดำหมุนไปซ้ายหรือขวาทดลองดู โดยหมุนไปข้างที่ได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้น ถ้าหมุนไปแล้วเสียงดังลดลงก็หมุนถอยกลับและหยุดตรงที่เสียงดังที่สุด ดูเข็มมิเตอร์จะชี้สูงสุด รูปร่างของคลื่นบนออสซิลโลสโคปสวยและยอดคลื่นสูงสุดไม่เพี้ยน ฟังดูน้ำเสียงนุ่มนวล (ตำแหน่งที่น้ำเสียงนุ่มนวลนี้อาจไม่ใช่ตำแหน่งที่เข็มมิเตอร์สูงสุดก็ได้)

4. ใช้ไขควงพลาสติกหมุนจูนแกนของหม้อแปลง IF ตัวที่ 2 (IFT – 2) ตัวกลางสีขาว จูนเช่นเดียวกับข้อ 3 ฟังน้ำเสียงให้ได้นุ่มนวลและดังที่สุด

5. จูนแกนหม้อแปลง IF ตัวที่ 1 (IFT – 1) ตัวแรกสีเหลืองปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3 จูนให้ได้ตำแหน่งของเสียงที่นุ่มนวลและดังที่สุด โดยฟังทั้งเสียงและดูเครื่องมือวัดประกอบกัน

6. การทำจูนซ้ำตามขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 อีก ขณะนี้เครื่องรับของเราถูกปรับแต่งให้ภาคขยาย IF ทำงานได้ถูกต้องที่ความถี่ 455 kHz เรียบร้อยแล้ว ภาพประกอบ 3 แสดงตำแหน่งการจูน IF ในวงจร



ภาพประกอบ 3 ตำแหน่งการจูน IF ในวงจร

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 347

5.2 การปรับแต่งภาคเปลี่ยนความถี่

การปรับแต่งภาคเปลี่ยนความถี่ก็เพื่อให้เครื่องรับมีแบนด์การรับที่ถูกต้อง รับได้ไว้เท่ากันตลอดแบนด์และสถานีไม่ซ้อนทับกัน การทำงานในภาคเปลี่ยนความถี่เป็นระบบซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ความถี่ออสซิลเลเตอร์จะต้องเท่ากับความถี่คลื่นที่รับจากสถานีส่งบวกด้วยความถี่ IF ตลอดเวลาการปรับแต่งจะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกจะปรับวงจรภาคออสซิลเลเตอร์มีตัวให้ปรับคือ แกนของขดลวดออสซิลเลเตอร์ (สีแดง) และทริมเมอร์ที่ติดอยู่กับวงจรออสซิลเลเตอร์ขนานอยู่กับตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ การปรับวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ออสซิลเลเตอร์ทำงานอยู่ในช่วง 530 + 455 kHz ถึง 1605 + 455 kHz อย่างถูกต้อง ในขั้นตอนที่สองจะปรับวงจรจูนเนอร์ที่เลือกรับคลื่นจากสายอากาศมีตัวที่ต้องปรับคือ การเลื่อนขดลวดคอยล์อากาศไปมาบนแกนเฟอร์ไรต์ และจูนทริมเมอร์วงจรแทงก์ของสายอากาศที่ต่อขนานอยู่กับตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ การจูนภาคนี้จะทำให้รับสัญญาณได้ไว้ตลอดแบนด์นี้

การปรับแต่งภาคเปลี่ยนความถี่ต้องทำหลังจากปรับ IF เรียบร้อยแล้ว และเครื่องมือทั้งหมดต่อไว้เช่นเดียวกับการปรับ IF แล้วทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ปรับภาคออสซิลเลเตอร์

1. ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุบนหน้าปัดความถี่ 510 kHz ตั้งปุ่มผสมสัญญาณเสียงจากภายใน (INT.MOD) วางขดลวดส่งคลื่น RF ไว้ใกล้คอยล์อากาศประมาณ 5 cm เร่งสัญญาณ RF ออกเอาต์พุตเล็กน้อย ขณะนี้เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุกำลังทำหน้าที่เป็นสถานีส่งวิทยุ AM ความถี่ 510 kHz ผสมเสียงดี๊ดยาว ๆ ออกมาด้วย

2. ต่อสายออสซิเลเตอร์ที่เคยปลดออกตอนปรับ IF ให้ต่อเข้ากับตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้เรียบร้อย แล้วหมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้มีความจุมากที่สุดหรือซ้อนทับกันจนหมด เร่งโวลุ่มเครื่องรับวิทยุ ควรจะได้ยินเสียงดี๊ดยาว ๆ ออกทางลำโพง สังเกตและจดจำตำแหน่งเข็มบนเครื่องวัดมัลติมิเตอร์และรูปร่างของคลื่นบนออสซิลโลสโคปไว้ กรณีไม่ได้ยินเสียงออกทางลำโพงให้ขยับเปลี่ยนตำแหน่งขดลวดส่งคลื่น RF ของเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุและเร่งสัญญาณออกให้แรงขึ้น หากมีเสียงจากสถานีรบกวนให้ปลดสายคอยล์อากาศที่ต่ออยู่กับตัวประจุแบบปรับค่าได้ออกแล้วขดลวดส่งคลื่น RFเข้าใกล้คอยล์อากาศมากๆ

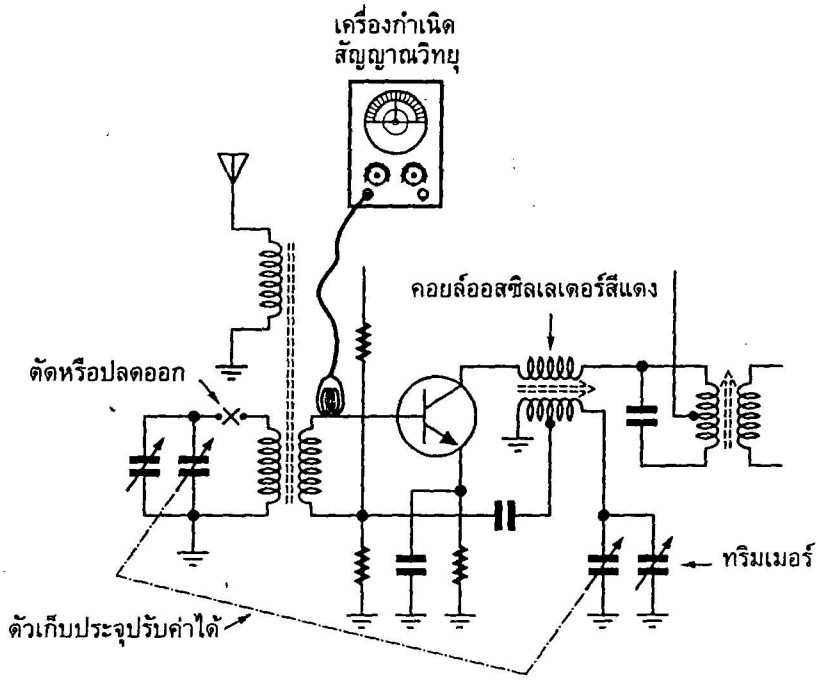
3. จูนแกนขดลวดออสซิลเลเตอร์ (สีแดง) ให้ได้ยินเสียงดังที่ลำโพงแรงที่สุด ตำแหน่งเข็มบนมิเตอร์ชี้สูงสุด รูปคลื่นบนออสซิลฌลสโคปสวยและสูงสุด

4. เปลี่ยนตั้งหน้าปัดของเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุที่ความถี่ 1,605 kHz การผสมเสียงภายในให้ตั้งตำแหน่งเดิม (INT.MOD)

5. หมุนแกนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ของเครื่องรับไปทางค่าความจุน้อย หรือเบี่ยงออกจากกันจนหมด สามารถรับคลื่นวิทยุความถี่1,605 kHz ได้มีเสียงติ๊ดยาว ๆ ออกทางลำโพง ดูตำแหน่งเข็มและรูปคลื่นบนเครื่องวัดเอาไว้

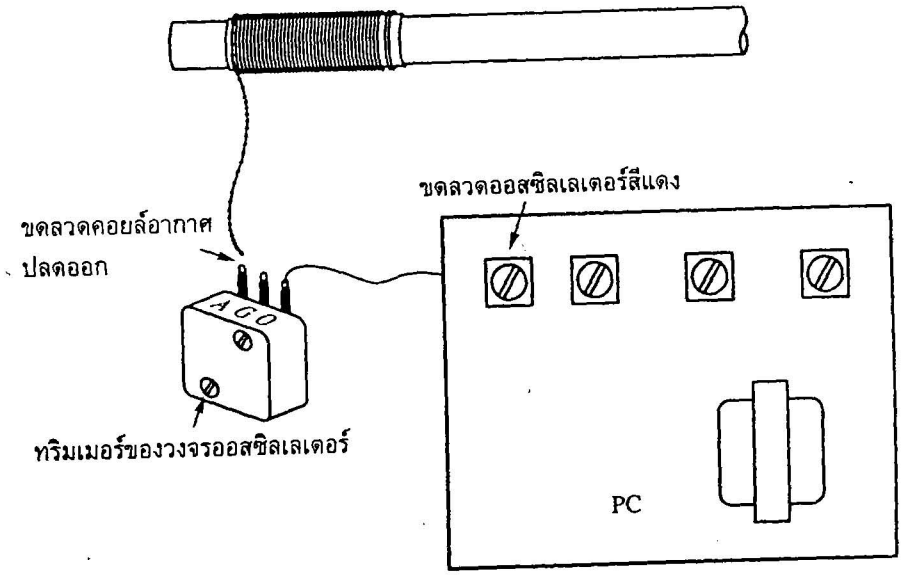
6. จูนทริมเมอร์ในวงจรออสซิลเลเตอร์ให้ได้ยินเสียงออกทางลำโพงดังที่สุด เครื่องวัดแสดงสัญญาณสวยและสูงที่สุด

7. ทำการจูนซ้ำอีก 1 เที่ยว ตั้งแต่ 1 ถึง ข้อที่ 6 การที่เราปรับแต่งความถี่ 510 ถึง 1,650 kHz ก็เพื่อให้เครื่องรับได้รับคลื่นครอบคลุมแบนด์ MW 530 – 1,605 kHz ได้ไม่ตกแบนด์ ภาพประกอบ 4 และ 5 แสดงวงจรและตำแหน่งการปรับออสซิลเลเตอร์



ภาพประกอบ 4 วงจรและตำแหน่งการปรับออสซิลเลเตอร์

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 349



ภาพประกอบ 5 ตำแหน่งจริงของขดลวดออสซิลเลเตอร์และทริมเมอร์

ที่มา : บุญชัด เนดิศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 349

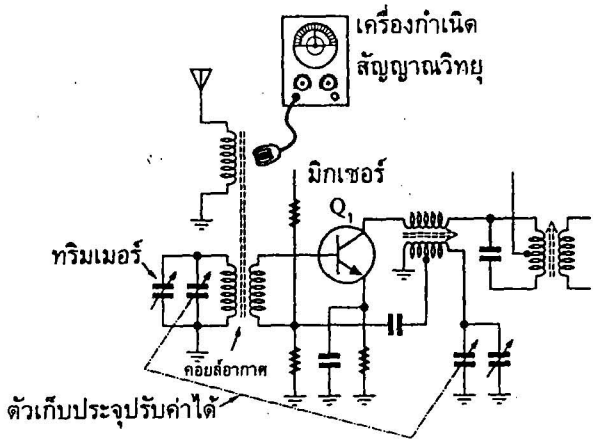
ขั้นตอนที่ 2 ปรับภาคจูนเนอร์เลือกรับคลื่น

1. ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุที่ความถี่ 1,400 kHz (INT.MOD) เร่งสัญญาณออกพอประมาณ ควรวางขดลวดส่งคลื่น RF ห่างจากคอยล์อากาศประมาณ 15 cm
2. ต่อสายคอยล์อากาศ (ที่เคยปลดออกขณะปรับออสซิลเลเตอร์) เข้าที่เดิม แล้วหมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้ซ้อนทับกันน้อย ๆ ด้านความจุต่ำจนรับสัญญาณความถี่ 1,400 kHz จะได้เสียงดี๊ดยาวๆ ออกทางลำโพงให้สังเกตตำแหน่งเข็มและรูปคลื่นบนเครื่องวัดไว้
3. หมุนทริมเมอร์ในวงจรแทงก์ของจูนเนอร์ให้ได้สัญญาณเอาต์พุตแรงที่สุด
4. เปลี่ยนความถี่หน้าปัดเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุไปที่ความถี่ 600 kHz (INT.MOD)
5. หมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้ซ้อนทับกันมาก ๆ ด้านความจุสูงจนรับสัญญาณ RF 600 kHz ได้ และมีเสียงดี๊ดยาว ๆ ออกลำโพง
6. จูนขดลวดคอยล์อากาศ โดยใช้ไม้หรือพลาสติกดันให้ขดลวดคอยล์อากาศเลื่อนไปมาบนแกนเฟอร์ไรด์ แล้วหยุดตรงตำแหน่งที่เสียงออกทางลำโพงมากที่สุด สังเกตจากเสียงและดูเครื่องวัดประกอบ

7. ให้จูนซ้ำเริ่มทำใหม่ตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 6 อีกครั้ง โดยลดความแรงของสัญญาณ RF จากเครื่องกำเนิดลงหรือวางขดลวดส่งคลื่น RF ห่าง ๆ แสดงภาพประกอบ 6และ7

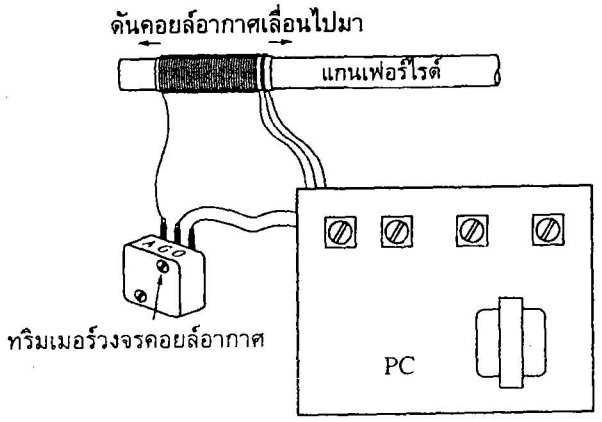
8. ปลดสายเครื่องวัดออกและปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ

9. ทำการยึดอุปกรณ์ไว้ไม่ให้เลื่อน โดยเฉพาะขดลวดอากาศให้ใช้พวกเทียนไขหยดลงตรงปลายขดลวดให้ติดแน่นกับแกน



ภาพประกอบ 6 วงจรและตำแหน่งการปรับวงจรจูนเนอร์

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 351



ภาพประกอบ 7 ตำแหน่งทริมเมอร์และคอยล์อากาศ

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 351

เมื่อได้ปฏิบัติการปรับแต่งภาคเปลี่ยนความถี่ครบขบวนการทั้งภาคออสซิลเลเตอร์และปรับภาคจูนเนอร์แล้ว ขณะนี้เครื่องรับของเราควรจะสามารถรับคลื่นวิทยุ AM แบนด์MW ด้วยความถี่ 530 – 1,605 kHz ได้อย่างดี ตลอดทั้งอบนด์ทั้งด้านความไวในการรับและด้านการแยกสถานีไม่ซ้อนทับกัน

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูเปรียบเทียบระหว่างเครื่องรับวิทยุที่สร้างขึ้นเองกับเครื่องรับวิทยุที่ซื้อ	นักศึกษาฟังและเปรียบเทียบ
2. ขั้นสอน 1. ครูอธิบายถึงการประกอบวงจร 2. วัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง 3. ครูอธิบายถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการปรับแต่ง 4. ครูอธิบายถึงลักษณะของเครื่องที่จะปรับแต่ง	นักศึกษาจดบันทึก สอบถาม
3. ขั้นประเมินผล ครูสุ่มตัวอย่างให้นักศึกษาบอกวัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง	นักศึกษาบอกวัตถุประสงค์ของการปรับแต่ง
ครูสุ่มตัวอย่างให้นักศึกษาบอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแต่ง	นักศึกษาบอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแต่ง

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ครูให้นักศึกษาไปค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับแต่ง

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 2 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 2 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

1. แผ่นใส
2. ของจริง

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 2 มีการวัดผลดังนี้

1. การซัก-ถาม
2. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

แผนการสอนวิชา เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่...3...ชื่อหน่วย ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ
ทฤษฎี...6...คาบ ปฏิบัติ...12....คาบ รวม 18 คาบ สัปดาห์ที่ 5-7

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)
   1. ภาคขยายเสียงขนาดเล็ก
   2. ภาคขยายกำลัง

2. สาระสำคัญ

ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องรับวิทยุ โดยเป็นส่วนที่ทำให้รู้ว่าเครื่องรับวิทยุอยู่ในสภาพใดรับสัญญาณได้ชัดเจนหรือไม่ ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจในเรื่องระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุให้เข้าใจ

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป
1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการการควบคุมความดัง
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของภาคขยายเสียงขนาดเล็ก
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจวงจรต่างๆของภาคขยายกำลัง
4. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการประกอบวงจรภาคขยายเสียงขนาดเล็ก

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. นักศึกษาอธิบายการการควบคุมความดังได้
2. นักศึกษาอธิบายการทำงานของภาคขยายเสียงขนาดเล็กได้
3. นักศึกษาอธิบายการทำงานของวงจรต่างๆของภาคขยายกำลังได้
4. นักศึกษาสามารถประกอบวงจรและทดสอบวงจรภาคขยายเสียงขนาดเล็กได้

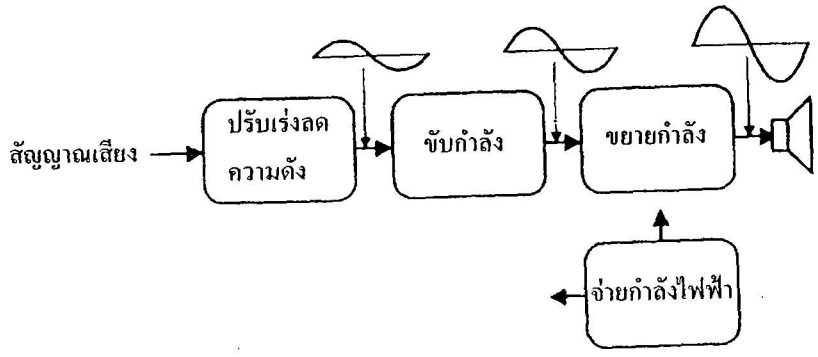
4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. การควบคุมความดัง
2. ภาคขยายสัญญาณเสียงขนาดเล็ก
3. ภาคขยายกำลัง
4. ใบงานประกอบวงจรและทดสอบวงจรภาคขยายเสียงขนาดเล็ก

1. ภาคขยายเสียง

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2535 : 152-161) อธิบายเกี่ยวกับระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุไว้ดังนี้ ในเครื่องรับวิทยุ AM และเครื่องรับวิทยุ FM สัญญาณคลื่นวิทยุเมื่อผ่านภาคต่างๆ ของเครื่องรับวิทยุออกมา ในภาคสุดท้ายของเครื่องรับวิทยุนั้นจะต้องได้สัญญาณเสียงออกมา และนำสัญญาณเสียงนั้นไปเปลี่ยนเป็นคลื่นเสียงที่หูมนุษย์สามารถรับฟังได้ แต่เนื่องจากสัญญาณเสียงได้ออกมามีขนาดความแรงต่ำ ไม่สามารถส่งไปขับลำโพงให้เปลี่ยนเป็นคลื่นออกมาได้ ต้องนำสัญญาณเสียงที่ได้นี้ไปทำการขยายให้มีระดับความแรงเพิ่มขึ้น ก่อนส่งไปขับลำโพง ภาคที่สำคัญในการทำให้สัญญาณเสียงมีระดับความแรงมากขึ้นคือภาคขยายเสียง (Audio Amplifier)

ส่วนสำคัญของภาคขยายเสียงอยู่ที่ ต้องทำการขยายสัญญาณเสียงให้มีระดับความแรงเพิ่มขึ้นมากขึ้น โดยที่สัญญาณเสียงนั้นไม่ผิดเพี้ยนซึ่งต้องจัดภาพขยายเสียงออกเป็นภาคย่อยๆ ทำการขยายสัญญาณเสียงเป็นลำดับ ปกติภาคขยายเสียงมักประกอบไปด้วย 2 ภาคใหญ่ ๆ คือภาคขยายเสียงสัญญาณขนาดเล็ก (Small Signal Amplifier) หรือภาคขยายระดับต่ำ (Low Level Stage Amplifier) มักถูกเรียกว่าภาคขับกำลังหรือโดรเวอร์ (Driver) ส่วนอีกภาคหนึ่งคือภาคขยายเสียงสัญญาณขนาดใหญ่ (Large Signal Amplifier) หรือภาคขยายระดับสูง (High Level Stage Amplifier) มักถูกเรียกว่าภาคขยายกำลังหรือเพาเวอร์ แอมปลิไฟเออร์ (Power Amplifier)



ภาพประกอบ 8 บล็อกไดอะแกรมของภาคขยายเสียง

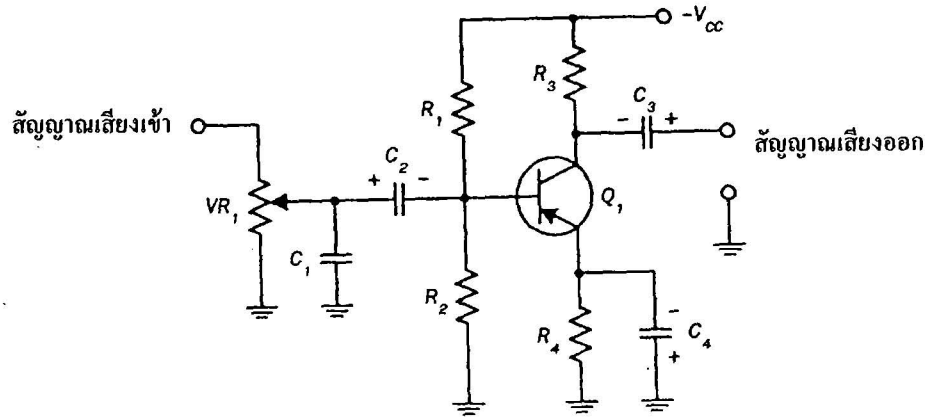
ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. หน้า 186

ภาพประกอบ 8 แสดงบล็อกได อะแกรมของภาคขยายเสียง การทำงานอธิบายได้ดังนี้ สัญญาณเสียงถูกส่งเข้ามายังภาคปรับเร่ง – ลดความดังของสัญญาณเสียง เพื่อปรับระดับความแรงของสัญญาณเสียงที่ป้อนเข้ามาก่อนไปทำการขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้น ส่งต่อไปภาคขับกำลังทำการขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้นระดับหนึ่งโดยสัญญาณเสียงไม่ผิดเพี้ยน ส่งต่อไปภาคขยายกำลังทำการขยายสัญญาณเป็นภาคสุดท้ายให้มีระดับความแรงมากที่สุดที่ไม่ผิดเพี้ยน ส่งต่อไปขับลำโพงเปล่งเสียงออกมา

2. วงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลัง

วงจรปรับเร่งลดความดัง (Volume Control Circuit) จะต้องสร้างขึ้นมาให้มีคุณสมบัติดังนี้

1. ต้องสามารถปรับอัตราความแรงได้จากค่าต่ำสุดเป็น OV ถึงค่าสูงสุด
2. ต้องให้สัญญาณตลอดย่านความถี่เสียงถูกลดทอนลงทุก ๆ ความถี่เสียงเมื่อปรับลดความดังลง
3. ต้องไม่เกิดสัญญาณรบกวนหรือเกิดน้อยที่สุด โดยการจัดวงจรปรับเร่งลดความดังด้วยการหลีกเลี่ยงไม่ให้กระแสไฟตรงจำนวนมาก ๆ ไหลผ่านวงจรปรับเร่งลดความดัง



ภาพประกอบ 9 วงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลัง

ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. หน้า 187

ภาพประกอบ 9 แสดงวงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลัง ส่วนประกอบของวงจรและหน้าที่ของอุปกรณ์มีดังนี้

VR_1 - เป็นตัวต้านทานปรับเปลี่ยนค่าได้ ทำหน้าที่เป็นตัวปรับเร่งลดความดังของสัญญาณเสียง

C_1 - เป็นตัวเก็บประจุกำจัดสัญญาณรบกวนทิ้งลงกราวด์

C_2 , C_3 - เป็นตัวเก็บประจุทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณเสียงและป้องกันแรงดันไฟฟ้าตรงไม่ให้ผ่าน

R_1 , R_2 - เป็นวงจรแบ่งแรงดัน ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไปอัสตรงที่พอเหมาะจ่ายให้เข้า B ของ Q1

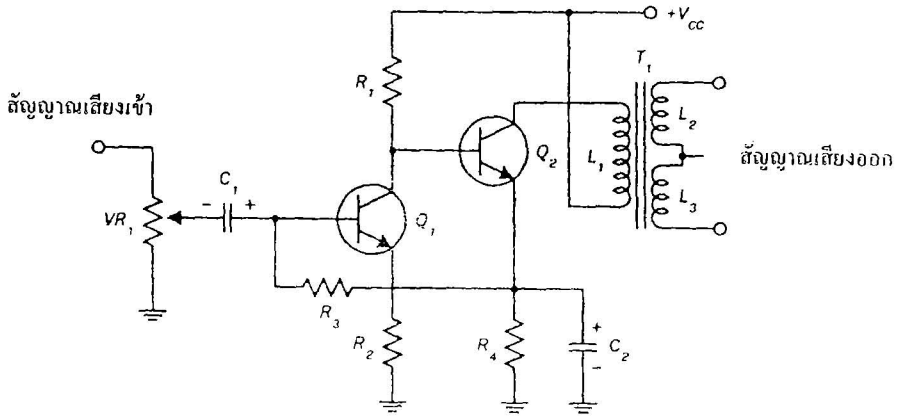
R_3 - เป็นตัวต้านทานทำหน้าที่ภาระของวงจร รับสัญญาณเสียงตกคร่อมก่อนส่งต่อไป

R_4 , C_4 - เป็นวงจรรักษาระดับแรงดันให้ขา E ของ Q_1

Q_1 - เป็นทรานซิสเตอร์ขับกำลัง ขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้น

หลักการทำงานของวงจรตามภาพประกอบ 3.2 อธิบายได้ดังนี้

สัญญาณเสียงถูกส่งเข้ามาทางขาบนของตัวต้านทานปรับเปลี่ยนค่าได้ VR_1 และส่งออกที่ขากลางของ VR_1 ถ้าขากลางของ VR_1 ถูกเลื่อนขึ้นด้านบน สัญญาณเสียงถูกส่งผ่าน C_2 ไปได้มาก และถ้าขากลางของ VR_1 ถูกเลื่อนลงด้านล่าง สัญญาณเสียงถูกส่งผ่าน C_2 ไปได้น้อย สัญญาณเสียงถูกส่งเข้าขา B ของ Q_1 ทำหน้าที่เป็นวงจรขับกำลัง ขยายสัญญาณเสียงให้มีความแรงมากขึ้นแบบไม่ผิดเพี้ยนส่งออกขา C ผ่าน C_3 ส่งต่อไปให้วงจรขยายกำลังต่อไป ลักษณะวงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลังอีกแบบหนึ่งแสดงในภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 วงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลังใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบแคสเคด

ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. หน้า 188

จากภาพประกอบ 10 แสดงวงจรปรับเร่งลดความดังและวงจรขับกำลังใช้ทรานซิลเตอร์ต่อแบบแคสเคด (Cascade) ส่วนประกอบของวงจรและหน้าที่ของอุปกรณ์มีดังนี้

VR_1 - เป็นตัวต้านทานปรับเปลี่ยนค่าได้ ทำหน้าที่เป็นตัวปรับเร่งลดความดังของสัญญาณเสียง

C_1 - เป็นตัวเก็บประจุทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณเสียงและป้องกันแรงดันไฟตรงไม่ให้ผ่าน

R_1 - เป็นตัวต้านทาน ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไปอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_1, Q_2 และเป็นภาระรับสัญญาณเสียงจ่ายมาจาก Q_1

R_2 - เป็นตัวต้านทานรักษาระดับแรงดันให้ขา E ของ Q_1

R_3 - เป็นตัวต้านทาน ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไบอัสและควบคุมแรงดันไบอัสให้ขา B ของ Q_1

R_4 , C_2 - เป็นวงจรรักษาระดับแรงดันให้ขา E ของ Q_1

T_1 - เป็นหม้อแปลง ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างทางเข้ากับทางออกให้เหมาะสม และช่วยควบคุมขั้วของสัญญาณเสียงที่ป้อนไปให้วงจรขยายกำลังมีความถูกต้อง

Q_1 - เป็นทรานซิสเตอร์ขับกำลัง ขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้น

Q_1 , Q_2 - เป็นวงจรขับกำลัง ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้มีระดับแรงดันสูงขึ้นแบบไม่ผิดเพี้ยน การต่อผ่านสัญญาณเสียงของ Q_1 ไป Q_2 เป็นแบบส่งผ่านโดยตรง (Direct Coupling)

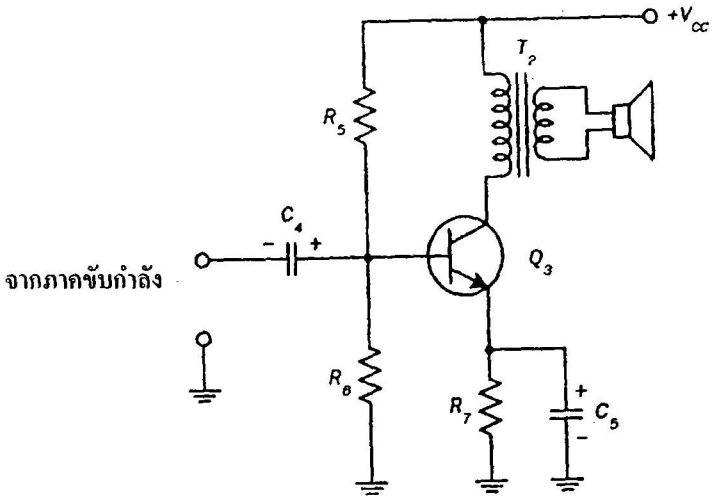
หลักการทำงานของวงจรตามภาพประกอบ 3.3 อธิบายได้ดังนี้

สัญญาณเสียงถูกส่งเข้ามาทางขาบนของตัวต้านทานปรับเปลี่ยนค่าได้ VR_1 ส่งออกขากลางของ VR_1 ไปผ่าน C_1 เข้าขา B ของ Q_1 ขากลางของ VR_1 หากปรับขึ้นด้านบนสัญญาณเสียงถูกส่งให้ขา B ของ Q_1 มาก และถ้าขากลางของ VR_1 หากปรับลงด้านล่าง สัญญาณเสียงถูกส่งให้ขา B ของ Q_1 น้อย ตัว Q_1 และ Q_2 ต่อวงจรขยายแบบเป็นลำดับ (แบบแค สเคด) ขยายสัญญาณให้มีระดับแรงขึ้นส่งออกขา C ของ Q_2 จ่ายไปขดลวด L1 ของหม้อแปลง T_1 เหนี่ยวนำสัญญาณส่งไปให้ขดลวด L_2 และ L_3 จัดขั้วสัญญาณเสียงให้ถูกต้องก่อนส่งให้วงจรขยายกำลัง

3. วงจรขยายกำลังแบบทรานซิสเตอร์ตัวเดียว

วงจรขยายกำลังแบบทรานซิลเตอร์ตัวเดียว (Single Ended Power Amplifier) เป็นวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียวทำการขยายสัญญาณเสียงเป็นภาคสุดท้ายก่อนส่งไปขับลำโพง อัตราขยายสัญญาณเสียงไม่สูงมากนัก เพราะต้องขยายสัญญาณเสียงออกมาทั้ง 2 ซีกแบบไม่ผิด

เพี้ยน และมีกระแสไหลผ่านตัวทรานวิสเตอร์ตลอดเวลาวงจรขยายแบบทรานซิสเตอร์ตัวเดียวแสดงดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 วงจรขยายกำลังแบบทรานซิสเตอร์ตัวเดียว
ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิดพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. หน้า 189

จาก ภาพประกอบ 11 แสดงวงจรขยายกำลังแบบทรานซิสเตอร์ตัวเดียว ส่วนประกอบของวงจรและหน้าที่ของอุปกรณ์มีดังนี้

C_1 - เป็นตัวเก็บประจุ ทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณเสียงและป้องกันแรงดันไฟตรงไม่ให้ผ่าน

R_5 , R_6 - เป็นวงจรแบ่งแรงดัน ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไบอัสท่งที่พอเหมาะจ่ายให้ขา B ของ Q_3

R_7 , C_5 - เป็นวงจรรักษาระดับแรงดันให้ขา E ของ Q_3

Q_3 - เป็นทรานซิสเตอร์ขยายกำลัง ขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้นมากที่สุดแบบไม่ผิดเพี้ยน

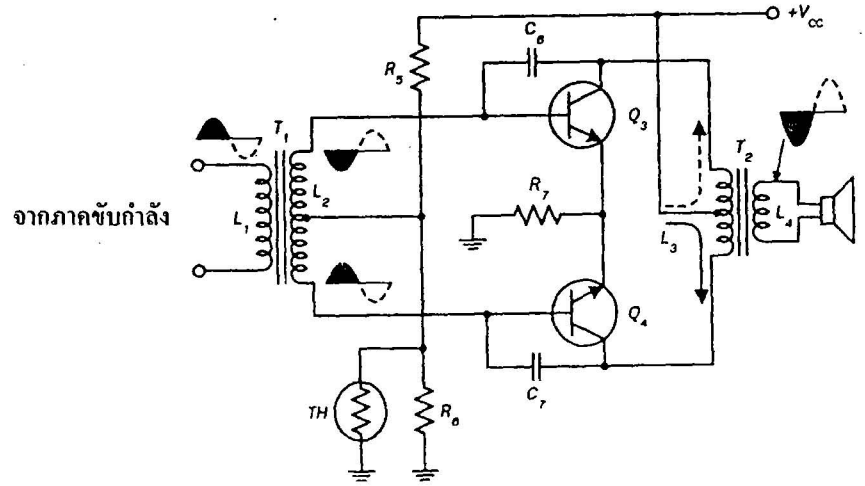
T_2 - เป็นหม้อแปลง ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรขยายกำลังกับลำโพงให้เหมาะสมกัน เพื่อให้สัญญาณเสียงส่งออกลำโพงแรงที่สุด

หลักการทำงานของวงจรตามภาพประกอบ 3.4 อธิบายได้ดังนี้

สัญญาณเสียงถูกส่งเข้ามาจากภาคขับกำลัง ผ่าน C_4 ไปเข้าขา B ของ Q_3 ตัว Q_3 ทำการขยายสัญญาณเสียงให้มีความแรงสูงสุดไม่ผิดเพี้ยน ส่งออกขา C ไปเข้าหม้อแปลง T_2 เหนี่ยวนำสัญญาณเสียงจากขดปฐมภูมิไปขดทุติยภูมิ ส่งต่อไปขับลำโพงเปล่งเสียงออกมา

4. วงจรขยายกำลังแบบพุช-พูล

วงจรขยายกำลังแบบพุช-พูล (Push – Pull Power Amplifier) เป็นวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ทำการขยายสัญญาณ 2 ตัว ตัวหนึ่งขยายสัญญาณเสียงซีกบวก และอีกตัวหนึ่งขยายสัญญาณเสียงซีกลบ ได้สัญญาณเสียงออกเอาต์พุตไม่ผิดเพี้ยน ทำให้วงจรมีอัตราขยายสัญญาณเสียงสูงมากกว่าชนิดใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียว วงจรขยายกำลังแบบพุช – พูล แสดงดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงวงจรขยายกำลังแบบพุช – พูล

ที่มา : พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. หน้า 190

จากภาพประกอบ 12 แสดงวงจรขยายกำลังแบบพุช – พูล ส่วนประกอบของวงจรและหน้าที่ของอุปกรณ์มีดังนี้

T_1 เป็นหม้อแปลงทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างทางเข้ากับทางออกให้เหมาะสมกัน และช่วยควบคุมขั้วของสัญญาณเสียงที่จะป้อนไปให้วงจรขยายกำลังมีความถูกต้องส่งไปควบคุมการทำงานของ Q_3 และ Q_4 โดยขั้วบนและขั้วล่างของขดลวด L_2 จะมีเฟสตรง

ข้ามกันเสมอ เช่น ขั้วบนเป็นเฟสบวก ขั้วล่างเป็นเฟสลบ และเมื่อขั้วบนเป็นเฟสลบ ขั้วล่างจะเป็นเฟสบวก

R_5 R_6 เป็นวงจรแบ่งแรงดันทำหน้าที่กำหนดแรงดันไบอัสตรงที่พอเหมาะจ่ายให้ขา B ของ Q และ Q

TH เป็นเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) ทำหน้าที่เป็นตัวปรับไบอัสโดยอัตโนมัติ (Automatic Bias) ช่วยควบคุมการจ่ายไบอัสให้ขา B ของ Q_3 และ Q_4 อย่างพอเหมาะ ตามอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในตัว Q_3 และ Q_4

R_7 เป็นตัวรักษาระดับแรงดันให้ขา E ของ Q_3 และ Q_4

C_6 C_7 ทำหน้าที่นิวตรอลไลเซชั่นทำหน้าที่ป้อนสัญญาณกลับทางลบป้องกันการออสซิลเลต

Q_3 Q_3 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงในเฟสที่ถูกต้อง โดยทำงานสลับกันตัวละครึ่งไซเกิล

T_2 ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างขา C ของ Q_3 และ Q_4 ให้เหมาะสมกับอิมพีแดนซ์ของลำโพง เพื่อให้สัญญาณเสียงส่งออกลำโพงแรงที่สุด

หลักการทำงานของวงจรตามภาพประกอบ 12 อธิบายได้ดังนี้

สัญญาณเสียงถูกส่งเข้ามาจากภาคขับกำลัง ผ่านหม้อแปลง T_1 ทางขด L_1 เหนี่ยวนำสัญญาณเสียงผ่านมาขด L_2 ไปเข้าขา B ของ Q_3 และ Q_4โดยมีเฟสของสัญญาณเสียงตรงข้ามกัน เช่นตามรูปขด L_2 ด้านบนเป็นเฟสลบ ด้านล่างเป็นเฟสบวก ในจังหวะนี้สัญญาณเสียงเฟสบวกด้านล่างขด L_2 จ่ายเป็นแรงดันไบอัสตรงให้ Q_4 ทำงานมีกระแสไหลจากแหล่งจ่าย $+V_{cc}$ ไปขากลางของขด L_3 ผ่านลงมาด้านล่างเข้าขา C ของ Q_4 ผ่านขา E ไป R_7 ลงกราวด์ครบวงจรเกิดสัญญาณเสียงศักย์บวกตกคร่อมขากลาง L_3 และศักย์ลบตกคร่อมขาล่าง L_3 เหนี่ยวนำไปให้ขด L_4 มีสัญญาณเสียงศักย์บวกตกคร่อมขาล่างมีสัญญาณเสียงศักย์ตกคร่อมขาล่าง เหนี่ยวนำไปให้ขด L_4 มีสัญญาณเสียงศักย์บวกตกคร่อมขาล่างมีสัญญาณเสียงศักย์ลบตกคร่อมขาบน ได้สัญญาณเสียงซีกลบไปขับลำโพง จังหวะนี้ Q_3 คัตออฟ (Cut Off) ไม่ทำงาน

เมื่อสัญญาณซีกที่ 2 เข้ามาตกคร่อมขด ด้านบนเป็นเฟสบวก ด้านล่างเป็นเฟสลบ ในจังหวะนี้สัญญาณเสียงเฟสบวกด้านบนขด L_2 จ่ายเป็นแรงดันไบอัสตรงให้ Q_3 ทำงานมีกระแสไหลจากแหล่งจ่าย $+V_{CC}$ ไปขากลางของขด L_3 ผ่านขึ้นด้านบนเข้าขา C ของ Q_3 ผ่านขา E ไป R_7 ลงกราวด์ครบวงจรเกิดสัญญาณเสียงศักย์บวกตกคร่อมขากลาง L_3 และศักย์ลบตกคร่อมขาบน L_3 เหนี่ยวนำไปให้ขด L_4 มีสัญญาณเสียงศักย์บวกตกคร่อมขาบน มีสัญญาณเสียงลบตกคร่อมขอล่าง ได้สัญญาณเสียงซีกบวกไปขับลำโพง จังหวะนี้ Q_4 คัตออฟไม่ทำงาน

หน่วยที่ 3

ใบงาน วงจรขยายขั้นต้น วงจรขับและวงจรขยายกำลังความถี่เสียงในเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม (Audio Pre-Amplifier, Driver And Output Stage)

วัตถุประสงค์ เพื่อนให้นักเรียนสามารถ

1. ตรวจสอบแบบวงจรภาคขนายขั้นต้น วงจรขับและวงจรขยายกำลังความถี่เสียงในเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.
2. ประกอบวงจรภาคขยายความพี่เสียงในเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.
3. วัดและทดสอบวงจรภาคขยายขั้นต้น วงจรขับและวงจรขยายกำลังย่านความถี่เสียงในเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดประกอบเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม. 7 ทรานซิสเตอร์	1 ชุด
2. มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
3. เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียง	1 เครื่อง
4. ออสซิลโลสโคป	1 เครื่อง
5. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดควบคุม	1 เครื่อง
6. หัวแร้งไฟฟ้า 30 วัตต์	1 อัน
7. ตะกั่วบัดกรี	1 ชุด
8. เครื่องมือกลเล็ก ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ตรวจสอบอุปกรณ์และวงจรจากแผงวงจรและลายแผ่นวงจรพิมพ์ บันทึกเบอร์อุปกรณ์ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผนวงจรพิมพ์ตามกำหนดให้ตามลำดับ

   1.1 ตัวต้านทาน

   .....

   .....

   .....

   1.1.2 คะปาซิสเตอร์

   .....

   .....

   .....

   1.1.3 ทรานซิเตอร์

   .....

   .....

   .....

   1.1.4 อุปกรณ์ ตัวอื่น

   .....

   .....

   .....

2. การวัดและทดสอบวงจรด้วย ดีซี. โวลต์มิเตอร์

   2.1 ต่อแหล่งจ่ายแรงดันดีซี 6 โวลต์ ให้กับวงจรภาคขยายสัญญาณเสียง (ระหว่างต่อขั้วให้ถูกต้อง) ต่อสวิตช์ที่ VR1 จ่ายแรงดันให้กับวงจร

   2.2 วัดและบันทึกค่าแรงดัน ดีซี. ที่จุดต่าง ๆ ด้วยดีซี.โวลต์มิเตอร์ (วัดเทียบกับขั้วลบของแหล่งจ่าย) แรงดันจากแหล่งจ่าย = ...Vdc

   2.2.1 ทรานซิสเตอร์ TR7 (ขา B, C, E)

   .....

   .....

   2.2.2 ทรานซิสเตอร์ TR6 (ขา B, C, E)

   .....

   .....

2.2.3 ทรานซิสเตอร์ TR4 (ขา B, C, E)

.....

.....

2.2.4 ทรานซิสเตอร์ TR5 (ขา B, C, E)

.....

.....

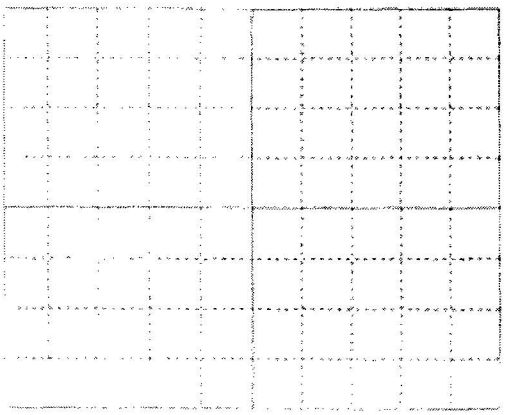
3. การวัดและทดสอบวงจรด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

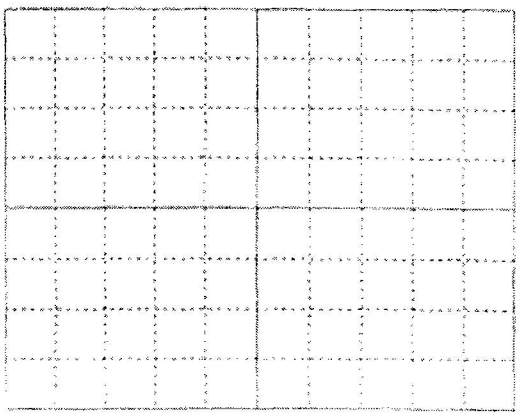
3.1 ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียงไว้ที่รูปคลื่นไซน์ ความพี่ 1kHz ขนาดแรงดันต่ำสุดต่อเข้ากับอินพุตของวงจรขยายสัญญาณความถี่เสียง โดยปรับ VR1 ไว้ที่ความต้านทานสูงสุด (หมุนตามเข็มนาศิกาสุด) แล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดดูรูปสัญญาณที่ตกคร่อมลำโพงค่อยๆ เพิ่มขนาดของแรงดันเอาต์พุตของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียงทีละน้อย จนกระทั่งได้รูปสัญญาณเอาต์พุตที่ตกคร่อมโหลดลำโพงที่วัดด้วยออสซิลโลสโคป มีขนาดสูงสุด โดยรูปสัญญาณไม่ผิดเพี้ยน (ถ้าเสียงดังเกินไป ให้ใช้ตัวต้านทาน 4 โอห์ม 10 วัตต์ ต่อแทนลำโพง)

3.2 บันทึกรูปสัญญาณและขนาดแรงดันเอาต์พุต ที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคป เป็นค่า Vp-P และค่า Vrms จากสมการ

$$Vrms = (0.707) \quad \frac{Vp - p}{2}$$

3.3 วัดและบันทึกรูปสัญญาณและขนาดแรงดันอินพุตของวงจรด้วยออสซิลโลสโคป เป็นค่า Vp-p และ Vrms





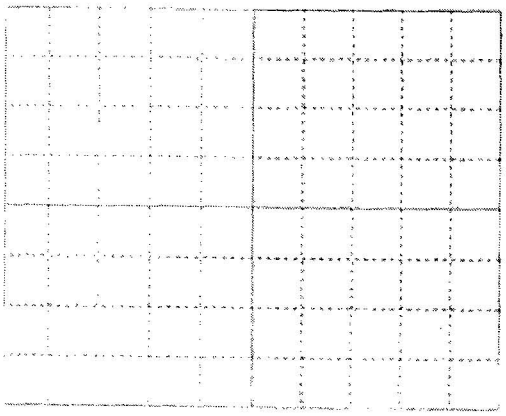
Vout =.....Vp-p

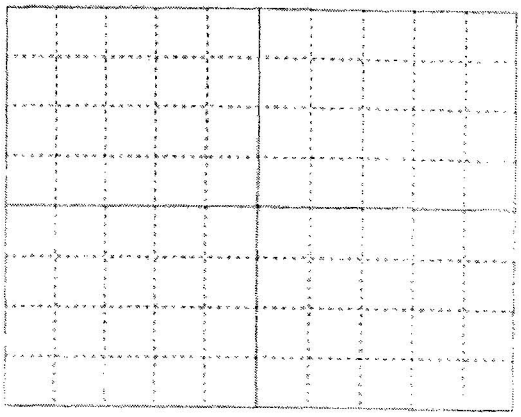
Vin = ...Vp-p

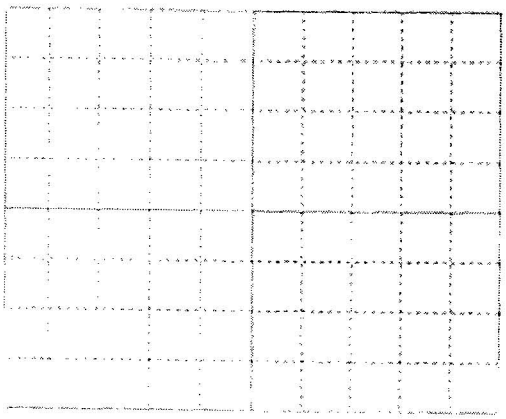
Vout=.....Vrms Vin = ...Vrms

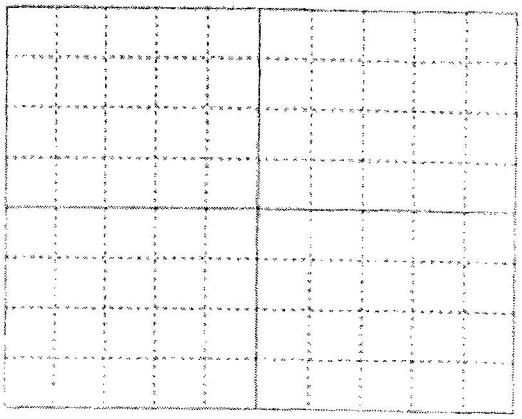
3.4 ใช้สัญญาณที่อินพุตของวงจรเป็นสัญญาณอ้างอิงเพื่อเทียบเฟส (CH1) แล้วใช้ออสซิลโลสโคป (CH2) วัดรูปสัญญาณที่จุดต่างๆ ตามกำหนด บันทึกรูปสัญญษณและขนาดของสัญญาณลงในตาราง (สังเกตความต่างเฟสของสัญญาณด้วย

VB5 = ...Vp-p VC5 = ...Vp-p

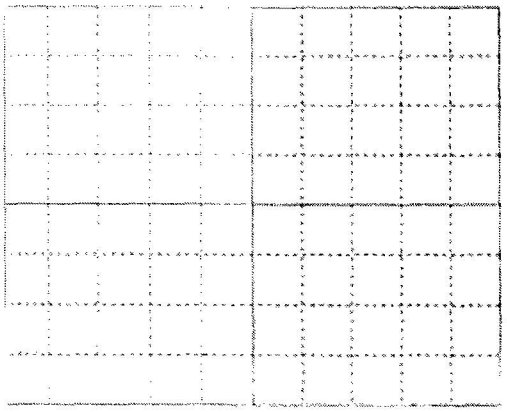




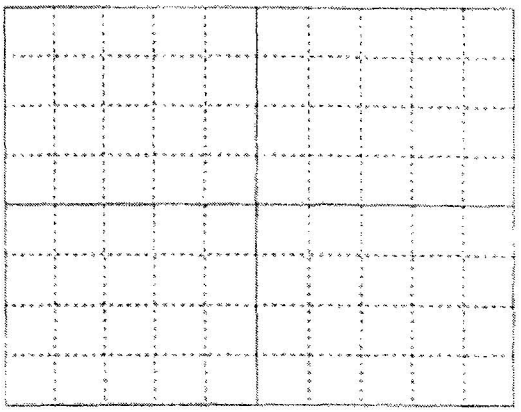




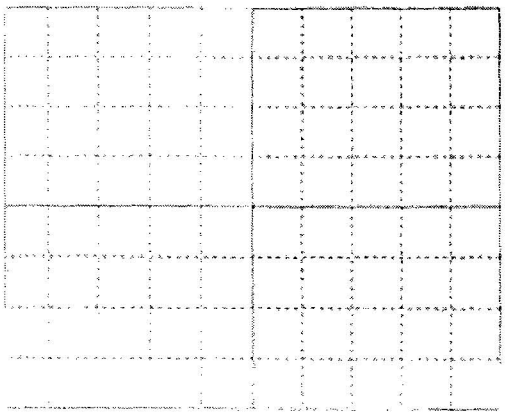
VB4 = ...Vp-p VC4 = ...Vp-p



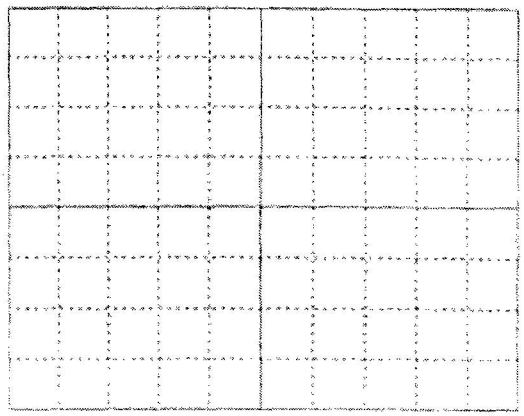
VB6 = ...Vp-p



VE6 = ...Vp-p



VB7 = ...Vp-p



VC7 = ...Vp-p

4. การวิเคราะห์วงจร

4.1 คำนวณหาอัตราการขยายแรงดันของวงจร จากสมการฯ

$$AV = \frac{Vout(p\text{-}p)}{Vin(p\text{-}p)}$$

.....

.....

.....

4.2 คำนวณหาค่าอัตราการขยายกำลังที่ตกคร่อมโหลด จากสมการ

$$Pout = \frac{(Vout(rms))^2}{R_L}$$

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูพูดถึงความสำคัญของการขยายเสียงในเครื่องรับวิทยุ	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม
ขั้นสอน ครูบรรยาย ประกอบแผ่นใส ซักถามความเข้าใจและแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มให้แสดงความคิดเห็น	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม จดบันทึก
ครูแจกใบงานให้นักศึกษาอธิบายขั้นตอนการทดลอง	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม ทดลองตามขั้นตอน
ขั้นประเมินผล ซัก ถาม ให้นักศึกษาสรุปผล	นักศึกษาสรุปผล

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ครูให้นักศึกษากลับไปสรุปเนื้อหาและสรุปผลการทดลองส่ง

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 3 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ
3. สาธิต

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 3 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

1. แผ่นใส
2. ชุดฝึก
3. ของจริง

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 3 ใช้วิธีการวัดผลดังนี้

1. การสังเกต
2. การซัก-ถาม
3. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2535). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องเสียง.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

แผนการสอนวิชา...เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่...4...ชื่อหน่วย หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex Single Side Band
ทฤษฎี...6...คาบ ปฏิบัติ...-....คาบ รวม 6 คาบ สัปดาห์ที่ 8

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)
   1. หลักการรับส่งวิทยุ
   2. การผสมคลื่น
   3. เครื่องส่งวิทยุ

2. สาระสำคัญ

ในการรับส่งคลื่นวิทยุ จำเป็นอย่างมากที่จะต้องเข้าใจในเรื่องของการผสมคลื่น เพราะการผสมคลื่นเป็นกรรมวิธีอย่างหนึ่งที่ใช้ในการรับส่งวิทยุ

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการรับส่งคลื่นวิทยุแบบต่างๆ
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการผสมคลื่นแบบต่างๆ
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของเครื่องส่งวิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาอธิบายหลักการรับส่งคลื่นวิทยุแบบต่างๆได้
2. นักศึกษาอธิบายหลักการผสมคลื่นแบบต่างๆได้
3. นักศึกษาอธิบายหลักการของเครื่องส่งวิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์ได้

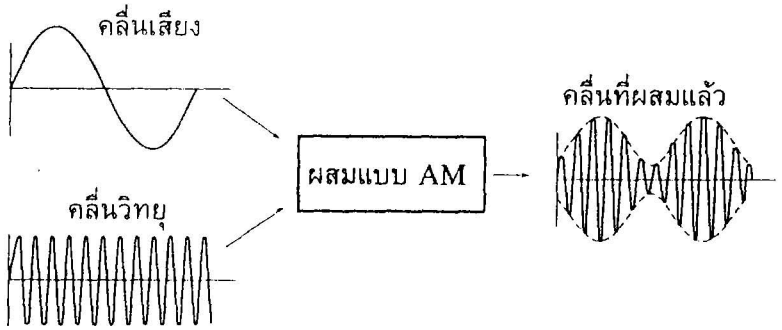
4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. การผสมคลื่น
   1.1 การผสมคลื่นแบบ AM
   1.2 การผสมคลื่นแบบ FM
2. หลักการรับส่งวิทยุ
   2.1 การรับส่งวิทยุ AM
   2.2 การรับส่งวิทยุ FM
   2.3 การรับส่งวิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์

1. การผสมคลื่น

1.1 การผสมคลื่นแบบ AM

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 26-36) อธิบายเกี่ยวกับการผสมคลื่นไว้ดังนี้ การผสมคลื่นเสียงเข้ากับคลื่นวิทยุเพื่อการส่งวิทยุนั้นพวกช่างเทคนิคมักเรียกกันว่า การมอดูเลชัน (modulation) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า การมอดูเลต การผสมคลื่นแบบต่าง ๆ จะก่อให้เกิดระบบในการส่งและรับวิทยุขึ้น ระบบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับเรามากที่สุดมี 2 ระบบคือ ระบบ AM กับระบบ FM ซึ่งจะได้กล่าวต่อๆไป



ภาพประกอบ 13 หลักการผสมคลื่นแบบ AM

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 26

ภาพประกอบ 13 การผสมคลื่นแบบ AM (AM : amplitude modulation) หมายถึง การนำเอาสัญญาณความถี่เสียงหรือข้อมูลข่าวสารไปผสมกับสัญญาณความถี่วิทยุที่เป็นพาหะทางแอมพลิจูด โดยปกติก่อนการผสมคลื่นพาหะจะมีแอมพลิจูดสม่ำเสมอ เมื่อนำสัญญาณเสียงหรือข้อมูลข่าวสารผสมเข้าไป ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ยอดแอมพลิจูดของคลื่นพาหะสูงต่ำเปลี่ยนไปตามอิทธิพลความแรงของสัญญาณที่เข้าไปผสม ส่วนความถี่ของคลื่นพาหะยังคงเดิม จึงอาจเรียกได้ว่าเป็นการผสมทางขนาดความสูงของคลื่น โดยสัญญาณที่เข้าไปผสมจะปรากฏเป็นกรอบคลื่น (Envelope) อยู่บนแอมพลิจูดของคลื่นพาหะทั้งด้านบนและด้านล่าง

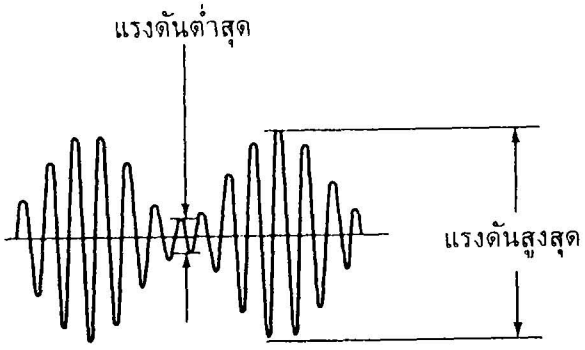
เปอร์เซ็นการมอดูเลชัน AM

ในการมอดูเลชัน AM นั้น ถ้าหากแอมพลิจูดของสัญญาณเสียงมีค่าต่ำก็จะมีอิทธิพลให้ยอดคลื่นวิทยุบีบเข้าหาจุดกึ่งกลางเล็กน้อย แต่ถ้าแอมพลิจูดของคลื่นเสียงทีค่าสูงก็จะมีอิทธิพลให้ยอดคลื่นวิทยุบีบเข้าหาจุดกึ่งกลางมาก ความสัมพันธของแอมพลิจูดของคลื่นเสียงที่ทำให้คลื่นวิทยุเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุดเท่าใดเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วจะเรียกว่า เปอร์เซ็นต์การมอดูเลชัน ซึ่งมีวิธีคิดดังนี้

สูตร เปอร์เซ็นต์การมอดูเลชัน (AM) $= \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}} \times 100$

เมื่อ E_{max} คือแรงดันสูงสุดวัดจากยอดบนถึงยอดล่างของสัญญาณ AM

E_{min} คือแรงดันต่ำสุดขณะที่ยอดแอมพลิจูดบนล่างบีบเข้าหากันแคบที่สุด



ภาพประกอบ 14 แสดงแรงดันสูงสุดและต่ำสุดบนคลื่น AM

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 27

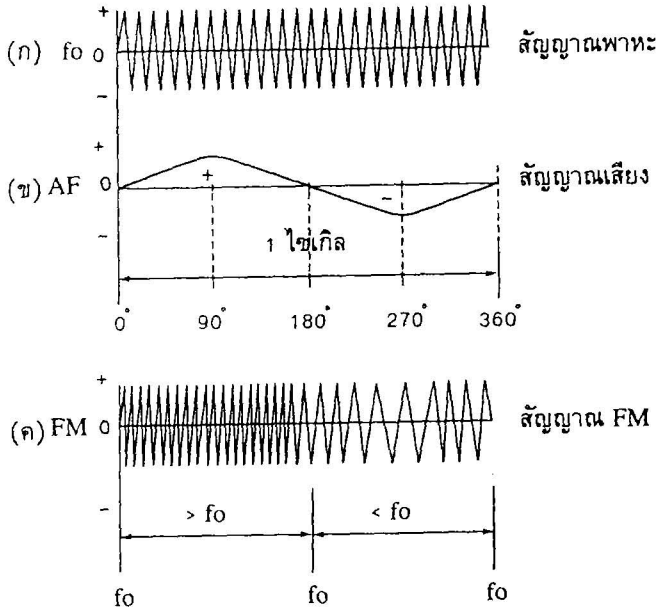
การดีมอดูเลชันสัญญาณ AM

การดีมอดูเลชันสัญญาณ AM (AM demodulation) อาจจะเรียกว่า การดีเทกสัญญาณ AM (AM Detection) หมายถึง การกรอง การถอด หรือการแยกเอาสัญญาณเสียงหรือสัญญาณข้อมูลข่าวสารออกมาจากสัญญาณ AM

เมื่อสังเกตสัญญาณ AM ทั้งทางซีกบนและซีกล่างจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับสัญญาณเสียงที่นำมามอเลต ดังนั้นวิธีการดีมอดูเลชันสัญญาณ AM จะใช้วิธีตัดเอาคลื่นซีกบนหรือซีกล่างของสัญญาณ AM แล้วกรองเอาความถี่พาหะออก ความถี่ที่เหลือจะเป็นเหมือนกับความถี่เสียงที่มอดูเลตมาในตอนแรก ซึ่งจะนำไปขยายเสียงออกลำโพงเพื่อการรับฟังได้

สัญญาณเสียงที่ได้จากสัญญาณ AM คือ ขอบบนหรือขอบล่างของสัญญาณ AM เมื่อสัญญาณ AM ต้องการกระจายคลื่นเดินทางเป็นระยะทางไกล แอมพลิจูดบนหรือล่างอาจถูกรบกวนและสอดแทรกจากประจุไฟฟ้าในบรรยากาศหรือจากคลื่นไฟฟ้าอื่น ๆ จะมีผลให้ยอดแอมพลิจูดแปรเปลี่ยนได้ เมื่อมอดูเลชันจะปรากฏเป็นสัญญาณรบกวนเพิ่มเติมเข้ามา จึงเป็นข้ออย่างหนึ่งของการส่งวิทยุ AM

1.2 การผสมคลื่นแบบ FM



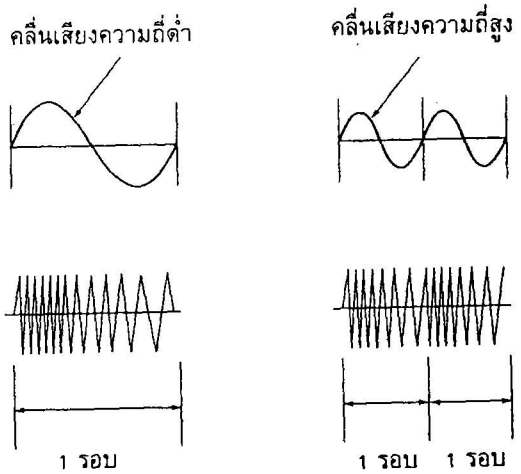
ภาพประกอบ 15 แสดงการผสมคลื่นแบบ FM

ที่มา : บุญชัด เนดิศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 32

ภาพประกอบ 15 การผสมคลื่นแบบ FM (FM : frequency modulation) หมายถึง การนำเอาสัญญาณความถี่เสียงเข้าไปผสมหรือมอดูเลตกับสัญญาณความถี่พาหะ เมื่อทำการผสมแล้วอิทธพลจากแอมพลิจูดของคลื่นเสียงจะทำให้ความถี่วิทยุซึ่งเป็นพาหะนั้นเบี่ยงเบนไปจากความถี่เดิม เมื่อเรากำเนิดความถี่พาหะขึ้นมาจะเรียกว่า ความถี่กึ่งกลาง (center frequency) การเอาสัญญาณความถี่เสียงที่เป็นไซน์เข้าไปผสมนั้นเมื่อแอมพลิจูดของสัญญาณเสียงมีขนาดเพิ่มขึ้นทางบวกจะทำให้คลื่นพาหะค่อย ๆ เพิ่มความสูงขึ้นกว่าความถี่กึ่งกลาง แต่ถ้าแอมพลิจูดของสัญญาณเสียงมีขนาดลดลงคลื่นพาหะจะค่อย ๆ ลดความถี่ต่ำลงจนกระทั่งสัญญาณเสียงลดลงเป็นศูนย์ ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะมีค่าเท่ากับความถี่กึ่งกลาง

ในทำนองเดียวกันเมื่อสัญญาณเสียงผ่านระดับศูนย์เริ่มเข้าสู่ช่วงลบ คลื่นพาหะก็จะค่อยๆ ลดความถี่ลง เมื่อสัญญาณเสียงมีแอมพลิจูดเป็นลบสูงสุดแล้วก็จะค่อย ๆ ลดลงวิ่งเข้าหาระดับศูนย์ (เพิ่มขึ้นทางบวก) ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนเท่ากับความถี่กึ่งกลางอีกครั้ง จึงเห็นได้ว่าความถี่ของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงเลี่ยงเบน (deviation) สูงขึ้นหรือต่ำลงครบรอบเท่ากับคลื่นเสียง 1 ไซเกิลพอดี

สัญญาณเสียงความถี่ต่ำจะมีอัตราการครบรอบไซเกิลของคลื่นช้า เมื่อเข้าไปผสมแบบ FM แล้วจะทำให้อัตราการเบี่ยงเบนของความถี่ครบรอบต่ำ และถ้าสัญญาณเสียงความถี่สูงจะมีการครบรอบไซเกิลเร็ว เมื่อเข้าไปผสมแบบ FM แล้วอัตราการเบี่ยงเบนของคลื่น FM ก็จะสูงตามด้วย นั่นก็คือ ถ้าเอาเสียงทุ้มเข้าไปผสมคลื่น FM ที่ได้จะมีอัตราการเบี่ยงเบนต่ำ และถ้าเอาเสียงแหลมเข้าไปผสมคลื่น FM ที่ได้จะมีอัตราการเบี่ยงเบนสูง ดังนั้นอัตราการเบี่ยงเบนของคลื่นพาหะใน FM จึงขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นที่นำมาผสม ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 อัตราการเบี่ยงเบนในคลื่น FM

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 33

การผสมคลื่นในระบบ FM จะมีไซด์แบนด์เกิดขึ้นหลายคู่ ส่วนจะมีกี่คู่นั้นขึ้นอยู่กับดัชนีการมอดูเลต โดยไซด์แบนด์คู่ที่ 1 มีความถี่เท่ากับ fc $\pm$ fm ไซด์แบนด์คู่ที่ 2 มีความถี่เท่ากับ fc $\pm$ 2fm ไซด์แบนด์คู่ที่ 3 มีความถี่เท่ากับ fc $\pm$ 3fm ... เป็นต้น จำนวนไซด์แบนด์ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนมากจนถือว่าเป็นอนันต์ ไซด์แบนด์ที่มีความสำคัญจะอยู่ในคู่ลำดับที่ใกล้ ๆ กับความถี่ของพาหะ สัญญาณไซด์แบนด์ที่อยู่ห่างจากความถี่กลางมาก ๆ จะมีขนาดและกำลังเพียงเล็กน้อยจนสามารถจะละเลยได้

การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM

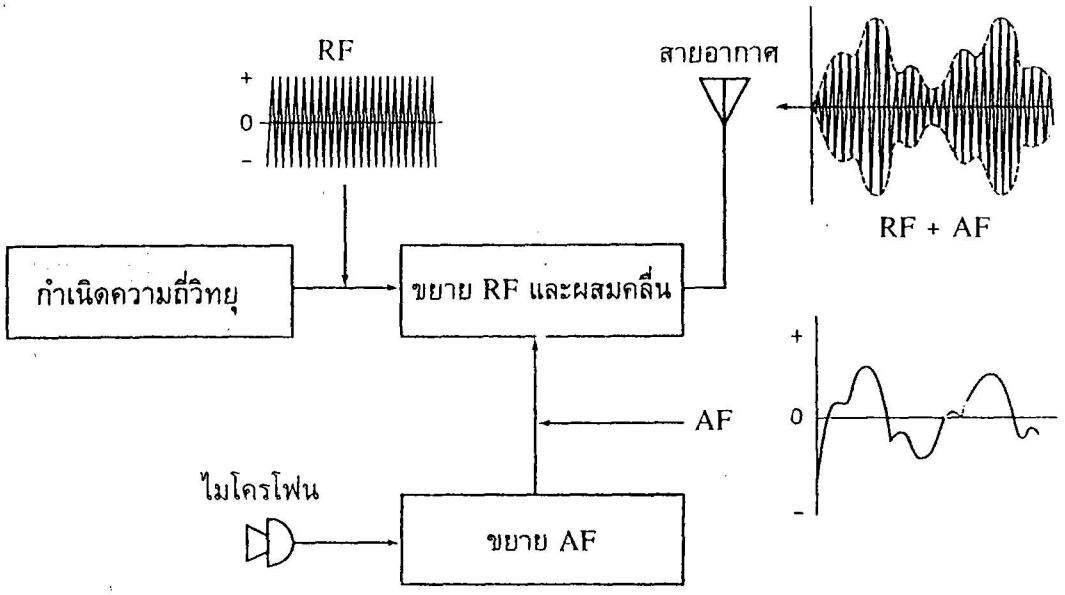
การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM (FM demodulation) อาจจะเรียกว่า FM ดิสคริมิเนเตอร์ (FM discriminator) หรือ FM ดีเทกเตอร์ แม้จะเรียกชื่อต่าง ๆ กันแต่ก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือการคืนรูปสัญญาณเสียงที่ถูกผสมมากับคลื่นพาหะแบบ FM การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM มีวงจรเฉพาะและทำได้หลายวิธี เช่น เรโชดีเทกเตอร์ (ratio detector) ควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์ (duadrature detector) เป็นต้น การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM จะใช้วิธีกลับกันกับตอยมอดูเลชันสัญญาณ คือ ทำความถี่ที่เบี่ยงเบนจากความถี่กึ่งกลาง FM ให้เป็นแอมพลิจูดของสัญญาณเสียงและทำอัตราการเบี่ยงเบนครบรอบเป็นความถี่ของสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงที่ได้จึงเกิดจากความถี่และความเบี่ยงเบนของสัญญาณ FM

จากหลักการดีมอดูเลชันสัญญาณ FM จะเห็นว่าสัญญาณรบกวนที่มีต่อสัญญาณ FM จะเกิดได้ค่อนข้างยาก การรบกวนอาจจะทำให้ยอดแอมพลิจูดของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงไปได้ แต่ก่อนจะทำการดีมอดูเลชันทางเครื่องรับก็จะมีวิธีทำให้ยอดแอมพลิจูดสม่ำเสมอได้ ซึ่งไม่กระทบกระเทือนถึงสัญญาณเสียง คุณภาพของเสียงที่ได้จากระบบ FM จึงถือว่ามีคุณภาพดี ให้ความถี่เสียงทุ้ม แหมได้ไพเราะน่าฟัง

2. หลักการรับส่งวิทยุ

2.1 เครื่องส่งวิทยุ AM

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 37-44) อธิบายเกี่ยวกับหลักการรับส่งวิทยุและการทำงานของเครื่องส่งวิทยุ AM ดังนี้



ภาพประกอบ 17 บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุอย่างง่าย

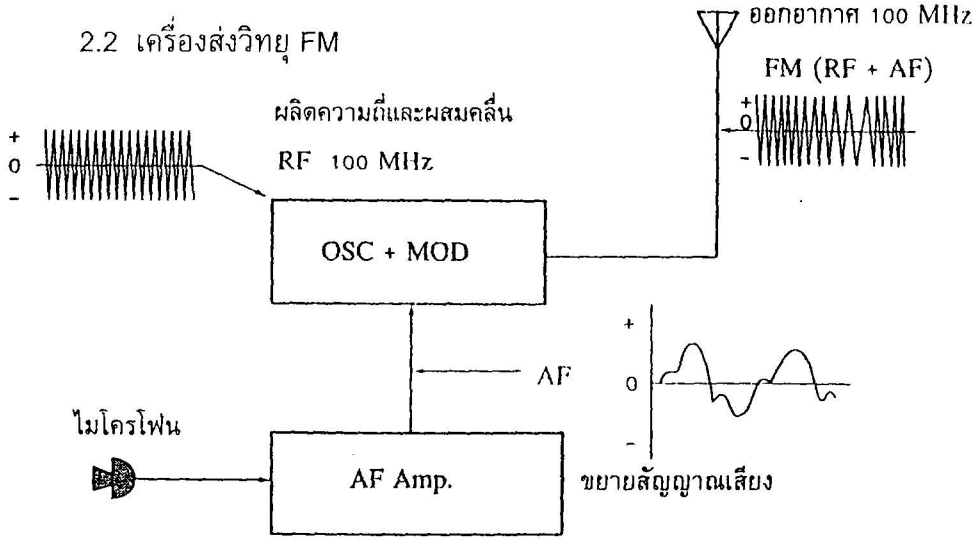
ที่มา: บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 37

จากภาพประกอบ 17 ภาคกำเนิดความถี่วิทยุ (RF oscillator) จะกำเนิดสัญญาณวิทยุความถี่สูง (ตามที่ต้องการส่ง) ที่ทำหน้าที่เป็นคลื่นพาหะ สัญญาณวิทยุหรือสัญญาณ RF นี้มีความถี่คงที่มียอดแอมพลิจูดสม่ำเสมอ แล้วส่งเข้าภาคขยาย RF และผสมคลื่น

ภาคขยายเสียง (AF amplifier) ประกอบด้วยไมโครโฟนทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปขยายในเครื่องขยายเสียง สัญญาณไฟฟ้าความถี่เสียงที่ขยายแล้วส่งเข้าไปผสมกับคลื่นพาหะแบบ AM ในภาคขยาย RF และผสมคลื่น

ภาคขยาย RF และผสมคลื่น (RF amplifier and modulator) จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณ RF ทีเป็นพาหะให้แรงขึ้น แล้วผสมพาหะกับคลื่นเสียงเข้าด้วยกันแบบ AM คือคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงความสูงตามคลื่นเสียงได้เอาต์พุตส่งขึ้นสายอากาศ คลื่นวิทยุจะแพร่กระจายออกไปได้โดยผ่านทางสายอากาศ โดยคลื่นที่ออกอากาศเป็นคลื่น AM (RF + AF)

วงจรคลื่นมีความสำคัญมากที่จะทำให้เกิดระบบการส่งวิทยุแบบต่าง ๆ ขึ้น การส่งวิทยุ AM ส่วนมากจะผสมสัญญาณที่ภาคขยายกำลังความถี่วิทยุ เมื่อใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยายสัญญาณแบบดีมิตเตอร์ร่วม มีวิธีร่วมคลื่นอยู่ 3 วิธี คือ การผสมคลื่นทางคอลเลกเตอร์ การผสมคลื่นทางอีมิตเตอร์ และการผสมคลื่นทางเบส ในเครื่องส่งขนาดใหญ่ที่ใช้หลอดสูญญากาศเป็นตัวขยายจะนิยมผสมคลื่นทางเพลต (Plate modulation) ซึ่งถือว่าให้ประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพประกอบ 18 บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุ FM อย่างง่าย

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 43

จากวงจรภาพประกอบ 18 วงจรออสซิลเลเตอร์จะกำเนิดความถี่สูงย่านความถี่วิทยุในแบนด์ของ FM มีแอมพลิจูดคงที่ ซึ่งความถี่นี้จะถูกส่งออกอากาศ เช่น ออสวิลเลเตอร์กำเนิดความถี่ขึ้นมา 100 MHz ความถี่ที่ออกอากาศก็คือ 100 MHz โดยทางภาคเสียงประกอบด้วยไมโครโฟนรับเสียงเข้ามาในภาคขยาย AF เมื่อขยายแล้วจะป้อนเข้าผสมในวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งความถี่ที่กำลังออกอากาศจะเบี่ยงเบนตามแอมพลิจูดของคลื่นเสียงที่มาผสม แต่ก็จะอยู่ในช่วง $\pm$ 75 kHz ดังนั้นคลื่นที่ออกอากาศมีความถี่กึ่งกลาง 100 MHz และเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง 99.925 ถึง 100.075 MHz

การผสมคลื่นแบบ FM กระทำได้หลายวิธี บางวิธีก็ห่างไกลตัวเกินกว่าที่เราจะปฏิบัติได้ เราจะลองดูวิธีผสมสัญญาณ FM แบบง่าย ๆ แต่ได้ผลดีสัก 2 วิธี คือ การใช้วงจรรีแอกแดนซ์ (reactance) ปละการใช้วาแรกเตอร์ไดโอก (varactor diode)

2.3 ระบบซิงเกิลไซด์แบนด์

สุชาติ กังวารจิตต์. (2538 : 54-55) อธิบายเกี่ยวกับระบบซิงเกิลไซด์แบนด์ไว้ว่า ข้อเสียของระบบ AM ได้แก่ ความสูญเสียกำลังพาหะ สิ้นเปลืองแบนด์วิดท์ (กว้างเกินไป 2 เท่า) และมีปัญหาการแผ่กระจายคลื่น ปัญหาเหล่านี้ไม่เกิดขึ้นในระบบไซด์แบนด์ (sigle sideband หรือ SSB) เพราะเราส่งเฉพาะไซด์แบนด์ข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียวออกอากาศไปเท่านั้น คลื่นไซด์แบนด์ที่ส่งไปนี้มีข่าวสาร (สัญญาณมอดูเลต) ปนอยู่ครบถ้วน

เครื่องส่งในระบบ SSB นี้ มีความซับซ้อนและแพงกว่าเครื่องส่ง AM ธรรมดา

วงจรที่ใช้ผลิตสัญญาณ SSB ก็คือใช้วงจรบาลานซ์มอดูเลเตอร์นี่เองร่วมกับวิธีการหักล้างหรือกรองไซด์แบนด์ทิ้งไปสำหรับวงจรที่เครื่องที่รับก็มีความซับซ้อนเช่นกัน เนื่องจากพาหะที่กำเนิดใหม่เพื่อเติมลงไปจะต้องตรงความถี่และเฟสกับพาหะที่เครื่องส่ง แต่นับว่ายังง่ายกว่าการที่จะรักษาเฟสและความถี่ในระบบ DSB ดังนั้นระบบ SSB จึงมีความซับซ้อนน้อยกว่า DSB แต่ก็ยังซับซ้อนและแพงกว่าระบบ AM ธรรมดา อย่างไรก็ดีข้อดีเด่นของระบบ SSB เหนือกว่า AM ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งก็คุ้มกับความซับซ้อน

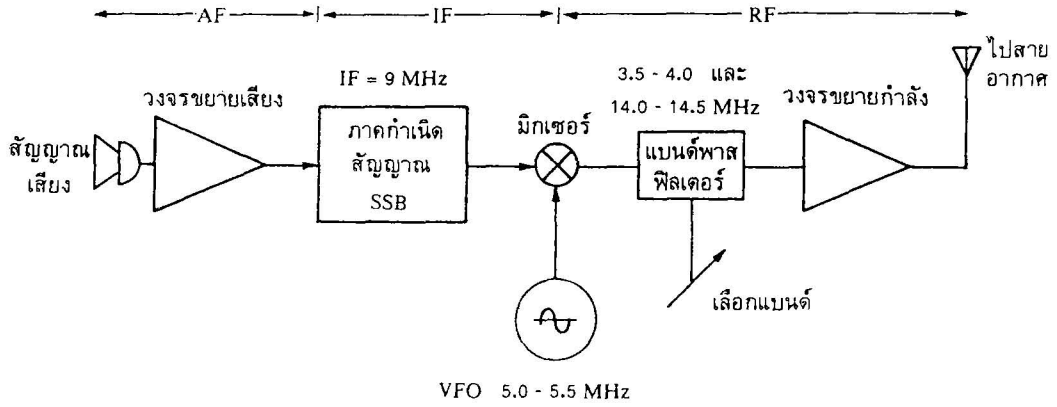
ข้อดีของระบบ SSB ก็คือ กำลังส่งทั้งหมดเป็นข่างสารล้วน ๆ แตกต่างกับระบบ AM ธรรมดา ซึ่งกำลัง 2 ใน 3 สูญเสียเป็นพาหะ (ที่ไม่มีข่าวสารปนอยู่) ยกตัวอย่างเช่น ใช้เครื่องส่ง SSB มีกำลัง 50 วัตต์ ระดับสัญญาณเสียงรับได้ที่เครื่องรับจะมีค่าเทียบเท่ากับใช้เครื่องส่ง AM ที่มีกำลังส่ง 150 วัตต์

นอกจากนี้ แบนด์วิดท์ของระบบ SSB กว้างเพียงครึ่งเดียวของระบบ AM เพราะส่งไซด์แบนด์ออกิอากาศไปเพียงข้างเดียว ฉะนั้นย่านความถี่ที่ใช้ส่ง AM 1 ช่อง สามารถส่ง SSB ได้ 2 ช่อง

สำหรับการแผ่กระจายคลื่น จากการทดลองเราพบว่าส่งคลื่น SSB ได้ดีกว่า AM มาก (อาจดีกว่าถึง 8 เท่า ในสภาวะแผ่กระจายคลื่นที่เลวมาก ๆ) ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีเกี่ยวกับแบนด์วิดท์ของ SSB แคบและใช้กำลังส่งประหยัดกว่า

2.4 เครื่องรับวิทยุ SSB

สุชาติ กังวารจิตต์. (2538 : 131-136) อธิบายเกี่ยวกับระบบรับ-ส่งวิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 19 เครื่องส่ง SSB แบบซิงเกิลคอนเวอร์ชั่น

ที่มา : สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* หน้า 132

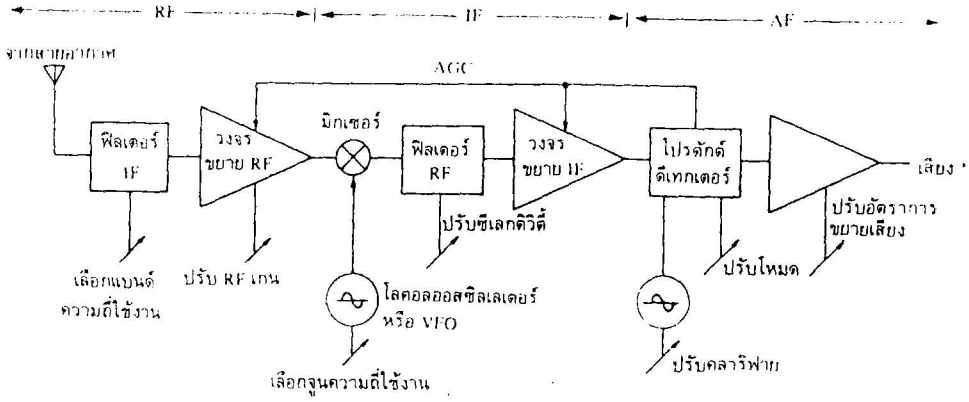
จากภาพประกอบ 19 สัญญาณ SSB กำเนิดได้หลายวิธี ดังที่ได้อธิบายมาแล้ว เอาต์พุตจากภาคกำเนิดไซด์แบนด์ จะมีความถี่ซึ่งถือว่าเป็นความถี่ IF ของภาคเครื่องส่ง การที่จะแปลงความถี่ของสัญญาณ SSB ให้มีคาตามความถี่ใช้งานมที่ต้องการนั้น เราไม่สามารถใช้วิธีคูณความถี่ได้ เพราะสัญญาณ SSB จะมีความเพี้ยน การแปลงความถี่ของสัญญาณ SSB สามารถทำได้โดยวิธีผสมคลื่น (mix) หรือเฮตเทอโรดายน์ ภาพประกอบ 19 แสดงตัวอย่างแผนผังของเครื่องส่งแบบซิงเกิลคอนเวอร์ชั่น จะเห็นว่าเอาต์พุตของภาคกำเนิดสัญญาณ SSB จะทำการผสมคลื่นกับ VFO แล้วก็ผ่านฟิลเตอร์ชนิดแบนด์พาวเพื่อกรองความถี่ที่ไม่ต้องการทิ้งเอาแต่เฉพาะสัญญาณที่ต้องการขยายส่งออกอากาศต่อไป สัญญาณ SSB ที่ผ่านกระบวนการกรองและขยายต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นจะต้องไม่ทำให้สัญญาณ SSB มีการเพี้ยนเกิดขึ้น ฉะนั้นเราต้องให้ภาคขยายและภาคมิกเวอร์ทำงานในช่วงทีเป็นลิเนียร์ (จะใช้วงจรมัลติพลายหรือวงจรขยายคลาส C) เพราะวงจรประเภทนอนลิเนียร์จะทำให้สัญญาณ SSB เกิดการเพี้ยนขึ้น สังเกตว่าเครื่องส่งในภาพประกอบ 19 นั้น เราใช้สัญญาณทั้งความถี่ผลรวมและความถี่ผลต่างโดยการเลือกแบนด์ความถี่ที่ต้องการและตัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป โดยฟิลเตอร์(BPF) ที่ใช้ในที่นี้ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณความถี่ที่ไม่ต้องการหรือสัญญาณเงาออกไป ความถี่ไปใช้งานของเครื่องส่งดังกล่าวจำกัดอยู่ในช่วง 3.5 ถึง 4.0 เมกะเฮิรตซ์ และ 14.0 ถึง 14.5 เมกะเฮิรตซ์ ถ้าต้องการให้ครอบคลุมความถี่กว้างขึ้นกว่านี้เราต้องปรับปรุงการผสมใหม่และใช้วิธีสลับขั้วของไซด์แบนด์ร่วมด้วย

ปกติภาคกำเนิดไซด์แบนด์มักจะใช้พาหะ IF ที่ความถี่สูง ๆ เนื่องจากถ้าใช้ความถี่ต่ำจะกำจัดสัญญาณเงาได้ลำบาก เช่น ถ้าใช้ความถี่ IF เท่ากับ 455 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณเงาจะห่างออกไป 910 กิโลเฮิรตซ์ที่ความถี่ต่ำ ๆ เช่น IF 3.5 หรือ 7 เมกะเฮิรตซ์ การกำจัดสัญญาณเงาสามารถทำได้ อย่างไรก็ดีความถี่สูงขึ้น เช่น ที่ความถี่ IF 21 หรือ 28 เมกะเฮิรตซ์ การกำจัดสัญญาณเงาทำได้ลำบากขึ้น (เพราะต้องใช้วงจรฟิลเตอร์ที่มีค่า Q สูงมากขึ้นด้วย) ในกรณีที่กำเนิดไวด์แบนด์ที่มีความสูง เช่น ความถี่ IF 9 เมกะเฮิรตซ์ เราอาจเลือกใช้ความถี่ VFO หรือโลคอลออสซิสเลเตอร์ได้ทั้งแบบป้อนด้านสูงอย่างเดียว หรือแบบป้อนด้านสูงและด้านต่ำผสมกันยกตัวอย่าง เช่น เครื่องส่งในย่านความถี่ 3.5 ถึง 30 เมกะเฮิรตซ์ ถ้าใช้วิธีการป้อนด้านสูงจะต้องใช้ความถี่โลคอลออสซิสเลเตอร์ระหว่าง 12.5 ถึง 39 เมกะเฮิรตซ์ แต่ถ้าใช้ทั้งวิธีป้อนด้านสูงและด้านต่ำผสมกันจะต้องใช้ความถี่ VFO ระหว่าง 5 ถึง 20.7 เมกะเฮิรตซ์

สมมติเราต้องการส่งความถี่ 3.5 เมกะเฮิรตซ์ USB เราจะต้องผลิตไซด์แบนด์ 9 เมกะเฮิรตซ์ LSB และบีตกับโลคอลออสซิสเลเตอร์ 12.5 เมกะเฮิรตซ์ (ด้านสูง) เป็น 3.5 เมกะเฮิรตซ์ USB ตามต้องการ ถ้าต้องการส่ง 21 เมกะเฮิรตซ์ USB เราจะต้องผลิตไซด์แบนด์ 9

เมกะเฮิรตซ์ USB เพื่อบีตกับ VFO 12 เมกะเฮิรตซ์ (ด้านต่ำ) จะได้ 21 เมกะเฮิรตซ์ USB ตามต้องการ สังเกตว่าอาจมีการสลับขั้วของไซด์แบนด์เมื่อเปลี่ยนย่านความถี่

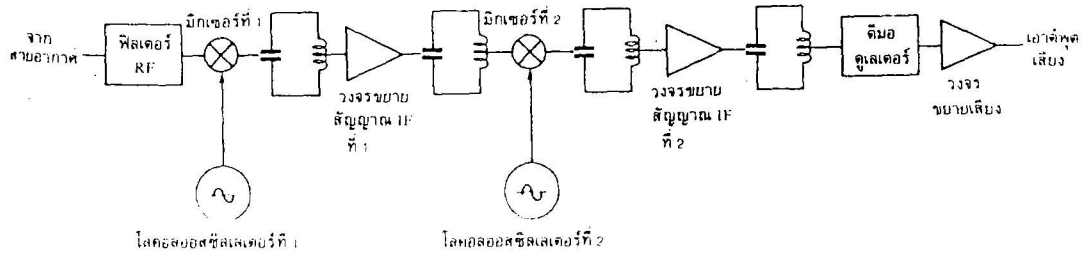
เครื่องรับในยุคแรก ๆ จะเป็นซิงเกิลคอนเวอร์ชั่น ซึ่งมีแผนผังดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 แผนผังเครื่องรับ SSB แบบซิงเกิลคอนเวอร์ชันแสดงปุ่มควบคุมต่าง ๆ

ที่มา : สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* หน้า 135

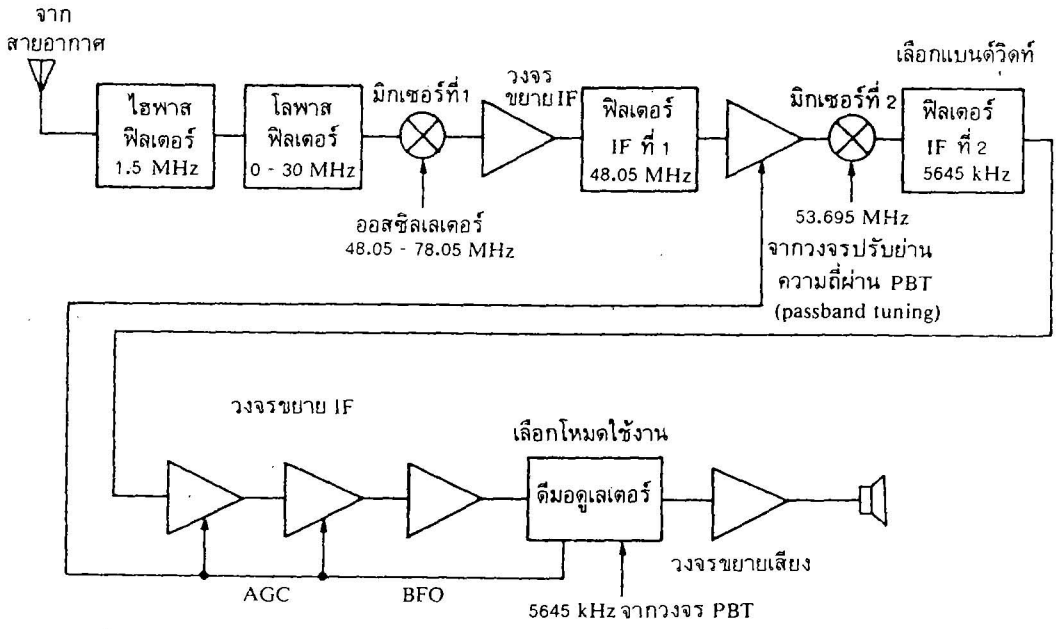
จากภาพประกอบ 20 สัญญาณ IF ผ่านเข้าทางสายอากาศขยายและแปลงความถี่เป็น IF ซึ่งอัตราขยายของภาค IF นี้ค่อนข้างสูงแล้วจึงดีมอดูป้อนไปยังวงจรเสียงต่อไป การกำจัดสัญญาณเงาทำได้โดยใช้ฟิลเตอร์ก่อนมิกเซอร์ สัญญาณเงาต้องถูกลดทอนลงไปจนเหลือเล็กมาก ๆ ทำให้เครื่องรับไม่สามารถรับได้ ปกติอัตราลดทอนจดมีค่าประมาณ 80 ถึง 90 เดซิเบล สังเกตที่ความถี่ใช้งานสูงขึ้น การกรองความถี่เงาจะยุ่งยากขึ้น เว้นแต่เราจะเพิ่มความถี่ IF ให้สูง ๆ เข้าไว้ การแก้ปัญหาสปิวเรียสทำได้โดยใช้วิธีดับเบิลคอนเวอร์ชั่น วิธีนี้เราใช้ความถี่ IF ที่หนึ่งซึ่งมีค่าสูงเพื่อกำจัดปัญหาสัญญาณเงาและใช้ความถี่ IF ที่สองมีค่าต่ำรองลงมา ในภาพประกอบ 21 มิกเซอร์ที่สองก็ยังมีสัญญาณเงาเช่นกันแต่ใช้วงจรจูนที่มีค่า Q สูงก็จะสามารถกำจัดไปได้ สำหรับโลคอลออสซิสเลเตอร์ที่หนึ่งอาจเป็นแบบใช้แร่เลือกแบนด์ และโลคอลออสซิสเลเตอร์ที่สองใช้วิธีจูนความถี่ใช้งาน ส่วนในระบบสังเคราะห์ความถี่โลคอลออสซิสเลเตอร์ที่หนึ่งจะใช้ระบบสะงเคราะห์ความถี่ ส่วนโลคอลออสซิลเลเตอร์ที่สองใช้ VFO



ภาพประกอบ 21 แผนผังเครื่องรับ SSB แบบดับเบิลคอนเวอร์ชั่น

ที่มา : สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* หน้า 135

เครื่องรับอีกประเภทหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมคือ เครื่องรับชนิดอัพคอนเวอร์ชั่น ซึ่งมีแผนผังดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 แผนผังเครื่องรับ SSB แบบอัพคอนเวอร์ชั่น

ที่มา : สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* หน้า 136

จากภาพประกอบ 22 สัญญาณ IF จะถูกเฮตเทอโรดายน์แปลงเป็นความถี่ IF ที่หนึ่งซึ่งจะมีความถี่สูงกว่าความถี่อินพุตสูงสุด นั่นคือไม่ว่าความถี่อินพุตจะมีค่าเท่าใดจะถูกเฮตเทโรดายน์เป็น IF ที่มีความถี่สูงขึ้นเสมอ ในกรณีของเครื่องรับซึ่งใช้งานไปย่านความถี่คลุมไปถึง 30 เทกะเฮิรตซ์ ความถี่ IF จะต้องสูงกว่า 30 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้น ออสซิลเลเตอร์ที่หนึ่งจะต้องมีความถี่ในย่าน 30 ถึง 60 เมกะเฮิรตซ์เป็นอย่างต่ำ เครื่องรับโดยทั่วไปมักเลือกใช้ความถี่ IF ที่หนึ่งเท่ากับ 45 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้นย่านความถี่โดยโลคอลออสซิลเลเตอร์จะต้องอยู่ระหว่าง 45 ถึง 75 เมกะเฮิรตซ์ เนื่องจากที่ความถี่ 45 เมกะเฮิรตซ์ เราออกแบบให้มีซีเลกติวิตี้ดีได้ยากเราจึงต้องทอนความถี่ให้ต่ำลงเป็ยความถี่ IF ที่สอง โดยทั่วไปจะเลือกใช้ความถี่ 455 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับในกรณีที่ IF เท่ากับ 45 เมกะเฮิรตซ์ สัญญาณเงาจะอยู่ห่างความถี่ใช้งานเท่ากับ 90 เมกะเฮิรตซ์ ย่านความถี่เงาของเครื่องรับจะอยู่ในย่าน 90 ถึง 120 เมกะเฮิรตซ์ ถ้าความถี่ใช้งานอยู่ระหว่าง 0 ถึง 30 เมกะเฮิรตซ์ เราจะสามารถกำจัดสัญญาณเงาโดยใช้ฟิลเตอร์ชนิดโลพาส เครื่องรับประเภทนี้จึงไม่ต้องใช้วงจรพิเศษสำหรับเลือกแบนด์ที่เรียกว่าพรีซีเลกเตอร์ (presector) เพื่อกำจัดสัญญาณเงา

สำหรับการจูนเราอาจใช้วิธีจูนโลคอลออสซิลเลเตอร์ทั้งสองก็ได้ ถ้าเราใช้วิธีเลือกแบนด์โดยปรับโลคอลออสซิลเลเตอร์ที่สอง ภาค IF ที่หนึ่งจะต้องใช้ฟิลเตอร์ที่เป็นแบนด์กว้าง ทำให้กำจัดสัญญาณเงาได้ลำบาก โดยทั่วไปไม่นิยม จูนโลคอลออสซิลเลเตอร์ที่สอง แต่ใช้จูนที่โลคอลออสซิลเลเตอร์ที่หนึ่งที่เดียว และใช้การสังเคราะห์ความถี่เข้าช่วย

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูพูดถึงการรับส่งวิทยุโดยยกตัวอย่างวิทยุสมัครเล่น	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม
2. ขั้นสอน ครูบรรยาย ประกอบแผ่นใส ซักถามความเข้าใจ	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม จดบันทึก
3. ขั้นประเมินผล ครูซัก ถาม ให้นักศึกษาสรุปผล	นักศึกษาสรุปผล

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ให้นักศึกษาทำรายงานเกี่ยวกับเครื่องส่งวิทยุ

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 4 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 4 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

แผ่นใส

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 4 ใช้วิธีวัดผลดังนี้

1. การสังเกต
2. ซัก-ถาม
3. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.
5. วิโรจน์ แก้วจันทร์. (2543). *ทฤษฎีเครื่องส่งวิทยุ.* กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

แผนการสอน วิชา...เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่...5...ชื่อหน่วย หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM
ทฤษฎี...12...คาบ ปฏิบัติ...36....คาบ รวม 48 คาบ สัปดาห์ที่ 9-16

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)

1. หลักการรับวิทยุอย่างง่าย
2. วงจรเรโซแนนซ์ในเครื่องรับวิทยุ
3. หลักการรับวิทยุแบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์
4. เครื่องรับวิทยุ AM แบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์
5. การประกอบและทดสอบวงจรเครื่องรับวิทยุ AM

2. สาระสำคัญ

เครื่องรับวิทยุแบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์ เป็นระบบที่ใช้กันมากในปัจจุบัน เป็นระบบที่ดี ดังนั้นนักศึกษาจึงต้องทำความเข้าใจเพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการรับวิทยุอย่างง่าย
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถคำนวณค่าความถี่เรโซแนนซ์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการรับวิทยุแบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์
4. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของเครื่องรับวิทยุ AM แบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์
5. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการประกอบและทดสอบวงจรเครื่องรับวิทยุ AM

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาอธิบายหลักการเครื่องรับวิทยุอย่างง่ายได้
2. นักศึกษาสามารถคำนวณค่าความถี่เรโซแนนซ์ได้
3. นักศึกษาอธิบายหลักการรับวิทยุแบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์ได้
4. นักศึกษาอธิบายการทำงานของเครื่องรับวิทยุ AM แบบซุบเปอร์เฮทโรดายซ์ได้
5. นักศึกษาสามารถประกอบและทดสอบวงจรเครื่องรับวิทยุ AMได้

4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. หลักการรับวิทยุอย่างง่าย

2. เครื่องรับวิทยุแร่

3. วงจรเรโซแนนซ์

4. เครื่องรับวิทยุแบบซุปเปอร์เฮทเทอโรดายน์

4.1 คอนเวอร์เตอร์

4.2 ไอเอฟแอมป์

4.3 ดีเทคเตอร์

5. ใบงานการประกอบและทดสอบวงจรเครื่องรับวิทยุ AM

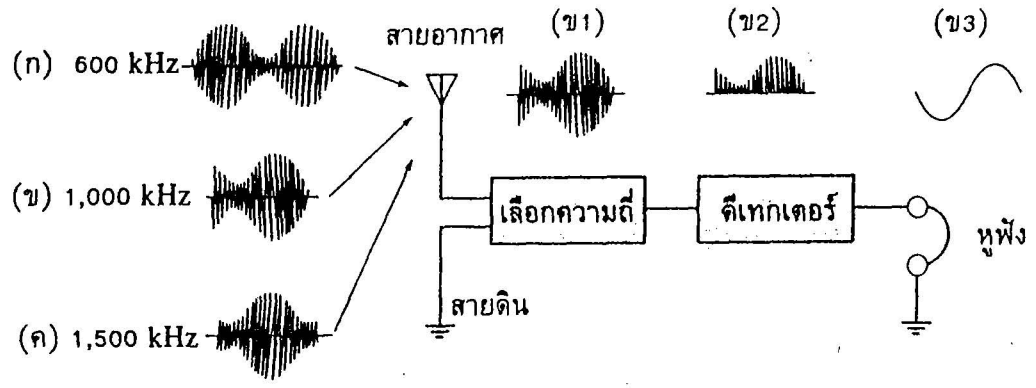
เครื่องรับวิทยุ AM

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 54-86). อธิบายเกี่ยวกับเครื่องรับวิทยุ AM ไว้ดังนี้ เครื่องรับวิทยุ AM เป็นเครื่องรับวิทยุระบบแรกที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ในสมัยก่อนเครื่องรับวิทยุต้องใช้หลอดสุญญากาศ บางคนอาจจะเคยได้ยินชื่อเครื่องรับวิทยุซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ (superheterodyne) แบบ 5 หลอด ซึ่งเคยเป็นเครื่องรับที่ยอดนิยมในอดีต ปัจจุบันเทคโนโลยีของเครื่องรับวิทยุก้าวหน้าไปมากเครื่องรับแบบหลอดสุญญากาศจึงเป็นเพียงความทรงจำของคนรุ่นเก่า ๆ เท่านั้น เพราะหมดยุคของหลอดสุญญากาศไปแล้ว ในสมัยต่อมาเครื่องรับจะใช้ทรานซิสเตอร์แทนและเป็นที่แพร่หลายมากในท้องตลาด ได้แก่ เครื่องรับ AM มี 6 ทรานซิสเตอร์แบบพุชพูล (push pull) และเครื่องรับ AM มี 7 ทรานซิสเตอร์แบบ OTL เป็นแบบกระเป๋าหิ้ว ทรานซิสเตอร์ที่ใช้เป็นแบบเจอร์เมเนียมพีเอ็นพี (germanium PNP) ซึ่งใช้ถ่านไฟฉาย 3 ถึง 6 ก้อน แม้ว่าปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตเครื่องรับวิทยุของไทยได้พัฒนาเครื่องรับให้ซิลิกอนทรานซิสเตอร์และไอซีแล้วก็ตาม เครื่องรับวิทยุ AM มี 7 ทรานซิสเตอร์แบบ OTL ก็ยังมีขายอยู่ทั่วไปในราคาที่ถูกมาก ซึ่งแสดงว่าการพัฒนาเครื่องรับวิทยุ AM ในเชิงธุรกิจของไทยไม่ได้เปลี่ยนแปลงเท่าไรในช่วงหลายปีที่ผ่านมา

1. หลักการรับวิทยุอย่างง่าย

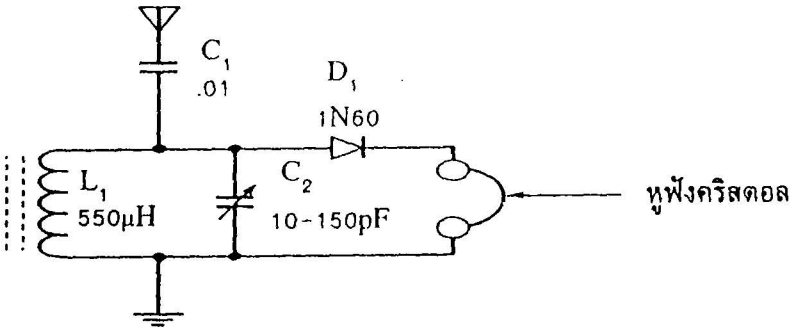
เมื่อเครื่องส่งวิทยุ AM แพร่กระจายคลื่นวิทยุออกอากาศไป การรับฟังข่าวสารที่มากับคลื่น AM นั้นจะต้องมีเครื่องรับที่สามารถรับคลื่นความถี่ของสถานีที่เราต้องการจะฟังได้ ตามความเป็นจริงเครื่องส่งวิทยุ AM ที่ใช้กระจายเสียงสำหรับวงการธุรกิจบันเทิงของบ้านเราใช้แบนด์ MW ช่วงความถี่ระหว่าง 530 – 1,605 kHz จึงมีสถานีส่งอยู่มากมายทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด ดังนั้นเครื่องรับของเราจะต้องมีคุณสมบัติเบื้องต้นคือ เลือกรับสถานีที่ต้องการได้ และคุณสมบัติต่อไปก็คือ ต้องได้ยินเสียงที่ส่งมากับคลื่นวิทยุนั้นด้วย สำหรับเหตุผลของการเลือกรับสถานีได้นั้นก็เพราะถ้าเลือกสถานีไม่ได้ คลื่นทุกคลื่นของทุกสถานีก็จะเข้าเครื่องรับ

ของเราหมด และเสียงที่ได้ก็จะแทรกแซงกันฟังไม่รู้เรื่องนั่นเอง จากแนวคิดดังกล่าวเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 บล็อกไดอะแกรมเครื่องรับวิทยุอย่างง่าย
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 55

จากภาพประกอบ 23 เครื่องรับวิทยุประกอบด้วยสายอากาศ สายดิน วงจรเลือกความถี่วงจรดีเทกเตอร์ และหูฟัง เมื่อสังเกตที่สายอากาศจะเห็นว่ามีคลื่นความถี่จากสถานีวิทยุส่งมา 3 สถานี คือ สถานี (ก) มีความถี่ 600 kHz สถานี (ข) 1,000 kHz และสถานี (ค) มีความถี่ 1,500 kHz ความถี่ของทั้งสามสถานีนี้จะมากระทบสายอากาศ สายอากาษก็จะป้อนเข้าไปยังวงจรเลือกความถี่ซึ่งเครื่องรับวิทยุจะต้องทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกเอาเพียงความถี่เดียว สมมติว่าเราเลือกเอาสถานี (ข) ความถี่ 1,000 kHz เข้ามา ก็จะได้คลื่น AM ผ่านวงจรเลือกความถี่เพียงความถี่เดียว คือรูปคลื่น (ข1) ส่งเข้าไปยังภาคดีเทกเตอร์ทำการตัดเอาคลื่น AM ซีกบวก ดังรูปคลื่น (ข2) แล้วบายพาส (bypass) คลื่นพาหะ 1,000 kHz ทิ้ง เหลือเป็นคลื่นเสียงคือ รูปคลื่น (ข3) ส่งเข้าหูฟังให้เรารับฟังเสียงจากสถานี (ข) ได้ ส่วนสถานี (ก) และสถานี (ค) นั้นเราไม่ได้เลือกคลื่นจากสถานีทั้งสองจึงไม่สามารถเข้าสู่เครื่องรับได้จึงไม่มีเสียงทางหูฟัง ถ้าเราเบื่อการฟังสถานี (ข) แล้วก็สามารถเลือกฟังสถานี (ก) หรือสถานี (ค) ได้ จึงเป็นอันว่าเครื่องรับวิทยุดังกล่าวตรงตามวัตถุประสงค์เบื้องต้นของเราแล้ว คือเลือกความถี่ของสถานีที่ต้องการได้ และมีเสียงให้เราได้ยินทางหูฟัง

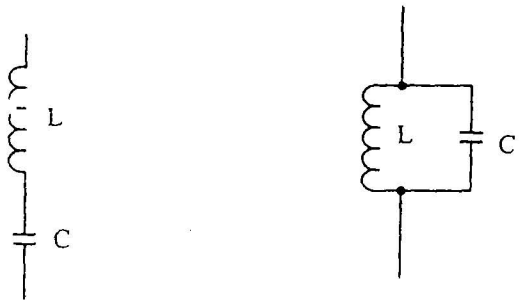


ภาพประกอบ 24 เครื่องรับวิทยุหูฟังจูนเลือกสถานีได้
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 56

ภาพประกอบ 24 เป็นวงจรทางปฏิบัติของเครื่องรับวิทยุหูฟัง สมัยก่อนเรียกว่า วิทยุแร่ การทำงานเริ่มด้วยคลื่นวิทยุความถี่ต่าง ๆ เข้ามาทางสายอากาศผ่านทาง C_1 วงจรโซแนนซ์คือขดลวด L_1 และ C_2 ทำหน้าที่จูนเลือกคลื่นความถี่จากสถานีที่ต้องการเพียงความถี่เดียว โดยการหมุนเปลี่ยนค่าความจุของ C_2 ความถี่ที่จูนเลือกได้จะผ่าน D_1 ตัดเอาเฉพาะคลื่นเสียงทางด้านบวก ให้ผ่านเข้าหูฟังเป็นเสียงออกมา เป็นสัญญาณเสียงครบวงจรทางกราวด์ ผู้ที่สนใจอยากทดลองสร้างให้ดูรายละเอียดของอุปกรณ์ในวงจร หูฟังที่ใช้เสียบหูต้องเป็นแบบคริสตอลเท่านั้นอย่างอื่นใช้ไม่ได้ ส่วนขดลวด L_1 ใช้ลวดทองแดงอาบน้ำยาขนาด 0.5 mm พันจำนวน 90 รอบ บนแท่งเฟอร์ไรต์กลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm ยาวประมาณ 150 mm แบบที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM

2. วงจรเรโซแนนซ์

วงจรเรโซแนนซ์ (resonance) เป็นวงจรที่ต่อมาร่วมกันระหว่างตัวเก็บประจุ (C) กับขดลวดเหนี่ยวนำ (L) บางคนอาจเรียกวงจรแบบนี้ด้วยชื่ออื่น เช่น วงจรจูน (tune) วงจรแท้งก์ (tank) เป็นต้น วงจรเรโซแนนซ์ถูกนำไปใช้ในเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุทั่ว ๆ ไปด้วยวัตถุประสงค์ให้วงจรเรโซแนนซ์เป็นตัวเลือกความถี่ และให้เป็นตัวกำหนดความถี่ที่กำเนิดขึ้น ให้เป็นตัวกั้นความถี่หรือให้เป็นทางผ่านของความถี่แล้วแต่กรณี วงจรเรโซแนนซ์แบบใช้ขดลวดร่วมกับตัวเก็บประจุ มีอยู่ 2 แบบคือ วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม (series resonance) และวงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน (parallel resonance)ดังแสดงในภาพประกอบ 25



(ก) วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม (ข) วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน

ภาพประกอบ 25 วงจรเรโซแนนซ์ LC

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM/FM.* หน้า 57

ภาพประกอบ 25 แสดงวงจรเรโซแนนซ์ วงจรเรโซแนนซ์จะยอมให้ความถี่ค่าหนึ่งผ่านได้ดี เรียกว่า ความถี่เรโซแนนซ์ เมื่อป้อนความถี่เรโซแนนซ์แก่วงจรเรโซแนนซ์อนุกรม กระแสจะผ่านได้มากที่สุดโดยมีแรงดันตกคร่อมวงจรต่ำที่สุด ถ้าป้อนความถี่เรโซแนนซ์แก่วงจรเรโซแนนซ์ขนาน กระแสจะผ่านได้น้อยที่สุดโดยมีแรงดันตกคร่อมวงจรที่สูงที่สุด โดยปกติวงจรเรโซแนนซ์จะต้องมีแบนด์วิดธ์ที่ยอมให้ความถี่ข้างเคียงกับความถี่เรโซแนนซ์ทั้งด้านสูงและด้านต่ำผ่านไปได้ช่วงหนึ่ง ความถี่เรณซแนนซ์จึงหมายถึงความถี่ที่ผ่านวงจรตลอดแบนด์วิดธ์ คำนวณค่าการเหนี่ยวนำของขดลวด และคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุของวงจรเรโซแนนซ์ดังนี้

สูตร $$f_R = \frac{1}{2\ \pi \sqrt{LC}}$$ .....(2.1)

เมื่อ f_R = ความถี่เรโซแนนซ์ มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

L = ค่าการเหนี่ยวนำของขดลวด มีหน่วยเป็นเฮนรี (H)

C = ค่าความจุของตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็นฟารัด (F)

π = ค่าคงที่ (= 3.14285)

จากสูตรที่ 2.1 เพื่อให้สูตรง่ายเข้าจะแทนค่าของ π ลงไปได้สูตรใหม่ดังนี้

$$f_R = \frac{1}{2\ \pi \sqrt{LC}}$$

$$= \frac{1}{2(3.14285)\sqrt{LC}}$$

$$f_R = \frac{0.159}{LC} \text{ Hz} \qquad \text{.....(2.2)}$$

ในการใช้สูตรเกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์ ในบางครั้งเมื่อทราบค่าความถี่แล้ว แต่ยังต้องการทราบค่าการเหนี่ยวนำของลวดหรือค่าความจุของตัวเก็บประจุ ซึ่งจะหาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

การหาค่าการเหนี่ยวนำของขดลวด

$$L = \frac{1}{(2\pi)^2 f_R^2 C} = \frac{1}{(4\pi)^2 f_R^2 C}$$

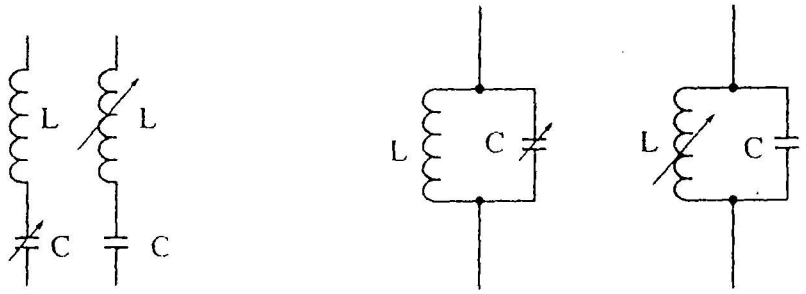
$$= \frac{1}{39.51 f_R^2 C} = \frac{0.02531}{f_R^2 C} \text{ H}$$

การหาค่าความจุของตัวประจุ

$$C = \frac{1}{(2\pi)^2 f_R^2 L} = \frac{1}{(4\pi)^2 f_R^2 L}$$

$$= \frac{1}{39.51 f_R^2 L} = \frac{0.02531}{f_R^2 L} \text{ F}$$

ค่าความถี่เรโซแนนซ์จะขึ้นอยู่กับค่าการเหนี่ยวนำของขดลวดและค่าความจุของตัวเก็บประจุในวงจรโซแนนซ์ที่ทำงานกับความถี่ค่าเดียวจะใช้ค่าการเหนี่ยวนำและค่าความจุคงที่ ถ้าจะให้วงจรเรโซแนนซ์ทำงานได้กับหลายความถี่ต้องใช้ตัวเหนี่ยวนำหรือใช้ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ เพื่อให้วงจรเปลี่ยนค่าความถี่เรโซแนนซ์ตามที่ปรับ ส่วนขอบเขตของความถี่เรโซแนนซ์ขึ้นอยู่กับค่าสูงสุดและต่ำสุดของอุปกรณ์ที่ใช้ปรับ ตัวอย่างการปรับความถี่แสดงอยู่ในภาพประกอบ 26



(ก) แบบอนุกรม (ข) แบบขนาน

ภาพประกอบ 26 วงจรเรโซแนนซ์แบบปรับความถี่ได้
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 58

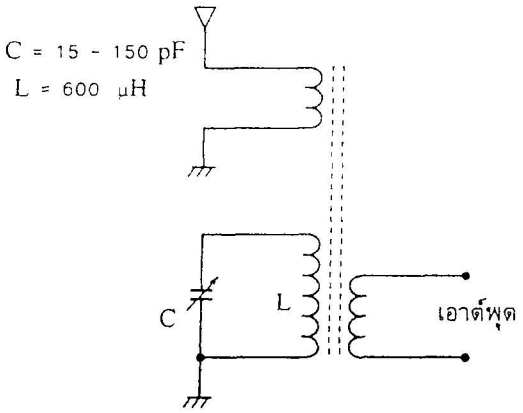
ในวงจรเครื่องรับวิทยุมักจะใช้วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน เช่น วงจรจูนเลือกความถี่สถานีต่าง ๆ วงจรเปลี่ยนความถี่ออสซิสเลเตอร์ และวงจรจูนความถี่ปานกลาง ในการเอามาใช้งานนั้นจะอยู่ในรูปของหม้อแปลงความถี่สูง ซึ่งขดลวดจึงถูกพันไว้บนแกนเฟอร์ไรต์ การนำความถี่เรโซแนนซ์ออกไปใช้งานอาจใช้วิธีเหนี่ยวนำไปเข้าขดลวดอีกขดลวดต่างหาก หรือใช้วิธีต่อแยกออกจากหม้อแปลงแบบพันขดลวดอันเดียว ดังภาพประกอบ 27



(ก) แบบแยกขดลวด (ข) แบบต่อแยกขดลวด

ภาพประกอบ 27 การนำสัญญาณความถี่ออกจากวงจรเรโซแนนซ์
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 59

ต่อไปนี้เราจะลองตรวจสอบว่า วงจรเรโซแนนซ์ของเครื่องรับวิทยุที่ทำหน้าที่จูนเลือกคลื่นใช้ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ หรือเรียกกันว่า วาริเอเบิลคาพาซิเตอร์ (variable capacitor) ที่มีค่าระหว่าง 15 – 150 pF และขดลวดมีการเหนี่ยวนำ 600 μH โดยจะลองคำนวณดูว่าจะใช้เลือกคลื่นความถี่ในช่วงใด



ภาพประกอบ 28 วงจรจูนเลือกคลื่นวิทยุ

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 59

จากภาพประกอบ 28 หาค่าความถี่สูงสุดเมื่อปรับตัวเก็บประจุมีค่าต่ำสุด 15 pF

$$f_{max} = \frac{0.159}{\sqrt{600 \times 10^{-6} \times 15 \times 10^{-12}}} \text{ Hz}$$

$$= 1,677,156 \text{ Hz}$$

$$= 1,677.156 \text{ kHz}$$

หาค่าความถี่ต่ำสุดเมื่อปรับตัวเก็บประจุมีค่าสูงสุด 150 pF

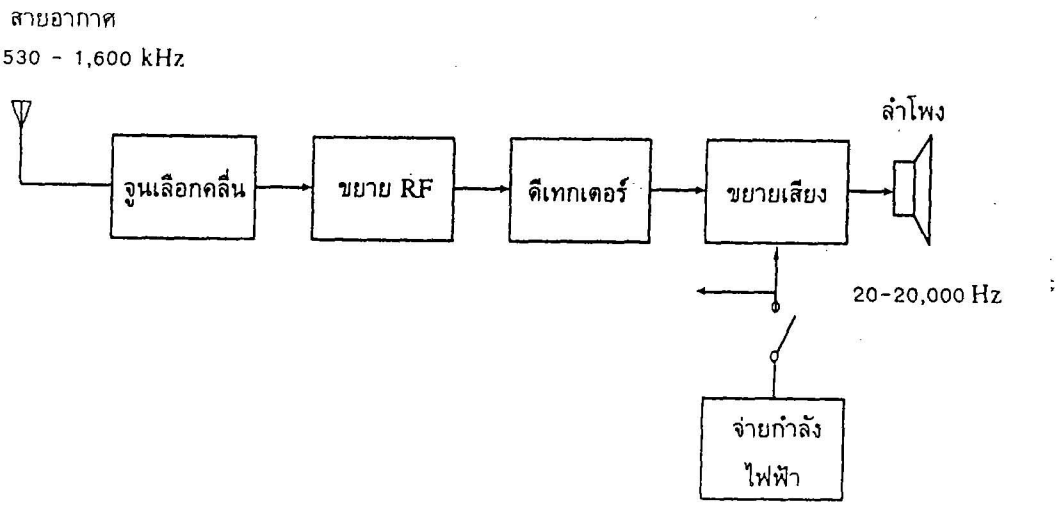
$$f_{min} = \frac{0.159}{\sqrt{600 \times 10^{-6} \times 150 \times 10^{-12}}} \text{ Hz}$$

$$= 530,363.3 \text{ Hz}$$

$$= 530.363 \text{ kHz}$$

หลักการรับวิทยุแบบ TRF

การรับวิทยุแบบทีอาร์เอฟ (TRF : tune radio frequency) หมายถึง เครื่องรับที่จูนรับคลื่นความถี่วิทยุเข้ามาแล้ว จะตรวจจับแยกเอาสัญญาณเสียงออกมาให้เราได้ยิน ซึ่งในการจูนคลื่นวิทยุอาจจะจูนเข้ามาแล้วขยายคลื่นวิทยุให้แรงขึ้นก่อนทำการแยกสัญญาณเสียง หรืออาจจะขยายคลื่นวิทยุทั้งก่อนและหลังจูนเลือกคลื่นก็ได้ ภาพประกอบ 29 แสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องรับวิทยุ TRF



ภาพประกอบ 29 บล็อกไดอะแกรมเครื่องรับวิทยุ TRF

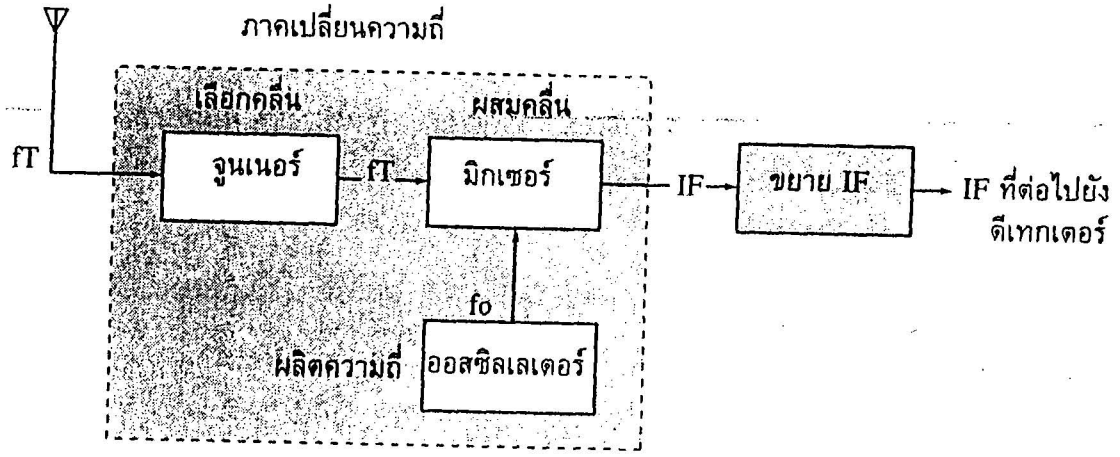
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 60

จากภาพประกอบ 29 อธิบายการทำงานได้ดังนี้ จากสายอากาศรับคลื่นวิทยุ AM ขนาดความถี่ตั้งแต่ 530 – 1,605 kHz เข้ามา ซึ่งจูนเนอร์จะมีหน้าที่คัดเลือกให้คลื่นวิทยุผ่านเข้าไปได้เพียงความถี่เดียว แล้วส่งเข้าภาคขยาย RF เพื่อขยายให้คลื่นวิทยุมีแอมพลิจูดสูงขึ้นอย่างพอเพียง แล้วจึงส่งไปทำการตรวจจับเพื่อแยกสัญญาณเสียงในวงจรดีเทกเตอร์ เมื่อได้สัญญาณเสียงส่งเข้าขยายในภาคขยายสัญญาณเสียง และคลำโพงจะเปล่งเป็นคลื่นเสียงออกมาเนื่องจากมีการขยายในวงจรด้วยจึงต้องเพิ่มภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้ามา เพื่อส่งไฟไปป้อนแก่ภาคต่าง ๆ ให้ทำงานได้ จากการทำงานของเครื่องรับ TRF จะคล้ายคลึงกับเครื่องรับวิทยุอย่างง่ายเพียงแต่เพิ่มวงจรขยาย RF วงจรขยายเสียง ลำโพง และวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้ามาเท่านั้น ในเชิงปฏิบัติเครื่องรับ TRF จะมีปัญหาบ้าง เช่น วงจรขยาย RF จะต้องทำงานได้ในช่วงความถี่กว้าง และคลุมแบนด์ที่จะรับทั้งหมด แต่วงจรขยาย RF จะขยายเช่นว่านี้ไม่ได้ ระดับสัญญาณที่ได้จากความถี่ที่ต่างกันจะมีขนาดแตกต่างกันมาก การรับไม่มีเสถียรภาพ การแยกสถานีได้ไม่ดีพอ มีการแทรกกันระหว่างสถานีที่มีกำลังสูงกับสถานีกำลังส่งต่ำที่อยู่ใกล้กัน แม้ว่าบางเครื่องจะเพิ่มภาคขยาย RF ส่วนหน้าเข้ามาทำการจูนและขยายแบบใช้วงจรเรโซแนนซ์ทั้งหมดก็ตาม ซึ่ง

จะเกิดความยุ่งยากทางเทคนิคการปรับแต่งอยู่อีกมาก จึงมีการพัฒนาเครื่องรับแบบอื่นขึ้นมาใช้แทน

3. หลักการรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรดายน์

หลักการรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ เป็นแบบที่นิยมใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM วิทยุ FM และเครื่องรับโทรทัศน์ กระบวนการของเครื่องรับแบบซูเปอร์เฮเทอโรดายน์ก็คือ คลื่นวิทยุทุกความถี่ที่ถูกจูนรับเข้ามาจากสายอากาศ เมื่อเข้าเครื่องรับแล้วจะถูกเปลี่ยนให้เป็นความถี่ปานกลางหรือความถี่ไอเอฟ (IF : intermediate frequency) เหมือนกันหมดทุกสถานี ส่วนวิธีการเปลี่ยนความถี่จะใช้วงจรมิกเซอร์ (mixer) ผสมคลื่น RF ที่จูนเลือกได้จากสถานีต่าง ๆ เข้ากับคลื่นความถี่เฉพาะที่สร้างขึ้นเองภายในเครื่องรับนั้น การเปลี่ยนความถี่ของทุกสถานีให้เป็นความถี่ปานกลางค่าเท่ากันหมดจะช่วยให้การขยายคลื่นปานกลางของทุกสถานี มีความแรงเท่า ๆ กัน ผลการรับจะได้ดีทุก ๆ สถานี หลักการเปลี่ยนความถี่ตามวิธีซูเปอร์เฮเทอโรดายน์แสดงดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 หลักการเปลี่ยนความถี่ตามวิธีซูเปอร์เฮเทอโรดายน์
ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 61

จากภาพประกอบ 30 มีหลักการทำงานดังต่อไปนี้สายอากาศทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากสถานีต่าง ๆ ทุกสถานีส่งเข้าภาคจูนเนอร์โดยจูนเนอร์จะทำการคัดเลือกความถี่ของสถานีที่ต้องการเพียงความถี่เดียว การเลือกอาจจะใช้วิธีจูนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ จูนขดลวด หรือจูนอิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ ซึ่งความถี่ของสถานีที่เลือกแล้วจะถูกส่งไปยังภาคผสมคลื่น

วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นวงจรที่ผลิตความถี่ RF ขึ้นมาในเครื่องรับวิทยุ อาจจะเรียกว่าภาคโลคอลออสซิลเลเตอร์ (local oscillator) ทำหน้าที่สร้างความถี่ RF ที่มีความถี่สูงกว่า

ความถี่ที่จูนเนอร์เลือกรับเข้ามาเท่ากับค่าความถี่ IF ตามปกติค่าความถี่ของเครื่องรับวิทยุ AM ใช้ค่าความถี่ 455 kHz เป็นมาตรฐาน ความถี่ออสซิลเลเตอร์จะกำเนิดขึ้นมาอย่างอิสระ และส่งเข้าไปยังภาคมิกเซอร์

วงจรมิกเซอร์จะรับคลื่นความถี่มา 2 ความถี่ คือคลื่นวิทยุจากสถานีส่งที่ถูกจูนเนอร์เลือกเข้ามา 1 ความถี่ และความถี่ที่ออสซิลเลเตอร์สร้างขึ้นมาอีก 1 ความถี่ การมิกซ์ (mix) หรือรวมความถี่จะใช้อุปกรณ์แอกทีฟ (active) ที่ไม่เป็นเชิงเส้น เช่น ทรานซิสเตอร์ การรวมความถี่จะได้ความถี่ออกมาหลายความถี่ แต่ละเลือกเอาความถี่ที่เป็นความถี่ปานกลาง คือ ความถี่ผลลบระหว่างความถี่ออสซิลเลเตอร์กับความถี่ที่จูนเนอร์เลือกรับเข้ามา

ถ้าให้ความถี่ที่จูนเนอร์เลือกเข้ามา = fT

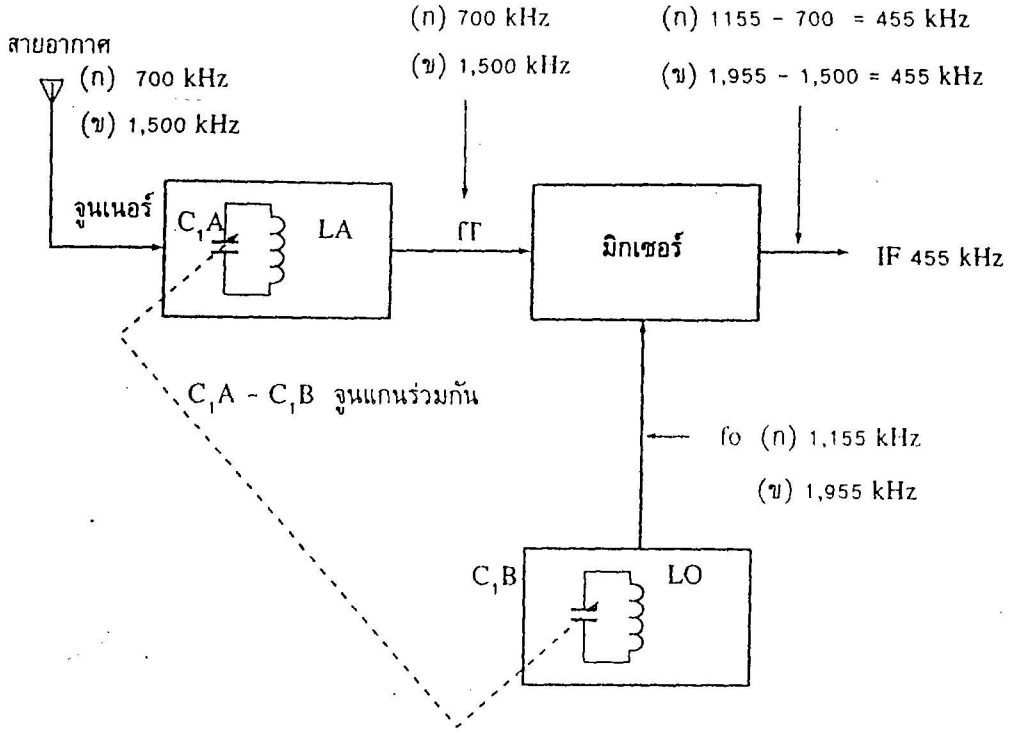
ความถี่ที่ออสซิลเลเตอร์สร้างขึ้น = fo

และความถี่ปานกลาง = IF

จะได้ fo – fT = IF

วงจรขยาย IF หรือวงจรขยายความถี่ปานกลางจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่ IF ที่ส่งมาจากภาคมิกเซอร์ให้แอมพลิจูดของสัญญาณ IF สูงขึ้น การขยาย IF อาจขยาย 1 ครั้ง , 2 ครั้ง หรือ 3 ครั้งต่อเนื่องกัน ปกติเครื่องรับวิทยุ AM จะถูกออกแบบวงจรขยาย IF ไฟห้มีกำลังขยายสูงสุดเฉพาะสัญญาณ 455 kHz (มีแบนด์วิดธ์ 9 kHz) ความถี่อื่นที่อยู่นอกแบนด์วิดธ์จะไม่ถูกขยายและจะผ่านภาค IF ไปไม่ได้ ดังนั้นคลื่นวิทยุจากสถานีส่งต่าง ๆ ที่รับเข้ามาจะต้องเปลี่ยนความถี่มาเป็นความถี่ IFทุกสถานี ความถี่ IFจึงเป็นความถี่กลางที่ทุก ๆ สถานีใช้ร่วมกัน

ปัญหาอย่างหนึ่งที่บางคนอาจสงสัยว่าจะสร้างคลื่นออสซิลเลเตอร์ให้มีค่าสูงกว่าคลื่นที่จูนเนอร์รับเข้ามามีค่า 455 kHz ได้อย่างไร ในทางปฏิบัตินั้นจะใช้ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้แบบ 2 ตอน (gang) คือมีตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ 2 ตัวติดกันและมีแกนหมุนปรับร่วมกัน การปรับความถี่จึงทำได้พร้อมกันและสัมพันธ์กันจากรูป ตัวแรกคือ C1A ต่อเป็นวงจรเรโซแนนซ์กับ LA เป็นจูนเนอร์เลือกคลื่นจากสถานีค่าความถี่เรโซแนนซ์ของ C1A และ LA จะอยู่ระหว่าง 530 – 1,605 kHz อีกตัวหนึ่งอยู่ในวงจรออสศิลเลเตอร์คือ C1B ต่อเป็นวงจรเรโซแนนซ์ของออสซิลเลเตอร์ร่วมกับ LO ความถี่ที่กำเนิดจากออสซิลเลเตอร์จะเปลี่ยนตามการหมุนปรับ C1B ค่าต่ำสุดและสูงสุดของออสซิลเลเตอร์จะอยู่ระหว่าง 530 + 455 kHz ถึง 1,605 + 455 kHz หรือ 985 ถึง 2,060 kHz จึงจะสามารถรับสัญญษณครอบคลุมตลอดแบนด์ MW 530 – 1,605 kHz โดยให้ได้ความถี่ IF เป็น 455 kHz ทุก ๆ สถานี ไม่ว่าเราจะหมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่ารับสถานีใดความถี่เท่าไรก็ตามออสซิลเลเตอร์จะเปลี่ยนความถี่ให้มีค่าสูงกว่าสถานีที่รับเข้ามาเท่ากับ 455 kHz เสมอ



ภาพประกอบ 31 บล็อกไดอะแกรมภาคเปลี่ยนความถี่

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM/FM.* หน้า 63

ภาพประกอบ 31 แสดงตัวอย่างการรับคลื่นจากรูป ถ้าหากวงจรจูนเนอร์เลือกสถานี (ก) ที่มีความถี่ 700 kHz เข้ามา วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องสร้างความถี่ 1,155 kHz เพื่อเข้าไปผสมกันในภาคมิกเซอร์จะได้ความถี่ IF เท่ากับ 1,155 – 700 = 455 kHz เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮทเทอโรดายน์ (Superheterodyne)เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮทเทอโรดายน์ออกมาเพื่อแก้ข้อบกพร่องของ TRF โดยการนำเอาความถี่วิทยุมาเปลี่ยนให้เป็นความถี่ปานกลาง (Intermediat Frequency) เสียก่อนดังแสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรม

1. คอนเวอร์เตอร์ (Converter) เป็นการรวมเอาวงจรมิกเซอร์ (Mixer) กับออสซิลเลเตอร์หรือโลคัลออสซิลเลเตอร์(Local Oscillator)เข้าด้วยกันโดยหน้าที่การทำงานพอสรุปได้ดังนี้

1.1 วงจรจูน (Tune) ซึ่งเป็นสวนประกอบหนึ่งของมิกเซอร์ รับสัญญาณเข้ามาเพื่อจูนเลือกไว้รับฟังครั้งละ 1 สถานี ก่อนส่งไปผสมกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ต่อไป

1.2 ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ทำหน้าที่ผลิตความถี่ให้สูงกว่าความถี่ที่รับเข้ามาอยู่ 455 kHz แล้วส่งไปบีท (Beat) กับความถี่สถานีที่เลือกรับไว้

1.3 มิกเซอร์ (Mixer) จะทำหน้าที่ผสมความถี่วิทยุที่เข้ามากับความถี่ออสซิลเลเตอร์ก่อจะเลือกเฟ้นเอาเฉพาะความถี่ 455 kHz ออกไปใช้งาน ณ จุดนี้ผลของการบีทจะเกิดความถี่ขึ้นทั้งหมด 4 ความถี่ คือ

- ความถี่รับเข้ามา (RF)

- ความถี่ออสซิลเลเตอร์ (OSC)
- ความถี่ผลรวม (ADD)
- ความถี่ผลต่างหรือไอเอฟ (IF)

ตัวอย่างเช่น เครื่องรับเครื่องหนึ่งรับสถานีที่ส่งด้วยคลื่น 1,000 kHz เมื่อเข้าสู่เครื่องรับวิทยุวงจรออสซิลเลเตอร์จะผลิตความถี่สูงกว่าความถี่ที่รับเข้ามาอยู่ 455 kHz ดังนั้น เมื่อบีทกันแล้วตรงจุดนี้จะเกิดความถี่รวมทั้งหมด 4 ความถี่ด้วยกันคือ

- ความถี่รับเข้ามา (1,000 kHz)
- ความถี่ออสซิลเลเตอร์ (1,455 kHz)
- ความถี่ผลรวม (2,455 kHz)
- ความถี่ผลต่างหรือไอเอฟ (445 kHz)

2. อินเตอร์มีเดียทฟรีเควนซีแอมปลิฟาย หรือ ไอเอฟ.แอมป์ (IF Amp) ทำการดักเอาความถี่ IF (Intermediat Frequency) ซึ่งเป็นความถี่ปานกลางที่ได้รับการแปลงจากความถี่วิทยุลงมานำไปขยายสัญญาณให้แรงขึ้น นอกจากจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแล้วยังต้องทำให้แบนด์วิทธ์ของวงจรกว้างเท่ากับพิกัดของเอเอ็ม. (คือ 10 kHz) เพื่อให้เครื่องรับมีคุณภาพเสียงดีที่สุด

3. ดีเทคเตอร์ (Detector) ทำหน้าที่แยกเอาความถี่วิทยุกับความถี่เสียงออกจากกันแล้วส่งความถี่เสียงไปขยายเพื่อการรับฟังต่อไป

4. เอจีซี. (Automatic Gain Controlled : AGC) เป็นผลพวงของการดีเทคเตอร์ หลังการดีเทคเตอร์จะเกิดแรงเคลื่อนจำนวนเล็ก ๆ จำหนวนหนึ่งส่งไปบังคับอัตราขยายของวงจรไอเอฟ. เพื่อให้การฟังสถานีวิทยุแต่ละสถานีสม่ำเสมอ หากว่าสัญญาณที่เข้ามาแรงเกินไป เอจีซี.จะไปบังคับอัตราขยายของไอเอฟแอมป์ให้ต่ำลง

5. เอเอฟ.แอมปลิฟาย (AF Amp) เป็นวงจรขยายเสียงที่ทำการขยายสัญญาณเสียงให้แรงเพียงพอต่อการรับฟัง ก่อนออกสู่ลำโพงต่อไป

6. เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) คือภาคจ่ายไฟเพื่อเลี้ยงวงจรแต่ละภาค

หน่วยที่ 5

ใบงาน เครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม

วัตถุประสงค์ เพื่อนให้นักเรียนสามารถ

1. ประกอบวงจรภาคขยายความพี่เสียงในเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.
2. วัดและทดสอบวงจรเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.
3. ปรับแต่งวงจรเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดวงจรเครื่องรับวิทยุ เอเอ็ม.	1 ชุด
2. มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
3. เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียง	1 เครื่อง
4. ออสซิลโลสโคป	1 เครื่อง
5. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดควบคุม	1 เครื่อง
6. หัวแร้งไฟฟ้า 30 วัตต์	1 อัน
7. ตะกั่วบัดกรี	1 ชุด
8. เครื่องมือกลเล็ก ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ตรวจสอบอุปกรณ์และวงจรจากแผงวงจรและลายแผ่นวงจรพิมพ์ บันทึกเบอร์อุปกรณ์ ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผนวงจรพิมพ์ตามกำหนดให้ตามลำดับ

   1.1 ตัวต้านทาน

   .....

   .....

   .....

   .....

   1.2 คะปาซิสเตอร์

   .....

   .....

   .....

   .....

   1.3 ทรานซิเตอร์

   .....

   .....

   .....

   .....

   1.4 อุปกรณ์ ตัวอื่น

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ประกอบวงจรภาครับของเครื่องรับวิทยุตามลำดับดังนี้

   2.1 ทำการประกอบภาค ไอ เอฟ และ ดีเทคเตอร์ โดยเริ่มจากตัวต้านทานและ ไดโอด ตามลำดับ

   2.2 ใส่ตัว คาปาซิเตอร์ แบบเซรามิค และอีเล็กโตรไลท์ โดยแบบอีเล้กโตรไลท์ต้องดูขั้วที่ขาอุปกรณ์

   2.3 ใส่ทรานซิสเตอร์ ตามที่กำหนดบนแผ่นปริ้นซ์ บัดกรีให้เรียบร้อย

   2.4 ประกอบ ไอ เอฟ ทรานฟอร์เมอร์ และออสซิเลเตอร์ โดยกดให้แนบติดกับแผ่นปริ้นซ์ บัดกรีให้เรียบร้อย

2.5 ใส่หม้อแปลง เอ้าท์พุท ทรานฟอร์เมอร์

2.6 ต่อสายขดลวดคอยล์อากาศ ตามที่ระบุในเอกสารที่กำหนดมาพร้อมกับวงจร

3. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ เอ เอ็ม

3.1 การปรับแต่งภาคไอเอฟของเครื่องรับวิทยุ เอ เอ็ม

ภาคขยายความถี่ IF ถูกออกแบบให้ทำการขยายได้สูงสุดที่ความถี่ IF จึงต้องปรับวงจรเรโซแนนซ์ของ IF ให้ถูกต้อง โดยปกติการเรโซแนนซ์จะใช้ขดลวดและตัวเก็บประจุ (LC) ตัวเก็บประจุเป็นแบบค่าคงที่ถูกซ่อนในหม้อแปลง IF แล้วจึงมีที่ปรับอยู่ก็คือแกนของขดลวดหม้อแปลงเท่านั้น ความถี่ RF ของเครื่องรับ AM ที่เราจะปรับต่อไปนี้ใช้ความถี่ 455 kHz การปรับให้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. เปิดสวิตช์เครื่องรับวิทยุและเร่งโวลุ่มประมาณกึ่งกลาง เมื่อสายต่อเครื่องวัดต่าง ๆ ถูกต้องให้หมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้เบี่ยงออกจากกันหมดหรือซ้อนทับกันหมด โดยต้องไม่มีสัญญาณใด ๆ ดังออกทางลำโพง ถ้ามีเสียงดังให้ปลดสายไฟที่ต่อจากขดลวดออสซิลเลเตอร์ไปเข้าตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ออก

2. เปิดสวิตช์เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุให้ทำงาน ตั้งความถี่หน้าปัด 455 kHz หมุนปุ่มให้ผสมคลื่นเสียงจากภายใน (INT.MOD) เร่งสัญญาณ RF ออก (RF output) พอประมาณ ขณะนี้ขดลวดส่งสัญญาณ RF จะส่งความถี่ 455 kHz ออกอากาศโดยมีคลื่นเสียงความถี่ประมาณ 1 kHz ผสมแบบ AM ออกมาด้วย เราควรจะได้ยินเสียงติ๊ดยาว ๆ ออกทางลำโพง ถ้าไม่ได้ยินให้ขยับเปลี่ยนตำแหน่งขดลวดส่งคลื่น RF และเร่งเอาต์พุตของคลื่น RF จากเครื่องกำเนิดสัญญาณให้แรงขึ้น ดูตำแหน่งของเข็มที่ชี้บนมิเตอร์และดูรูปร่างของคลื่นที่ออสซิลโลสโคป พร้อมกับฟังเสียงและจดจำไว้

3. ใช้ไขควงพลาสติกหมุนแกนของหม้อแปลง IF ตัวที่ 3 (IFT – 3) ตัวสุดท้ายสีดำหมุนไปซ้ายหรือขวาทดลองดู โดยหมุนไปข้างที่ได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้น ถ้าหมุนไปแล้วเสียงดังลดลงก็หมุนถอยกลับและหยุดตรงที่เสียงดังที่สุด ดูเข็มมิเตอร์จะชี้สูงสุด รูปร่างของคลื่นบนออสซิลโลสโคปสวยและยอดคลื่นสูงสุดไม่เพี้ยน ฟังดูน้ำเสียงนุ่มนวล (ตำแหน่งที่น้ำเสียงนุ่มนวลนี้อาจไม่ใช่ตำแหน่งที่เข็มมิเตอร์สูงสุดก็ได้)

4. ใช้ไขควงพลาสติกหมุนจูนแกนของหม้อแปลง IF ตัวที่ 2 (IFT – 2) ตัวกลางสีขาว จูนเช่นเดียวกับข้อ 3 ฟังน้ำเสียงให้ได้นุ่มนวลและดังที่สุด

5. จูนแกนหม้อแปลง IF ตัวที่ 1 (IFT – 1) ตัวแรกสีเหลืองปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3 จูนให้ได้ตำแหน่งของเสียงที่นุ่มนวลและดังที่สุด โดยฟังทั้งเสียงและดูเครื่องมือวัดประกอบกัน

6. การทำจูนซ้ำตามขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 อีก ขณะนี้เครื่องรับของเราถูกปรับแต่งให้ภาคขยาย IF ทำงานได้ถูกต้องที่ความถี่ 455 kHz เรียบร้อยแล้ว

3.2 การปรับแต่งภาครับสัญญาณของเครื่องรับวิทยุ เอ เอ็ม

1. ตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุที่ความถี่ 1,400 kHz (INT.MOD) เร่งสัญญาณออกพอประมาณ ควรวางขดลวดส่งคลื่น RF ห่างจากคอยล์อากาศประมาณ 15 cm

2. ต่อสายคอยล์อากาศ (ที่เคยปลดออกขณะปรับออสซิลเลเตอร์) เข้าที่เดิม แล้วหมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้ซ้อนทับกันน้อย ๆ ด้านความจุต่ำจนรับสัญญาณความถี่ 1,400 kHz จะได้เสียงติ๊ดยาวๆ ออกทางลำโพงให้สังเกตตำแหน่งเข็มและรูปคลื่นบนเครื่องวัดไว้

3. หมุนทริมเมอร์ในวงจรแทงก์ของจูนเนอร์ให้ได้สัญญาณเอาต์พุตแรงที่สุด

4. เปลี่ยนความถี่หน้าปัดเครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุไปที่ความถี่ 600 kHz (INT.MOD)

5. หมุนตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ให้ซ้อนทับกันมาก ๆ ด้านความจุสูงจนรับสัญญาณ RF 600 kHz ได้ และมีเสียงติ๊ดยาว ๆ ออกลำโพง

6. จูนขดลวดคอยล์อากาศ โดยใช้ไม้หรือพลาสติกดันให้ขดลวดคอยล์อากาศเลื่อนไปมาบนแกนเฟอร์ไรต์ แล้วหยุดตรงตำแหน่งที่เสียงออกทางลำโพงมากที่สุด สังเกตจากเสียงและดูเครื่องวัดประกอบ

7. ให้จูนซ้ำเริ่มทำใหม่ตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 6 อีกครั้ง โดยลดความแรงของสัญญาณ RF จากเครื่องกำเนิดลงหรือวางขดลวดส่งคลื่น RF ห่าง ๆ

8. ปลดสายเครื่องวัดออกและปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ

9. ทำการยึดอุปกรณ์ไว้ไม่ให้เลื่อน โดยเฉพาะขดลวดอากาศให้ใช้พวกเทียนไขหยดลงตรงปลายขดลวดให้ติดแน่นกับแกน

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูพูดถึงเครื่องรับวิทยุ ข่าวสารที่ได้รับฟังจากวิทยุ AM และแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม	นักศึกษาฟังและตอบคำถาม
2. ขั้นสอน 2.1 ครูบรรยายประกอบแผ่นใสและให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมแสดงความคิดเห็น	นักศึกษาจดบันทึก ซักถาม นักศึกษาฟังและซักถามเพื่อความเข้าใจ
2.2 ครูให้นักศึกษาทำใบงานตามที่กำหนด อธิบายขั้นตอนการทดลอง	นักศึกษาทำใบงานพร้อมสรุปการทำงาน
3. ขั้นประเมินผล ครูให้นักศึกษาอธิบายหลักการรับวิทยุอย่างง่ายและการทำงานของเครื่องรับวิทยุ	นักศึกษาส่งตัวแทนอธิบาย นักศึกษาส่งใบงานพร้อมสรุปการทำงาน

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ครูให้นักศึกษากลับไปสรุปเนื้อหาและสรุปผลการทดลองส่ง

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 4 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 5 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

1. แผ่นใส
2. ชุดฝึก
3. ของจริง

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 5 ใช้วิธีวัดผลดังนี้

1. การสังเกต
2. การซัก-ถาม
3. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.
5. วิโรจน์ แก้วจันทร์. (2543). *ทฤษฎีเครื่องส่งวิทยุ.* กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.
6. ประพันธ์ พิพัฒนสุข,วิลาวัลย์ โฉมเฉลา. (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM-FM.* กรุงเทพฯ : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

แผนการสอนวิชา...เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่...6...ชื่อหน่วย หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM
ทฤษฎี...12...คาบ ปฏิบัติ...-....คาบ รวม 12 คาบ สัปดาห์ที่ 17-18

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)

1. เครื่องรับวิทยุ FM
2. การจำแนกส่วนประกอบต่างๆของเครื่องรับ FM

2. สาระสำคัญ

เครื่องรับวิทยุ FM เป็นระบบที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากความชัดเจนและคุณภาพเสียงที่ดีกว่าระบบ AM นักศึกษาต้องทำความเข้าใจให้ดีและค้นคว้าอยู่เสมอ

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจระบบของเครื่องรับวิทยุ FM
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของเครื่องรับ FM

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

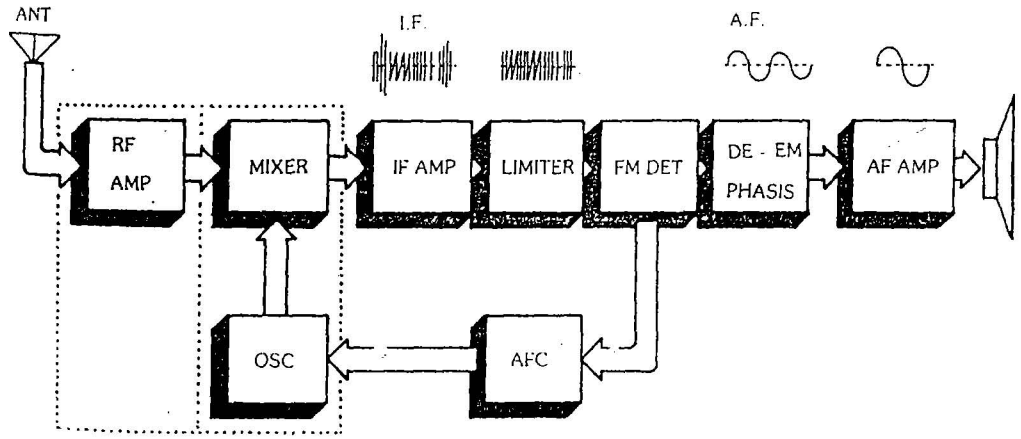
1. นักศึกษาอธิบายหลักการของเครื่องรับวิทยุ FMได้
2. นักศึกษาเขียนบล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับวิทยุ FM ได้
3. นักศึกษาอธิบายการทำงานของบล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับวิทยุ FM ได้
4. นักศึกษาอธิบายการทำงานของวงจรในส่วนต่างๆของเครื่องรับวิทยุ FM ได้

4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. เครื่องรับวิทยุ FM
2. การทำงานของวงจรในส่วนต่างๆของเครื่องรับวิทยุ FM
   2.1 บล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับวิทยุ เอฟเอ็ม
   2.2 ฟร้อนเอ็นด์
   2.3 ไอเอฟ
   2.4 ลิมิตเตอร์
   2.5 ดีเทคเตอร์

เครื่องรับวิทยุเอฟเอ็ม (FM RECEIVER)

เจน สงสมพันธุ์. (2544 : 59 -70). อธิบายเกี่ยวกับระบบเครื่องรับวิทยุ FMไว้ดังนี้ การส่งในระบบเอเอ็ม. ได้ทำการเปลี่ยนแปลงความถี่วิทยุทางด้านแอมปลิจูดจึงทำให้เกิดการรบกวนได้สูงจึงได้มีผู้คิดค้นวิธีการส่งที่ทำให้คุณภาพเสียงดีขึ้น นั่นคือการส่งแบบเอฟเอ็ม. ซึ่งใช้การเปลี่ยนแปลงทางความถี่โดยที่แอมปลิจูดไม่เปลี่ยนแปลง เป็นระบบที่คิดขึ้นมาโดยพันตรีเอ็ดวิน อาร์มสตรอง เมื่อปี พ.ศ.2473



ภาพประกอบ 32 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับเอฟเอ็ม.

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 59

ภาพประกอบ 32 อธิบายหลักการของเครื่องรับเอฟเอ็ม. ซึ่งพอจะสรุปการทำงานเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ฟร้อนท์เอ็นด์ (Front End) เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความถี่ไอเอฟ. โดยมีวงจรย่อยอีก 3 วงจร คืออาร์เอฟ แอมป์, มิกเซอร์ และโลคัลออสซิลเลเตอร์ โดยวงจรอาร์เอฟแอมป์

จะทำหน้าที่รับความถี่สถานีวิทยุ ซึ่งถูกเลือกเฟ้นเข้ามาโดยวงจรจูนมาขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ก่อนส่งไปผสมกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ในภาคมิกเซอร์ แต่เนื่องจากออสซิเลเตอร์ถูกบังคับให้ผลิตความถี่สูงกว่าความถี่สถานีต่าง ๆ ที่รับเข้ามาอยู่ 10.7 MHz ทุกครั้ง ดังนั้นจึงทำให้ความถี่ RF กับ OSC เกิดการบีท (Beat) กันทำให้เกิดความถี่ IF 10.7 MHz ขึ้นมาได้

2. ไอเอฟ แอมป์ (IF AMP) ทำหน้าที่ขยาย IF 10.7 MHz รวมถึงการทำให้ BW ของวงจรกว้าง + 100 KHz

3. แอมปลิจูดลิมิตเตอร์ (Amplitude Limiter) ปัญหาทางแอมปลิจูดมีผลต่อค่า S/N ของการรับฟัง ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหานี้จึงต้องมีวงจรลิมิตเตอร์เพื่อรักษาระดับแอมปลิจูดให้คงที่ แต่ถ้าหากวงจรดีเทคเตอร์เป็นแบบเรโชดีเทคเตอร์ วงจรลิมิตเตอร์ไม่มีความจำเป็นต้องใช้แต่อย่างใด

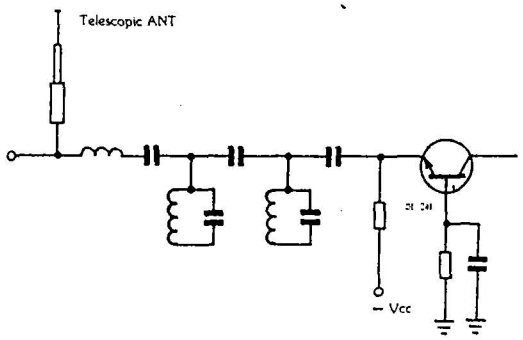
4. เอฟเอ็ม. ดีเทคเตอร์ (FM. Detector) ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนความถี่ของ FM. ให้เป็นความถี่เสียง (หรือเปลี่ยนแปลงความถี่เป็นสัญญาณทางแอมปลิจูด)

5. เอเอฟซี (Automatic Frequency Control) เป็นวงจรควบคุมการเบี่ยงเบนความถี่ของโลคัลออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ออสซิลเลเตอร์ผลิตความถี่ไม่ผิดพลาด (Stabilizer)

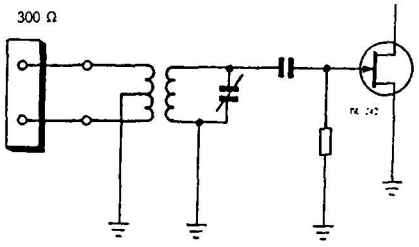
6. ดี. เอ็มฟาซิส (De-Emphasis) จากหลักการของเครื่อง FM. สัญญาณตั้งแต่ 1 KHz ขึ้นไปจะต้องมีการเอ็มฟาซิสหรือการเน้นความถี่เวลาจะส่ง ดังนั้นวงจรเครื่องรับจำเป็นต้องทำการลดการเอ็มฟาซิสลงก่อนส่งไปยังวงจรขยายเสียงต่อไป

ฟร้อนท์เอ็นด์ (Front End)

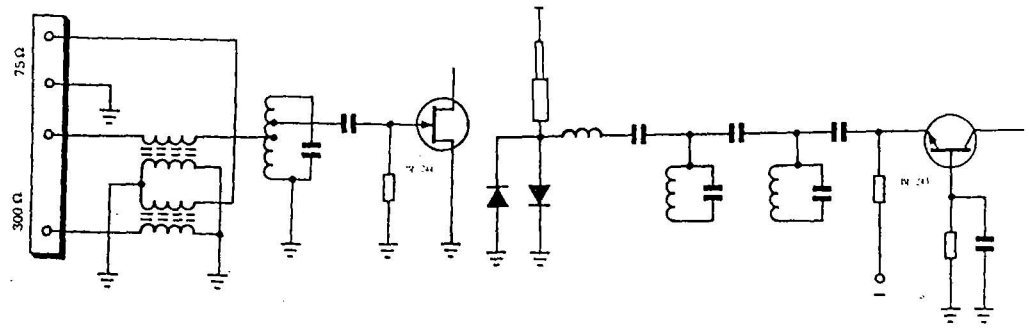
ฟร้อนท์เอ็นด์จะต้องเป็นวงจรที่สามารถทำงานได้ในย่านความถี่ 88-108 MHz และทางด้านอินพุตอิมพีแดนซ์ (Input Impedance) จะต้องต่ำมาก ๆ เพื่อจะให้การรับไวมากที่สุด (High Sensitivity) ดังนั้นจะพบว่าอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับเอฟเอ็ม.มีอยู่ 2 แบบ คือแบบ 75 โอห์ม กับ 300 โอห์ม ดังภาพประกอบ 33



ก.อินพุตที่ใช้สายอากาศแบบเทเลสโคพิคและวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์



ข.อิมพีแดนซ์ 300 โอห์ม แบบบาลานซ์

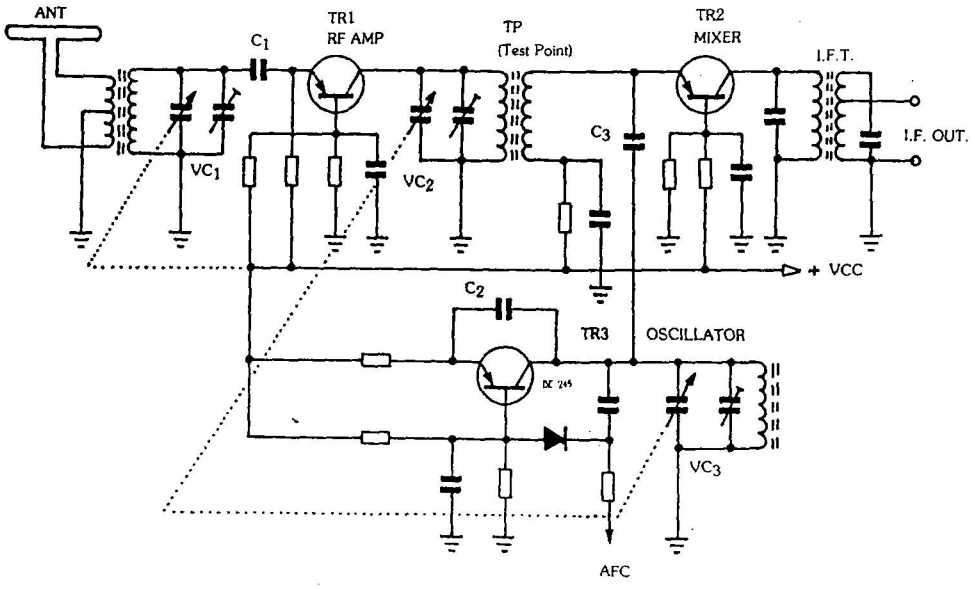


ค.อินพุต 75 โอห์ม และ 300 โอห์ม บาลานซ์อินพุต ง.อินพุตที่ใช้ไอโอดกำจัดสัญญาณไฟฟ้ารบกวน

ภาพประกอบ 33 อินพุตของฟร้อนท์เอ็นด์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 61

วงจรทั่วไปจะจัดแบบคอมม่อนเบสเพื่อให้อินพุตอิมพีแดนซ์ต่ำ และอัตราขยายทางโวลท์สูง สัญญาณ RF จากสถานีเข้ามายังขดไพรมารี่ของขดลวด L1 ซึ่งจัดเป็นแบบบาลานซ์ (การจัดวงจรบาลานซ์อินพุตเพื่อลดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า อย่างฟ้าร้อง, การสปาร์คของหัวเทียนรถยนต์, การปิดเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ฯลฯ) ผ่านวงจรไวด์แบนด์จูน (Wide Band Tune) เข้าสู่ทรานซิสเตอร์ TR1 ซึ่งเป็นอาร์เอฟ.แอมป์ ขยายสัญญาณให้แรงขึ้นก่อนที่จะจูน ความถี่อย่างละเอียดอีกทีเพื่อให้ได้สถานีที่ต้องการไปบีทกับความถี่ออสซิลเลเตอร์



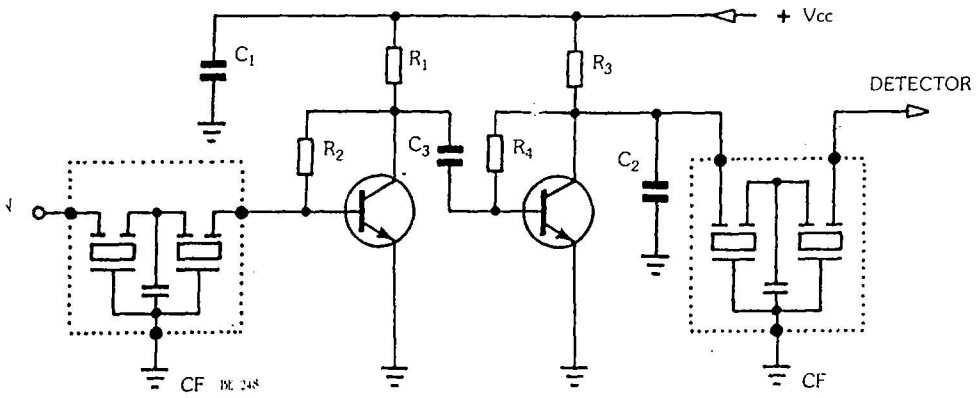
ภาพประกอบ 34 ฟร้อนท์เอ็นด์ 3 ทรานซิสเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 62

จากภาพประกอบ 34 อธิบายการทำงานของวงจรได้ดังนี้ ทรานซิสเตอร์ TR_3 ทำหน้าที่ผลิตความถี่ออสซิลเลเตอร์ให้สูงกว่าความถี่ที่จูนเข้ามา 10.7 MHz ส่งความถี่ออสซิลเลเตอร์ผ่าน C_3 ซึ่งทำหน้าที่ออสซิลเลเตอร์คัปปลิ้งเข้าไปบีทกับความถี่ที่จูนดักเข้ามา วงจรแบบนี้เราเรียกว่าบีทกันภายนอก (Outside Beat) เราสามารถจับความถี่ของการบีท หรือทดสอบการทำงานของวงจรได้ที่จุดเทสต์พอยต์ (Test Point) หรือจุด T.P ก่อนส่งเข้า TR_3 ซึ่งเป็นมิกเซอร์ต่อไป

ไอเอฟแอมป์

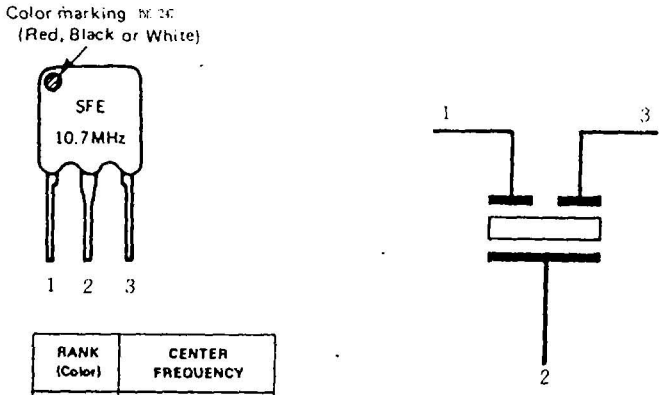
ไอเอฟ.ทรานส์ฟอร์เมอร์ จะเป็นตัวแยกเอา 10.7 MHz ออกไปกับวงจรไอเอฟ.แอมป์ ทรานส์ฟอร์เมอร์พวกนี้จะถูกสร้างให้สามารถตอบสนองความกว้างของสัญญาณ หรือแบนด์วิดธ์ 200 KHz จึงต้องอาศัยการจูน เช่นเดียวกับวิทยุเอเอ็ม. แต่เนื่องจากว่าไอเอฟ.ของเอฟเอ็ม.ความถี่ที่ใช้สูงกว่าเอเอ็ม.มากๆ ดังนั้นหากเปอร์เซ็นต์ของความถี่ผิดพลาดนิดเดียวจะมีผลต่อวงจรมากกว่าเอเอ็ม.หลายเท่าตัว ตัวกรองความถี่ 10.7 MHz ก็เช่นกัน มีการใช้เซรามิกฟิลเตอร์ (Ceramic Filter) แทนไอเอฟ.ทรานส์ฟอร์เมอร์ ภาพประกอบ ที่ 35 แสดงวงจรที่ใช้ CF



ภาพประกอบ ที่ 35 วงจรที่ใช้ CF

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 64

เซรามิกฟิลเตอร์อาจมีหลาย ๆ ตัวก็ได้ (เช่นเดียวกับเครื่องรับที่มี IF T หลาย ๆ ตัว เพื่อทำให้เสียงมีคุณภาพมากขึ้น) ดังนั้นเซรามิกฟิลเตอร์ (CF) จึงมีการแต้มรหัสสีเอาไว้ อย่างเช่น สีดำจะมีความถี่เซ็นเตอร์ที่ 10.65 MHz, สีแดง (หรือไม่มีสี) จะมีความถี่เซ็นเตอร์อยู่ที่ 10.7 MHz และสีขาวจะมีความถี่เซ็นเตอร์อยู่ที่ 10.76 MHz ดังแสดงในภาพประกอบ 36



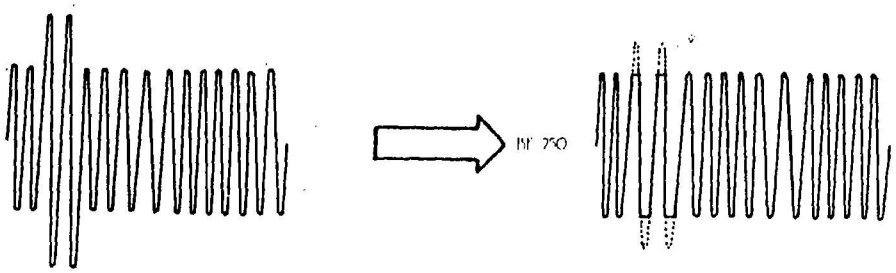
RANK (Color)	CENTER FREQUENCY
Black	10.65 MHz
Red	10.70 MHz
White	10.75 MHz

ภาพประกอบ 36 เซรามิกฟิลเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 63

ลิมิตเตอร์ (Limiter)

การรบกวนทางไฟฟ้าอาจทำให้แอมปลิจูดของสัญญาณ FM. เปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการที่จะทำให้แอมปลิจูดของสัญญาณคงที่ให้ได้ หาไม่แล้วจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นได้ วงจรรุ่นที่มีลิมิตเตอร์นั้นจะต้องมีภาค IF.AMP ถึง 2 ภาคเป็นอย่างน้อย เพื่อให้เกิดการขยายสัญญาณแรง ๆ ก่อนนำเข้าสู่วงจรลิมิตเตอร์ วงจรลิมิตเตอร์สามารถบังคับแอมปลิจูดได้โดยอาศัยการขยายที่ตั้งไว้ตั้งแต่จุดคัทออฟจนถึงจุดอิ่มตัว หากแอมปลิจูดแรงเกินไปจะทำให้แอมปลิจูดส่วนที่เกินโดนขลิบ (Clip) ออกไป ดังแสดงในภาพประกอบ 37



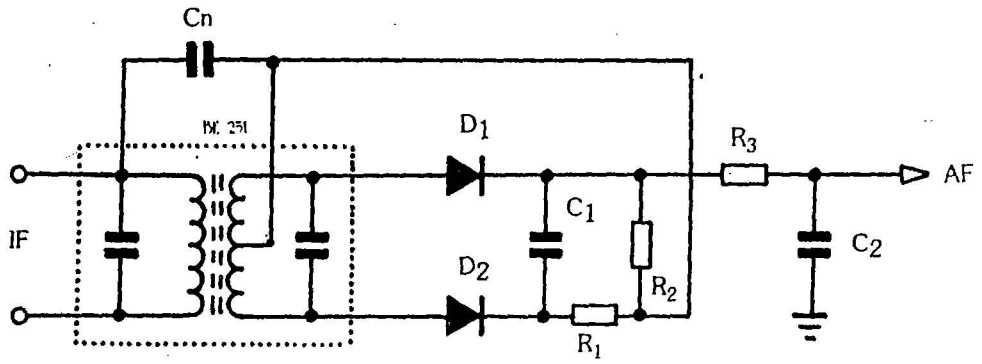
ภาพประกอบ 37 แนวคิดของลิมิตเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 65

ลิมิตเตอร์ไม่ค่อยจะนิยมใช้มากนักในปัจจุบัน เพราะเราหันมาใช้วงจรเรโชดีเทคเตอร์ ซึ่งในวงจรนี้จะมีตัวรักษาแอมปลิจูดอยู่ในตัวเอง

ดีเทคเตอร์ (Detector)

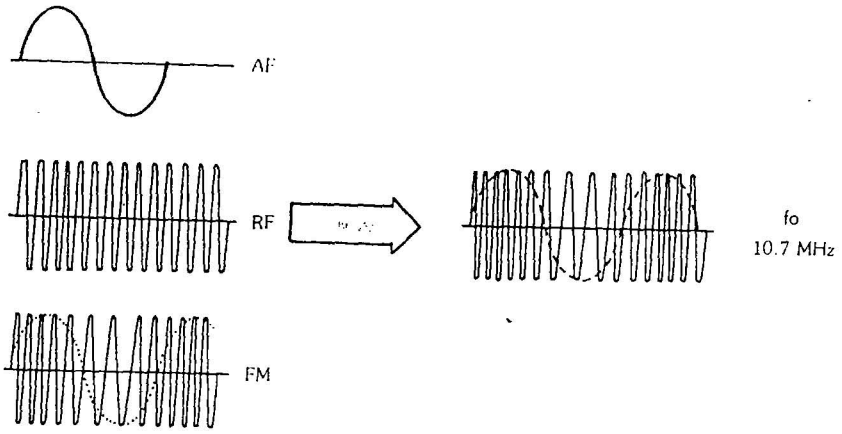
ดีเทคเตอร์ (Detector) ในปัจจุบันนิยมใช้อยู่ 2 แบบ คือ แบบดิสคริมิเนเตอร์ กับ เรโช ดีเทคเตอร์ หลักการของเอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์ คือความพยายามที่จะใช้ความถี่เซ็นเตอร์ (10.7 MHz) ไปเป็นตัวเปรียบเทียบ-แยกแยะเอาสัญญาณเสียงออกมาใช้งาน และในยุคของไอซี. ยังมีหลักการใหม่อีก 2-3 หลักการ



ภาพประกอบ 38 ฟอสเตอร์ซีเลย์ดิสคริมิเนเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 65

ภาพประกอบ 38 แสดงวงจรดิสคริมิเนเตอร์อาจจะพบเห็นอยู่บ้างแต่ไม่บ่อยนัก เพราะว่าวงจรแบบนี้จะต้องใช้ร่วมกันกับลิมิตเตอร์ ซึ่งสิ้นเปลือง วงจรดีเทคเตอร์ในปัจจุบันจึงหันมาใช้วงจรเรโชดีเทคเตอร์ (Ratio Detector) คำว่า เรโช หมายถึง "อัตราส่วน" อันหมายถึงความพยายามที่จะใช้ความถี่เซ็นเตอร์ 10.7 MHz เป็นความถี่อ้างอิงในการเปรียบเทียบอัตราส่วนที่เปลี่ยนไปของการดีวิเอชั่นความถี่



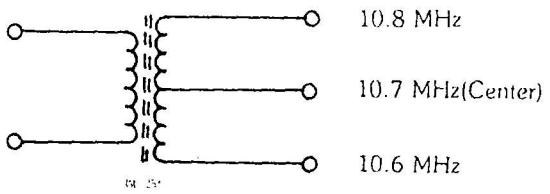
ก.สัญญาณจากเครื่องส่ง ข.สัญญาณที่ได้จากภาค IF.AMP

ภาพประกอบ 39 สัญญาณ FM

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 66

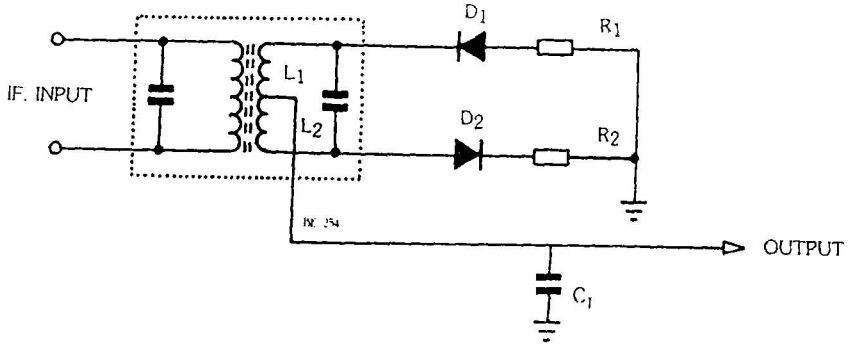
ภาพประกอบ 39 อธิบายสัญญาณ FM ในขณะที่สัญญาณเสียงเฟสบวกเข้ามามีผลทำให้ความถี่ AF กับ RF มีการเสริมกันเกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่สูงขึ้น ในขณะที่หากเฟสลบเข้ามามีผลทำให้ AF กับ RF เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางหักล้างกันความถี่เปลี่ยนแปลงในทางต่ำลง เมื่อผ่านมายังเครื่องรับการเปลี่ยนแปลงยังคงลักษณะเดิม เพียงแต่ RF ถูกเปลี่ยนเป็น IF 10.7 MHz เท่านั้น หากว่าเราใช้ 10.7 MHz เป็นตัวเปรียบเทียบในทางอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วจะสามารถแยกสัญญาณความถี่เสียงออกมาได้ โดยหากความถี่ IF ที่เข้ามาสวิงไปทางสูงจะได้เฟสบวก หากสวิงไปทางต่ำจะได้เฟสลบ เหมือนอย่างที่สถานีส่งมา

เทคนิคของวงจรอยู่ที่ทรานส์ฟอร์เมอร์ที่ถูกออกแบบให้ตอบสนองความถี่ 10.7 + 0.1 MHz (ซึ่งหมายถึงแบนด์วิดธ์ + 100 MHz) โดยชุดแรกตอบสนองทางความถี่สูงได้ดี อีกชุดหนึ่งตอบสนองความถี่ต่ำได้ดี แสดงดังภาพประกอบ 40

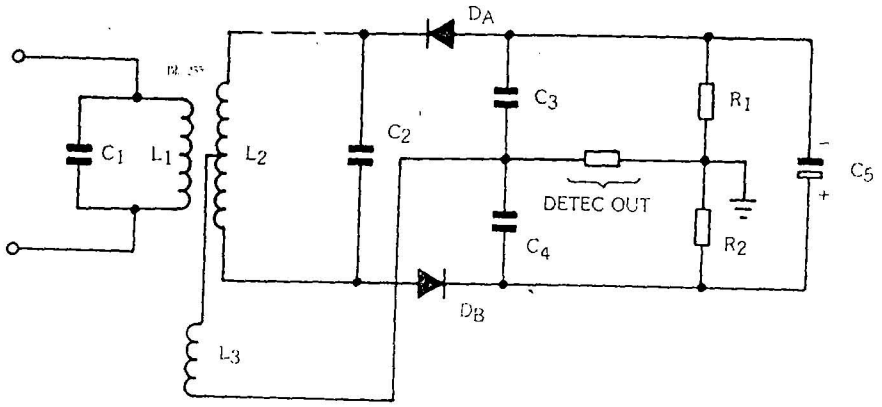


ภาพประกอบ 40 ทรานส์ฟอร์เมอร์ที่ใช้กับวงจรเรโชดีเทคเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 66



ก.หลักการง่าย ๆ



ข.วงจรใช้งาน

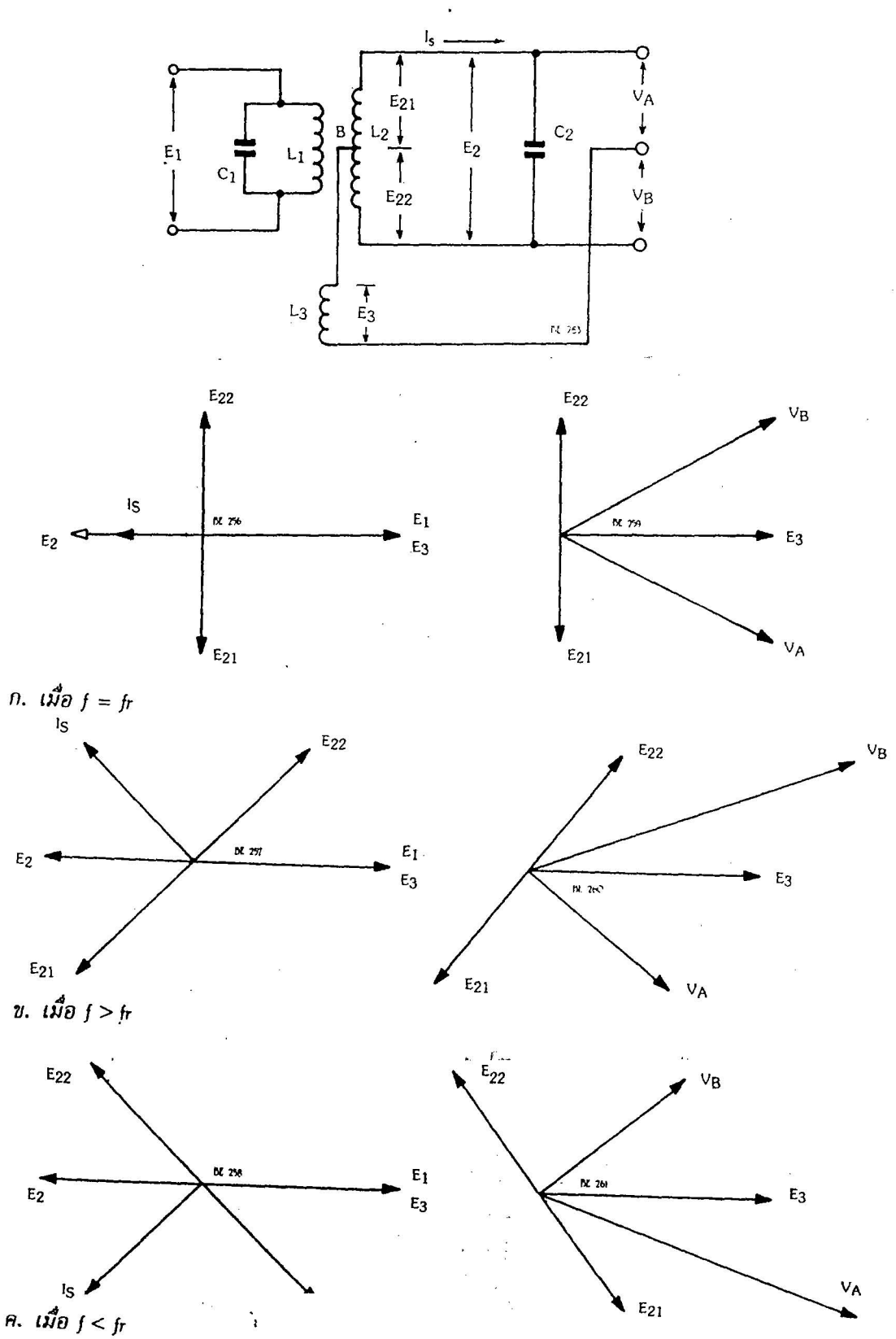
ภาพประกอบ 41 เรโซดีเทคเตอร์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 67

ภาพประกอบ 41 ก. และ ข. แสดงวงจรเรโซดีเทคเตอร์ เป็นวงจรง่าย ๆ ที่ใช้ IF.T ซึ่งตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 10.6-10.8 MHz โดยมี 10.7 MHz เป็นความถี่เซ็นเตอร์ โดยชุด L_1 ตอบสนองความถี่ที่สูงกว่า 10.7 MHz ได้ดีกว่าความถี่ต่ำกว่า 10.7 KHz ในขณะที่ชุด L_2 ตอบสนองความถี่ต่ำกว่า 10.7 MHz ดีกว่าความถี่สูงกว่า 10.7 MHz

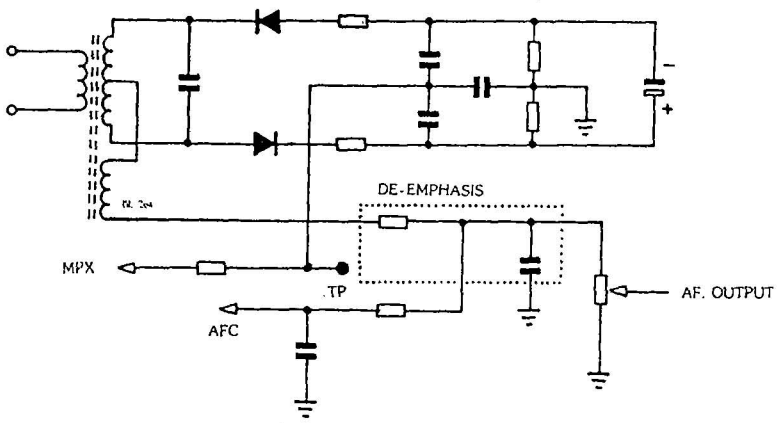
หากว่าความถี่ที่เข้ามาเป็น 10.7 MHz ล้วน ๆ จะทำให้กระแสที่จุดกึ่งกลาง L_1 กับ L_2 หักล้างกันหมดพอดี หากความถี่สูงกว่า 10.7 MHz จะทำให้กระแสของ L_1 มากกว่าของ L_2 หักล้างกันแล้วได้กระแสบวก ตรงกันข้ามหากความถี่ต่ำกว่า 10.7 MHz ทำให้กระแสของ L_1 มากกว่า L_2 หักล้างกันแล้วได้กระแสเป็นลบ

ในเวลาที่ใช้งานจริงจำเป็นต้องมีขดลวดเพิ่มขึ้นมาอีกชุด ซึ่งก็คือ L_3 ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวเปรียบเทียบทางด้านกระแส (Ratio) ทั้งยังรักษาเรื่องของเฟส (ซึ่งสามารถแสดงได้โดยแวคเตอร์) ให้ถูกต้องแน่นอนโดย L_3 จะต้องมีเฟสเหมือนกัน L_1 เนื่องจากเรโซดีเทคเตอร์ไม่มีลิมิตเตอร์ดังนั้นจึงต้องใช้ C_5 เป็นตัวลิมิตเตอร์ไปในตัว ดังแสดงในภาพประกอบ 42

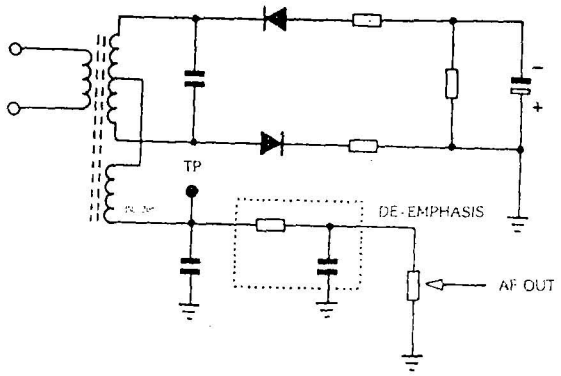


ภาพประกอบ 42 แวคเตอร์ของเรโซดีเทคเตอร์

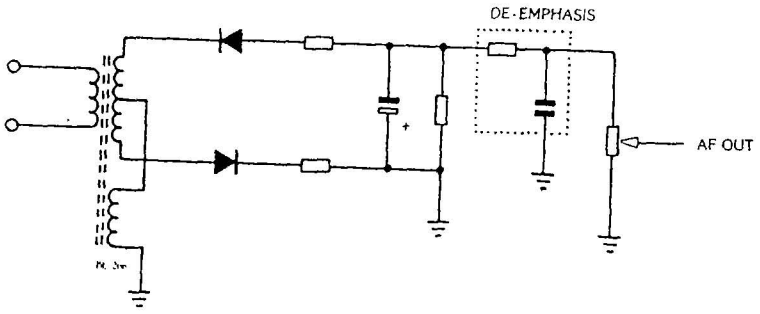
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 68



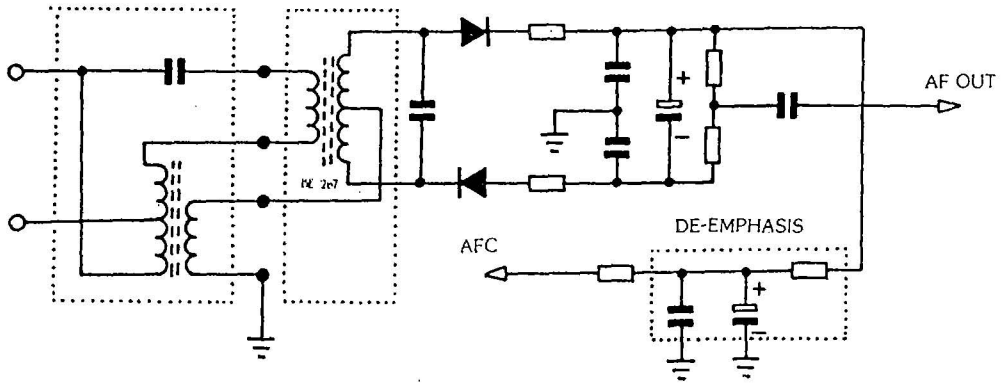
ก.บาลานซ์เรโชดีเทคเตอร์



ข.อันบาลานซ์เรโชดีเทคเตอร์



ค.อันบาลานซ์เรโชดีเทคเตอร์อีกแบบหนึ่ง



ง.บาลานซ์เรโชดีเทคเดอร์อีกแบบหนึ่ง

ภาพประกอบ 43 เรโชดีเทคเดอร์แบบต่าง ๆ

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 69-70

ภาพประกอบ 43 แสดงวงจรเรโชดีเทคเดอร์แบบต่าง ๆเนื่องจากเครื่องส่ง FM. ได้มีการเอ็มฟาซิสสัญญาณเอาไว้ ดังนั้นเมื่อมาถึงวงจรเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็ม.จึงต้องกำจัดเอ็มฟาซิสให้หมดไป เราเรียกวงจรนี้ว่าวงจรอีเอ็มฟาซิส (De-Emphasis) นอกจากจะมีดีเอ็มฟาซิสแล้วยังมีวงจร AFC (Automatic Frequency Control) เพื่อไปบังคับการผลิตความถี่ออสซิลเลเตอร์อีกที่หนึ่ง แต่มิได้หมายความว่าเครื่องรับเอฟเอ็ม.ทุกเครื่องจะมี AFC เครื่องราคาถูก ๆ อาจไม่ใช้ก็ได้ แต่ถ้าหากเอาไปใช้รับสถานีที่มีกำลังน้อย หรือสถานีที่ส่งจากที่ไกล ๆ จะทำให้ความถี่สถานีนั้นเคลื่อนอยู่บ่อย ๆ หรือไม่ก็จางหายเป็นระยะ

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูอธิบายการผสมคลื่นแบบ AMและ FM ชี้ให้เห็นความแตกต่าง	นักศึกษาแบ่งกลุ่ม ฟังและสอบถาม
2. ขั้นสอน 1. ครูอธิบายหลักการของเครื่องรับ FM 2. ครูอธิบายหน้าที่การทำงานของเครื่องรับ FM โดยใช้บล็อคไดอะแกรมและวงจรประกอบ	นักศึกษาจดบันทึก ซักถาม
3. ขั้นประเมินผล ครูสุ่มตัวอย่าง นักศึกษาในแต่ละกลุ่มให้อธิบายหน้าที่การทำงานของเครื่องรับวิทยุ FM โดยใช้บล็อคไดอะแกรมและวงจรประกอบ	นักศึกษาอธิบายการทำงานตามคำถามของครู และเพื่อนนักศึกษา

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ครูให้นักศึกษากลับไปสรุปเนื้อหา ทำรายงานเรื่อง เครื่องรับวิทยุ FM

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 6 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 6 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

1. แผ่นใส
2. ของจริง

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 6 ใช้วิธีวัดผลดังนี้

1. การสังเกต
2. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.
5. ประพันธ์ พิพัฒนสุข,วิลาวัลย์ โฉมเฉลา. (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM-FM.* กรุงเทพฯ : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....
.....
.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....
.....
.....

ผลการสอนของครู.....
.....
.....

แผนการสอน วิชา...เครื่องรับวิทยุ รหัส 2104-2209 ระดับชั้น ปวช.
หน่วยที่...7...ชื่อหน่วย หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex
ทฤษฎี...6...คาบ ปฏิบัติ...-....คาบ รวม 6 คาบ สัปดาห์ที่ 19

---

1. หัวข้อเรื่องและงาน (รายการสอน)
   1. หลักการของเครื่องรับวิทยุ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์
   2. การถอดรหัสสัญญานสเตอริโอมัลติเพล็กซ์
   3. ระบบเอฟเอ็ม เอสซีเอ.

2. สาระสำคัญ

เครื่องรับวิทยุ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ เป็นเครื่องรับที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากระบบเครื่องรับวิทยุ FM เพื่อให้ระบบเสียงที่ออกมาสมบูรณ์แบบมากขึ้น การถอดรหัสสัญญานสเตอริโอมัลติเพล็กซ์จึงเป็นเรื่องสำคัญที่นักศึกษาจะต้องเข้าใจ

3. จุดประสงค์การสอน

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป
   1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของการรับสัญญาณ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์
   2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของระบบ เครื่องรับวิทยุ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์
   3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการถอดรหัสสัญญานสเตอริโอมัลติเพล็กซ์
   4. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของระบบเอฟเอ็ม เอสซีเอ.

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
   1. นักศึกษาอธิบายหลักการของการรับสัญญาณ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ได้
   2. นักศึกษาเขียนและอธิบายบล็อคไดอะแกรมของ เครื่องรับวิทยุ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ได้
   3. นักศึกษาอธิบายการถอดรหัสสัญญานสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ได้
   4. นักศึกษาอธิบายหลักการของระบบเอฟเอ็ม เอสซีเอ.ได้

4. เนื้อหาสาระ (เรียงตามหัวข้อ)

1. หลักการของเอฟเอ็ม.สเตอริโอมัลติเพล็กซ์

2. การถอดรหัสสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ ในเครื่องรับวิทยุ

3. ระบบเอฟเอ็ม เอสซีเอ.

1. หลักการของเอฟเอ็ม.สเตอริโอ มัลติเพล็กซ์

เจน สงสมพันธุ์. (2544 : 76 -78) อธิบายเกี่ยวกับหลักการของเอฟเอ็ม.สเตอริโอ มัลติเพล็กซ์ไว้ดังนี้ เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1953 มัวร ครอสบี้ ชาวอเมริกาได้ประสบความสำเร็จในการส่งกระจายเสียงเอฟเอ็ม.สเตอริโอ โดยวิธีการที่เรียกกันว่าวิธีการ "มัลติเพล็กซ์" (Multiplex) นั่นคือการส่งกระจายเสียง 2 ทิศทาง โดยเอาสัญญาณเสียงทางด้านแชนแนลขวาเข้ามาผสมกันแล้วส่งออกอากาศไปยังเครื่องรับ โดยสัญญาณดังกล่าวผู้ที่มีเครื่องรับเอฟเอ็ม.ธรรมดาก็สามารถรับฟังได้ตามปกติ แต่ถ้าเป็นเครื่องรับแบบสเตอริโอจะสามารถแยกสัญญาณซ้าย-ขวาได้ด้วย

การส่งระบบสเตอริโอมีการคิดค้นระบบต่าง ๆ ขึ้นเกือบ 20 ระบบ จนในที่สุดองค์การเอฟซีซี. (FCC.) ได้สรุปให้ใช้ระบบสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ที่มีสัญญาณมัลติเพล็กซ์ชี้นำ 19 กิโลเฮิร์ทซ์ โดยระบบนี้มีสาระว่าการส่งสัญญาณสเตอริโอมัลติเพล็กซ์จะต้องให้เอฟเอ็ม.ธรรมดา (หรือระบบโมโน) รับได้ด้วยในเวลาเดียวกัน ดังนั้นสัญญาณที่ส่งออกไปจะต้องประกอบด้วย

1.สัญญาณรวม (Composite Signal) หรือสัญญาณเสียงในแบบโมโน ซึ่งอาจจะใช้ชื่อเรียกว่าเมนซิกแนล (Main Signal) ย่อด้วยตัว M เป็นสัญญาณเอฟเอ็มธรรมดาที่อยู่ในช่วงความถี่ต่ำ ๆ ถึงประมาณความถี่ 15 กิโลเฮิร์ทซ์การส่งตัวนี้ออกไปคือการส่งสัญญาณเพื่อให้เอฟเอ็ม.ธรรมดาสามารถรับฟังได้ ดังนั้นเราอาจจะเขียนเป็นความสัมพันธ์ของสัญญาณได้ว่า $M = L + R$

2. สัญญาณสำรอง (Sub Signal) หรืออาจเรียกว่าสัญญาณผลต่าง เป็นสัญญาณที่เราส่งเข้าไปเพื่อให้เกิดการถอดรหัสสเตอริโอในเครื่องรับ โดยเครื่องส่งกับเครื่องรับจะต้องมีการสวิงของสัญญาณที่สอดคล้องตรงกันหากไม่ส่งด้วยวิธีการนี้จะต้องสร้างเครื่องส่งใหม่ที่ส่งเฉพาะสเตอริโอ ซึ่งเปลืองค่าใช้จ่ายมาก สัญญาณสำรองเราอาจจะย่อด้วยตัว S ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของสัญญาณได้ว่า $S = L - R$ สัญญาณตัวนี้จะถูกมอดูเลทในระบบเอเอ็ม. ดังนั้นจึงทำให้เฟสของสัญญาณมีเฟส 2 เฟสเหมือนเอเอ็ม. นั่นคือเป็นสัญญาณ + (L – R) กับดีโค้ดเดอร์ (Decoder) ซึ่งผลของการดีโค้ดเดอร์สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

2.1 (L + R) ผสมกับ + (L – R) $= L + R + L - R$

$= 2L$ (แยกสัญญาณแชนแนลซ้าย)

2.2 (L + R) ผสมกับ - (L – R) $= L + R - L + R$

$= 2R$ (แยกสัญญาณแชนแนลขวา)

การจะให้เกิดเฟสบวกลบที่เรากล่าวว่าจะต้องมอดูเลทระบบเอเอ็ม. หากเป็นระบบเอเอ็ม.ธรรมดาจะเกิดปัญหาในการส่งสัญญาณ เพราะสัญญาณทั้งหมดต้องส่งในรูปแบบเอฟเอ็ม. หากเรามอดูเลทในระบบเอเอ็ม.อาจเกิดปัญหาขึ้นมาได้ ระบบเอเอ็ม.ที่นำมาใช้นี้คือระบบเอเอ็ม.ดับเบิ้ลไซด์แบนด์ (DSB) ซึ่งมีซับแคเรียร์ (Subcarrier) 38 กิโลเฮิร์ทซ์ ความถี่ตรงจุดนี้จะไม่ไปรบกวนการส่งแต่อย่างใด ฉะนั้นเมื่อพิจารณาย่านความถี่ของข้อที่ 2 นี้จะได้ความถี่อยู่ในช่วง 23 – 53 กิโลเฮิร์ท (38 KHz + 15 KHz)

3. สัญญาณชี้นำ (Pilot Signal) เป็นตัวที่จะควบคุมให้เครื่องรับและเครื่องส่งทำงานตรงกัน ถ้าไม่มีสัญญาณไพล็อต 19 กิโลเฮิร์ทซ์เสียแล้วเครื่องรับจะไม่สามารถรับสัญญาณสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ได้เลย การที่ต้องส่งสัญญาณนี้ไปเพราะสัญญาณสำรองที่มีเซ็นเตอร์ฟรีเควนซี่ 38 กิโลเฮิร์ทซ์ถูกส่งเป็นไซด์แบนด์ จำเป็นต้องมีสัญญาณชี้นำไปช่วยในการดีโค้ดเดอร์ (Decoder)

4. สัญญาณเอสซีเอ. (SCA.)เป็นสัญญาณแอบแฝงที่เป็นการจัดรายการพิเศษฟ่วงเข้าใจ โดยไม่เกี่ยวข้องกับรายการปกติ เช่นรายการวิทยุบนรถเมล์ หรือบริการวิทยุตามโรงแรมใหญ่ ๆ สัญญาณที่ว่านี้จะอาศัยเครื่องส่งของสถานีวิทยุเอฟเอ็ม.สถานีใดก็ได้ โดยมีการตั้งสติดิโอผสมสัญญาณแฝงเข้าไป แล้วออกอากาศในเวลาเดียวกันกับรายการปกติ ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการตั้งสถานี สัญญาณ เอสซีเอ.จะอยู่ในช่วง 60 – 74 กิโลเฮิร์ทซ์ โดยมีความถี่เซ็นเตอร์อยู่ที่ 67 กิโลเฮิร์ทซ์ ดังนั้นช่วงกว้างของสัญญาณจะสวิงอยู่ระหว่าง + 7KHz

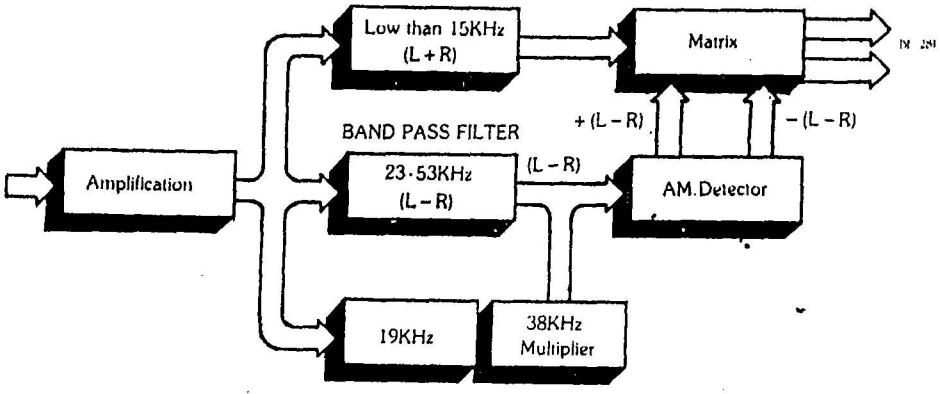
2. การถอดรหัสสเตอริโอ มัลติเพล็กซ์ ในเครื่องรับวิทยุ FM
(Stereo Multiplex Decoder)

เจน สงสมพันธุ์. (2544 : 81 -91) อธิบายเกี่ยวกับการถอดรหัสสเตอริโอ มัลติเพล็กซ์ ในเครื่องรับวิทยุ FM(Stereo Multiplex Decoder) ไว้ดังนี้ การเข้ารหัสสัญญาณมัลติเพล็กซ์ (Multiplex Encoder) ในเครื่องส่ง ได้เข้ารหัสหรือมอดูเลชั่นในระบบเอเอ็ม.เมื่อวงจรดีเทคเตอร์ของเอฟเอ็ม.ทำการดีเทคชั่นออกมายังไม่สามารถนำเอามาใช้งานได้ เพราะการดีเทคชั่นของเครื่องรับเอฟเอ็ม.เป็นการดีเทคชั่นทางด้านความถี่ แต่การนำเอาสัญญาณเอเอ็ม.มาใช้ต้องใช้วิธีการดีเทคชั่นทางด้านแอมปลิจูด ดังนั้นเราจึงสามารถถอดรหัสมัลติเพล็กซ์หลังการดีเท็คเตอร์ของเครื่องรับเอฟเอ็ม.ธรรมดาได้เลย (และนั่นหมายความว่าเครื่องรับเอฟเอ็ม.ธรรมดาสามารถที่จะทำให้เป็นเอฟเอ็ม.สเตอริโอได้ง่าย ๆ เพียงแต่ใส่วงจรมัลติเพล็กซ์ดีโค้ดเดอร์เข้าไปหลังดีเทคเตอร์เท่านั้นเอง)

วิธีการที่แยกเอาสัญญาณมัลติเพล็กซ์ออกมาใช้งานมีอยู่ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ วิธีการแมตริกซ์ และวิธีการสวิตชิ่ง

ก.วิธีการแมตริกซ์ (Matrix System)

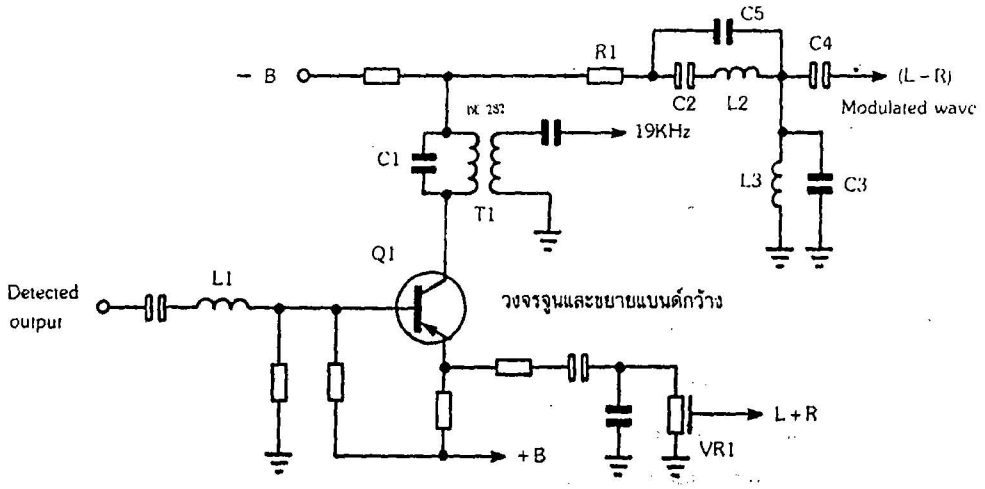
วิธีการของแมตริกซ์เริ่มต้นจากวงจรฟิลเตอร์ธรรมดาที่มีการแยกเอาความถี่ย่านต่าง ๆ ไปใช้งาน จะพบว่าเมื่อผ่านวงจรฟิลเตอร์ไปแล้วเราจะได้ความถี่แยกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน เฉพาะความถี่ 19KHz จะถูกทำการทวีคูณความถี่ (Multiplier) ให้มีความถี่สูงเป็น 2 เท่าให้ได้ 38 KHz ซึ่งความถี่นี้จะถูกส่งไปใช้ในการดีเทคเตอร์สัญญาณ L – R โดยดีเทคเตอร์ทั้งสองเฟสก่อนจะส่งเข้าไปยังวงจรแมตริกซ์เพื่อทำการแยกสัญญาณซ้ายขวา โดยเมื่อสัญญาณ L + R มาแมตริกซ์กับ + (L – R) จะได้ 2L และเมื่อสัญญาณ L + R แมตริกซ์กับ – (L – R) จะได้ 2R ส่งออกไปยังวงจรขยายเสียงต่อไป



ภาพประกอบ 44 บล็อกไดอะแกรมวิธีการแมตริกซ์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 82

ภาพประกอบ 44 แสดงบล็อกไอะแกรมของการดีโค้ดเดอร์ (Decoder) หรือการถอดรหัสสัญญาณมัลติเพล็กซ์ จะพบว่าเมื่อสัญญาณออกจากเอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์แล้ว จะต้องผ่านวงจรแยกความถี่ 3 กลุ่มความถี่ด้วยกัน คือ ความถี่เสียง (0-15 KHz), ความถี่ L – R (23 – 53KHz) และไพล็อตโทน (19 KHz) การแยกย่านความถี่สามารถกระทำได้ง่าย ๆ โดยการใช้อาร์,แอล และซี ดังเช่นวงจรทั่ว ๆ ไป

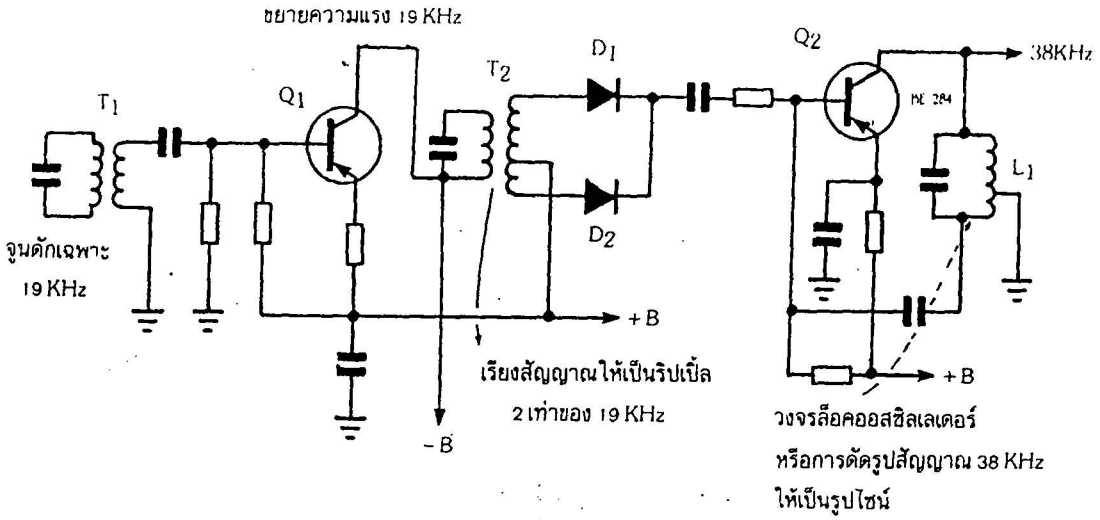


ภาพประกอบ 45 วงจรแยกความถี่สำหรับแมตริกซ์
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 82

ภาพประกอบ 45 อธิบายได้ดังนี้ เมื่อสัญญาณจากเอฟเอ็ม.ดีเทคเตอร์เข้ามาจะผ่านวงจรจูนแบบวายด์แบนด์(Wide Band Tune) ซึ่งวงจรแบบนี้จะออกแบบให้จูนได้ย่านกว้าง เพื่อให้ความถี่ทั้งหมดที่ต้องการเข้าไปได้ ก่อนจะส่งให้ทรานซิสเตอร์ทำการขยายสัญญาณความถี่เสียงหรือสัญญาณ L + R จะถูกส่งไปทางหนึ่ง ส่วนสัญญาณที่เหลือจะถูกส่งไปอีกทาง ความถี่ 19 KHz จะถูกแทรป (Trap) ด้วยวงจรรีโซแนนซ์ 19 KHz ซึ่งประกอบด้วยคาปาซิเตอร์ C_1 และทรานส์ฟอร์เมอร์ T_1 ความถี่ที่เหลือจาก 19 KHz ก็คือความถี่ของสัญญาณ L – R จะผ่านวงจรจูนแบบอนุกรม C_2 และ L_2 ซึ่งเป็นวงจรจูนความถี่ 23 – 53KHz และเช่นเดียวกันยังมี C_3 และ L_3 เป็นวงจรจูนแบบขนานความถี่รีโซแนนซ์เดียวกันพ่วงตามมา ทั้งหมดนี้มีค่าความต้านทานของ R_1 เป็นตัวกำหนดค่า Q ของการรีโซแนนซ์ สำหรับ L_2 กับ C_5 เป็นวงจรแทรป 67 KHz หรือวงจรเอสซีเอ.ฟิลเตอร์ (SCA.Filter)

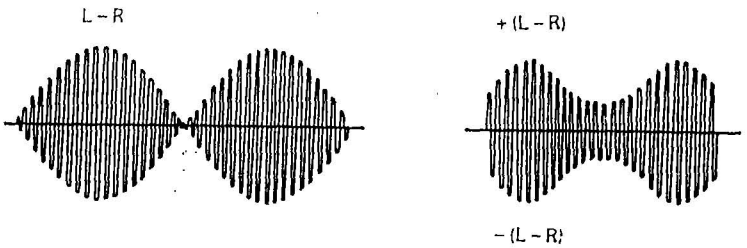
ความถี่ 19 KHz จะเป็นตัวที่แสดงผลว่ามีการส่งสัญญาณมาในระบบสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ โดยจะมีไฟโชว์ให้เรารู้ว่านี่คือสัญญาณสเตอริโอ และความถี่ 19 KHz นี้จะเป็นกุญแจสำคัญในการดีเทคเตอร์สัญญาณสเตอริโอด้วยในเวลาเดียวกัน เนื่องจากเราส่งสัญญาณสเตอริโอด้วยการส่ง L – R มาในระบบเอเอ็ม. ดับเบิ้ลไซด์แบนด์ ซัพเพรสแคร์เรียร์ จึงต้องใช้ความถี่ 38 KHz มาเป็นแคร์เรียร์จึงจะดีเทคเตอร์ได้ เพื่อความเข้าใจที่ดีให้ลองเปรียบเทียบทางด้านซ้านกับทางด้านขวา ทางด้านซ้ายคือสัญญาณที่ส่งมา ส่วนทางขวาคือสัญญาณที่เราใส่แคร์เรียร์เข้าไปแล้ว วงจรทวีคูณความถี่จาก 19KHz ให้เป็น 38KHz ทำได้ง่าย ๆ โดยการใช้

ไดโอด 2 ซึ่งเหมือนกับวิธีการเร็คติฟายฟูลเวฟธรรมดาเพียงแต่เราไม่ทำการฟิลเตอร์เท่านั้น ตรงจุดนี้จะเกิดริปเปิ้ลที่มีค่าการเปลี่ยนแปลง 38,000 ครั้ง/วินาที ค่าการเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกคัปปลิ้งไปยังทรานซิสเตอร์ตัวหลัง ทรานซิสเตอร์ตัวหลังจะเกิดการทำงานสวิทชิ่ง 38,000 ครั้ง / วินาที เกิดความถี่ 38 KHz ขึ้น ดังแสดงในภาพประกอบ 46



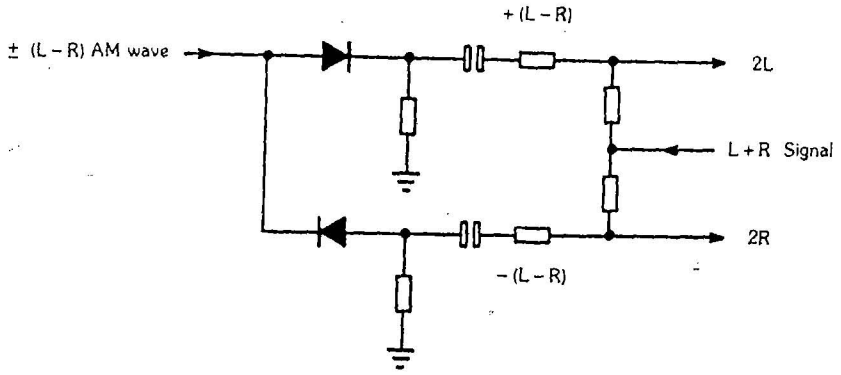
ภาพประกอบ 46 แสดงวงจรทวีคูณความถี่จาก 19 KHz
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 83

การที่เราจะต้องเอา 19 KHz มาทำการทวีความถี่แบบนี้เนื่องจากเราต้องการให้การทำงานของเครื่องส่งกับเครื่องรับทำงานตรงกัน เสียงใดออกมาทางแชนแนลขวาเสียงใดออกมาทางแชนแนลซ้ายจะได้ถูกต้องตรงกันหรือที่เรียกว่าการซิงโครโนซ์ (Synchronize) และนอกจากนั้นเรายังใช้ขดลวด L_1 เป็นวงจรล็อคออสซิลเลเตอร์ (Look Oscillator) อีกทีหนึ่งด้วย



ภาพประกอบ 47 แสดงวิธีการสอดแทรกซับ-แคร์เรียร์เข้าไปในสัญญาณ
L – R
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 84

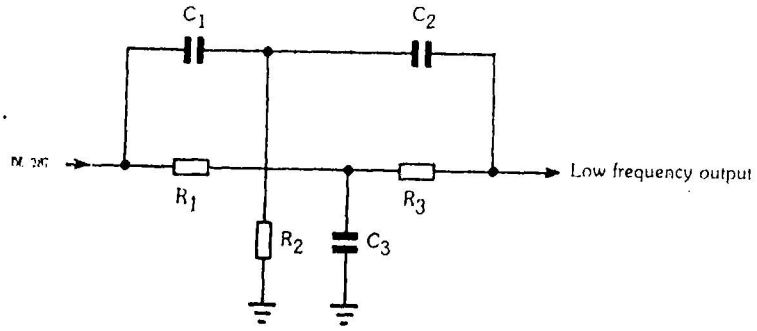
เมื่อได้สัญญาณเอเอ็ม จะต้องมีการดีเทคเตอร์สัญญาณ L – R ออกมา เราทราบมาแล้วว่าการดีเทคเตอร์ต้องดีเทคเตอร์ทั้งเฟสบวกและลบ ดังนั้นไดโอดดีเทคเตอร์จึงต้องใช้ 2 ตัว แล้วจึงเอาสัญญาณที่ได้ไปแมตริกซ์กับสัญญาณเสียงโมโนหรือ L + R ซึ่งเมื่อสัญญาณ L + R ผสมกับ (L – R) หรือเฟสบวกจะได้สัญญาณ 2L และเมื่อสัญญาณ L + R ผสมด้วยวิธีแมตริกซ์กับ -- (L – R) หรือเฟสลบจะได้สัญญาณ 2R ออกไปยังวงจรขยายเสียงต่อไป เสียงที่เป็น 2 เท่าหูของคนเราจะฟังแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่ความชัดเจนของเสียงที่ดังกล่าวจะชัดเจนมากกว่า วิธีการของแมตริกซ์แสดงดังภาพประกอบ 48



ภาพประกอบ 48 แสดงวิธีการของแมตริกซ์

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 84

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าเสียงในระบบเอฟเอ็ม.มีการเน้นเสียงด้วยวงจรปรี-เอ็มฟาซิส (Pre-emphasis) ดังนั้นจึงต้องมีวงจรดี – เอ็มฟาซิส (De – emphasis) เพื่อเลิกการเน้นเสียง และเช่นเดียวกันในภายหลังการแมตริกซ์จะมีความถี่ 19 KHz และซับ – แคร์เรียร์ที่ต้องกำจัดทิ้งให้ได้หลังจากการแมตริกซ์ ดังนั้นวงจรกรองความถี่แบบทวิน – ที (Twin T Filter) จึงถูกนำเอามาใช้ โดยคาปาซิเตอร์ C_1 และ C_2 ทำหน้าที่บายพาสความถี่ตั้งแต่ 38 KHz ขึ้นไป (โดยบายพาสผ่านทาง R_2) และ R_1 กับ R_2 ทำหน้าที่บายพาสความถี่ตั้งแต่ 38KHz ลงมา (โดยบายพาลผ่านทาง C_3) ดังแสดงภาพประกอบ 49

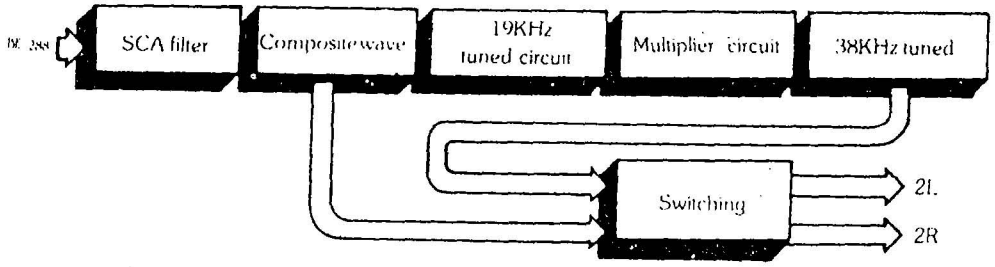


ภาพประกอบ 49 ตัวอย่างวงจรทวิน-ที ฟิลเตอร์
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 85

ข. วิธีการสวิตชิ่ง (Switching System)

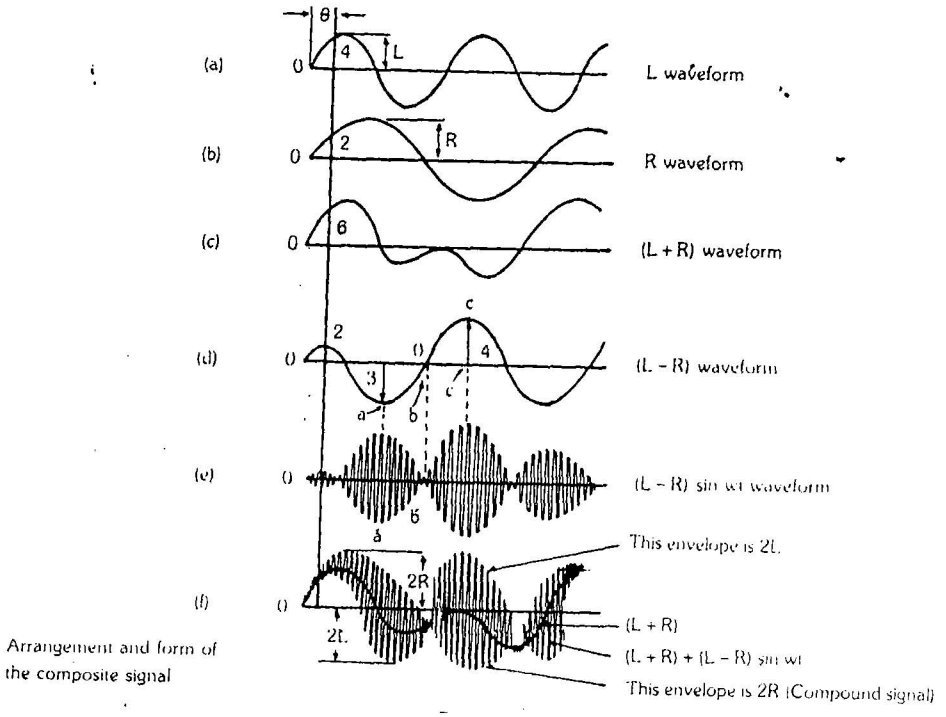
วิธีการของแมตริกซ์มีจุดหลักอยู่ที่การคืนรูปของเอเอ็ม.ดับเบิ้ลไซแบนด์ ซัพเพรสแคร์เรียร์ ให้เป็นสัญญาณเอเอ็ม.ธรรมดา แล้วจึงผ่านกระบวนการเอเอ็ม.ดีเทคเตอร์ แต่วิธีการของสวิทชิ่งหาได้เป็นเช่นนั้นไม่ วิธีการของสวิตชิ่งเป็นการนำเอาสัญญาณโดยรวมไปทำการสวิตชิ่งโดยตรง และการที่จะสวิตชิ่งนั้นจำเป็นจะต้องซิงโครโนซ์กับเครื่องด้วยในเวลาเดียวกัน จึงมีการนำเอาสัญญาณไพล็อตโทร 19 KHz ไปเป็นความถี่ชี้นำ

เมื่อสัญญาณออกจากวงจรดีเทคเตอร์มาแล้วจะผ่านวงจรจูนที่เป็นวงจรประเภทไวด์แบนด์ ที่สามารถทำงานได้ตั้งแต่ความถี่ต่ำ ๆ จนกระทั่งถึง 53 KHz หรืออาจเรียกว่าวงจรเอสซีเอ.ฟิลเตอร์ก็ย่อมจะได้ ความถี่โดยรวม (Composite Signal) นี้จะถูกส่งไปขยายเพื่อการสวิตชิ่งต่อไป ในส่วนของสัญญาณชี้นำจะถูกจูนออกไปอีกทางหนึ่ง เพื่อเอาไปทวีคูณความถี่ให้ได้เป็น 2 เท่า (คือ 38 KHz) แล้วใช้ความถี่ 38 KHz ทำหน้าที่เป็นตัวปิดเปิดวงจรสวิตชิ่งให้เครื่องส่งกับเครื่องรับทำงานได้ตรงกัน ซึ่งการทำงานอย่างคร่าว ๆ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 50



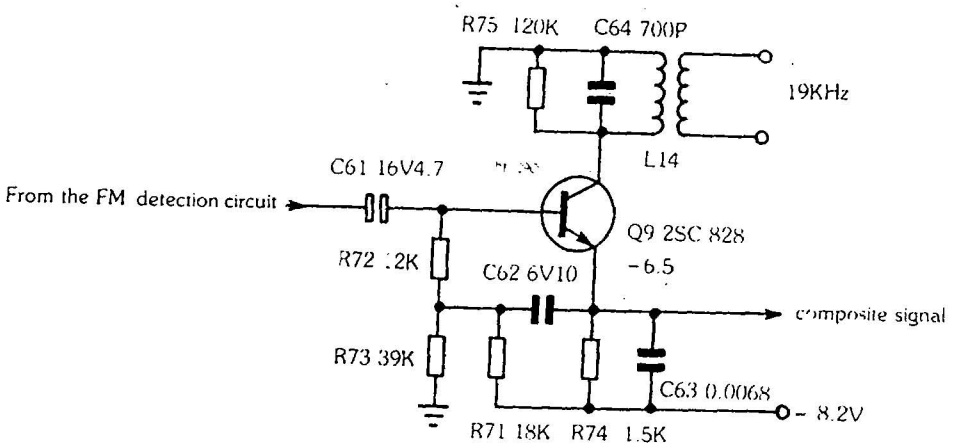
ภาพประกอบ 50 บล็อคไดอะแกรมของวิธีการสวิตชิ่ง
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 85

วิธีการสวิตชิ่งเป็นวิธีการสร้างรูปสัญญาณที่อาศัยการสวิตชิ่งของไอโอด ก่อนที่จะทำความเข้าใจ ณ จุดนั้นเราลองมาดูภาพรวมของสัญญาณต่าง ๆ เสียก่อน ซึ่งภาพรวมของสัญญาณสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ แสดงดังภาพประกอบ 51



ภาพประกอบ 51 รูปลักษณ์ของสัญญาณสเตอริโอมัลติเพล็กซ์
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 86

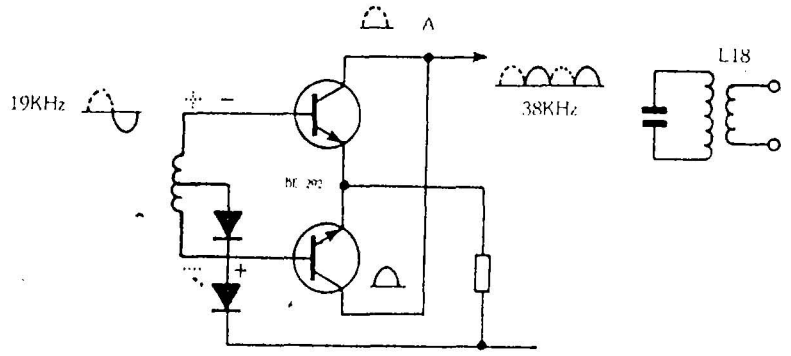
จากภาพประกอบ 51 รูป (a) เป็นรูปสัญญาณเสียงทางด้านซ้าย รูป (b) เป็นรูปสัญญาณเสียงทางด้านขวารูป (c) เป็นรูปสัญญาณที่เราผสมสัญญาณเสียงทางด้านซ้ายและด้านขวาเข้าด้วยกัน ส่วนรูป (d) เป็นส่วนที่กลับกันคือเป็นส่วนที่เป็นผลต่างหรือ L – R โดยสัญญาณที่แสดงด้วยตัว b เป็นซับแทร็คต์ (Sub – tract) จากสัญญาณ ซึ่งสัมพันธ์ไปถึงการมอดูเลทแบบดับเบิ้ลไซด์แบนด์ ดังแสดงไว้ในรูป (e) ส่วนรูปสุดท้ายเป็นการผสมกันของสัญญาณ L + R, L – R ซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณรวมหรือคอมโพซิท (Composite) ส่วนนี้เองที่ทำให้เกิดสัญญาณ 2L และ 2R



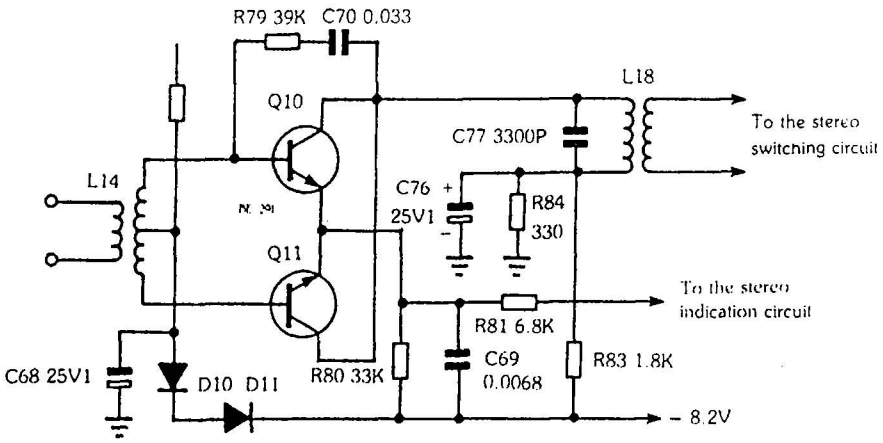
ภาพประกอบ 52 ตัวอย่างการแยก 19 กิโลเฮิร์ทซ์และสัญญาณคอมโพซิทออกจากกัน

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* หน้า 86

วิธีการผลิตความถี่ 38 KHz เพื่อก่อเกิดการซิงโครไนซ์ระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ เราอาจใช้วงจรแบบพุชพูล ทั้งนี้เพื่อให้สัญญาณส่วนนี้มีความแรงเพียงพอที่จะเข้าสู่วงจรสวิตชิ่งทรานซิสเตอร์ในวงจรทวีคูณความถี่จะผลัดกันทำงานสลับกันไปแนบวงจรขยายพุชพูลที่เราเคยกล่าวมาแล้วในหลักการของเครื่องขยาย และเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้นเราอาจพิจารณาแยกส่วนด้วยวงจรง่าย ๆ ส่วนนี้ให้เป็นรูปไซน์ สามารถกระทำได้โดยการใช้วงจรจูนเข้าช่วย เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้นเราอาจแยกส่วนของวงจรดังภาพประกอบที่แสดงในตัวอย่าง

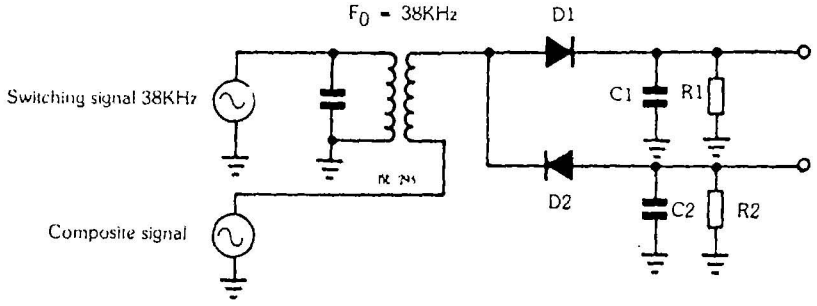


ภาพประกอบ 53 แสดงการทำงานเฉพาะส่วนของวงจรสร้าง 38 กิโลเฮิร์ทซ์
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 87



ภาพประกอบ 54 แสดงวงจรตัวอย่างของไพล็อตซิกแนล มัลติพลาย
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 87

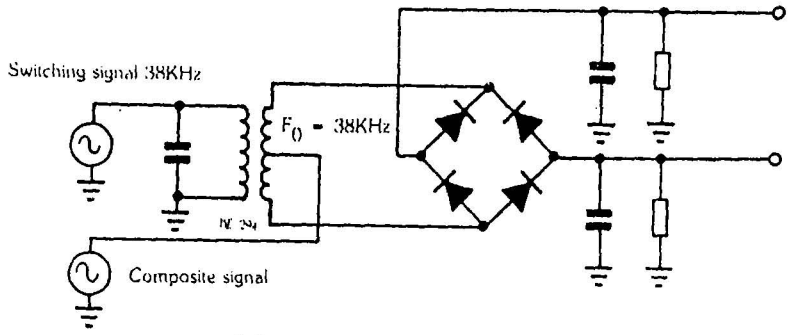
ในส่วนของการทำงานแบบสวิตชิ่งนั้นได้แสดงวงจรง่าย ๆ โดยสัญญาณที่ใช้เป็นตัวสวิตชิ่ง (38 KHz) ถูกป้อนเข้ามาทางขดไพรมารี่ของทรานส์ฟอร์เมอร์ และสัญญาณรวมหรือคอมโพซิทป้อนเข้ามาทางตัวล่างจะหยุดทำงาน ในทางกลับกันหากว่าเฟสเข้ามาบ้างการทำงานก็จะสลับกันดังแสดงในภาพประกอบ 55



ภาพประกอบ 55 แสดงวงจรเบื้องต้นของวิธีการสวิตชิ่ง

ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 88

คุณภาพเสียงจะแจ่มชัดยิ่งขึ้นหากว่าเราใช้วิธีการแบบบาลานซ์ เป็นลักษณะของการทำงานในลักษณะฮาล์ฟเวฟ จะพบว่ามันมีลักษณะของวงจรบริดจ์ที่ใช้ไดโอดทั้งหมด 4 ตัว แต่เป็นบริดจ์ที่สามารถถ่ายทอดสัญญาณเอซี. ได้โดยตรง ซึ่งจะทำให้ระดับความแรงของสัญญาณดีกว่าแบบแรกมากทีเดียว ถ้าจะพิจารณาวงจรให้ง่ายเข้าเราจะพบวิธีการบาลานซ์และแคลเซิลสัญญาณซับแคร์เรียร์ (Sub – carrier Cancle) ได้ง่ายเข้าดังแสดงในภาพประกอบ 56



ภาพประกอบ 56 แสดงวงจรสวิตชิ่งที่ใช้งานอย่างได้ผล

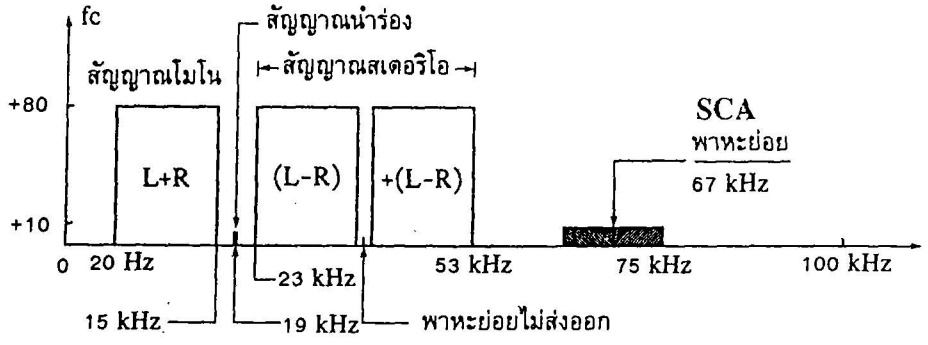
ที่มา : เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. หน้า 88

3. FM – SCA

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540 : 198-199) อธิบายระบบ FM – SCAไว้ดังนี้ SCA (Subsidiary Communications Authorization) เป็นการกระจายเสียงที่อาศัยแถบความถี่ของสถานีส่งวิทยุ FM ที่เหลืออยู่ส่งสัญญาณหรือรหัส กระจายเสียงรวมออกไปกับคลื่นวิทยุ FM เพื่อให้ผู้รับเป็นกรณีพิเศษ เช่น วิทยุในรถเมล์ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ (ขส.มก.) ในกรุงเทพมหานคร ส่งสัญญาณ SCA ฝากกับคลื่นความถี่ 102.0 MHz จากสถานีส่ง FM ของขนส่งทางบก (ขส.ทบ.) เครื่องรับวิทยุ FM โมโนหรือ FM สเตอริโอจะรับรายการปกติของสถานี ขส.ทบ. 102.0 MHz ได้ แต่ไม่ได้ยินเสียงรายการ SCA เลยการรับสัญญาณ SCA ต้องมีวงจรถอดสัญญาณ SCA ออกมาอีกต่างหาก ในต่างประเทศการรับฟังสัญญาณ SCA อาจจะต้องเสียค่าธรรมเนียม การส่งสัญญาณ SCA จะไม่ใช่การส่งเพื่อสาธารณชนจะส่งเพื่อผู้รับบางคนหรือบางกลุ่มเท่านั้น สัญญาณที่ส่งอาจจะเป็นข่าวสาร เสียงเพลง รหัสข่าวสาร ข้อมูลคอมพิวเตอร์ หรือรหัสเพื่อการควบคุม ในอนาคตบ้านเราอาจจะใช้แถบความถี่ SCA สำหรับส่งข่าวสารทางการศึกษาหรือข้อมูลคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจก็อาจเป็นได้

3:1 แถบความถี่สัญญาณ SCA

จากรูปที่ 57 จะเห็นสถานีที่ส่งสัญญาณสเตอริโอใช้แถบความถี่เพียง 53 kHz ความถี่ด้านสูงยังว่างอยู่ สัญญาณ SCA จะใช้ความถี่ 67 kHz เป็นพาหะย่อยผสมแบบ AM กับสัญญาณเสียงหรือรหัสด้วยอัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ มีไซด์แบนด์บนล่างไม่เกิน ± 5 kHz (เพื่อไม่ให้เกินมาตรฐาน 75 kHz อาจถูกจำกัดความถี่มอดูเลชันไว้เพียง ± 5 kHz) หลักการส่ง SCA ก็คล้ายกับการส่งสัญญาณสเตอริโอจะต่างกันที่ความถี่พาหะย่อยของสเตอริโอเป็น 38 kHz และเปอร์เซ็นต์การมอดูเลชันสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ การฟังสัญญาณ SCA ต้องถอดรหัสเช่นเดียวกันกับการถอดรหัสสัญญาณสเตอริโอ เพียงแต่สัญญาณ SCA ต้องสร้างพาหะทางเครื่องรับ 67 kHz และได้สัญญาณเสียงออกมาสัญญาณเดียว

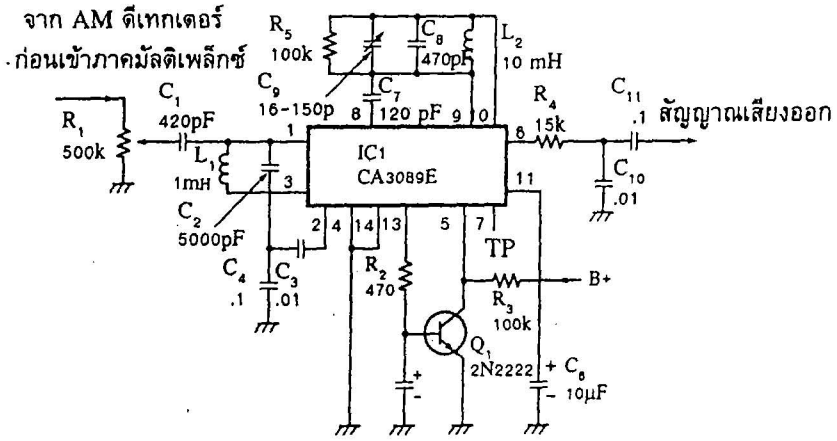


ภาพประกอบ 57 แถบความถี่สัญญาณ SCA

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 198

3.2 ตัวอย่างวงจรถอดรหัส SCA

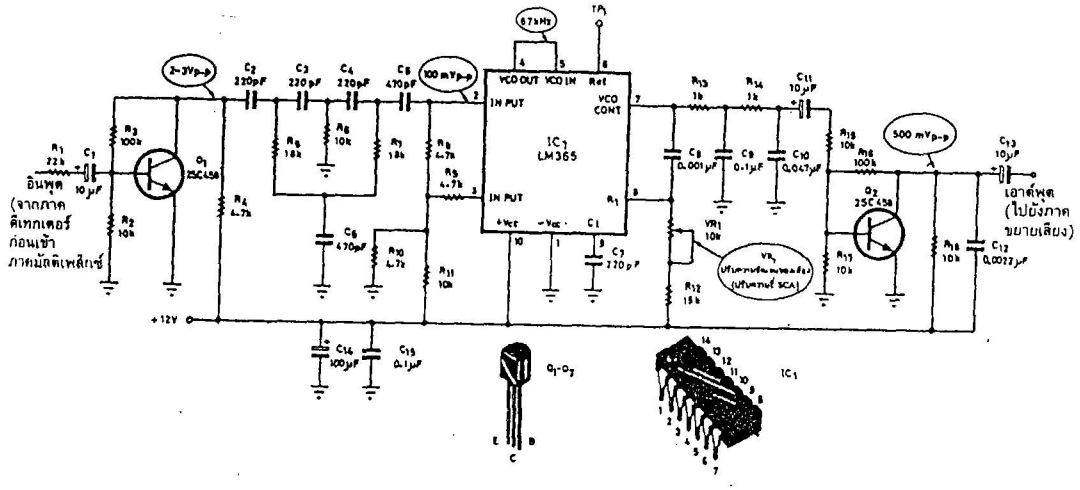
ตัวอย่างวงจรถอดรหัส SCA ได้แดงไว้ในภาพประกอบ 58



ภาพประกอบ 58 วงจรถอดรหัส SCA ด้วย IC เบอร์ CA 3069 E

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 198

การต่อสัญญาณเพื่อเอาไปถอดรหัส SCA ให้ต่อจากภาค FM ดีเทกเตอร์ก่อนการดีเอ็มฟาซิส สัญญาณเสียงที่ได้จะเป็นสัญญาณรวมทั้งเสียงโมโนและมัลติเพล็กซ์รวมมากับ SCA ด้วยเมื่อป้อนเข้าอินพุตของวงจรภาพประกอบ 58 R_1 จะเป็นตัวปรับตั้งระดับสัญญาณอินด์พุทที่พอเหมาะ เพื่อส่งเข้าขา 1 ของ IC โดยที่ C_1 จะกรองความถี่ต่ำกว่า 50 kHz ไม่ให้ผ่านเข้า IC ส่วน C_9 จะจูนปรับความถี่พาหะย่อยของ IC ให้มีความถี่ 67 kHz ตรงกับสถานีส่งเพื่อการถอดรหัสสัญญาณ SCA ที่ถูกต้อง ได้สัญญาณเสียงออกทางขา 6 ออกเอาต์พุท R_4 และ C_{10} เป็นดีเอ็มฟาซิส ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำหน้าที่กำจัดเสียงรบกวน



ภาพประกอบ 59 วงจรถอดรหัส SCA ด้วย IC เบอร์ LM365

ที่มา : บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* หน้า 199

จากวงจรภาพประกอบ 59 จะง่ายกว่าภาพประกอบ 58 เพราะใช้หลักการของเฟสล็อกลูปไม่มีขดลวดเข้ามาเกี่ยวข้อง สัญญาณ SCA จากภาค FM ดีเทกเตอร์ถูกขยายด้วย Q_1 แล้วส่งเข้าวงจรกรองความถี่สูงผ่าน สัญญาณ SCA เข้า IC ทางขา 2 ได้สัญญาณเสียงออกขา 7 ขยายด้วย Q_2 ออกเอาต์พุท โวลุ่มเกือกม้า VR_1 ใช้ปรับความถี่พาหะย่อย 64 kHz ของ SCA ให้ถูกต้องและได้สัญญาณเสียงชัดเจนที่สุด

จากหลักการของ SCA และสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ เราจะเห็นว่าหากมีแบนด์วิดซ์ของความถี่เพียงพอ จะสามารถส่งสัญญาณไปกับความถี่หลักเพียงความถี่เดียวได้ เมื่อถึงปลายทางก็ใช้วิธีถอดรหัสด้วยกรรมวิธีเฉพาะ ซึ่งจะทำให้ประหยัดทั้งการส่งและการรับ พร้อมทั้งประหยัดแถบความถี่ได้เป็นอย่างดี

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนหรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ขั้นเตรียมหรือขั้นนำ ครูย้อนในเรื่องเครื่องรับ FMและอธิบายถึงการทำให้เครื่องรับ FMเป็นเครื่องรับ FMสเตอริโอมัลติเพล็กซ์	นักศึกษาฟัง ซัก ถาม
2. ขั้นสอน 2.1ครูอธิบายหลักการของระบบสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 2.2ครูแสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับFM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 2.3ครูอธิบายบล็อคไดอะแกรมของเครื่องรับFM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์	นักศึกษาแบ่งกลุ่ม จดบันทึก ศึกษาหลักการทำความเข้าใจ
3. ขั้นประเมินผล ครูสุ่มตัวอย่างนักศึกษาออกมาเขียนบล็อคไดอะแกรมและอธิบายการทำงาน	นักศึกษาออกมาเขียนบล็อคไดอะแกรมและอธิบายการทำงาน

6. งานมอบหมายหรือกิจกรรม

ครูให้นักศึกษากลับไปสรุปเนื้อหาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการถอดรหัสของระบบมัลติเพล็กซ์

7. วิธีการสอน หน่วยที่ 7 ใช้วิธีการสอนดังนี้

1. บรรยาย
2. ถามตอบ

8. สื่อการสอน หน่วยที่ 4 ใช้สื่อการสอนประกอบดังนี้

แผ่นใส

9. วิธีวัดผลโดย หน่วยที่ 4 ใช้วิธีวัดผลดังนี้

1. การสังเกต
2. การทดสอบ

10. หนังสืออ่านประกอบ

1. บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
2. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ.* กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.
3. สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
4. เจน สงสมพันธุ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพลส โปรดักส์.

11. บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....
.....
.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....
.....
.....

ผลการสอนของครู.....
.....
.....

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียน

วิชาเครื่องรับวิทยุแบ่งเป็น 7 หน่วยการเรียน มีระยะเวลาในการเรียน 19 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 6 ชั่งโมง การวัดและประเมินผลมีวิธีการในการดำเนินการดังนี้

6.1 การบันทึกเวลาเรียน

การรวมเวลาเรียนให้รวมเวลาเรียนจริงของนักศึกษาและนักศึกษาที่มีเวลาเรียนไม่ถึง 80% ของรายวิชานั้นให้เขียน " ขร " ในช่อง " ระดับคะแนน "

6.2 เกณฑ์การประเมินผลการเรียน

วิชาเครื่องรับวิทยุใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

คะแนนคุณธรรม	20 คะแนน
คะแนนระหว่างภาคเรียน	60 คะแนน
คะแนนสอบปลายภาค	20 คะแนน

การเก็บรวบรวมคะแนน กรณีใช้เกณฑ์ค่าระดับคะแนน จะแบ่งน้ำหนักของจุดประสงค์ในระดับพฤติกรรมต่างๆ ตลอดจนคะแนนของแต่ละหน่วย สามารถใช้ตารางกำหนดน้ำหนักและเกณฑ์ผ่านดังนี้

ตารางกำหนดน้ำหนักและเกณฑ์ผ่าน

คะแนนรายหน่วย เกณฑ์ผ่านและน้ำหนักคะแนนรายหน่วย / ชื่อหน่วยเรียน	คะแนนรายหน่วย	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย				จิตพิสัย
		เกณฑ์ผ่านรายหน่วย	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	สูงกว่า(ถ้ามี)	เกณฑ์ผ่านรายหน่วย	การเลียนแบบ	การทำตามแบบ	ความชำนาญ	
คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band	7	50%	2	3			50%	2			
การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	9		3	3	3						
ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ	12		2	3				1	3	3	
หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex, Single Side Band	5		2	3							
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM	16		1	2	2			1	5	5	
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM	6		3	3							
หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex	5		2	3							
รวม	60		15	20	5			4	8	8	20
คะแนนด้านพุทธิพิสัย	40										
คะแนนด้านทักษะพิสัย	20										
คะแนนด้านจิตพิสัย	20										
คะแนนงานที่มอบหมาย	20										
รวมทั้งสิ้น	100										

6.3 การประเมินผลการเรียน

6.3.1 การประเมินผลเป็นตัวเลข 4 3 2 1 0 ให้ประเมินผลตามระดับเกณฑ์โดยมีช่วงระดับของคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน (ผลการเรียน)	คะแนนดิบ
4	80 - 100
3	70 - 79
2	60 - 69
1	50 - 59
0	0 - 49

6.3.2 การประเมินผลเป็นตัวอักษร ให้ประเมินตามเกณฑ์ดังนี้

ข.ร. – ขาดเรียน ไม่มีสิทธิ์สอบ

ข.ส. – ขาดสอบ

ถ.ล. – ถอนรายวิชาภายหลังกำหนด

ถ.น. – ถอนรายวิชาภายในกำหนด

ถ.พ. – ถูกสั่งพักการเรียนขณะสอบปลายภาค

ท. – ทุจริตในการสอบ

ม.ส. – ไม่สมบูรณ์ (การให้ ม.ส.ให้ผู้สอนรายงานให้หัวหน้าสถานศึกษาทราบ)

ม.ท. – ไม่สอบทดแทน (กรณีได้รับอนุญาตให้เลื่อนการสอบ)

แบบทดสอบรายหน่วย

แบบทดสอบหน่วยที่ 1

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. องค์ประกอบของคลื่น ช่วงที่เป็นส่วนสูงของคลื่นเรียกว่าอะไร
   ก. ความถี่ ข. แอมปลิจูด
   ค. คาบเวลา ง. ความยาวคลื่น
2. คลื่นวิทยุมีความเร็วในการเดินทางเท่าไร
   ก. $3X10^6$ ม./วินาที ข. $3X10^8$ ม./วินาที
   ค. $3X10^6$ กม./วินาที ง. $3X10^8$ กม./วินาที
3. ความถี่เสียง อยู่ในช่วงความถี่เท่าไร
   ก. 20 Hz – 200 Hz ข. 20 Hz – 2,000 Hz
   ค. 20 Hz – 20 KHz ง. 20 Hz – 200 KHz
4. ความถี่ของคลื่นวิทยุจะเริ่มต้นที่ความถี่เท่าใด
   ก. 30 Hz ข. 300 Hz
   ค. 3 KHz ง. 30 KHz
5. คลื่นวิทยุระบบ AM จะอยู่ในย่านความถี่วิทยุย่านใด
   ก. LF ข. MF
   ค. HF ง. VHF
6. คลื่นวิทยุระบบ FM จะอยู่ในย่านความถี่วิทยุย่านใด
   ก. MF ข. HF
   ค. VHF ง. UHF
7. ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ จะเท่ากับข้อใด
   ก. 1 กิโลเฮิรตซ์ ข. 1 เม็กกะเฮิรตซ์
   ค. 1 จิกกะเฮิรตซ์ ง. 1 เทราเฮิรตซ์
8. การกระจายคลื่นวิทยุจะไปได้ไกลควรคำนึงถึงอะไร
   ก. กำลังของเครื่องส่ง ข. ความสูงของเสาอากาศ
   ค. ชั้นบรรยากาศ ง. ถูกทุกข้อ
9. ชั้นบรรยากาศ ที่มีผลต่อการรับส่งวิทยุมากที่สุดคือข้อใด
   ก. โทรโพสเฟียร์ ข. สตาร์โทสเฟียร์
   ค. ไอโอโนสเฟียร์ ง. ถูกทุกข้อ

10. การกระจายคลื่นวิทยุในข้อใดที่การรับมีประสิทธิภาพสูงสุด

ก. คลื่นฟ้า
ข. คลื่นตรง
ค. คลื่นดิน
ง. คลื่นสะท้อนดิน

แบบทดสอบหน่วยที่ 2

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ
   ก. มัลติมิเตอร์ ข. ออสซิลโลสโคป
   ค. อาร์-เอฟ ซิกแนล ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้ส่งสัญญาณตรวจสอบการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ
   ก. มัลติมิเตอร์ ข. ออสซิลโลสโคป
   ค. อาร์-เอฟ ซิกแนล ง. ไขควงจูน
3. ข้อใดคือเครื่องมือวัดสัญญาณและตรวจสอบการปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ
   ก. มัลติมิเตอร์ ข. ออสซิลโลสโคป
   ค. อาร์-เอฟ ซิกแนล ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
4. อาร์-เอฟ ซิกแนล เจนเนอเรเตอร์ จะส่งความถี่ผ่านในย่านใด
   ก. AM ข. AF
   ค. SW ง. ได้ทุกข้อ
5. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM จะทำการปรับแต่งในส่วนใดของวงจร
   ก. อาร์-เอฟ คอนเวอร์เตอร์ ข. ขยาย ไอ-เอฟ
   ค. ภาคขยายเสียง ง. ถูกทั้ง ก. และ ข.
6. การปรับแต่งเครื่องรับวิทยุ AM จะเริ่มต้นปรับแต่งที่วงจรใดก่อน
   ก. อาร์-เอฟ คอนเวอร์เตอร์ ข. ขยาย ไอ-เอฟ 1
   ค. ขยาย ไอ-เอฟ 2 ง. ขยาย ไอ-เอฟ 3
7. แกนปรับ ไอ-เอฟ เครื่องรับวิทยุ AM ไอ-เอฟตัวที่ 3 มีแกนปรับสีอะไร
   ก. สีแดง ข. สีเหลือง
   ค. สีขาว ง. สีดำ
8. แกนปรับ ไอ-เอฟ เครื่องรับวิทยุ AM ไอ-เอฟตัวที่ 2 มีแกนปรับสีอะไร
   ก. สีแดง ข. สีเหลือง
   ค. สีขาว ง. สีดำ
9. แกนปรับ ไอ-เอฟ เครื่องรับวิทยุ AM ไอ-เอฟตัวที่ 1 มีแกนปรับสีอะไร
   ก. สีแดง ข. สีเหลือง
   ค. สีขาว ง. สีดำ
10. แกนปรับ คอยล์ออสซิลเลเตอร์ เครื่องรับวิทยุ AM มีแกนปรับสีอะไร
   ก. สีแดง ข. สีเหลือง
   ค. สีขาว ง. สีดำ

แบบทดสอบหน่วยที่ 3

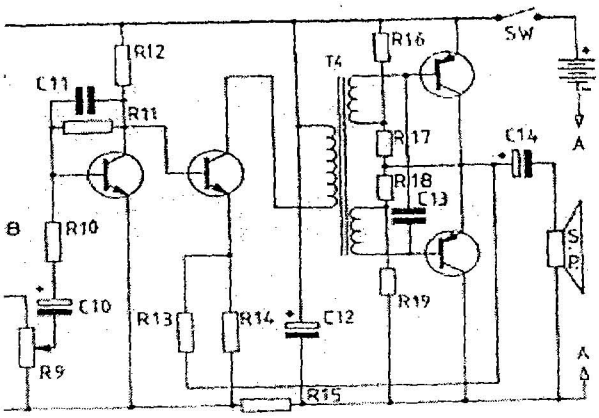
จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. เครื่องรับวิทยุ AM ภาคที่ทำให้ได้สัญญาณความถี่เสียง คือ
   ก. ภาคมิกเซอร์ ข. ภาคออสซิเลเตอร์
   ค. ถาค ไอ-เอฟ แอมป์ ง. ภาคดีเทกเตอร์
2. ไมโครโฟน จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่เสียงเป็นสัญญาณอะไร
   ก. ความถี่เสียง ข. สัญญาณทางไฟฟ้าของเสียง
   ค. ความถี่วิทยุ ง. ถูกข้อ ก. และ ค.
3. ภาคขยายเสียงของวิทยุ AM มี 3 ภาค ภาคที่ 1 คือข้อใด
   ก. Pre Amp ข. วงจรขยายที่ 1
   ค. ภาคขยายสุดท้าย ง. ถูกข้อ ก. และ ข.
4. ภาคขยายเสียงของวิทยุ AM มี 3 ภาค ภาคที่ 2 คือข้อใด
   ก. Pre Amp ข. วงจรขยายที่ 1
   ค. ไดรฟ์เวอร์ ง. ภาคขยายสุดท้าย
5. ภาคขยายสุดท้ายมีเอาท์พุท ทรานสฟอร์เมอร์ ต่อไปยังลำโพงมีชื่อเรียกว่า
   ก. Oti ข. Ocl
   ค. Opt ง. Push-Pull
6. ภาคขยายสุดท้าย ต่อเข้าลำโพงโดยตรงมีชื่อเรียกว่า
   ก. Oti ข. Ocl
   ค. Opt ง. Push-Pull
7. ภาคขยายสุดท้าย ส่งผ่าน Capactor และต่อเข้าลำโพงมีชื่อเรียกว่า
   ก. Oti ข. Ocl
   ค. Opt ง. Push-Pull
8. วงจรใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณ อินพุทเข้าขาเบส ออกขาคอลเลคเตอร์ เรียกว่า
   ก. Common Emilter ข. Common Base
   ค. Common Collector ง. Emitter Follower
9. วงจรใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณ อินพุทเข้าขาเบสออกที่ขาอิมิตเตอร์ เรียกว่า
   ก. Common Emilter ข. Common Base
   ค. Common Collector ง. Emitter Follower
10. วงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณ อินพุทเข้าขาอิมิตเตอร์ออกที่ขาคอลเลคเตอร์เรียกว่า
    ก. Common Emilter ข. Common Base
    ค. Common Collector ง. Emitter Follower

10. วงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณ อินพุทเข้าขาอิมิตเตอร์ออกที่ขาคอลเลคเตอร์เรียกว่า

ก. Common Emilter
ข. Common Base
ค. Common Collector
ง. Emitter Follower

11. จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 11-12



ภาคขยายสุดท้ายแบบ

ก. OPT
ข. OTL
ค. OCL
ง. คอมพลิเมนทรี่

12. การคัปปลิ้ง จากไดรฟ์เวอร์สู่ภาคขยายสุดท้าย

ก. direct Coupling
ข. C-Coupling
ค. Transfermer
ง. ถูกข้อ ข. และ ค.

แบบทดสอบหน่วยที่ 4

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. วงจรสร้างคลื่นพาหะ ของเครื่องรับวิทยุ AM เรียกว่าวงจร
   ก. ออสซิลเลเตอร์ ข. มิกเซอร์
   ค. บัฟเฟอร์ ง. อาร์-เอฟ แอมป์
2. การผสมคลื่นที่ใช้ในระบบวิทยุกระจายเสียงมีกี่แบบ
   ก. 1 ข. 2
   ค. 3 ง. 4
3. เครื่องส่งแบบ AM มีชื่อเรียกว่าการผสมสัญญาณแบบ
   ก. Amplitude Mod ข. Frequency Mod
   ค. Phase Mod ง. ถูกข้อ ก. และ ข.
4. เครื่องส่งแบบ FM มีชื่อเรียกว่าการผสมสัญญาณแบบ
   ก. Amplitude Mod ข. Frequency Mod
   ค. Phase Mod ง. ถูกข้อ ข. และ ค.
5. แถบความกว้างของสัญญาณ เรียกว่า
   ก. Amplitude ข. Band Width
   ค. Upper Side band ง. Lower Side band
6. ไซด์แบนด์ ด้านความสูงของสัญญาณ เรียกว่า
   ก. Amplitude ข. Band Width
   ค. Upper Side band ง. Lower Side band
7. คลื่นวิทยุจากสถานีส่งวิทยุAM จะไปสู่สายอากาศเครื่องรับคลื่นที่มีผลต่อการรับดีที่สุด
   ก. คลื่นตรง ข. คลื่นสะท้อนเพดานฟ้า
   ค. คลื่นสะท้อนพื้นดิน ง. คลื่นดิน
8. ส่วนที่ทำหน้าที่ผสมสัญญาณระหว่างคลื่นพาหะกับสัญญาณเสียงคือ
   ก. ออสซิลเลเตอร์ ข. มอดูเลเตอร์
   ค. บัฟเฟอร์ ง. อาร์-เอฟ แอมป์
9. การส่งสัญญาณ SSB ใช้วิธีการผสมสัญญาณแบบใด
   ก. Amplitude Mod ข. Frequency Mod
   ค. Phase Mod ง. ถูกข้อ ก. และ ข.

10. การส่งสัญญาณ SSB เป็นการแก้ไขข้อเสียของการส่งสัญญาณแบบใด

ก. AM
ข. FM
ค. PM
ง. PCM

แบบทดสอบหน่วยที่ 5

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. วงจร อาร์-เอฟ คอนเวอร์เตอร์ ของเครื่องรับวิทยุ AM ไม่มีวงจรอะไรรวมอยู่ด้วย
   ก. วงจรจูน ข. วงจรออสซิลเลเตอร์
   ค. วงจรมิกเซอร์ ง. วงจร ไอ-เอฟ
2. วงจรจูนเลือกรับสถานีวิทยุความถี่ 1000 KHz วงจรออสซิลเลเตอร์ จะสร้างความถี่เท่าใด
   ก. 455 KHz ข. 855 KHz
   ค. 1000 KHz ง. 1455 KHz
3. วงจรจูนเลือกสถานีวิทยุ ถ้าขดลวด (L) ค่าคงที่ จะเปลี่ยนค่า C , C ที่ใช้ในวงจรจูน คือ
   ก. เซอร์รามิค ข. วาริเอเบิล
   ค. ทริมเมอร์ ง. แพคเตอร์
4. สัญญาณที่เข้ามาที่ภาคมิกเซอร์ จะมาจากส่วนใดบ้าง
   ก. ออสซิลเลเตอร์ ข. ไอ-เอฟ แอมป์
   ค. วงจรจูน ง. ถูกข้อ ก. และ ค.
5. ความถี่ที่เป็นเอ้าท์พุทของมิกเซอร์มีกี่ความถี่
   ก. 1 ความถี่ ข. 2 ความถี่
   ค. 3 ความถี่ ง. 4 ความถี่
6. ความถี่ที่เกิดจากการทำงานภาคมิกเซอร์ ความถี่อะไรที่ผ่าน IFT1
   ก. RF ข. Osc
   ค. RF + Osc ง. RF – Osc
7. Coil อากาศ แกนเฟอร์ไรต์ ของวิทยุ AM มีกี่ชุด
   ก. 1 ชุด ข. 2 ชุด
   ค. 3 ชุด ง. 4 ชุด
8. วงจรจูนของ ไอ-เอฟ ทรานสฟอร์เมอร์ แต่ละตัวจะจูนที่ความถี่เท่าใด
   ก. 355 KHz ข. 455 KHz
   ค. 555 KHz ง. 655 KHz
9. วงจรดีเทคเตอร์ แบบ AM มีไดโอดกี่ตัว
   ก. 1 ตัว ข. 2 ตัว
   ค. 3 ตัว ง. 4 ตัว
10. วงจรดีเทคเตอร์ จะตัดสัญญาณอะไรลงกราวด์
    ก. RF ข. Carrier
    ค. AF ง. ถูกข้อ ก. และ ข.

11. สัญญาณที่ได้จากวงจรดีเทคเตอร์ คือ

ก. AF Signal
ข. Audio Signal
ค. Sound Signal
ง. ถูกทุกข้อ

12. แรงไฟ AGC ได้มาจากการทำงานของภาคใด

ก. อาร์-เอฟ คอนเวอร์เตอร์
ข. ไอ-เอฟ แอมป์ 1
ค. ไอ-เอฟ แอมป์ 2
ง. ดีเทคเตอร์

13. แรงไฟ AGC จะไปควบคุมการทำงานของภาคใด

ก. มิกเซอร์
ข. ออสซิลเลเตอร์
ค. ไอ-เอฟ แอมป์
ง. ถูกข้อ ก. และ ข.

14. คอยล์ออสซิลเลเตอร์ของเครื่องรับวิทยุ AM มีกี่ชุด

ก. 1 ชุด
ข. 2 ชุด
ค. 3 ชุด
ง. 4 ชุด

15. คอยออสซิลเลเตอร์ แกนปรับจูนความถี่ จะบอกด้วยสี คือ

ก. แดง
ข. ดำ
ค. เหลือง
ง. ขาว

แบบทดสอบหน่วยที่ 6

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. สถานีวิทยุในระบบ FM มีย่านความถี่เท่ากับข้อใด
   ก. 525 KHz – 1600 KHz
   ข. 525 MHz – 1600 MHz
   ค. 88 MHz – 108 MHz
   ง. 88 KHz – 108 KHz
2. ภาคฟร้อนเอนด์ของเครื่องรับวิทยุ FM ประกอบด้วยภาคใดบ้าง
   ก. อาร์-เอฟ แอมป์
   ข. มิกเซอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์
   ง. ถูกทุกข้อ
3. ในภาคฟร้อนเอนด์ส่วนที่เลือกรับสถานี คือ
   ก. จูนอาร์-เอฟ
   ข. มิกเซอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์
   ง. เอ.จี.ซี
4. ความถี่ IF ของเครื่องรับวิทยุ FM มีความถี่เท่าใด
   ก. 10.7 MKz
   ข. 10.0 MHz
   ค. 100.7 MHz
   ง. 110.7 MHz
5. RF-AGC จะควบคุมการทำงานของภาคใด
   ก. อาร์-เอฟ แอมป์
   ข. มิกเซอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์
   ง. เอ.จี.ซี
6. IF-AGC จะควบคุมการทำงานของภาคใด
   ก. อาร์-เอฟ แอมป์
   ข. มิกเซอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์
   ง. ขยาย ไอ-เอฟ ที่ 1
7. ถ้าเลือกรับสถานีวิทยุ FM ความถี่ 90 MHz ภาคออสซิลเลเตอร์ จะสร้างความถี่เท่าใด
   ก. 60 MKz
   ข. 100 MHz
   ค. 100.7 MHz
   ง. 110.7 MHz
8. จากข้อ 6 ถ้าเลือกรับสถานีความถี่ 90 MHz ภาคมิกเซอร์ทำงาน ความถี่ที่เป็น"ผลบวก" คือ
   ก. 90 MKz
   ข. 100.7 MHz
   ค. 190.7 MHz
   ง. 10.7 MHz
9. จากข้อ 6 ถ้าเลือกรับสถานีความถี่ 90 MHz ภาคมิกเซอร์ทำงาน ความถี่ที่เป็น "ผลต่าง" คือ
   ก. 90 MKz
   ข. 100.7 MHz
   ค. 190.7 MHz
   ง. 10.7 MHz

10. อุปกรณ์ที่มาทำหน้าที่แทน ไอ-เอฟ ทรานสฟอร์เมอร์ คือ

ก. Saw filter
ข. Ceramic filter
ค. Low pass filter
ง. High pass filter

11. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนที่ปนมากับความสูงของสัญญาณในภาค IF คือ

ก. ลิมิตเตอร์
ข. มิกเซอร์
ค. ออสซิลเลเตอร์
ง. ดีเทคเตอร์

12. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณพาหะของเครื่องรับวิทยุ FM คือ

ก. ลิมิตเตอร์
ข. มิกเซอร์
ค. ออสซิลเลเตอร์
ง. ดีเทคเตอร์

แบบทดสอบหน่วยที่ 7

จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ความแตกต่างของเครื่องรับวิทยุ FMและเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex คือ
   ก. ลิมิตเตอร์ ข. ดีโคดเดอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์ ง. ดีเทคเตอร์
2. ส่วนที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณสเตอริโอในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex คือ
   ก. ลิมิตเตอร์ ข. ดีโคดเดอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์ ง. ดีเทคเตอร์
3. ส่วนที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณสเตอริโอในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex จะทำงานหลังภาคใดในเครื่องรับวิทยุ FM
   ก. ลิมิตเตอร์ ข. ดีโคดเดอร์
   ค. ออสซิลเลเตอร์ ง. ดีเทคเตอร์
4. เอาท์พุทของส่วนที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณสเตอริโอในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex มีกี่ส่วน
   ก. 1 ข. 2
   ค. 3 ง. 4
5. สัญญาณอินพุทที่เข้ามายังส่วนที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณสเตอริโอในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex มีกี่สัญญาณ
   ก. 1 ข. 2
   ค. 3 ง. 4
6. สัญญาณไพลอตในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex มีความถี่เท่าใด
   ก. 19 KHz ข. 19 MHz
   ค. 190 KHz ง. 190 MHz
7. สัญญาณโมโน ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex คือข้อใด
   ก. L-R ข. L+R
   ค. L*R ง. (-L-R)กับ +(L-R)
8. สัญญาณสเตอริโอ ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex คือข้อใด
   ก. L-R ข. L+R
   ค. L*R ง. (-L-R)กับ +(L-R)
9. สัญญาณพาหะย่อยของเครื่องรับในระบบ FM SCA มีความถี่เท่าใด
   ก. 38 KHz ข. 19 MHz
   ค. 67 KHz ง. 10.7 MHz

10. ระบบ FM SCA มีความถี่ไซด์แบนด์ด้านละเท่าใด

ก. 38 KHz
ข. 19 MHz
ค. 7.5 KHz
ง. 10.7 MHz

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. (2529). *ระเบียบกรมอาชีวศึกษาว่าด้วยการบริหารสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา.

กรมอาชีวศึกษา. (2545). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2541.). *อาชีวศึกษา : ปรัชญา หลักการ และทฤษฎี*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กาญจนา คุณารักษ์. (2527). *หลักสูตรและการพัฒนา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กาญจนา บุญส่ง. (2542). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ : โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติเนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 6 รอบ.

กิติมา ปรีดีดิลก. (2532). *การบริหารและการนิเทศการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. (2536). *การวัดการวิเคราะห์การประเมินผลทางการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

โกวิท ประวาลพฤกษ์. (2542). *พัฒนาการศึกษาและแฟ้มพัฒนางาน*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2539). *รายงานการศึกษาไทย ปี 2535-2539*. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

จริยา เหนียนเฉลย. (มปป). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

เจน สงสมพันธ์. (2544). *เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ : เอดิสันเพรส โปรดักส์จำกัด.

ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2537). *นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ทัศนา แสวงศักดิ์. (2542). *กลยุทธ์สู่ความสำเร็จในการบริหารอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทัศนีย์ อรุณ. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง วัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนกับการสอนปกติ.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ธวัช วงษ์สุวรรณ์. (2535). *พื้นฐานการบริหารการงานและการอาชีวศึกษา.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตร.* กรุงเทพฯ : ธนธัชการพิมพ์.

นรินทร์ สิงห์สกุล. (2544). *การใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนช์กับการทดลองปกติในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง.* วิทยานิพนธ์. คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

นริศ มะสกุล. (2543). *การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทบทวน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์. คอ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ เสือก้อน. (2537). *การจัดทำแผนการสอนเน้นกระบวนการ.* กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

บรรจง ชูสกุลชาติ. (2531). *การจัดการศึกษากับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในการศึกษาเพื่อพลเมืองดี.* กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). *การพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* เชียงใหม่ : เชียงใหม่โรงพิมพ์แสงศิลป์.

บันลือ พฤกษะวัน. (2531). *หลักสูตรกับบูรณาการทางการสอน.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

บุญชัด เนติศักดิ์. (2540). *ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องรับวิทยุ AM /FM.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน.* กรุงเทพ : โรงพิมพ์ B & B Publishing.

บุญเลียง อบแสงทอง. (2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการพยาบาลผู้ป่วยเด็กโรคไตเนโฟรติกซินโดรม.* วิทยานิพนธ์.คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.ถ่ายเอกสาร.

ประพันธ์ พิพัฒนสุข และ วิลาวัลย์ โฉมเฉลา. (2544). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ AM -FM.* กรุงเทพฯ : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

ประไพ สิทธิวงศ์. (2535). *การบริหารงานวิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก*. กรมอาชีวศึกษา.

ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และ ครรชิต มนูญผล. (2541). *จากหลักสูตรสู่แฟ้มข้าราชการครู*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุนพับลิชชิ่ง.

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ. (2539). *เทคนิคการเขียนและผลิตตำรา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). *การบริหารงานวิชาการ*. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

----------. (2542). *การจัดและบริหารอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดีจำกัด.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. (2539). พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

พรสุข หุ่นนิรันดร์. (2534). *การพัฒนาหลักสูตรสุขศึกษา*. กรุงเทพฯ : เอ็กเพรสมีเดีย.

พริ้มเพรา คงธนะ. (2537). *รายงานการวิเคราะห์หนังสือและคู่มือวิชาการงาน การดูแลรักษาบ้าน มัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3*. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพัฒนาหนังสือกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

พิชัย เสงี่ยมจิตต์. (2541). *การบริหารความเป็นเลิศ*. (เอกสารประกอบคำสอน). อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. ถ่ายเอกสาร.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. (2535). *การสอนช่างอุตสาหกรรม วิธีสอนวิชาทฤษฎี*. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

ไพฑูรย์ แสนดี. (2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์*. วิทยานิพนธ์.คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

ไพบูลย์ พันธนิติ. (2541). *การบริหารงานวิชาการของวิทยาลัยเทคนิค ศึกษาเฉพาะกรณีวิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การบริหารการศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2538). *ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ*. กรุงเทพฯ : เจิญธรรม.

ภัทรา นิคมานนท์. (2540). *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ : ทิพยวิสุทธ์การพิมพ์.

เมธี ปิลันธนานนท์. (2533). *การบริหารการศึกษา และเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ. (2541). *เทคนิคและวิธีการสอน*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดีจำกัด.

เริงชัย จงพิพัฒนสุข. (2543). *คู่มือผู้ปกครองและครู*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.

วิชัย ดิสสระ. (2535). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ้อแกรมมี่ จำกัด.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ : สุวีริยาสานส์.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ : บริษัท แอล ที เพรส จำกัด.

วีระพงษ์ เชษฐสมบัติ. (2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องออสซิลโลสโคป.* วิทยานิพนธ์. คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

วีระพจน์ ปรีพูล. (2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานซิสเตอร์.* วิทยานิพนธ์. คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

วีรพันธ์ สิทธิพงษ์. (2540.). *ปรัชญาอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา.* กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

วุฒฐ์ พิมพ์รอด. (2543). *ผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์. วท.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคณะ. (2544). *เส้นทางก้าวหน้าของข้าราชการครู : คู่มือการจัดทำผลงานทางวิชาการ.* กรุงเทพฯ : ประดิพัทธ์การพิมพ์.

สมคิด อิสระวัฒน์. (2543). *การสอนผู้ใหญ่.* กรุงเทพฯ : จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2541). *การวัดผลการศึกษา.* กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สันต์ ธรรมบำรุง. (2527). *หลักสูตรและการบริหารหลักสูตร.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

สุชาติ กังวารจิตต์. (2538). *เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2527). *เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพ.* กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

สุเทพ ทองประดิษฐ์. (2541). *"การบริหารการศึกษา"*, เอกสารการบรรยายวิชาหลักการบริหารการศึกษา : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. อัดสำเนา.

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. (2539). *รายงานการศึกษาไทยปี 2535-2539.* กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และคณะ. (2536). *การประเมินผลแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 6(พ.ศ. 2530 – 2534) : การอาชีวศึกษา.* กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

อดุลย์ วิริยเวชกุล. (2541). *คู่มือการจัดการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา.* กรุงเทพฯ : เจริญดีการพิมพ์.

อรนุช อุทานนท์. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศ*. วิทยานิพนธ์. คอ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

อาทิตย์ จิรวัฒนผล. (2538). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

เอกวุฒิ ไกรมาก. (2541). *การสร้างคู่มือในการจัดหาและใช้ประโยชน์วิทยากรท้องถิ่นสอนวิชาช่างอุตสาหกรรม ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อำนวย เถาตระกูล. (2541). *คู่มือการเขียนแผนการสอนเพื่อนำไปสู่การประกันคุณภาพอาชีวศึกษา*. เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด.

อำภา บุญช่วย. (2537). *การบริหารงานวิชาการในโรงเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์ .

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

Nielsen, Milton Christain. (1991, April). " The Impact of Feedbact and a Second Attempt at Practice Question on Concept Learning in Computer- Assisted Instruction," *Dissertation Abstracts International.* 51(10) : 3393-A

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1
ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา

1. นายทองพูน กิ่งนาค ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างบรรหาร-แจ่มใส จังหวัดสุพรรณบุรี

2. นายประภาส คงสบาย ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสองพี่น้อง จังวัดสุพรรณบุรี

3. นายเชษฐา คงพลปาน ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (หัวหน้าคณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

4. นางเกศินี งามยิ่ง ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (หัวหน้างานหลักสูตรและอาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี

5. ดร.ปรัชญานันท์ นิลสุข ตำแหน่งหัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (อาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

รายนามผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2
ตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้

1. นายปรีชา ศรีระพงษ์ ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
2. นายยุทธนา นพดารา ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
3. นายอนุชิต อรรถานิธี ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
4. นายชัยมงคล นามเชียงใต้ ตำแหน่ง อาจารย์1 ระดับ 4 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
5. นายชาตรี จำปาศรี ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
6. นายวิชัย หงษ์ศุภางค์พันธ์ ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม
7. นายอนุรักษ์ ขันธวิธิ ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี(2) จังหวัดราชบุรี
8. นางสาวเยาวลักษณ์ บุญอู๋ ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี(2) จังหวัดราชบุรี
9. นายสุรพงษ์ ไชยเสนา ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
10. นายธีรพงษ์ เอี่ยมยัง ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5 (ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์) วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

ภาคผนวก ข.

แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 1

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

ตำแหน่ง.....

คำชี้แจง

เมื่อท่านได้พิจารณาร่างคู่มือการสอนวิชาเครื่องรับวิทยุ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรีแล้ว โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อผู้ศึกษาจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ต่อไป

ลำดับ	รายการ
1	จุดมุ่งหมายรายวิชา ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....
2	คำอธิบายรายวิชา ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....
3	การแบ่งหน่วยการเรียนมีความเหมาะสมกับระยะเวลา ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....

ลำดับ	รายการ
4	การวิเคราะห์หลักสูตรโดยการใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....
5	การจัดทำแผนการสอน จุดประสงค์การเรียนการสอน การจัดเนื้อหาการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา การแบ่งระยะเวลาในการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับผู้เรียน การเลือกใช้สื่อการสอนแต่ละบทเรียนเหมาะสมกับกิจกรรม การเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อการสอนในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม กับผู้เรียน การเลือกใช้สื่อการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา ความเหมาะสมของใบงานในแต่ละหน่วยการสอน ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....
6	การวัดผลและประเมินผลการเรียน การใช้ตารางกำหนดน้ำหนักและเกณฑ์ผ่านในการรวบรวมคะแนน วิธีการวัดผล / ประเมินผล มีความเหมาะสมกับเนื้อหา วิธีการวัดผล / ประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน วิธีการวัดผล / ประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์ ความคิดเห็น ☐ ถูกต้อง ☐ ยังไม่ถูกต้อง ☐ ควรแก้ไข ข้อเสนอแนะ..... ....

แบบสอบถามความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ของผู้เชี่ยวชาญคณะที่ 2

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....

ตำแหน่ง.....

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นต่อการนำคู่มือไปใช้ปฏิบัติจริง โดยพิจารณา เนื้อหา ภาษาที่ใช้และขั้นตอนในการดำเนินการ ใช้เกณฑ์ดังนี้

มีความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ระดับมากที่สุดทำเครื่องหมายที่ระดับ 5

มีความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ระดับมากทำเครื่องหมายที่ระดับ 4

มีความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ระดับปานกลางทำเครื่องหมายที่ระดับ 3

มีความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ระดับน้อยทำเครื่องหมายที่ระดับ 2

มีความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้ ระดับน้อยที่สุดทำเครื่องหมายที่ระดับ 1

ข้อที่	รายการ	ความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้จริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	วัตถุประสงค์ของคู่มือ					
2	ความรู้พื้นฐานในการใช้คู่มือ					
3	คำแนะนำการใช้คู่มือหรือคำอธิบาย					
4	การเรียงลำดับหัวข้อหน่วยการสอน					
5	หน่วยที่ 1 คลื่นและการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ ย่านความถี่ที่ใช้ในการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex,SSB จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
6	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
7	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
8	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
9	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					
10	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ					
11	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
12	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ					
13	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 1					
14	หน่วยที่ 2 การประกอบทดสอบและปรับแต่งเครื่องรับวิทยุด้วยเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
15	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
16	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
17	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					

ข้อที่	รายการ	ความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้จริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
18	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					
19	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
20	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 2					
21	หน่วยที่ 3 ระบบเสียงในเครื่องรับวิทยุ จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
22	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
23	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
24	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
25	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					
26	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ					
27	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
28	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ					
29	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 3					
30	หน่วยที่ 4 หลักการรับ-ส่งวิทยุ AM ,FM,FM Stereo Multiplex Single Side Band จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
31	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
32	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
33	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
34	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					

ข้อที่	รายการ	ความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้จริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
35	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
36	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 4					
37	หน่วยที่ 5 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ AM จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
38	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
39	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
40	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
41	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					
42	กิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติ					
43	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
44	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติ					
45	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 5					
46	หน่วยที่ 6 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
47	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
48	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
49	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
50	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					

ข้อที่	รายการ	ความเป็นไปได้ในการนำคู่มือไปใช้จริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
51	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
52	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 6					
53	หน่วยที่ 7 หลักการทำงานของวงจรที่ใช้ในเครื่องรับวิทยุ FM Stereo Multiplex จุดประสงค์การเรียนการสอน จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
54	คำอธิบายสาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา					
55	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา					
56	เนื้อหาสาระครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนการสอน					
57	กิจกรรมการเรียนการสอนทฤษฎี					
58	สื่อการสอนเหมาะสมกับการเรียนการสอนทฤษฎี					
59	การประเมินผลการเรียนของหน่วยที่ 7					
60	การวัดและประเมินผลการเรียน					

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นายชนินทร์ คูนาเอก
วันเดือนปีเกิด	22 มกราคม 2510
สถานที่เกิด	บ้านโพนทองน้อย อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด
ที่อยู่ปัจจุบัน	159/22 หมู่ 9 ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 6
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2526	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโพนทองวิทยายน อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2529	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคขอนแก่น
พ.ศ. 2531	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ
พ.ศ. 2537	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
พ.ศ. 2547	การศึกษามหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ