

ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A LABORATORY SET ON AMPLIFIERS
FOR VOCATIONAL EDUCATION CERTIFICATE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-ED-M-231-041

ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
A LABORATORY SET ON AMPLIFIERS
FOR VOCATIONAL EDUCATION CERTIFICATE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562
KMITL-2019-ED-M-231-041

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A LABORATORY SET ON AMPLIFIERS
FOR VOCATIONAL EDUCATION CERTIFICATE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
KMITL-2019-ED-M-231-041

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2019

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง

นักศึกษา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รหัสประจำตัว

ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย

ปริญญา

58603161

สาขาวิชา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

พ.ศ.

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

2562

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ปีการศึกษา 2561 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.28) อยู่ในระดับดีมาก และด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.30) อยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้เท่ากับ 81.58/82.83 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

Thesis Title	A Laboratory Set on Amplifiers for Vocational Education Certificate
Student	Acting Sub Lt. Phatoomma Pengwichai
Student ID.	58603161
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokpong
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof. Dr. Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop, to determine the quality and efficiency of an audio amplifiers techniques laboratory set for electronics the Vocational Certificate. Sample of the study was 15 certificate students in of Electronics at Samutprakan Polytechnic College. The tools were used for the study including an audio amplifiers circuit board, worksheets, quality evaluation form, and achievement-test form. Statistics values were used for analysis including mean (\bar{x}), standard deviation (S.D.) and the efficiency value E_1/E_2

Analysis results showed that quality of the amplifiers techniques laboratory set was in a very good level ($\bar{x} = 4.78$, S.D. = 0.28) as well as the content in worksheet ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.30). While efficiency value of the amplifiers techniques laboratory set (E_1/E_2) was 81.58/82.83 which was a bit higher than the expected value (80/80).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเหตุเพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำชี้แนะและแนะนำข้อบกพร่องต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้และคำชี้แนะต่างๆ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทุกขั้นตอน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อบรมสั่งสอน และชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตให้มีความมุ่งมั่น อดทน อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ จนกระทั่งประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณนักเรียนชั้นปีที่ 1,2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ และร่วมไปถึงเพื่อนๆ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่คอยให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ให้แก่ผู้วิจัย สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทองเลา เพ็งวิชัย คุณแม่ลำไพร เพ็งวิชัย และครอบครัวผู้เป็นที่รักคอยเป็นกำลังใจ ทั้งให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีและความรู้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ส่งผลให้เกิดประโยชน์แก่บุคคลต่างๆ รวมทั้งผู้ที่สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ปทุมมา เพ็งวิชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การศึกษารายวิชาเครื่องเสียง.....	5
2.2 วงจรเครื่องเสียงภาคต่างๆ.....	6
2.3 ความรู้เกี่ยวกับการสอนภาคปฏิบัติ.....	21
2.4 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่อง เครื่องขยายเสียงแบบ OCL.....	23
2.5 คุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่อง เครื่องขยายเสียง.....	26
2.6 ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่อง เครื่องขยายเสียง.....	27
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	31
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	32
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตร.....	47
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง.....	49
วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	51
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	55
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก.....	59
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและหนังสือราชการ.....	60
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	68
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	73
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย (p)ค่าอำนาจจำแนก (r).....	75
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
ภาคผนวก จ ใบงานทดลองชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง.....	80
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
ภาคผนวก ฉ ผลใบงานการทดลองและผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	95
วิชา เครื่องเสียง ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงหลักสูตร	
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
ประวัติผู้เขียน.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน่วยการเรียนรู้การสอนวิชาเครื่องเสียงภาคทฤษฎีและปฏิบัติ.....	6
3.1 แสดงตัวอย่างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน.....	43
4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง.....	47
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการ.....	49
ทดลอง	
4.3 แสดงคะแนนจากการทำคะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและคะแนน.....	50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง	



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพการทำงาน วงจรขยายเสียง.....	8
2.2 ภาคปริแอมพลิฟายเออร์.....	8
2.3 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์.....	9
2.4 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์.....	10
2.5 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเพต.....	11
2.6 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเพตและทรานซิสเตอร์.....	12
2.7 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบออปแอมป์.....	13
2.8 กราฟคุณสมบัติการปรับเสียงทุ้ม เสียงกลาง เสียงแหลม.....	13
2.9 วงจรแบบพาสซีฟโทนคอนโทรล (Passive Tone-Control).....	14
2.10 วงจรแอกทีฟโทนคอนโทรลปรับเสียงทุ้ม-กลาง-แหลมและกราฟคุณสมบัติ.....	15
2.11 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส A.....	16
2.12 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส B.....	16
2.13 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส AB.....	17
2.14 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส C.....	18
2.15 สัญญาณที่เกิดความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อขึ้น.....	18
2.16 วงจรขยายเสียงแบบพุช-พูลและแบบคอมพลิเมนต์ารีชนิด OTL.....	19
2.17 วงจรขยายชนิด OCL แบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์.....	20
3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง.....	40
วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์	
3.2 การสร้างใบงานการทดลอง ชุดทดลองปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง.....	42
วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์	
3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองปฏิบัติการ	44
เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์	
3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษา ที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกโอกาส ทุกเวลา ทุกสถานที่ อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม โดยต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สำหรับการจัดการเรียนรู้นั้น ต้องยึดหลักการที่ว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการแสวงหาความรู้โดยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สำหรับผู้สอนนั้นมีหน้าที่ให้คำแนะนำ และจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถประเมินความก้าวหน้ากับพัฒนาการของตนเองได้ (มณฑรา, 2554) แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนแต่ละคนก็มีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ตามเหตุปัจจัยของผู้เรียนแต่ละคนอันได้แก่ พื้นความรู้เดิม ความสนใจ ประสบการณ์ ระดับสติปัญญา แบบแผนการเรียนรู้ ซึ่งถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ (ทิตนา, 2556)

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีแบบแผนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน หากผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบแผนการเรียนรู้ของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด และหากผู้เรียนทราบว่าตนเองมีแบบแผนการเรียนรู้แบบใด จะสามารถแสวงหาวิธีการเรียนรู้ที่จะทำใหตนเองเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นุสร, 2557) นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยสนับสนุนว่า หากผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบแผนการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้วนั้นผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจและมีแรงจูงใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (เสาวภา, 2554)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จึงได้กำหนดหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยในหมวดวิชาชีพพื้นฐาน กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105 -2008 จำนวน 4 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต ให้นักเรียนสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เนื่องจากเครื่องขยายเสียงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญในการกระจายเสียงของข้อมูลข่าวสาร ความบันเทิง และสาระความรู้ต่างๆ อีกทั้งการจัดการศึกษาช่างอุตสาหกรรมด้วยการสอนแบบทดลอง (Laboratory Instruction) เป็นกรรมวิธีสำคัญของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ทำให้มีความรู้ใน

ศาสตร์อย่างแท้จริง มีสติปัญญาและไหวพริบสูง พัฒนากิจนิสัยที่ดีของช่าง และเสริมสร้างทัศนคติที่ดีต่องาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่า วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาได้ คือการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง นั่นคือ การพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นขึ้น ทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาด้านผู้เรียน ด้านการสอนภาคปฏิบัติ และด้านสื่อการสอน และยังสามารถดำเนินการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทดลองฝึกปฏิบัติจริง โดยใช้ชุดปฏิบัติการที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ มีวงจรและเครื่องมือรองรับตามเนื้อหาของการปฏิบัติ ลดเวลาการเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.50$)
2. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของ วิลลภ จันทร์ตระกูล (2543:110 -128) และขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 : การกำหนดเนื้อหา และวัตถุประสงค์
- ขั้นตอนที่ 2 : การออกแบบ และสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน
- ขั้นตอนที่ 3 : การวิเคราะห์ และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์
- ขั้นตอนที่ 4 : การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 : การหาประสิทธิภาพ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องเสียง รหัสวิชา 2105 -2008 จำนวน 20 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนใน รายวิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105 -2008 จำนวน 15 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

1.5.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่พัฒนาขึ้น

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเครื่องขยายเสียง ที่เรียนด้วยชุด ปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่พัฒนาขึ้น

1.5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาและขอบเขตด้านสื่อ

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 2105 -2008 มีเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขางาน อิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2556 โดยมีเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ย่อย จำนวน 4 หน่วย ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 ภาคปริแอมพลิฟายเออร์

หน่วยที่ 2 ภาคโทนคอนโทรล

หน่วยที่ 3 ภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 4 เครื่องขยายเสียงแบบอินทิเกรตแอมพลิฟายเออร์

2. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 2105 -2008 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2556 โดยมีใบงาน จำนวน 4 ใบงาน ประกอบด้วย

ใบงานที่ 1 วงจรภาคปริแอมพลิฟายเออร์ (PRE- AMPLIFIER)

ใบงานที่ 2 วงจรภาคโทนคอนโทรล (TONE CONTROL)

ใบงานที่ 3 วงจรภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์

(OCL MAIN AMPLIFIER)

ใบงานที่ 4 วงจรเครื่องขยายเสียงแบบอินทิเกรตแอมพลิฟายเออร์

(INTEGRATED AMPLIFIER)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของคำที่ใช้ในงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หมายถึง ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ประกอบด้วย บอร์ดภาคปริแอมพลิฟายเออร์ บอร์ดภาคโทนคอนโทรล บอร์ดภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์ บอร์ดเครื่องขยายเสียงแบบอินทิเกรตแอมพลิฟายเออร์

2. ใบบางการทดลอง หมายถึง เอกสารแนะนำการปฏิบัติสำหรับชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ คือ ชื่อใบบาง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ทฤษฎีเบื้องต้น ขั้นตอนและกิจกรรมการปฏิบัติ การบันทึกผลการทดลอง สรุปผล คำถามท้ายการทดลอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของระดับคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบประเมินผลการปฏิบัติเชิงกระบวนการ ได้จากการปฏิบัติใบบางการทดลองที่ 1-4 ที่ผู้วิจัยทำขึ้น

4. แบบทดสอบหลังการทดลองแต่ละใบบาง หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละใบบางการทดลอง เพื่อใช้ทดสอบหลังการเรียนปฏิบัติแต่ละใบบางการทดลอง

5. คุณภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ผลของระดับการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สร้างขึ้นโดยวัดจากประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งระดับความเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และ ควรปรับปรุง

6. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หมายถึง ผลของชุดปฏิบัติการ ที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการปฏิบัติทดลองในใบบางทั้งหมด 4 ใบบาง ระหว่างการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังปฏิบัติการทดลองครบ 4 ใบบางตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 โดยที่

80 ตัวแรก คือ ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบใบบางและแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

80 ตัวหลัง คือ ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

7. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขา อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ

8. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และ วงจรเครื่องขยายเสียง หรือผู้ที่ทำหน้าที่สอนเกี่ยวกับวงจรเครื่องเสียงหรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือทำการสอนวิชาวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรเครื่องขยายเสียง และมีวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

- 2.1 การศึกษารายวิชาเครื่องเสียง
- 2.2 วงจรเครื่องเสียงภาคต่างๆ
- 2.3 ความรู้เกี่ยวกับการสอนภาคปฏิบัติ
- 2.4 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการเครื่องขยายเสียง
- 2.5 คุณภาพชุดทดลองปฏิบัติการวงจรเครื่องขยายเสียง
- 2.6 ประสิทธิภาพชุดทดลองปฏิบัติการวงจรเครื่องขยายเสียง
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษารายวิชาเครื่องเสียง

วิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ ในเครื่องขยายเสียง
2. มีทักษะเกี่ยวกับการประกอบวงจรเครื่องขยายเสียงแบบต่าง ๆ
3. มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัด และทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง
4. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย

2.1.2 สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องเสียง
2. ประกอบ ทดสอบ ปรับแต่งและใช้งานวงจรเครื่องเสียง

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับสัญญาณเสียง บล็อกไดอะแกรมของเครื่องขยายเสียง วงจรขยายเสียงคลาส A, AB, B, C และ D วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าและวงจรกลับเฟต วงจรขยายกำลังแบบ OT, OTL, OCL และวงจรขยายไดเร็กต์คัปปลิง วงจรลิมิตเตอร์ วงจรป้องกันกลับโตนคอนโทรล ปรีแอมพลิฟายเออร์ มิกเซอร์ วงจรเครื่องขยายเสียงแบบโมโน สเตอริโอ วงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์ค วงจรป้องกันลำโพง อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง ลำโพง ไมโครโฟน สายสัญญาณ แมตซ์แบบ Balance และแบบ Unbalance ปลั๊กแจ๊ค การประกอบ ทดสอบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับแต่งวงจรเครื่องขยายเสียง การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรและอุปกรณ์เครื่องเสียง หลักการบันทึกเสียงบนแถบเทปและ CD เพื่อหาคุณลักษณะการตอบสนองความถี่กำลังวัตต์ ค่าอิมพีแดนซ์และค่าอื่นๆ การต่อเครื่องขยายเสียงกับระบบอื่นๆ (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 เล่มที่ 1:16)

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนการสอนวิชาเครื่องเสียงภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

หน่วยที่	ครั้งที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	1	เสียงและการได้ยินเสียง	4
2	2	ระบบการทำงานของเครื่องเสียง	4
3	3	วงจรแหล่งจ่ายกำลัง	4
4	4-5	วงจรขยายแรงดันและวงจรกลับเฟส	8
5	6-7	วงจรขยายกำลังด้วยทรานซิสเตอร์	8
6	8-9	วงจรขยายกำลังด้วยเพดและไอซี	8
7	10	วงจรขยายไตรีคค์บลิ้ง วงจรลิมิตเตอร์และวงจรป้องกันกลับ	4
8	11-12	ปริแอมพลิฟายเออร์และมิกเซอร์	8
9	13	โทนคอนโทรลและกราฟิกอีควอไลเซอร์	4
10	14-15	เครื่องขยายเสียงโมโนและสเตอริโอ	8
11	16	วงจรช่วยแยกเสียงทึมแหลมและวงจรป้องกันลำโพง	4
12	17-18	การประกอบและทดสอบวงจรเครื่องขยายเสียง	8
		รวม	72

2.2 วงจรเครื่องเสียงภาคต่างๆ

วงจรเครื่องขยายเสียง เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหารายวิชาเครื่องเสียง 2104-2205 เป็นการเรียนการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 2 หน่วยกิต เกี่ยวกับบล็อกไดอะแกรมของเครื่องเสียง วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าและขยายกำลัง วงจรโทนคอนโทรล ปริแอมพลิฟายเออร์มีเซอร์ วงจรเครื่องขยายเสียงโมโน สเตอริโอ (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556. เล่มที่ 1 :16)

ผู้วิจัยได้ใช้เรื่อง การประกอบและทดสอบวงจรเครื่องขยายเสียง มีใบงานการทดลองวงจรเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ จำนวน 4 ใบงาน ใช้เวลาในการเรียน 32 ชั่วโมง

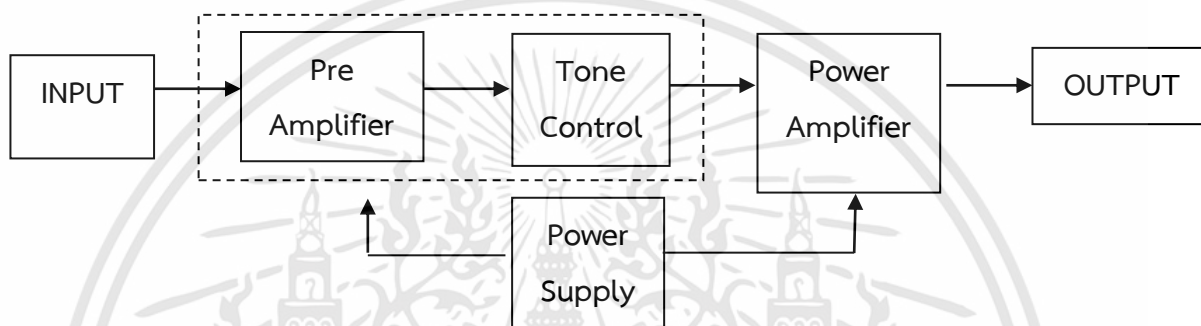
การศึกษาและการปฏิบัติเกี่ยวกับวงจรเครื่องเสียง เป็นเรื่องพื้นฐานเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับผู้เรียนในสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ที่เกี่ยวข้องกับกับงานระบบเครื่องเสียงต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความสามารถให้สูงขึ้น จนถึงระดับวิศวกรรมเครื่องเสียง การเรียนต้องเริ่มต้นจากความรู้อย่างดี ความเข้าใจ ทักษะการปฏิบัติงานและการวิเคราะห์เกี่ยวกับวงจรเครื่องขยายเสียง คือ วงจรขยายสัญญาณเสียง วงจรขยายเบื้องต้น วงจรปรับแต่งเสียง การตรวจสอบและการวิเคราะห์ตรวจสอบ ตลอดจนวิธีแก้ปัญหาต่างๆ ได้ วงจรเครื่องเสียงขยายเครื่องเสียงประกอบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกพาสซีฟ (Passive Device) และแอพทีฟ (Active Device) เพื่อให้วงจรสามารถขยายสัญญาณย่านความถี่เสียง คือ ย่านความถี่ 20 Hz - 20,000 Hz ให้มีขนาดความแรงของสัญญาณขึ้นโดยมามีผิดเพี้ยน วงจรภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียงประกอบไปด้วย

1. วงจรภาคปริแอมพลิฟายเออร์ (Pre-Amplifier)
2. วงจรภาคโทนคอนโทรล (Tone-Control)
3. วงจรภาคขับสัญญาณและขยายกำลังขยายเสียง (Driver-Power Amplifier)

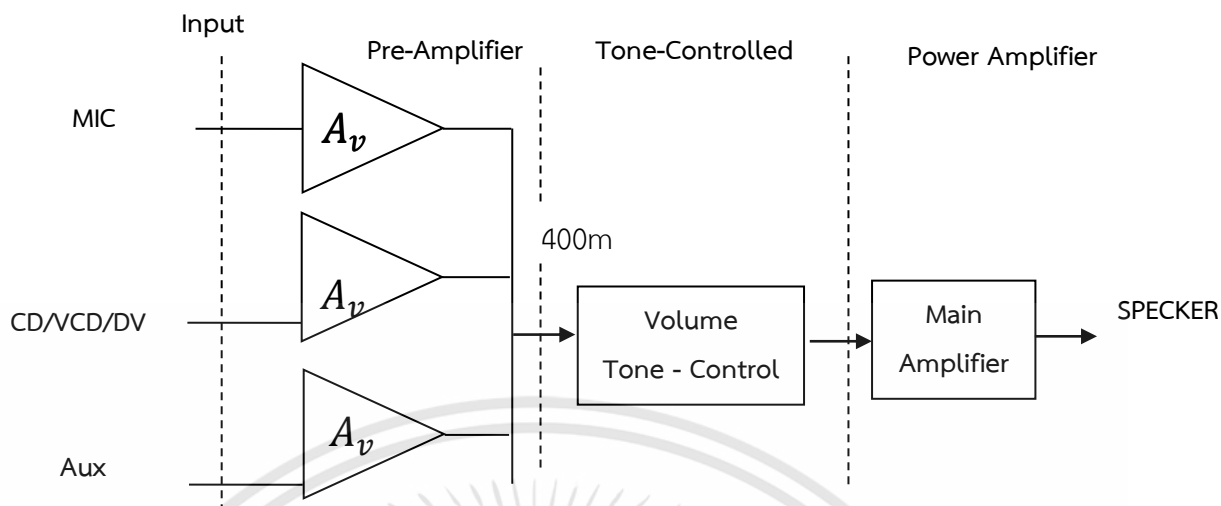
แผนภาพการทำงานของเครื่องขยายเสียง สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภาพการทำงานของ วงจรขยายเสียง

1. วงจรภาคปริแอมพลิฟายเออร์

สัญญาณเสียงที่ถูกส่งมาจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ จะมีความแรงของสัญญาณแตกต่างกัน เช่น ไมโครโฟนชนิด อิมพีแดนซ์ ให้มีความแรงของสัญญาณเสียงออกมาประมาณ 350 μV จูนเนอร์วิทยุ AM, FM ให้ความแรงสัญญาณเสียงประมาณ 250 mV และเครื่องเล่น CD ให้ความแรงสัญญาณประมาณ 400 mV การที่แหล่งกำเนิดสัญญาณเสียงมีระดับสัญญาณจ่ายออกมาแตกต่างกัน เป็นปัญหาคือ ถ้านำไปขยายโดยตรงจะทำให้กำลังขยายที่ได้มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นต้องใช้ วงจรขยายขั้นต้นที่มีระดับความแรงที่ใกล้เคียงกันโดยไม่ผิดเพี้ยนก่อนที่ส่งไปยังภาคอื่น เพื่อทำการปรับแต่งหรือขยายสัญญาณต่อไป ลักษณะของปริแอมพลิฟายเออร์ แสดงดังภาพที่ 2.2



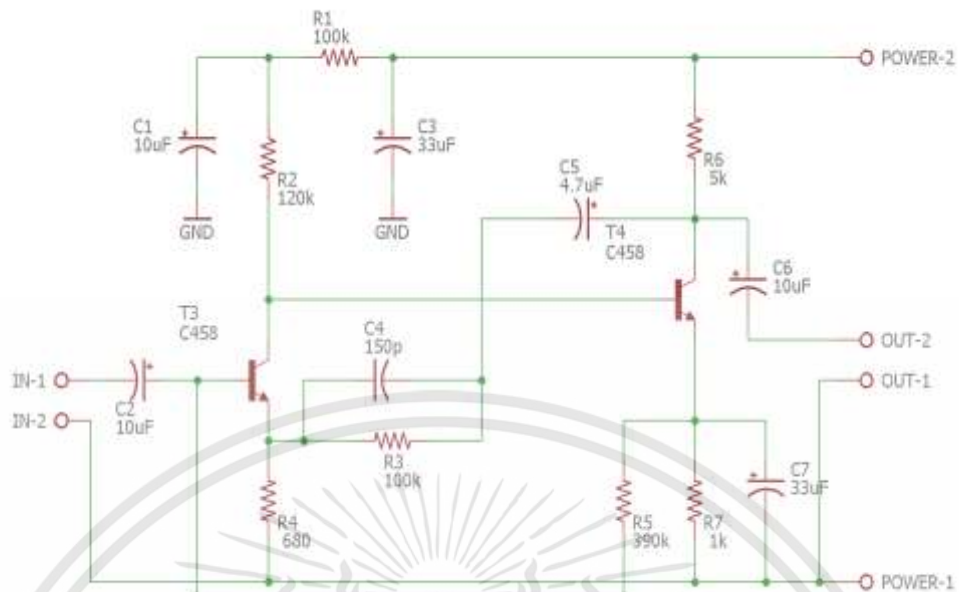
ภาพที่ 2.2 ภาคปริแอมพลิฟายเออร์

จากภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าระดับสัญญาณที่มีความแตกต่างกันจะถูกขยายโดยปริแอมพลิฟายเออร์ เพื่อให้ระดับสัญญาณที่มีความแรงใกล้เคียงกัน หรือเท่ากันก่อนที่จะส่งต่อไปภาคต่อไป วงจรปริแอมพลิฟายเออร์ บางวงจรอาจต่อเพิ่มอควอไลเซอร์เข้าไปด้วย เพื่อช่วยชดเชยการสูญเสียความถี่ ให้มีความแรงมากขึ้น หรือลดทอนความถี่บางความถี่ ที่มีความแรงมากเกินไป ตลอดจนช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนทิ้งไป

วงจรปริแอมพลิฟายเออร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 รูปแบบตามชนิดของอุปกรณ์ที่นำมาทำหน้าที่เป็นตัวขยายในวงจร

- 1.1 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์ (Transistor Pre-Amplifier)
- 1.2 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟต (FET Pre-Amplifier)
- 1.3 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟตและทรานซิสเตอร์ (FET Transistor Pre-Amplifier)
- 1.4 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบไอซีออปแอมป์ (IC Op-Amp Pre Amplifier)

1.1 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้นตามที่ต้องการ เพื่อให้สัญญาณอยู่ในระดับที่ดีพอที่จะส่งต่อไปยังภาคต่อไป แสดงในภาพที่ 2.3 คือเป็นวงจรขยายสำหรับไมโครโฟน



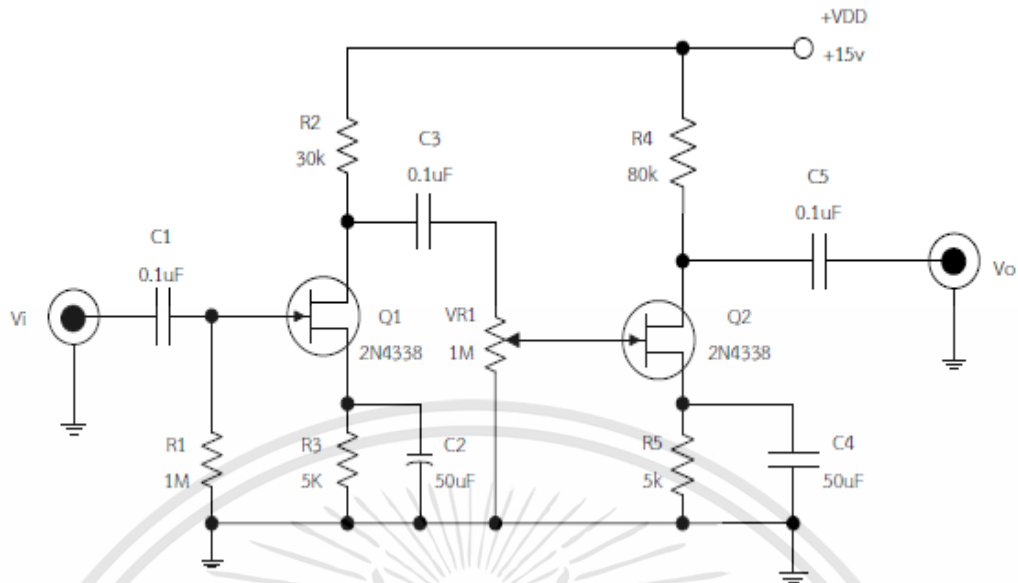
ภาพที่ 2.3 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์

ภาพที่ 2.3 ทรานซิสเตอร์ TR ต่อในลักษณะวงจรรขยายแบบคอมมอนคอลเล็กเตอร์ หรือ อิมิตเตอร์โฟลโลเวอร์ ทำให้วงจรมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำ อัตราการขยายแรงดันไม่เกิน 1 แต่ให้อัตราการขยายกระแสสูง เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างอิมพีแดนซ์ทางอินพุตและเอาต์พุตสูงมาก จึงสามารถใช้ทำหน้าที่แยกวงจร หรือ บัฟเฟอร์ (Buffer) และอิมพีแดนซ์แมตชิ่ง ได้เป็นอย่างดี

1.2 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟต (FET Pre-Amplifier)

เฟตถือว่าเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมนำมาใช้ในวงจรปริแอมพลิฟายเออร์ ด้วยข้อดีของเฟตมีหลายข้อ เช่น มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง มีอัตราการขยายสูง สัญญาณรบกวนต่ำ อุณหภูมิมีต่อเฟตน้อย และต่อขยายสัญญาณแบบหลายภาคได้ดี ดังนั้นจึงเห็นว่าเฟตถูกนำมาใช้งานวงจรรขยายแบบต่างๆ มากมาย

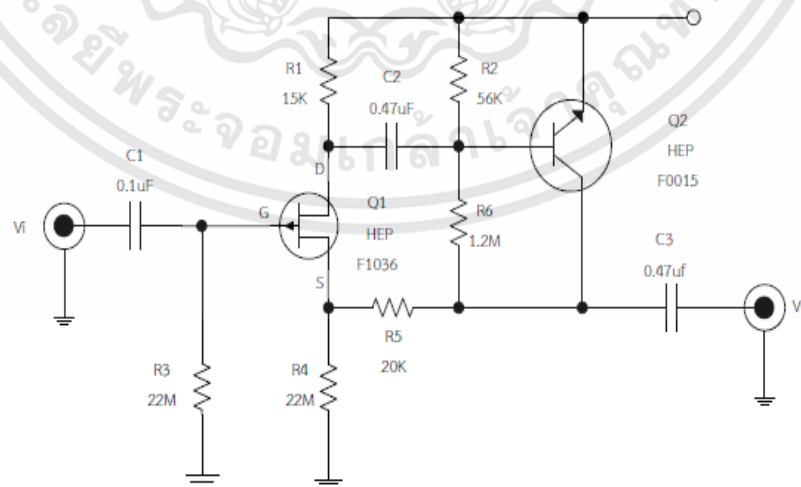
วงจรรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟต แสดงไว้ดังภาพที่ 2.4 ลักษณะวงจรรขยายแบบเฟตจะมีอินพุตอิมพีแดนซ์ สูง ใช้ RC คัปปลิ่ง ใช้เฟตขยายสัญญาณ 2 ตัว มีอัตราการขยายแรงดันสูง ประมาณ 1,000 เท่า เมื่อปรับ VR1 ที่ตำแหน่งสูงสุด ให้แรงดันออกเอาต์พุตไม่มีผิดเพี้ยนสูงถึง 4 Vrms ตอบสนอง ความถี่ตั้งแต่ 50 Hz ถึง 50 kHz



ภาพที่ 2.4 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟต

จากวงจรในภาพที่ 2.4 เฟตทุกตัวถูกจัดวงจรขยายเป็นคลาส A โดยวงจรจะทำงานตลอดเวลาแม้ว่าไม่มีสัญญาณจ่ายเข้ามาก็ตาม เมื่อมีสัญญาณเสียงป้อนเข้ามาที่ V_i ผ่าน C_1 ไปให้ขา G ของ Q1 ตัว Q1 จะขยายสัญญาณทั้งซีกบวกและซีกลบออกขา D ไปตกคร่อม R_2 มากขึ้น แบบไม่ผิดเพี้ยน สัญญาณเสียงถูกส่งผ่าน C_3 มาตกคร่อม VR_1 ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามต้องการส่งสัญญาณเสียงที่ได้ไปให้ Q2 ขยายสัญญาณเสียงให้แรงขึ้นอีกแบบไม่ผิดเพี้ยนออกขา D ไปตกคร่อม R_4 ส่งต่อออกเอาต์พุต V_o โดย C_5

1.3 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟตและทรานซิสเตอร์ (FET Transistor Pre-Amplifier)



ภาพที่ 2.5 วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบเฟตและทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

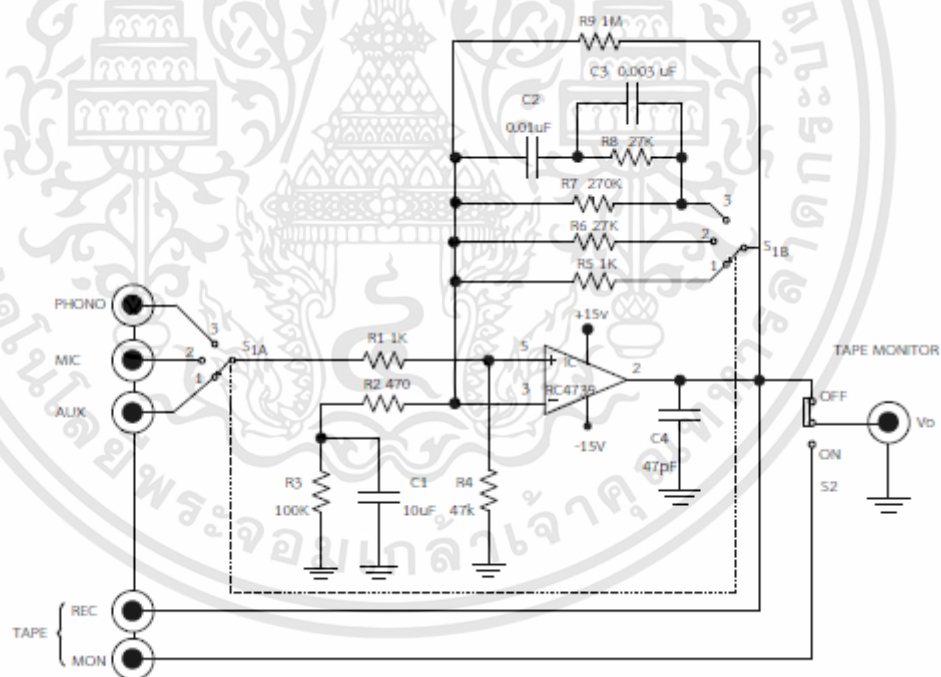
การต่อวงจรรวมระหว่างและทรานซิสเตอร์ในวงจรขยายสัญญาณเสียง ก็เป็นวงจรที่นิยมใช้กันมาก นิยมให้เฟตเป็นวงจรขยายเสียงภาคแรกเพื่อนำให้เกิดอินพุตอิมพีแดนซ์สูงและใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขยายเสียงภาคหลังก่อนออกเอาต์พุต เพื่อต้องการให้เอาต์พุตต่ำลงลักษณะวงจรปรีแอมพลิฟายเออร์แบบเฟตและทรานซิสเตอร์แสดงดังภาพที่ 2.5

จากภาพที่ 2.5 แสดงวงจรปรีแอมพลิฟายเออร์แบบเฟตและทรานซิสเตอร์ ต่อวงจรเป็นลักษณะไฮบริดปรีแอมพลิฟายเออร์ (Hybrid Pre-Amplifier) ใช้ JFET ชนิด P-Channel เป็นวงจรขยายภาคอินพุตอิมพีแดนซ์ต่ำสามารถป้อนสัญญาณเสียงอินพุตได้แรงที่สุดที่เอาต์พุตไม่ผิดเพี้ยนประมาณ 45 Vrms มีอัตราการขยายแรงดันประมาณ 50 เท่า ตอบสนองความถี่ได้กว้างตั้งแต่ 10Hz ถึง 100 kHz

1.4 วงจรปรีแอมพลิฟายเออร์แบบออปแอมป์ (IC Op-Amp Pre-Amplifier)

ออปแอมป์เป็น IC แบบแอนาล็อกใช้งานได้ดีในวงจรขยายสัญญาณที่ใช้อัตราขยายกำลังไม่สูง ให้ประสิทธิภาพของการขยายดีมาก มีสัญญาณรบกวนต่ำ การต่อวงจรไม่ยุ่งยาก ทำให้ IC ออปแอมป์เป็นที่นิยมใช้งานในวงจรปรีแอมพลิฟายเออร์

จากวงจรในภาพที่ 2.6 เป็นวงจรปรีแอมพลิฟายเออร์แบบออปแอมป์อีกแบบหนึ่ง ที่มีหลายอินพุตประกอบด้วยโฟโน (Phono) ใช้ป้อนอินพุตจำพวกเครื่องเล่นแผ่นเสียง อินพุตไมโครโฟน (MIC)



ภาพที่ 2.6 วงจรปรีแอมพลิฟายเออร์แบบออปแอมป์

ใช้รองรับสัญญาณจากไมโครโฟนต่าง ๆ เช่น ไดนามิกไมโครโฟน อินพุตออกซีเลอรี (AUX) ใช้ป้อนอินพุตจำพวกมีความแรงของสัญญาณเสียงค่อนข้างสูง เช่น จูนเนอร์ เครื่องเสียง CD และอินพุตเครื่องเล่นเทป (Tape) สามารถเลือกตำแหน่งการทำงานเทปได้ 2 สภาวะคือ สภาวะบันทึกเทป (REC) หรือสภาวะเล่นเทป (MON) โดยเลือกที่สวิตช์ (Tape Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรภาคโทนคอนโทรล (Tone-Control Circuits)

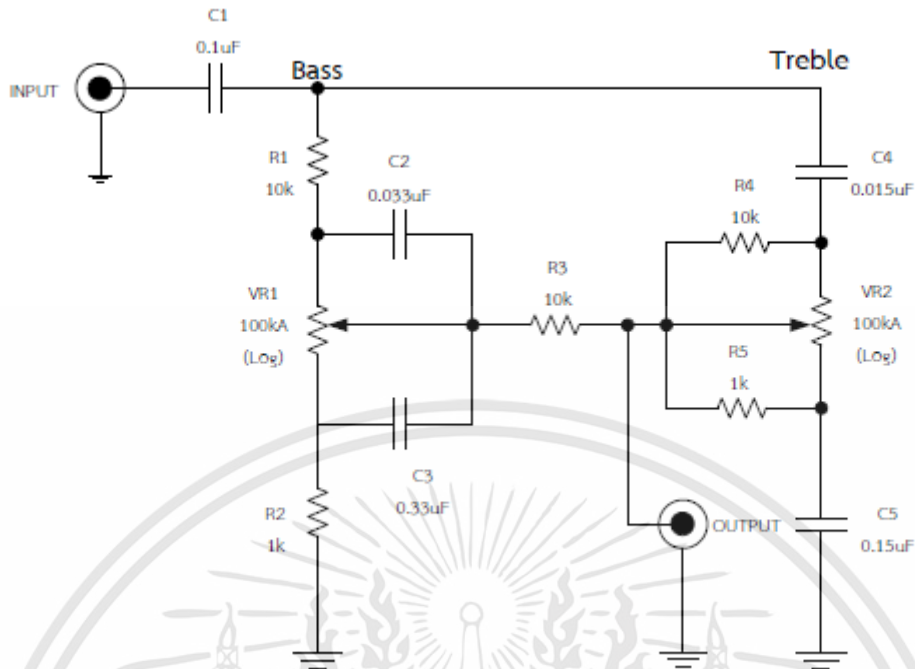
ภาคปรับแต่งเสียงหรือโทนคอนโทรลถือเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของเครื่องขยายเสียง โดยทำหน้าที่ปรับลดเสียงทุ้ม เสียงกลาง และเสียงแหลม ที่ผ่านเข้ามา เหตุที่โทนคอนโทรลมีบทบาทสำคัญต่อการปรับเสียงเพราะความพอใจหรือรสนิยมของการฟังแต่ละคนแตกต่างกัน เช่น บางคนชอบฟังเพลงเสียงทุ้มมาก บางคนชอบเสียงแหลม บางคนชอบฟังเสียงราบเรียบ (Flat) เป็นต้น ความแตกต่างกันและความหลากหลายนี้เองจึงมีการใช้วงจรโทนคอนโทรลช่วยในวงจรเครื่องขยายเสียง คุณสมบัติที่สำคัญของภาคโทนคอนโทรลคือต้องขยายเสียง หรือสามารถยกระดับเสียงในความถี่ที่ต้องการออกมา โดยไม่ทำให้ความถี่เสียงที่ผ่านภาคโทนคอนโทรลนี้เปลี่ยนแปลงไปหรือทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ขึ้นมา ปกติเครื่องขยายเสียงนิยมใช้โทนคอนโทรลที่มีปุ่มปรับ 2 ปุ่ม คือ ปรับเสียงทุ้มหรือเสียงเบส (Bass) และปุ่มเสียงแหลมหรือปุ่มทริปเปิล (Treble) ในเครื่องเสียงบางรุ่นอาจ มีปรับเสียงกลาง (Middle) ได้ด้วยเพื่อให้การปรับมีความละเอียดเพิ่มขึ้น วงจรปรับแต่งเสียงเช่นนี้ต้องให้กระแสเชิงไฟตรงไหลผ่านปุ่มเหล่านี้ในปริมาณน้อย ๆ เพื่อมิให้เกิดรอยสัสนเนื่องมาจากการปรับหมุนปุ่มปรับ ดังนั้นวงจรเหล่านี้ก็เหมือนเป็นวงจรฟิลเตอร์ปุ่มปรับเสียงทุ้มเปรียบเหมือนวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) ปุ่มปรับเสียงแหลม เปรียบเหมือนวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (Band Pass Filter) ลักษณะกราฟคุณสมบัติการกรองแสดงดังรูป

วงจรโทนคอนโทรลที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบบพาสซีฟโทนคอนโทรล (Passive Tone Control) และแบบแอคทีฟโทนคอนโทรล (Active Tone Control)

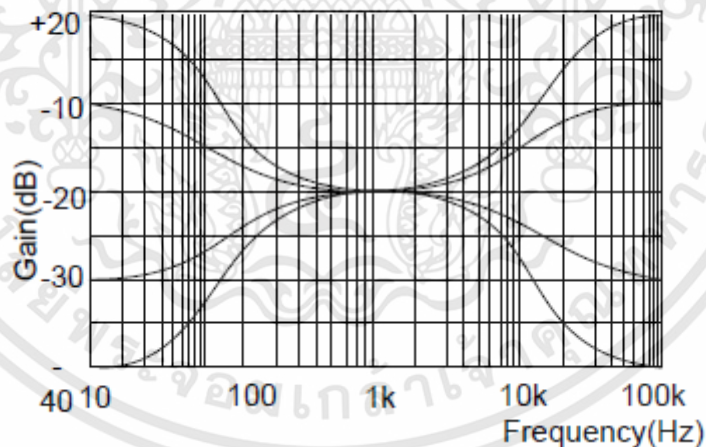


ภาพที่ 2.7 กราฟคุณสมบัติการปรับเสียงทุ้ม เสียงกลาง เสียงแหลม

2.1 วงจรแบบพาสซีฟโทนคอนโทรล (Passive Tone-Control) วงจรพาสซีฟโทนคอนโทรล คือวงจรปรับแต่งเสียงทุ้มแหลมที่ใช้อุปกรณ์ประกอบรวมวงจร เป็นชนิดพาสซีฟหรือชนิดกรองผ่านโดยตรง ไม่มีการเพิ่มการขยายสัญญาณ อุปกรณ์ที่นิยมมา ใช้ประกอบในวงจรได้แก่ตัวต้านทาน (Resistors) และตัวเก็บประจุ (Capacitors) ลักษณะการควบคุมเป็นแบบกรองผ่านโดยตรง และลดทอนความแรงให้น้อยลง



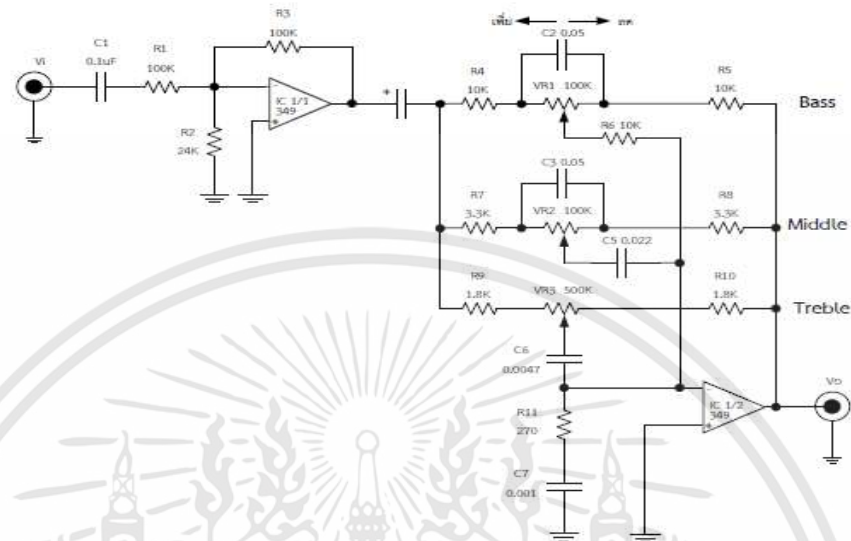
ภาพที่ 2.8 วงจรแบบพาสซีฟโทนคอนโทรล (Passive Tone-Control)



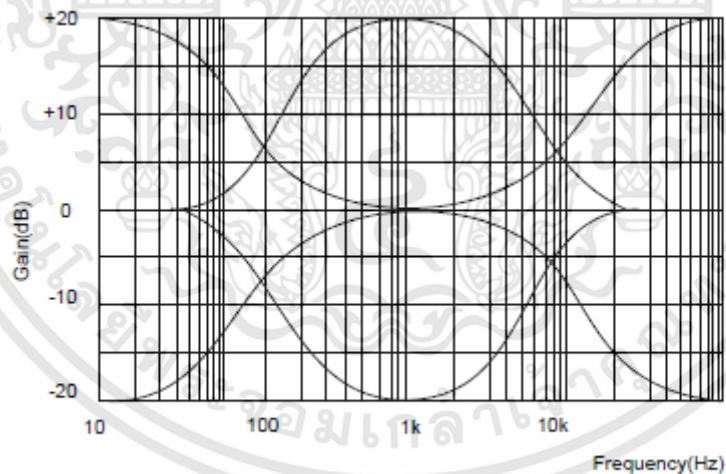
ภาพที่ 2.9 วงจรแบบพาสซีฟโทนคอนโทรล (Passive Tone-Control)

2.2 วงจรแบบแอกทีฟโทนคอนโทรล (Active Tone-Control) วงจรแอกทีฟโทนคอนโทรลคือวงจร โทนปรับเสียงทุ้มแหลม ที่ใช้อุปกรณ์ประกอบรวมใจ วงจรชนิดแอกทีฟหรืออุปกรณ์ชนิดที่สามารถขยายสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์ที่นิยมนำมาใช้ทำ เป็นวงจรขยายได้แก่ ทรานซิสเตอร์ เฟต และออปแอมป์ สัญญาณเสียงทุ้มแหลมที่ผ่านวงจรแอกทีฟโทนปรับเสียงทุ้มแหลม ภาพที่ 2.10 ส่วนปรับเสียงทุ้มหรือ Bass ที่ R1, R2 VR1 และ C1 ส่วนปรับเสียงแหลมหรือ Treble มี R3, VR2 และ C2 ส่วนสุดท้ายเป็นออปแอมป์ IC1 ทำการขยายแบบกลับเฟสอัตราขยายของออปแอมป์อยู่ที่ส่วนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้อนกลับที่เป็นวงจรปรับเสียงทุ้มแหลม การปรับ VR1, VR2 ของวงจรปรับเสียงทุ้มแหลม มีผลให้ค่าความต้านทานของวงจรป้อนกลับเปลี่ยนแปลง ทำให้อัตราการขยายความถี่เสียงออปแอมป์เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการปรับแต่งวงจรโทนปรับเสียงทุ้มแหลม



ภาพที่ 2.10 วงจรแอกติฟโทรลคอนโทรลปรับเสียงทุ้ม-กลาง-แหลมและกราฟคุณสมบัติ



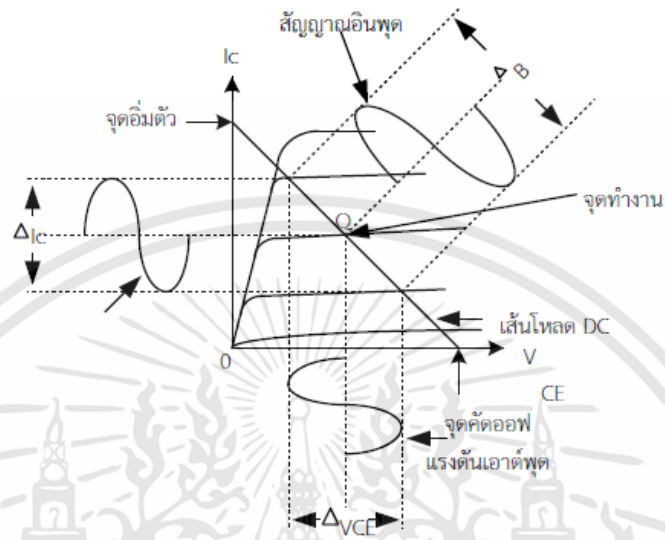
ภาพที่ 2.10 (ต่อ) วงจรแอกติฟโทรลคอนโทรลปรับเสียงทุ้ม-กลาง-แหลมและกราฟคุณสมบัติ

3. วงจรภาคขับสัญญาณและขยายกำลังเสียง (Driver-Power Amplifier)

เครื่องขยายเสียงมีหน้าที่หลักคือ ขยายสัญญาณเสียงให้มีความแรงมากขึ้น โดยเสียงที่ถูกขยายออกมาต้องมีคุณภาพ ที่ไม่ผิดเพี้ยน และไม่เกิดสัญญาณรบกวน การจัดรูปแบบของวงจรขยายเสียงแบ่งออกเป็นคลาส (Class) ต่าง ๆ โดยเป็นการกำหนดจากจุดการทำงาน (Operating Point) ของวงจรขยาย การเลือกให้ทำงานคลาสดังนั้นต้องเลือกให้เหมาะสม คลาสการ

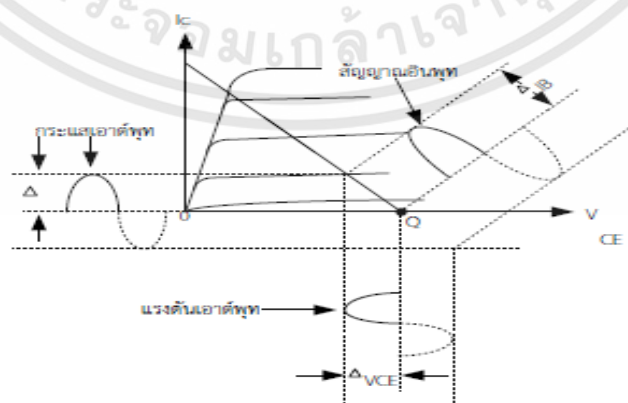
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายพื้นฐานของวงจรขยายเสียงสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 คลาส คือ คลาส A (Class A), คลาส B (Class B), คลาส C (Class C) และ คลาส AB (Class AB) สำหรับกราฟการทำงานของวงจรจัดวงจรขยายในคลาสต่าง ๆ แสดงดังภาพ



ภาพที่ 2.11 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส A

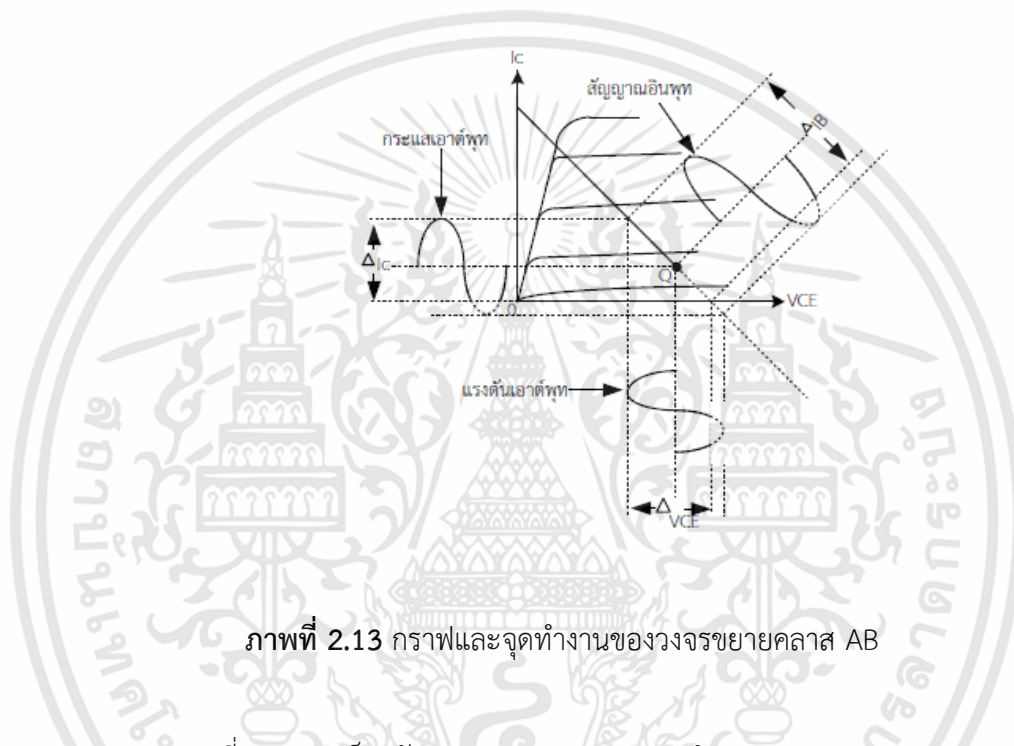
จากภาพที่ 2.11 เป็นลักษณะของกราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส A (Class A Amplifier) โดยจุดทำงานของคลาสนี้อยู่กึ่งกลางของเส้นโหลดไลน์พอดิ เพื่อให้สัญญาณอินพุตขยายได้ทั้งช่วงบวกและช่วงลบเท่าๆ กัน แต่อย่างไรก็ตามอัตราการขยายของวงจรต่ำ เพราะถ้าสัญญาณอินพุตมีความแรงเกินไปอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์มีการอิมิตัวและคัทออฟได้ สัญญาณที่ออกมาจึงถูกขลิบเมื่ออินพุตแรงเกินพิกัด ในการออกแบบนั้นจะออกแบบให้แรงเคลื่อนแบบให้ระหว่าง คลอเล็กเตอร์ - อิมิตเตอร์ เท่ากับครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่าย จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานแล้วสัญญาณสามารถสวิงไปทางบวกและทางลบได้เท่าๆ กัน



ภาพที่ 2.12 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

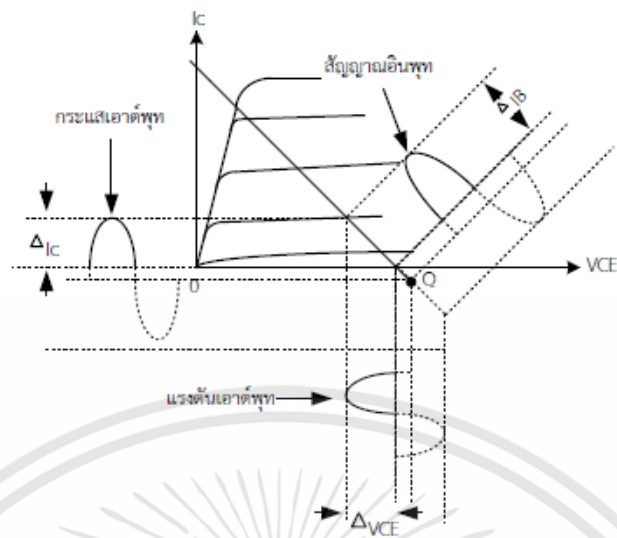
จากภาพที่ 2.12 แสดงถึงลักษณะของกราฟและจุดทำงานของวงจรคลาส B (Class B Amplifier) ซึ่งจุดทำงานของคลาสนี้จะอยู่ตรงตำแหน่งคัทออฟพอดี สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตจึงถูกขยายมาเพียงเฟสเดียว อีกเฟสหนึ่งถูกตัดทิ้ง เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขยายได้เฉพาะเฟตบวกอย่างเดียว ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ขยายได้เฉพาะเฟสลบเพียงอย่างเดียว เอาต์พุต ที่ออกมาจึงเพี้ยนมากแต่สามารถขยายสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ได้ จึงนิยมใช้กับวงจรขยายกำลังหรือระบบพีเอ เพื่อลดปัญหาการผิดเพี้ยนของสัญญาณจึงใช้วงจรขยายแบบ พูช-พูล (Push-Pull) โดยใช้ทรานซิสเตอร์สองตัวทำงานร่วมกัน ให้ผลัดกันทำงานคนละเฟต



ภาพที่ 2.13 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส AB

จากภาพที่ 2.13 เป็นลักษณะกราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส AB (Class AB Amplifier) ซึ่งมีจุดทำงานอยู่ระหว่างคลาส A และคลาส B สัญญาณจะถูกขยาย ขนาดของสัญญาณเมื่อขยายออกมาจึงอยู่ระหว่างคลาส A และคลาส B เหมาะสำหรับวงจรขยายกำลัง (Power Amp) ซึ่งเวลาทำงานต้องใช้ทรานซิสเตอร์สองตัวทำงานร่วมกันจึงจะได้คุณภาพดี

ส่วนในภาพที่ 2.14 กราฟและจุดการทำงานของวงจรขยายคลาส C (Class C Amplifier) จุดทำงานของคลาสนี้ตั้งไว้เลยจุดคัทออฟไปโดยอยู่ต่ำกว่าคลาส B สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตจะต้องมีความแรงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์เข้าสู่กระแส (Conduct) ก่อนทรานซิสเตอร์จึงจะทำงาน วงจรขยายคลาสนี้จึงจะทำงาน วงจรขยายคลาสนี้จึงขยายได้เพียงปลายคลื่นของสัญญาณเพียงเฟสเดียวเท่านั้น ก่อให้เกิดความเพี้ยนสูงที่สุด จึงไม่เหมาะสำหรับงานย่านความถี่เสียง แต่จะถูกใช้งาน วงจรวิทยุ

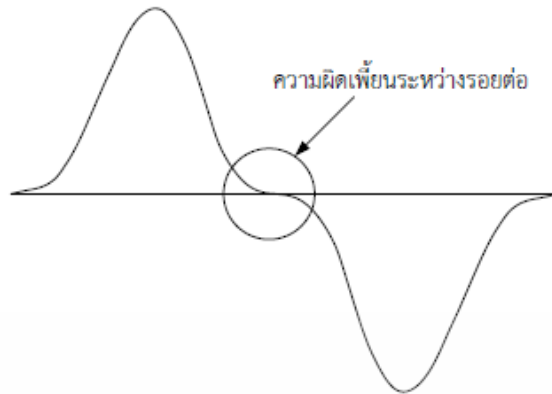


ภาพที่ 2.14 กราฟและจุดทำงานของวงจรขยายคลาส C

วงจรเครื่องขยายเสียงอาจแบ่งตามชนิดของวงจรและอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขยายกำลังเสียง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามอุปกรณ์ตัวที่ทำหน้าที่เป็นตัวขยายกำลัง คือ

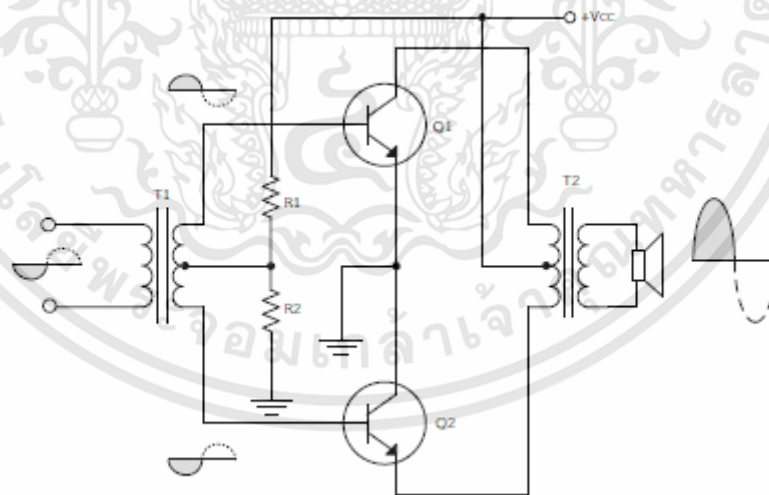
- 3.1 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์
- 3.2 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบเพาเวอร์มอสเฟส
- 3.3 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบไอซีเพาเวอร์แอมป์

สำหรับรูปแบบของวงจรขยายเสียงโดยทั่วไปนั้นมีการจัดวงจรในเบื้องต้นเป็น 2 แบบ คือ วงจรขยายเสียงแบบพุช-พูล (Push-Pull Amplifier) ซึ่งเป็นวงจรขยายเสียงแบบหนึ่งที่สร้างขึ้นมาใช้งานร่วมกับงานขยายเสียงในส่วนของภาคขยายกำลัง โดยการจัดวางวงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ 2 ตัว ร่วมกับหม้อแปลงไฟฟ้า ทำการขยายสัญญาณเสียงด้วยทรานซิสเตอร์ตัวละซีกสัญญาณ จัดวางขยายเป็นแบบคลาส B ลักษณะของวงจรขยายแบบคลาส B ซึ่งจุดการทำงานของวงจรอยู่บนจุด Cut Off พอดีจะทำให้เกิดความเพี้ยนระหว่างรอยต่อของสัญญาณซีกบนและซีกล่างของสัญญาณ ซึ่งเรียกว่า Crossover Distortion แสดงลักษณะความผิดเพี้ยนที่รอยต่อดังภาพ



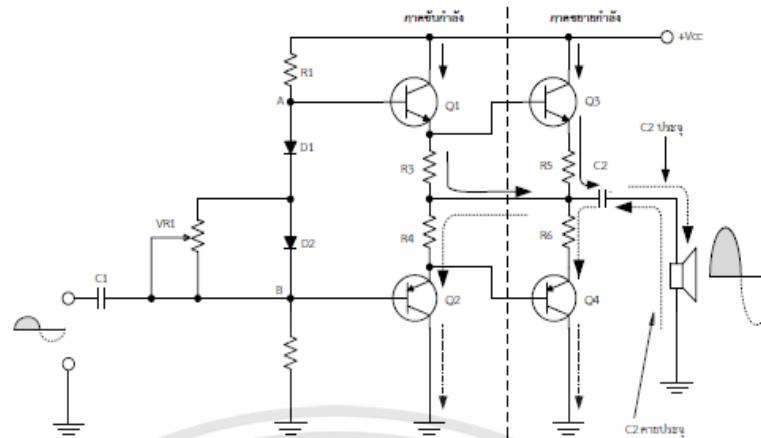
ภาพที่ 2.15 สัญญาณที่เกิดความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อขึ้น

การแก้ไขความผิดเพี้ยนระหว่างรอยต่อนี้ทำได้โดยการจัดการคลาสการขยายเสียง เป็น คลาส AB แทน คือจัดแรงดันไบอัสไฟตรงให้ขา B ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวเหนือจุดคัทออฟ เล็กน้อย เพื่อควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวเริ่มนำกระแสเล็กน้อยพร้อมที่จะทำงานขยาย สัญญาณเสียงที่ป้อนเข้ามาทันทีแสดงวงจรไว้ดังภาพที่ 2.16 (ก) และอีก แบบคือวงจรขยายเสียง แบบคอมพลิเมนต์ารี ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ 2 ตัว ต่างชนิดกันคือ ชนิด NPN และ PNP ที่มี คุณสมบัติเหมือนกันมาต่อร่วมกันคล้ายวงจรขยายแบบพุช-พูล คือจัดการขยายคลาส AB เพื่อ หลีกเลี่ยงความผิดเพี้ยนระหว่างต่อ



ภาพที่ 2.16 วงจรขยายเสียงแบบพุช-พูลและแบบคอมพลิเมนต์ารีชนิด OTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 (ต่อ) วงจรขยายเสียงแบบพุช-พูลและแบบคอมพลิเมนต์ารี่ชนิด OTL

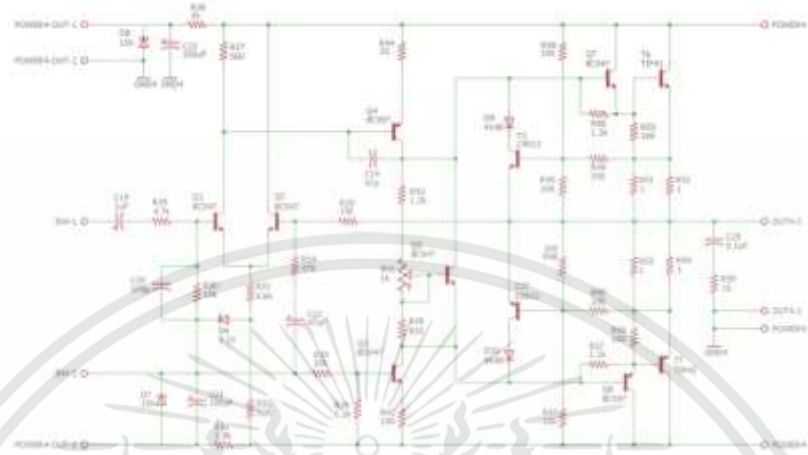
จากภาพที่ 2.16 เป็นวงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่ที่ไม่มีหม้อแปลงสำหรับการจัดเฟสสัญญาณเสียงให้ถูกต้องก่อนต่อออกลำโพง จึงจำเป็นต้องหาอุปกรณ์มาทำหน้าที่แทน โดยการใช้ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติก (Electrolytic Capacitor) ค่าความจุสูงประมาณ 1,000 μF 2,200 μF หรือ 4,700 μF ต่อระหว่างเอาต์พุตของวงจรขยายลำโพง ช่วยทำให้เฟสของสัญญาณเสียงที่ส่งออกลำโพงครบสมบูรณ์และถูกต้องตามต้องการวงจรขยายเสียงชนิดนี้เรียกว่า OTL (Output Transformer Less) คือ ไม่มีหม้อแปลงต่อเอาต์พุต ไฟจ่ายเลี้ยงวงจรใช้แหล่งจ่ายแรงดันเพียงชุดเดียวสำหรับรูปแบบของวงจรภาคขยายเสียงที่ใช้งานโดยทั่วไปมักจะมีการจัดรูปแบบวงจรเป็นวงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่ และบางครั้งก็เรียกชื่อตามลักษณะของวงจรขยายและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวขยายกำลัง โดยในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วงจรภาคขยาย จำนวน 3 รูปแบบ คือ

3.1 วงจรภาคขยายชนิด OCT แบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์

วงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่เป็นวงจรขยายเสียงที่นิยมใช้งานแบบหนึ่ง ลักษณะวงจรไม่มีหม้อแปลงเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้วงจรขยายเสียงให้การตอบสนองความถี่ดีมาก วงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่จัดวงจรขยายคลาส AB ใช้ทรานซิสเตอร์ต่างชนิดกัน 2 ตัว คือ PNP และ NPN มีขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่ อีกแบบหนึ่งที่ใช้งานเรียกว่า คอชิตคอมพลิเมนต์ารี่ ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิดเดียวในวงจรขยายกำลัง การเพิ่มกำลังขยายของวงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี่ โดยการต่อเพิ่มภาคขับกำลังเข้าไป การต่อวงจรระหว่างภาคขับกำลังและภาคขยายกำลังต่อวงจรทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตัน ทำให้สามารถเพิ่มกำลังขยายของวงจรขยายเสียงได้ วงจรขยายแบบคอมพลิเมนต์ารี่ นอกจากใช้ทรานซิสเตอร์แล้ว ยังสามารถใช้มอสเฟตได้ด้วยวงจรขยายชนิด OTL แม้จะไม่มีหม้อแปลงที่เอาต์พุต แต่ต้องใช้ตัวเก็บประจุต่ออันดับต่อลำโพง ตัวเก็บประจุนี้ทำให้การตอบสนองความถี่ต่ำของวงจรขยายเสียงลดลง เพื่อให้วงจรขยายเสียงเกิดสามารถตอบสนองความถี่ได้กว้างขึ้น ครอบคลุมย่านความถี่เสียงทั้งหมดจึงตัดแปลงวงจรและตัดตัวเก็บประจุที่ต่ออันดับกับลำโพงเข้าที่ขั้วเอาต์พุตของวงจรขยายเสียงโดยตรง วงจรขยายเสียงคอมพลิเมนต์ารี่ชนิดนี้ เรียกว่า ชนิด OCL (Output Capacitors Less) คือ ไม่มีตัวเก็บประจุต่อที่เอาต์พุต การจ่ายแรงดันไฟฟ้าเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรต้องเพิ่มแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงเป็น 2 ชุด เป็นชุดไฟตรงบวก (+Vcc) และชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงลบ (-Vcc) มีจุดกราวด์ เป็นจุดเทียบค่าชุดแรงดันทั้งสอง วงจรแสดงดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 วงจรขยายชนิด OCL แบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์

จากภาพที่ 2.17 แสดงแบบรูปแบบวงจรขยายชนิด OCL ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยาย กำลังลักษณะการทำงานของวงจร คือ ถ้ามีการจ่ายไฟเลี้ยงวงจรด้วยแหล่งจ่ายไฟบวกและลบทางเอาต์พุตจะอยู่ในสภาวะกระแสสลับ จุดเซ็นเตอร์จะมีค่าแรงดันประมาณศูนย์โวลต์ เมื่อมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามา จะส่งผ่านมายังคาปาซิเตอร์ C1 ทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณ เข้ามาที่ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ในลักษณะของวงจรขยายความแตกต่าง (Differential Amplifier) โดยจะทำงานเท่ากันแต่มีเฟสของสัญญาณเสียงต่างกัน เสียงที่ออกไปจะดีหรือไม่ดีอาจขึ้นอยู่กับทรานซิสเตอร์คูดิฟเฟอเรนเชียลได้เหมือนกันทรานซิสเตอร์ Q3 จะทำหน้าที่เป็นวงจรพรี-ไดรเวอร์ (Pre-Driver) โดยจะรับเฟสไบอัสมาจากทรานซิสเตอร์ Q1 เมื่อ Q3 ขยายสัญญาณได้แล้วจะส่งไปให้ทรานซิสเตอร์ Q4 และ Q5 ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเพื่อส่งต่อให้ภาคเพาเวอร์เอาต์พุต โดยเป็นทรานซิสเตอร์ที่อยู่ในส่วนของภาคไดรเวอร์ เป็นวงจรขับกระแสให้แก่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ขยายกำลังขั้นสุดท้าย คือ ทรานซิสเตอร์ Q6 และ Q7 เพื่อทำการขยายสัญญาณเสียงก่อนที่จะส่งออกไปให้แก่ลำโพงต่อไป

3.2 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบเพาเวอร์มอสเฟส

วงจรขยายสัญญาณเสียงอีกแบบหนึ่ง ที่นำเอาอุปกรณ์มอสเฟตมาใช้ในภาคขยาย ทางเอาต์พุตของวงจร โดยทำงานร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ การทำงานสัญญาณทางอินพุตถูกป้อนผ่านคาปาซิเตอร์ C2 โดย ใช้ทรานซิสเตอร์ Q1กับ Q2 ที่ต่อกันแบบดริ่งตัน (Darlington) ทำหน้าที่เป็นพรีแอมป์ ขยายสัญญาณเสียงทางอินพุต ส่วนวงจรทางเอาต์พุตใช้เพาเวอร์มอสเฟต (Power MOSFET) Q3 กับ Q4 สัญญาณถูกขยายเป็นเอาต์พุตทางคาปาซิเตอร์ C4 ออกไปยังลำโพง

3.3 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบไอซีเพาเวอร์แอมป์

ในวงจรขยายสัญญาณเสียง ที่ใช้ไอซีสำเร็จรูปที่เป็นประเภทลิเนียร์ไอซี จะมีความสามารถในการขยายสัญญาณเสียงได้ โดยการนำไอซีสำเร็จรูปมาต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติม จึงทำให้สร้างวงจร ได้ง่าย และไม่ยุ่งยากในการสร้างวงจร ตลอดจนไอซีขยายสัญญาณเสียงสำเร็จรูป ไม่มีให้เลือกใช้หลากหลายเบอร์การนำลิเนียร์ไอซีไปใช้ในงานขยายสัญญาณเสียงจะถูกนำไปใช้กับวงจร ทั่วๆไป เช่น เครื่องติดต่อกายใน (Intercoms) ภาคขยายสัญญาณเสียงของวิทยุเอเอ็ม-เอฟเอ็ม (AM-FM Radio) ภาคขยายเสียงของโทรทัศน์ เป็นต้น

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการสอนภาคปฏิบัติ

2.3.1 สื่อการสอน

สื่อ หมายถึง ตัวกลางหรือพาหะที่ใช้นำเรื่องราวหรือความรู้ของผู้ส่งสารหรือครูไปสู่ผู้รับหรือนักเรียนให้เข้าใจความหมายตรงกันในการเรียนการสอน สื่อที่ใช้เป็นตัวกลางนำความรู้ในกระบวนการสื่อความหมายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเรียกว่า “สื่อการเรียนการสอน” นอกจากนี้ นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้คำนิยามเอาไว้หลาย ๆ ลักษณะดังนี้ คือ

สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางหรือพาหะนำความรู้ไปสู่ผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สื่อต่าง ๆ ที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง หนังสือ คู่มือการสอน เอกสาร สิ่งพิมพ์ กิจกรรมเสริมบางอย่าง ใบงานหรือใบปฏิบัติการ ใบความรู้และรายการสอน ที่เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดและทัศนคติระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อให้ครูและนักเรียนเข้าใจสิ่งที่ถ่ายทอดซึ่งกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.3.2 องค์ประกอบการสอนปฏิบัติการ

2.3.2.1 บทบาทของผู้สอนในการเรียนการสอนปฏิบัติถึงแม้จะกำหนดให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง แต่ผู้สอนก็ยังมีบทบาทต่อการสอนด้วย โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลและช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ ผู้สอนจะมีบทบาทเพียงเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือและสนับสนุนให้ผู้เรียนสนใจ ปฏิบัติการทดลอง โดยผู้สอนอยู่ในห้องที่ผู้เรียนทำการทดลองตลอดเวลา และควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่ผู้เรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง ผู้สอนไม่ควรมีบทบาทมากเกินไปควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมการสอนอย่างดี นอกจากการเตรียมการสอนแล้วผู้สอนต้องเตรียมผู้เรียน โดยสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียนอยากที่จะทดลอง ผู้สอนอาจจะสาธิตเทคนิคหรืออธิบายหลักการ วิธีการในการทำงานให้ผู้เรียนได้เข้าใจเสียก่อน แนะนำผู้เรียนให้รู้จักใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการปฏิบัติการทดลองมา สรุปผล และประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง บทบาทของผู้สอนในกระบวนการเรียนการสอนที่มีการปฏิบัติการทดลอง แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การอธิบายก่อนปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทาง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไรตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

2. การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะต้องดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ยกย่องอยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ผู้เรียน ปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

3. การอภิปรายหลังปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลที่รวบรวมได้ สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาด ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วยผู้สอนจะมีบทบาทเพียงผู้ที่คอยช่วยให้คำแนะนำและคอยสนับสนุนให้ผู้เรียนสนใจทำปฏิบัติการทดลอง

2.3.2.2 ลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลองเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงและส่งเสริมการค้นพบด้วยตนเอง อาจเป็นการพิสูจน์สิ่งที่คนอื่นค้นพบไว้แล้ว ขณะเดียวกันก็เป็นการค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ เป็นการฝึกการใช้เครื่องมือการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายและการเสนอข้อมูล ขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลองสามารถแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นปฐมนิเทศและการสร้างแรงจูงใจ ผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะสิ่งที่จะทำการทดลองโดยอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในวิธีการทดลอง และแจกคำแนะนำในปฏิบัติการทดลองให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในสิ่งที่จะทำการทดลอง จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เสียเวลาและทำการทดลองด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง

2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง ผู้เรียนทุกคนอาจจะทำการทดลองในปัญหาเดียวกันหรือแตกต่างกันก็ได้ การทดลองจะกินเวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับลักษณะการทดลองและความแตกต่างระหว่างบุคคล ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำงานภายใต้การสนับสนุนผู้สอน ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งที่ควรจะต้องนำมาพิจารณาในการมอบหมายงานหรือเวลาในการทำงาน

3. ขั้นสรุปผล หลังจากปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้วจะเป็นขั้นสรุปผลการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งอาจจะดำเนินการโดยอธิบายถึงธรรมชาติและความสำคัญของปัญหาแต่ละกลุ่มหรือแต่ละคนที่ได้ทำการทดลอง รายงานข้อมูลหรือข้อค้นพบที่รวบรวมได้ แสดงตัวอย่างที่ได้จากผลงานและนิทรรศการพร้อมอธิบายประกอบ

2.3.3 วิธีการสอนปฏิบัติ

การสอนในโรงฝึกงานมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเสริมสร้างทักษะในการทำงานโดยตรง ก่อนจะลงมือสอนในโรงฝึกงานควรจะทำความเข้าใจ และเลือกรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ด้วย การจัดรูปแบบวิธีการสอนภาคปฏิบัติสามารถจัดแบ่งออกเป็น 8 วิธีการสอน ดังนี้

1. วิธีสอนแบบควบคุมทุกขั้นตอน

การสอนภาคปฏิบัติในโรงฝึกงานภายใต้การควบคุมขั้นตอน คือ การสอนโดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานโดยตรง โดยต้องทำงานเป็นขั้น ๆ ตามที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดให้ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. วิธีสอนแบบสาธิตก่อนปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอนสาธิตการทำงานก่อนการปฏิบัติ เป็นการสาธิตกระบวนการทำงานให้ผู้เรียนได้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้ แล้วจึงให้ลงมือปฏิบัติ ในการสาธิตนั้น ผู้สอนจะต้องทำการศึกษาคู่มือครูให้เข้าใจ และต้องศึกษาเอกสารเนื้อหาก่อนทำการสาธิตและผู้เรียนก็สามารถที่จะกระทำการทบทวนหรือศึกษาเพิ่มเติมจากที่เรียนมาแล้ว เพื่อให้แม่นยำในเนื้อหายิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลในการทำงานต่อผู้ที่ทำการฝึกให้มีการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. วิธีสอนแบบบรรยายก่อนปฏิบัติการสอนบรรยายก่อนการปฏิบัติเป็นการสอนโดยการอธิบายทฤษฎี หลักการและวิธีการที่เกี่ยวกับงานที่จะปฏิบัติให้ฟังพอสังเขปแล้วจึงให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง

4. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามใบงานการสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน เป็นการสอนให้ปฏิบัติโดยตรง มักจะใช้กับผู้เรียนที่มีประสบการณ์เรียนปฏิบัติมาแล้ว และเป็นการเรียนที่ต่อเนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาแล้ว

5. วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่มการสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม เป็นการติดตามผลจากผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงข้อเสียของทักษะที่ฝึก รวมทั้งการวิจารณ์เสนอแนะในแนวทางการประยุกต์ต่อไปด้วย

6. วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงานการสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน เป็นการติดตามผลการปฏิบัติในรูปแบบของลายลักษณ์อักษรซึ่งสามารถเก็บไว้อ้างอิงต่อไปในภาพหลังได้

7. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูปการสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูปเป็นการติดตามผลการปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งนับวันจะมีจำนวนมากขึ้น ผู้สอนต้องทำความเข้าใจกับจุดหลักใหญ่ที่จะวัดทักษะในเรื่องปฏิบัติการใช้เครื่องและทำความเข้าใจกับแบบประเมินผลผู้เรียน

8. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามโครงการการสอนแบบปฏิบัติในรูปของโครงการ ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องนักเรียนขาดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ขาดความสามารถแจกแจงปัญหาและรู้คุณค่าในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ด้าน ขาดทักษะในการติดต่อประสานงานและขาดความร่วมมือไม่ยอมรับฟังความเห็นผู้อื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบงานด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นรู้จักรับผิดชอบในหมู่คณะ ไม่ใช่ครอบงำความคิดทั้งหมด ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักคิดและเป็นตัวของตัวเอง

2.4 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง

วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

แนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนสาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น

2.4.1 กรอบแนวความคิดในการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของ วัลลภ จันทรตระกูล (วัลลภ จันทรตระกูล 2552) และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ 2530) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.4.1.1 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไปคือการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงานและการตรวจสอบสถานศึกษา

1. การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพื่อการวางโครงร่าง ลำดับความสัมพันธ์และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบสร้างสื่อการสอน โดยศึกษาจากตำราเอกสารการสัมมนา ที่ปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ และศึกษาดูงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

2. การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความแตกต่างของหลักสูตรที่ใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยการศึกษาจากเอกสารหลักสูตร การสอบถามครูผู้สอน ผลที่ได้จะช่วยในการเลือกและกำหนดหัวข้อเรื่องได้สอดคล้องกับหลักสูตร

3. การสำรวจโรงงาน เป็นการสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่องของชุดสื่อการสอน โดยสอบถามวิศวกรโรงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรายละเอียดของการวิเคราะห์งาน ความสามารถในงาน ความรู้ และทักษะที่ต้องการในงาน

4. การตรวจสอบสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้ วิธีการเรียนการสอน ความพร้อมเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์

2.4.1.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ ของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ว่าทำอะไรจึงสามารถทำงานได้ตามต้องการและสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

2.4.1.3 การออกแบบและสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผ่านการวิเคราะห์และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์การสอนหรือชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ทำการออกแบบนี้สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครูและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ จึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถในการทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เนื่องจากนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำเป็นต้องนำหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติมาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้างตามลำดับดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไปใช้ในการเรียนการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมายและใช้ได้จริง จะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียน ข้อมูลทางด้านวิชาการ และกลุ่มผู้เรียน จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกำหนดหน้าที่ของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากคุณลักษณะของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่กำหนดขึ้นนำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาค่าพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

3. การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงาน และสัญญาณ สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั้น ๆ ภาพร่างต่าง ๆ หรือแบบของวงจร เพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นขึ้นควรจะพิจารณาถึงการนำมาประกอบ ความยากง่ายในการผลิตอุปกรณ์

4. การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ โดยพิจารณาเกณฑ์ที่กำหนด เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษา และราคา

5. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้วต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพงานชิ้นง่าย ๆ จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดตามความจำเป็น

6. การเขียนแบบเพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไป งานเขียนแบบนี้ควรมีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้น แบบงานของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ต้องมีแบบทั้งแบบภาพประกอบและการแยกชิ้นหรือแบบลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

7. การเตรียมเอกสารประกอบ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปควรต้องจัดเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้าง

2.4.1.4 การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาทำใหม่

2.4.1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนนำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไปใช้กับผู้เรียน ควรจะได้นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ นั้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วนำไปทดลองโดยหากกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ประมาณ 5 คนก่อน เพื่อจะได้ตรวจสอบในด้านการใช้ถ้อยคำสำนวน หรือคำสั่งว่าเหมาะสม หรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องปรับปรุงแก้ไขใหม่ จากนั้นจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียน ตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คุณภาพของผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จกระทำได้หลังจบบทเรียน เมื่อผู้เรียนปฏิบัติงานสำเร็จ และผลงานนั้นส่ง จะวัดคุณภาพชิ้นงานในด้านความประณีตของงาน ความถูกต้องและความเที่ยงตรง ตามแบบงานสำหรับการให้คะแนน เปรื่อง กิจรัตน์ (2530:123) เสนอว่าเกณฑ์ในการให้คะแนน สำหรับการทำงานในภาคปฏิบัติควรพิจารณาถึง

1. คุณภาพของผลผลิต โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้
2. ปริมาณของการผลิต โดยดูว่าผลิตงานได้กี่ชิ้นภายในเวลาที่กำหนดหรือดูว่าทำงานเสร็จสมบูรณ์หนึ่งชิ้นภายในเวลาเท่าไร

3. ขั้นตอนการทำงานต้องปฏิบัติถูกต้องตามขั้นตอนที่ยอมรับกันทั่วไปในการผลิตชิ้นงาน รวมถึงความปลอดภัยและวิธีการใช้เครื่องมือและ เปรื่อง กิจรัตน์ (2530 :114) ยังเสนออีกว่า

3.1. ควรถือว่าการวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ในลักษณะที่ครู กำลังสอนควรประเมินผลไปด้วยตลอดเวลา โดยการซักถามและการสังเกตพฤติกรรม หากพบ ข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดในการทำงานต้องชี้แจงข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดนั้นพร้อมวิธีการแก้ไข ที่ถูกต้องทันที

3.2. ควรถือว่าการวัดและสังเกตเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ต้องทำตลอดระยะเวลาที่มีการเรียนการสอนอยู่ เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอยู่ตลอดเวลา

3.3. ควรให้ผู้เรียนรู้วัตถุประสงค์และพฤติกรรมที่คาดหวังว่าเขาจะได้เรียนรู้อะไรบ้างและ หลังจากการเรียนแล้วจะต้องทำอะไรได้บ้าง ระหว่างเรียนเขาควรปฏิบัติตัวอย่างไรและเขาถูกประเมิน ในด้านใดบ้างซึ่งมีแนวทางดังนี้

- อธิบายวัตถุประสงค์ของการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
- อธิบายอย่างชัดเจนว่าระหว่างเรียนและระหว่างปฏิบัติงาน และเรียนจะถูกสังเกตด้านใดบ้าง

- บอกผู้เรียนถึงกำหนดเวลาและวิธีการที่ครูจะทำการวัดผล

- เวลาสั่งงานควรแน่ใจว่าผู้เรียนเข้าใจถูกต้อง

- อธิบายวิธีการและกระบวนการในการวัดผลและประเมินผลให้ผู้เรียนเข้าใจ

3.4. ควรให้ผู้เรียนได้รู้ความก้าวหน้าของตนเอง เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้ทางหนึ่ง

4. หลักการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติและการให้คะแนนในการวัดความสามารถของผู้เรียน ในด้านการปฏิบัติ นั้น ครูผู้สอนส่วนมากมักจะนิยมใช้แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test) เพื่อ การประเมินเป็นไปในจุดที่เชื่อถือได้ ผู้สอนควรมีแบบฟอร์มของการประเมินผลการปฏิบัติและควร ให้ผู้เรียนทราบถึงจุดประเมินนั้นด้วย เพราะผู้เรียนจะได้เห็นเป้าหมายในการทำงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้รู้จักประเมินตนเองและในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จนั้น ผู้เรียนได้อยู่ในขณะที่ผู้สอนตรวจงานนั้นด้วยเพื่อการแนะนำข้อมูลเพิ่มเติมในการชี้จุดบกพร่องของ การทำงานอันเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนในการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

(Giving the Performance Test) สิ่งที่ต้องกระทำด้วยความถูกต้องและมีข้อเสนอแนะในการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติดังนี้

1. ให้แน่ใจว่าผู้เข้าสอบแต่ละคนได้รับวัสดุเครื่องมือใบสั่งงานครบถ้วนแล้ว
2. ต้องให้ผู้เข้าสอบเข้าใจชัดเจนว่านักเรียนจะต้องทำอะไรและให้ทำงานนั้นด้วยเวลาเท่าไร
3. ให้ผู้เข้าสอบเข้าใจชัดเจนถึงจุดที่จะพิจารณาให้คะแนน เช่นจะให้คะแนนด้านการใช้เครื่องมือเป็นต้นผู้เข้าสอบนั้นควรจะต้องรู้ล่วงหน้าก่อนลงมือทำงาน
4. ต้องแน่ใจว่าเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จัดให้แก่ผู้สอบแต่ละคนนั้นไม่แตกต่างกันและอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้ตามกำหนดมาตรฐาน
5. ต้องจัดให้มีสภาพเงื่อนไขการทำงานของผู้เข้าสอบแต่ละคนให้ใกล้เคียงกันให้มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการสอบทั้งกลุ่มหรือสอบเป็นรายบุคคล
6. หากต้องการทดสอบความสำเร็จในการทำงานตรวจสอบเวลาให้ถูกต้อง
7. หากต้องการทดสอบความสามารถในการทำงาน วางแผน ความปลอดภัยจะต้องใช้วิธีการสังเกตผู้เข้าสอบปฏิบัติ และใช้แบบประเมินผลบันทึกจุดบกพร่องด้วยความเที่ยงตรง

2.6 ประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 134-138) กล่าวว่าไว้ว่าการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า " Developmental Testing " (การตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำเอาชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของพฤติกรรมต่อเนื่อง) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) จะประเมินพฤติกรรมย่อยๆ หลายพฤติกรรมเรียกว่า “ กระบวนการ ” (Process) ของผู้เรียนสังเกตจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนตามใบงานการทดลองในทุกขั้นตอนตามแบบประเมินที่กำหนดไว้ และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) เป็นการประเมินผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของผู้เรียนจะพิจารณาจากผลการประเมินจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติขั้นสุดท้าย

ตัวอย่างการพิจารณาประสิทธิภาพที่ชุดทดลองวงจรเครื่องขยายเสียง ตั้งไว้ 80/80 จะนำผลจากการคะแนนปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่าง มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ถ้าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ทั้งค่าแรกและค่าหลัง ถือว่า ชุดปฏิบัติการวงจรเครื่องขยายเสียง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมจากการปฏิบัติครบ 4 ใบงาน และร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนจากการปฏิบัติใบงานที่ 4 แต่ถ้าได้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 80 ค่าใดค่าหนึ่ง หรือทั้งค่าแรกและค่าหลัง ถือว่าชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ วงจรเครื่องขยายเสียง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ยุทธพิชัย กล้าหาญ (2547 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ขาออกฟอแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ผลการวิจัยพบว่าการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ขาออกฟอแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.85/85.60 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

วีระศักดิ์ จันทร์ละมุนมา (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องสายอากาศแบบ YAGI หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 จากผลการวิจัยพบว่าคุณภาพชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.95$, S.D. = 0.10) คุณภาพใบความรู้อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.58) คุณภาพแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.32) และประสิทธิภาพชุดทดลองสายอากาศแบบYAGIที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.00/91.90 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน80/80เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

สุนทร ก้องสินธุ์ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC51 ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC51 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 และมีคุณภาพด้านการผลิตสื่อในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย

สุวิชัย เลิศสถาพร (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC51 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

สุชาติ หัตถ์สุวรรณ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจร พัลส์ และสวิตชิง หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตยสถาบันราชภัฏธนบุรี ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.81/82.34 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยทั้งนี้ได้ทำการสร้างพร้อมใบงานและแบบทดสอบหลังปฏิบัติ

สุรพงษ์ เอ็มอุทัย (2547 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขา วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีวศึกษาพนมมณฑลราชูทิศ ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรกรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาญชัย ฉั่วประดิษฐ์ภัณฑ์ (2549 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสาธิต การเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ ดิจิตอล หากคุณภาพจากความเห็นจากกลุ่มตัวอย่างครูอาจารย์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 5 วิทยาลัย โดยกำหนดวิทยาลัยละ 1 ท่านที่ทำการสอนในวิชา ระบบสื่อสารดิจิตอล ผลการวิจัยพบว่า ชุดสาธิตการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ดิจิตอลมีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 มีคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัย

รัตนา ชื่นชม (2549 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ Unitr@in-I เรื่องวงจรฟิลิปฟลิป ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีชื่นชม ไทย-เยอรมัน สระบุรี จำนวน 25 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการUnitr@in-I เรื่องวงจรฟิลิปฟลิปมีประสิทธิภาพ 89.44/85.28 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ที่กำหนดไว้

อภิเชษฐ เมทสุวรรณ (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลองวิชางานพื้นฐานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค ปราจีนบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าวิชางานพื้นฐานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพในเกณฑ์ดีมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 และใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 มีประสิทธิภาพ 83.16/81.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์80/80 ที่กำหนดไว้

ชอบคุณ ไชยวงศ์ (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองวิชาวงจรดิจิตอล เบื้องต้นโดยการใช้ CPLD หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต สกลนคร จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดทดลองวิชาวงจรดิจิตอลเบื้องต้นโดยการใช้ CPLD มีคุณภาพระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3 และใบงานทดลองอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.34 มีประสิทธิภาพ 90.42/94.83 เป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

จารุวัฒน์ มณีศรี (2552 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาระบบสื่อสารดาวเทียม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขางานโทรคมนาคม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชา ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 20 คน โดยการคัดเลือกแบบ เจาะจง ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 คุณภาพของใบงานการทดลองอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 คุณภาพแบบประเมินความสามารถทางการเรียนอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 และประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 82.81/83.10 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมภาพ ผดุงพันธ์ และบรรจบ ขาวอำไพ (2554 : บทคัดย่อ)งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องส่งวิทยุเอฟเอ็ม สเตอริโอ มัลติเพล็กซ์ ระบบเฟสล็อคลูป โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน ซึ่งต้องการให้ความถี่ที่ส่งออกอากาศมีเสถียรภาพที่คงที่ได้มาตรฐาน รวมทั้งต้องการให้สัญญาณเสียงที่ผ่านการมอดูเลตมีคุณภาพดี การออกแบบตามแนวคิดใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F819 เป็นองค์ประกอบหลักในการควบคุมการทำงานของระบบเฟสล็อคลูป ระบบการแสดงผล และระบบตรวจสอบป้องกันข้อผิดพลาดในกรณีวงจรเฟสล็อคลูปไม่ล็อกความถี่ คุณภาพเสียงที่ผ่านการมอดูเลตมีคุณภาพชัดเจน รวมทั้งมีระบบตรวจสอบป้องกันอันเนื่องมาจากกรณีวงจรเฟสล็อคลูปไม่ล็อกความถี่ ซึ่งอาจส่งผลทำให้เกิดค่า reverse power และความถี่ที่ไม่พึงประสงค์ไปรบกวนการทำงานของย่านความถี่อื่น ทำให้การส่งกระจายเสียงวิทยุในระบบเอฟเอ็ม สเตอริโอ มัลติเพล็กซ์ มีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนในพื้นที่เป้าหมายของการรับฟังมากที่สุด

ปฐมพร เรืองจันทร์ (2555 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาฟิสิกส์เทคนิค กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีการศึกษา 2554 จำนวน 15 คน การวิจัย ประกอบด้วย บอร์ดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดทดลอง วิชาฟิสิกส์เทคนิค (\bar{X} = 4.60, S.D = 0.47) จัดอยู่ในระดับดีมาก และ ใบงาน (S.D = 4.39, \bar{X} = 0.65) จัดอยู่ในระดับดี ส่วนประสิทธิภาพของชุดทดลอง พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน จำนวน 14 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 82.00 และค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.83 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

สิริพร เอี่ยมวิสัย (2557 : บทคัดย่อ) การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามการคัดกรองจิตระดมกับการให้คาปรึกษาผ่านบทเรียนออนไลน์ 2) พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบที่สังเคราะห์ 3) พัฒนาคู่มือการใช้งานระบบสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการเรียนรู้ที่พัฒนา 4) หาประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบผ่านบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนา และ 5) ประเมินผลการดำเนินงานตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น โดยการวิจัยในครั้งนี้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน

กนกศักดิ์ มุณีโต (2558 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง ชุดทดลองเครื่องขยายเสียงแบบ O C Lตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือชุดทดลองเครื่องขยายเสียงแบบ และแบบประเมินทักษะการปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร จำนวน 20 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงจากกลุ่มที่เรียนวิชาเครื่องเสียงจำนวน 80 คน ทำการประเมินคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ด้าน คือ 1) ด้านวิศวกรรม 2) ด้านใบงานการทดลอง นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ด้าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} = 4.56, S.D.= 0.58) ด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} = 4.57, S.D.= 0.52)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงตามรหัสประจำตัวนักเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. ใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด ขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ของ วัลลภ จันทรตระกูล (2543:110 -128) และขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) มาเป็นแนวทางเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบาย และวัตถุประสงค์ของรายวิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105 -2008 เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา และนำมากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ศึกษาทฤษฎีการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

3. ออกแบบชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมีเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ย่อย จำนวน 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 ภาคปริแอมพลิฟายเออร์

หน่วยที่ 2 ภาคโหนดคอนโทรล

หน่วยที่ 3 ภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 4 เครื่องขยายเสียงแบบอินทิเกรตแอมพลิฟายเออร์

4. ทดสอบการทำงานของวงจรต่างๆ

5. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อการเรียนการสอน ด้านละ 3 ท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

ด้านเนื้อหา

1. นายอภิชาติ พุ่มประทีป ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.3) ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. นายเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.2) ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการสารพัดช่างนครหลวง สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3. ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. นายศักดิ์ ศศิกุลกมล ครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญพิเศษ ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการสารพัดช่างสมุทรปราการ สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

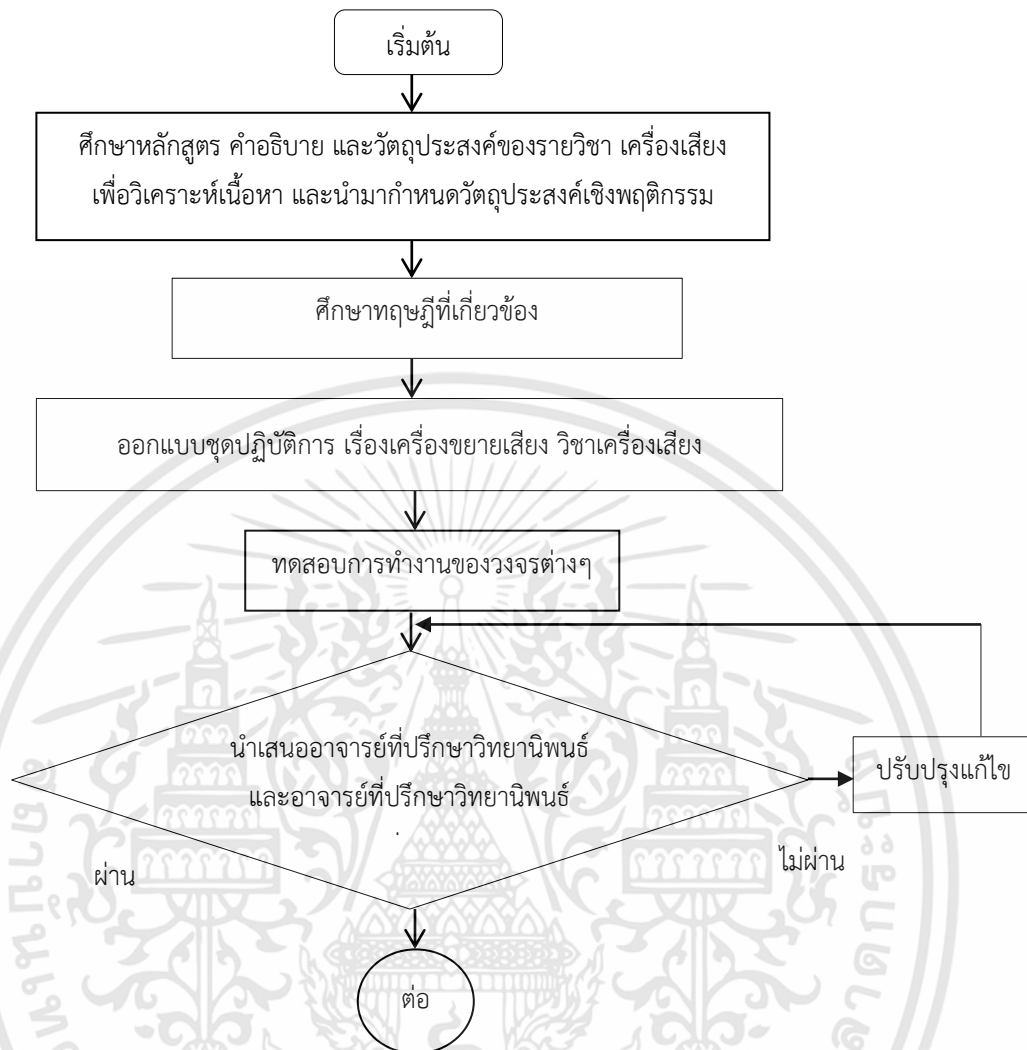
2. นายกนกศักดิ์ มุณีโต รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3. นายสุทธิพงษ์ ชุ่มขุนทด ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.2) ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีวศึกษาพนมจินตนา สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

7. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทดลองใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่เคยเรียนวิชาเครื่องเสียง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อสังเกตพฤติกรรมและวิเคราะห์ปัญหาการใช้งาน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

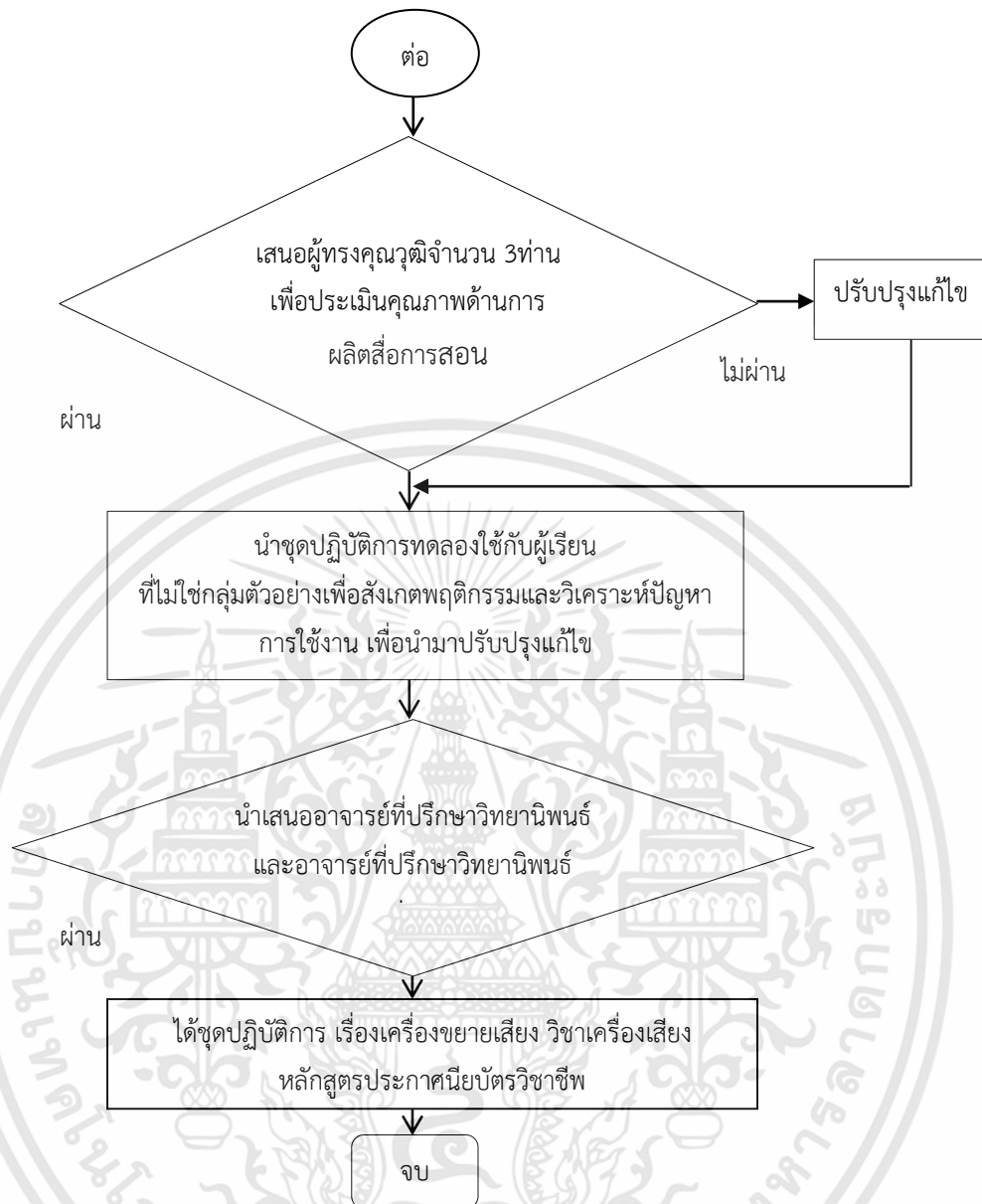
8. นำผลเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบ หากพบข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. ได้ชุดทดลองปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



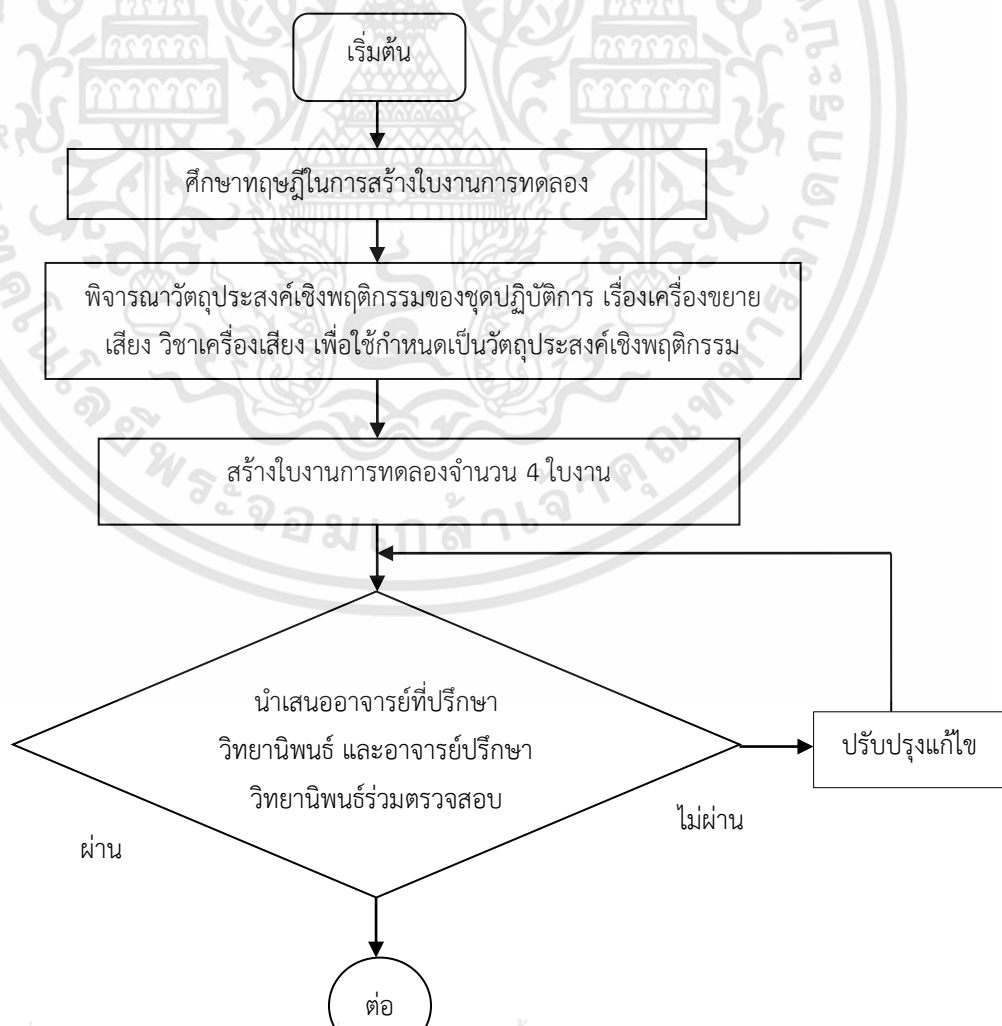
ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

3.3.2 การสร้างใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

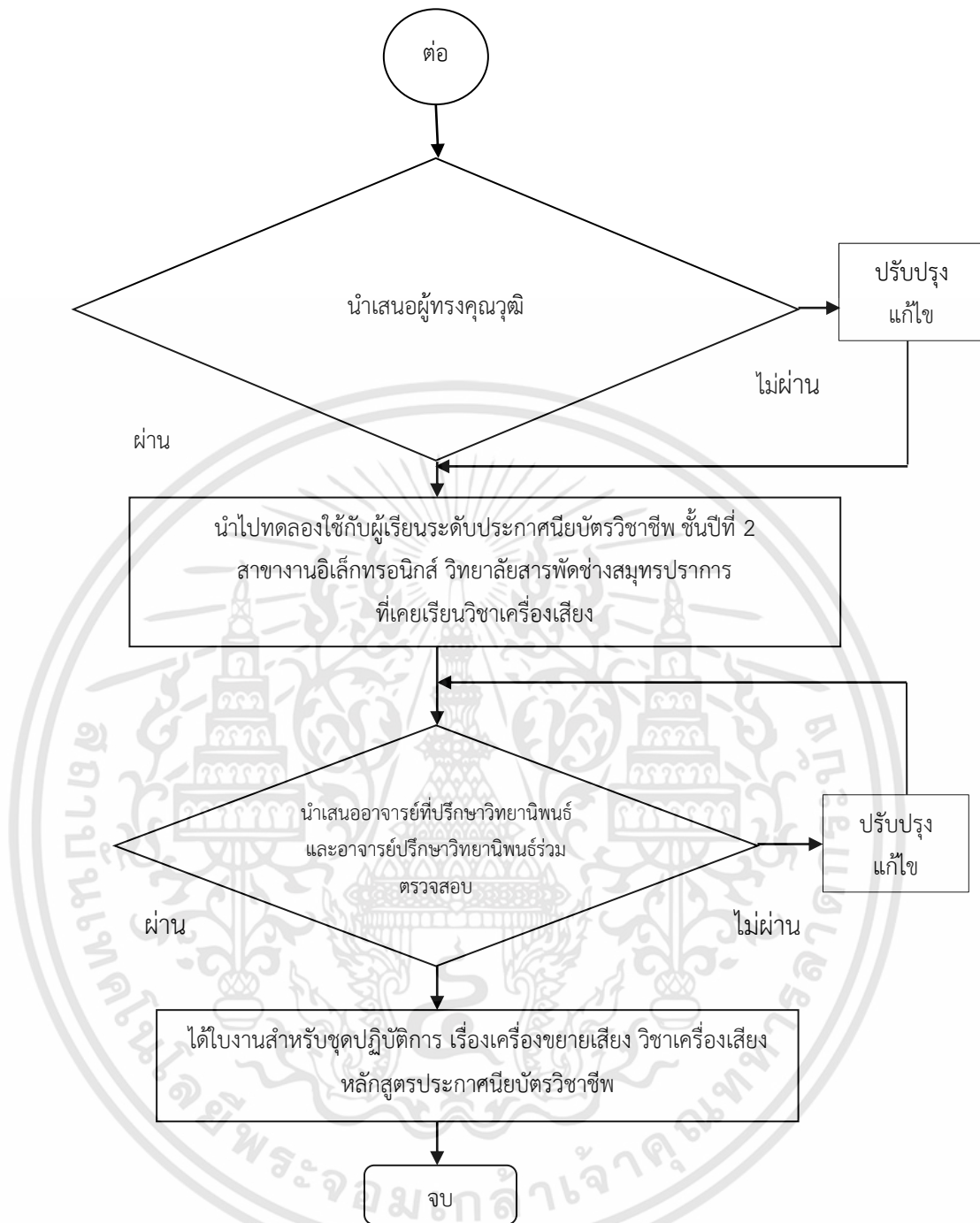
1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. พิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อใช้กำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงานการทดลอง
3. สร้างใบงานการทดลองจำนวน 4 ใบงาน โดยมีเนื้อหา ดังนี้
 - ใบงานที่ 1 การทำงานของภาครีแอมพลิฟายเออร์
 - ใบงานที่ 2 การทำงานของภาคโทนคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบงานที่ 3 การทำงานของภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์
- ใบงานที่ 4 การทำงานของเครื่องขยายเสียงแบบอินทิเกรตแอมพลิฟายเออร์
4. เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข
5. นำใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ รวมจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อการสอน ดังรายนามดังกล่าวในหัวข้อ 3.3.1
6. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
7. นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่เคยเรียนวิชาเครื่องเสียง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อสังเกตพฤติกรรมและวิเคราะห์ปัญหาการใช้งาน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
8. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง นำผลมาปรับปรุงแก้ไข
9. ได้ใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อนำไปใช้วิจัยต่อไป ลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองแสดงในภาพที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การสร้างใบงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง

วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมี ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และมีเกณฑ์การจัดระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

- ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับควรปรับปรุง

- เกณฑ์การประเมินคุณภาพ 5 ระดับ

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับพอใช้

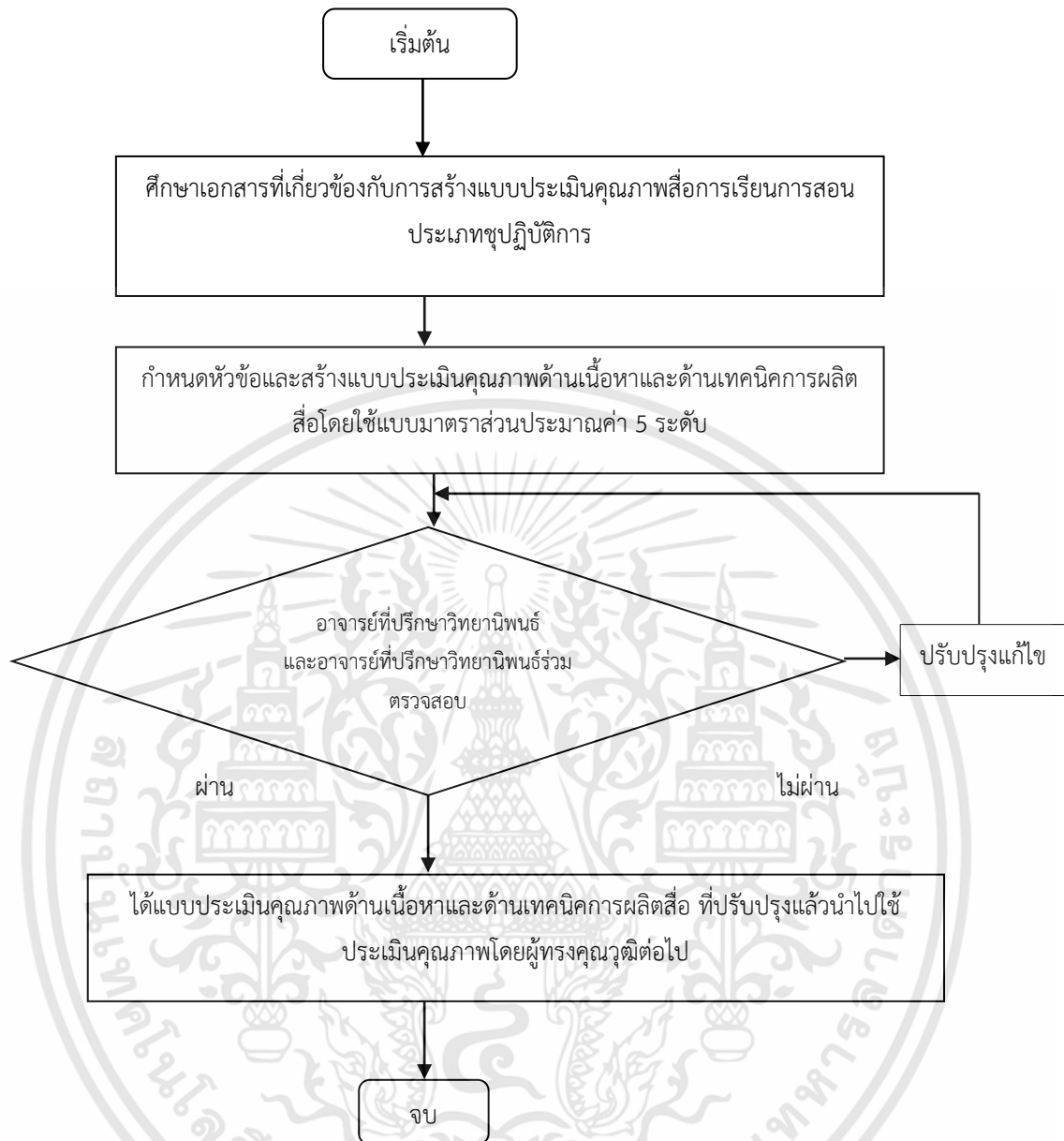
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 คุณภาพชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ นี้ มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.50$)

3. นำแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ให้อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

4. ได้แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ปรับปรุงแล้ว นำไปใช้ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อนำไปใช้ประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประเมินผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง
 2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกได้ 0 คะแนน
 3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข
 4. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านประเมิน ซึ่งเป็นคณะเดียวกับผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหาของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และใบงานการทดลอง เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540:117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
n หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกแบบทดสอบข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำไปใช้งานและที่ต่ำกว่า 0.5 ตัดทิ้ง

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ (ถ้ามี)
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ที่เคยเรียนวิชาเครื่องเสียงนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้
 - 6.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ตอบ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนนเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

6.3 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดขึ้นมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดลงไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

6.4 หาค่าความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยใช้สูตร (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237) ดังนี้

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

เมื่อ	P	หมายถึง	ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	f_H	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	f_L	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	N_L	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

6.5 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยเฉลี่ยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อ เพื่อให้ สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237) ดังนี้

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

เมื่อ	r	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	f_H	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	f_L	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

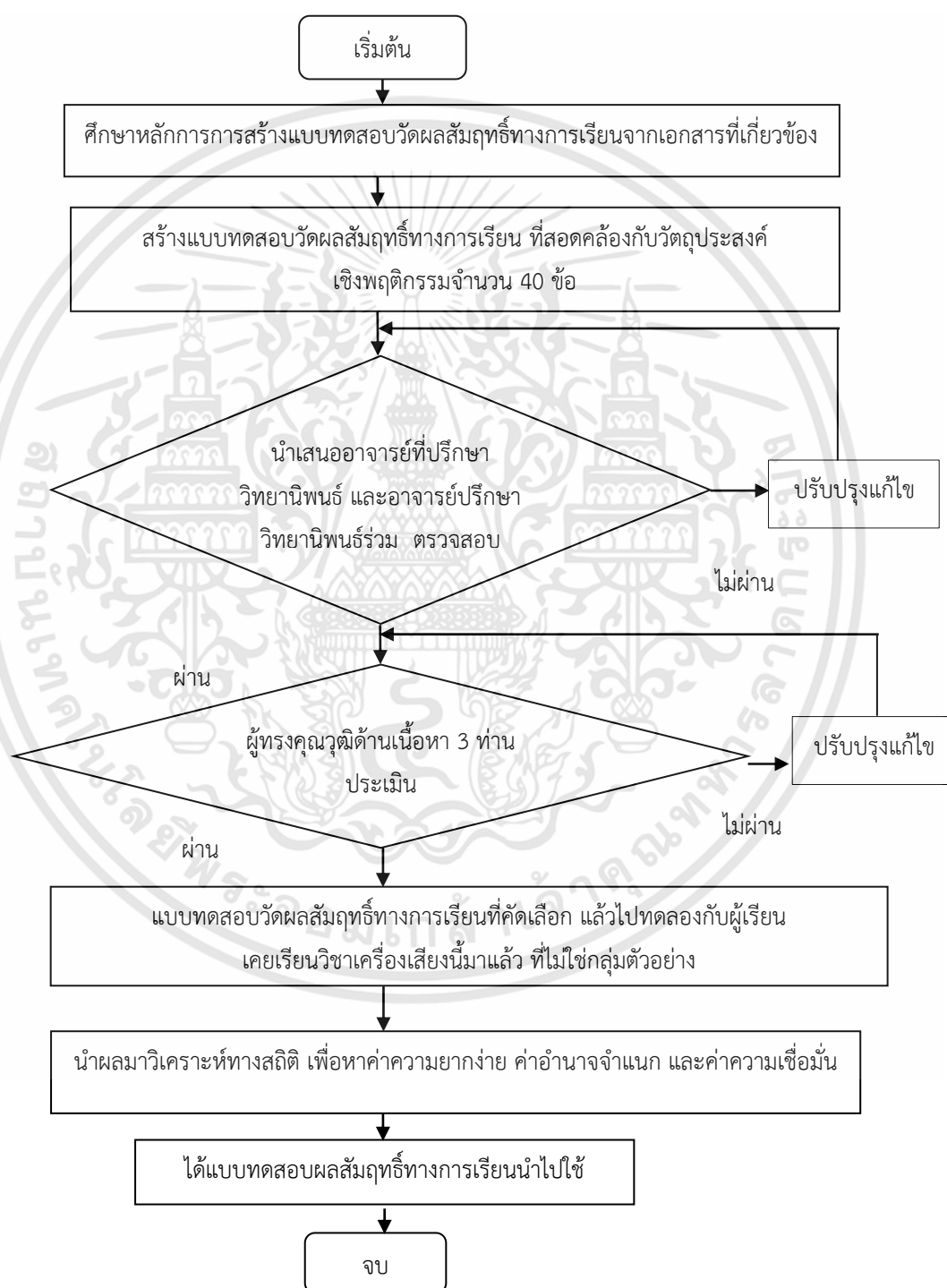
7. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538-237)

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

เมื่อ	r_{tt}	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	K	หมายถึง	จำนวนของข้อสอบ
	p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)
	S^2	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า 0.7-1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่น 0.3-0.7 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง ถ้ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

8. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ตามเกณฑ์ โดยสามารถสรุปรายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การสร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1. ศึกษาการสร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษาและทักษะการปฏิบัติงาน

2. สร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของใบงาน การทดลอง โดยกำหนดเกณฑ์และน้ำหนักการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติของแต่ละใบงาน การทดลอง โดยการกำหนดค่าน้ำหนักการให้คะแนนพิจารณาจากความซับซ้อนและความสำคัญของการปฏิบัติงาน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 หมายถึง ปฏิบัติเองได้ โดยไม่ต้องถามผู้สอนเพิ่มเติม
- 2 หมายถึง ปฏิบัติได้ โดยต้องถามผู้สอนเพิ่มเติม 1 ครั้ง
- 1 หมายถึง ปฏิบัติได้ โดยต้องถามผู้สอนเพิ่มเติม 2 ครั้ง
- 0 หมายถึง ปฏิบัติไม่ได้ หลังจากต้องถามผู้สอนเพิ่มเติม 2 ครั้ง แล้ว

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงานชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ได้ถูกต้อง				
2. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง				
3. ประกอบชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง ได้ถูกต้อง				
4. ติดตั้งชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง เข้าโครงสร้างได้ถูกต้อง				
5. ต่อสายไฟและวงจรได้ถูกต้อง				
6. เลือกใช้อุปกรณ์ตามลักษณะงานได้ถูกต้อง				
7. เวลาที่ใช้ปฏิบัติการทดลอง				
8. สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง				
9. ทำแบบฝึกหัดท้ายการทดลองได้ถูกต้อง				
10. ความเรียบร้อยหลังการปฏิบัติงาน				
รวมคะแนนการประเมิน				

3. นำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ประเมินและบันทึกผลการปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือต่าง ๆ

2. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไปงานทดลอง แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พร้อมแนบแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

3. ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ เพื่อขออนุญาตในการนำเอาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

4. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และใบงานทดลอง ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว แนะนำกลุ่มตัวอย่าง

5. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และใบงานทดลอง ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 2105-2008 จำนวน 15 คน ให้ทำการฝึกปฏิบัติครบทุกใบงาน ในแต่ละใบงานจะมีแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน โดยใช้แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของแต่ละใบงาน เมื่อฝึกครบทั้ง 4 ใบงานแล้ว ผู้ทำการประเมินผลได้แก่ ผู้วิจัยและครูสาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หาค่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D

3.5.2 หาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้สูตร E_1/E_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538)

3.6.1 การหาค่าเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (\bar{x}) โดยใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 หน้า 163)

$$\bar{X} = \left(\frac{\sum x}{N} \right) \quad (3.5)$$

เมื่อ

\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาโดยใช้สูตรดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 หน้า 162)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(N-1)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ

S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
X	หมายถึง	ค่าคะแนนผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคน
\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน

3.6.3 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์.2521:136)

$$E_1 = \left(\frac{\sum x}{N} \right) \times 100 \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_2 = \left(\frac{\sum y}{\frac{N}{B}} \right) \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ

E_1	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทำแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียน
E_2	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบรวม
$\sum x$	หมายถึง	คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนของนักเรียน
$\sum y$	หมายถึง	คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบโดยใช้ข้อสอบรวมของนักเรียน
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการทดลองและการประเมินผลการปฏิบัติแต่ละใบงาน ระหว่างทำการเรียนปฏิบัติ
B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการปฏิบัติใบงานทดสอบหลังทำใบงานครบทุกใบงาน
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยนำส่วนของวงจรเครื่องขยายเสียง คือ วงจรปรีแอมป์ และโทนคอนโทรล วงจรภาคขยายชนิด OCL แบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ และเครื่องขยายเสียงแบบอินติเกรตแอมป์ มาสร้างเป็นชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เมื่อเสร็จแล้วได้นำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การประเมินคุณภาพของชุดทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยมีรายการประเมิน 15 รายการ ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	\bar{X}	S. D.	ระดับคุณภาพ
1. เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
2. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	4.33	0.58	ดี
4. อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	5.00	0.00	ดีมาก
5. อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
8. มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
9. มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)			
11. รูปร่าง ขนาดเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
12. มีความสะดวกในการบำรุงรักษา	5.00	0.00	ดีมาก
13. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.67	0.58	ดีมาก
14. มีความคงทนแข็งแรง	4.00	0.00	ดี
15. ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.78	0.28	ดีมาก

จากตาราง 4.1 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน มีรายการประเมิน 15 รายการ ผลการประเมินชุดทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 และสามารถวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลที่ได้ตามระดับการประเมินได้ดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (1) เหมาะสมกับระดับผู้เรียน (4) อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (5) อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ (8) มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน (9) มีความสะดวกในการดำเนินการสอน (10) ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง (11) รูปร่าง ขนาดเหมาะสม (12) มีความสะดวกในการบำรุงรักษา (15) ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (2) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (6) นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ (13) มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน รองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ค่าส่วนเบี่ยงเบน 0.58 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ 3. มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม (7) ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลอง

การประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง จำนวน 4 ใบงาน มีรายการประเมิน 10 รายการ แต่ละใบงานทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังนี้ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงานการทดลอง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2.ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
3.ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.33	0.58	ดี
4.ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	4.33	0.58	ดี
5.ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
6.เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
7.ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น	3.67	0.58	ดี
8.คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	4.00	0.00	ดี
9.มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
10. สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.53	0.30	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพของใบงาน การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ของใบงานจำนวน 4 ใบงานผลการประเมินใบงาน วิชาเครื่องเสียง มีคุณภาพอยู่ใน ระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 สามารถวิเคราะห์ผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานตามลำดับการประเมินได้ดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (1) ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ (2) ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ (5) ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน (6) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน (9) มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง (10) สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (3) ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง (4) ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้ (7) ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองแต่ละขั้น (8) คำอธิบายลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 ได้ผลตามตารางที่ 4.3 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนจากการทำคะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน (E ₁)	15	80	81.58	80
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E ₂)	15	40	82.83	80

จากตารางที่ 4.3 ผลที่ปรากฏ คือ นักศึกษาที่ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน E₁ จำนวน 4 ใบงาน คะแนนรวม 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.58 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E₂ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.83 ดังนั้นทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.58/82.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

โดยสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5. สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.50$) จะทำให้ผลการเรียนปฏิบัติด้วยชุดทดลองมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เครื่องเสียง จำนวน 20 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เครื่องเสียง จำนวน 15 คนแบบเจาะจง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพประกอบด้วย

1.1 ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ใบงานการทดลอง

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพโดยแบ่งการประเมินคุณภาพ ออกเป็น 2 ด้าน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งประกอบด้วยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใบงานการทดลอง 4 ใบงาน และแบบประเมินทักษะปฏิบัติ ไปเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ประเมินคุณภาพ ทั้ง 3 ด้าน

2. นำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพ ไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการประเมินจากแบบประเมินที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมาเพื่อนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปฏิบัติวงจรเครื่องขยายเสียงซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ประเมินเครื่องมือการวิจัย 3 ด้าน คือด้านวิศวกรรมของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ด้านใบงานการทดลอง และด้านแบบประเมินทักษะปฏิบัติ โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างและเก็บผลข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและคิดเป็นร้อยละ เพื่อให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.50$) จะทำให้ผลการเรียนปฏิบัติด้วยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล จากการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิชา เครื่องเสียงซึ่งได้ทำตามลำดับ ซึ่งได้ทำตามลำดับขั้นตอนเสร็จแล้ว สามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สร้างขึ้นได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.78 โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์คุณภาพของใบงานการทดลอง ชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สร้างขึ้นได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.53 โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.30

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลที่ปรากฏ คือ นักศึกษาที่ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน E_1 จำนวน 4 ใบงาน คะแนนรวม 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.58 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง E_2 เป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.83 ดังนั้นทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพมีประสิทธิภาพ เท่ากับ $81.58/82.83$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด $80/80$

จากการวิจัยพบว่า การสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพ $81.58 / 82.83$ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $80/80$ แสดงว่าชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถช่วยนักเรียนฝึกปฏิบัติวงจรเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง บรรลุผลสำเร็จในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงสามารถนำชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไปใช้ทำการเรียนการสอนกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกได้จากการปฏิบัติใบงาน ครบ 4 ใบงาน มีค่าคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 81.58 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็น การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 82.83 ดังนั้นทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพมีประสิทธิภาพ

5.2.1 การสอนปฏิบัติตามใบงานเป็นการสอนให้ปฏิบัติโดยตรง ส่วนมากมักจะใช้กับผู้เรียนที่มีประสบการณ์เรียนปฏิบัติมาแล้วและเป็นการเรียนที่ต่อเนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาแล้ว ในการเรียนแบบนี้ผู้ควบคุมหรือผู้สอนจะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับคู่มือให้เข้าใจว่าสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดลงไปในนั้นมีความเหมาะสมกับทักษะหรือผลงานของนักเรียนหรือไม่ เพราะสิ่งเหล่านี้มีคู่มือจะเป็นผู้กำหนดการใช้ใบงาน ให้นักเรียนดูขั้นตอน การปฏิบัติ และอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียดพร้อมทั้งลักษณะชิ้นงานที่ จะปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน (ไพโรจน์ ธีรณธกุล 2541:39)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.78 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากแบบประเมินคุณภาพด้านใบบาง จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.53 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และจากการทำคะแนนแบบทดสอบใบบางระหว่างเรียนและคะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน แบบประเมินทักษะปฏิบัติ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.78 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใบบาง และแบบประเมินการปฏิบัติ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครื่องเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากผู้วิจัยยึดแนวทางการออกแบบและพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.2.3 การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ปรากฏว่าผลการเรียนปฏิบัติของนักเรียนจากการปฏิบัติใบบางครบ 4 ใบบาง ได้คะแนนรวมเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ และ ทดลองปฏิบัติใบบางประเมินผลสัมฤทธิ์จากการปฏิบัติขั้นตอนสุดท้าย ได้ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.58/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 E_1/E_2 สอดคล้องกับ สุรพงษ์ เอ็มอุทัย (2547:บทคัดย่อ) ทำการวิจัย เรื่องการสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องวงจรรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีวชนวมินทรราชูทิศ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดปฏิบัติกับเรื่องวงจรรองความถี่วิทยุแบบพาสซีฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง) สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.00/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

5.2.4 จากการใช้ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สร้างขึ้นกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 15 คนโดยผู้เรียนไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน แต่มีพื้นฐานการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และมีพื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์และวงจรอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำการปฏิบัติตามใบบางการทดลอง พบว่านักเรียนมีความสนใจที่จะทดลองวงจรแต่ละวงจรที่มีรูปแบบแตกต่างกัน มีความตั้งใจและอยากทราบผลการทดลองว่าเป็นอย่างไรบ้าง ซึ่งทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจคุณสมบัติความแตกต่างของวงจรแต่ละแบบที่ผ่านการฝึกปฏิบัติ และยังพบว่านักเรียนส่วนมากมีความสนใจที่จะประกอบวงจรและทดลองให้เสร็จครบถึงขั้นตอนสุดท้ายทุกใบบาง เพื่อจะได้ทดสอบเสียงและฟังเสียงเพลงจากชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ อีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่ได้จากการสร้างชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพ 81.58/82.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จึงสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนปฏิบัติวงจรเครื่องขยายเสียง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติจึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนใช้และมีการพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปฏิบัติและอุปกรณ์ประกอบการสอนขึ้นมาใช้เอง โดยจะก่อให้เกิดผลดีตามมาหลายประการ เช่น เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ประเภทชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ อีกทั้งส่งผลดีต่อครูในการที่จะช่วยประหยัดเวลาในการหาอุปกรณ์การสอนเพื่อเตรียมให้กับนักเรียน

2. ในการจัดการเรียนการสอน ควรให้ความรู้การใช้งานชุดทดลอง ข้อควรระมัดระวัง ในขณะที่ปฏิบัติใบงานของชุดทดลองเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการเรียนอันเป็นผลไปถึงความตั้งใจในการเรียนจากชุดทดลอง

3. ควรมีการอธิบายหลักการทำงานของวงจรทุกภาคในชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ก่อนปฏิบัติใบงานช่วยให้นักเรียนปฏิบัติใบงานได้อย่างถูกต้อง

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาชุดทดลองเครื่องเสียงโดยเพิ่มวงจร ระบบใหม่ๆ ในยุคดิจิทัล

2. ควรผลิตสื่อ VCD บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรทุกภาคในชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ข้อควรระมัดระวังในขณะที่ปฏิบัติใบงานของชุดทดลองเป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา

3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดทดลองเครื่องขยายเสียงเพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีของเครื่องเสียงที่เปลี่ยนไป

บรรณานุกรม

- กนกศักดิ์ มูริโต (2558 : บทคัดย่อ) ทำกาวิจัยเรื่อง ชุดทดลองเครื่องขยายเสียงแบบ OCL ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- ขอขอบคุณ ไชยวงศ์ 2552 การพัฒนาวิชาวงจร ดิจิตอล เบื้องต้นโดยการใช้ CPLD สำหรับหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร :
- จารุวัฒน์ มณีศรี 2552 การพัฒนาชุดทดลองการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม วิชาการระบบ ดาวเทียมตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉัตรชัย พันธุ์รัตน์. 2545 การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาการระบบเกียร์อัตโนมัติ สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยาลัยพณิชยการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สาขาวิชา หลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาน์ เนตรประเสริฐ, และสุดา สินสกุล. 2531. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี ศาสตราจารย์. องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- นุสราน นามเดช. “การจัดการเรียนแบบผสมผสานสำหรับนักศึกษาพยาบาล.” วารสารวิทยาลัย พยาบาลพระปกเกล้า. ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 (มีนาคม-มกราคม 2557).
- บุญชม ศรีสะอาด. 2543 การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา พัฒนา สมใจ 2545. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชา ปฏิบัติวงจร อิเล็กทรอนิกส์ 1 คณะครุศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ
- มัณฑรา ธรรมบุศย์. การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. [ออนไลน์] 2554. [สืบค้นวันที่ 7 มกราคม 2555]. จาก www.gotoknow.org/posts/373641
- พิพิธ ต้นเจริญ. 2546. การพัฒนาชุดทดลองโทรทัศน์สี วิชาปฏิบัติโทรทัศน์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- พิสิฐ เทธาภักดิ์ และธีระพล เมธีกุล. 2539. ยุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพโรจ ตรีธรรณกุล. 2541. วิธีการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

- พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 58
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2539. **การวัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ**.
กรุงเทพฯ: อักษร บัณฑิต.
- ยุทธพิชัย กล้าหาญ. 2547. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรรองความถี่ วิชาออปแอมป์ และลิเนียไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร:
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. **การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนา ชื่นชม. 2549. **การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอป**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต.
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร. 2542 **การวัดผลการศึกษาภาคปฏิบัติ**. สมุทรสาคร:
วิทยาลัยเทคนิค สมุทรสาคร. เอกสารอัดสำเนา
- วีระศักดิ์ จันทร์ละมุนมา. 2549. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องสายอากาศแบบ ยากิ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต**.
วารสารอาชีวศึกษา
- สุชาติ หัตถ์สุวรรณ. 2547. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรพัลส์ และสวิตชิง** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สื่อสาร: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- สุนันท์ ศลโกสมุ. 2532. **การวัดผลภาคปฏิบัติ**. วารสารการวัดผลการศึกษา. 11 : 65-76. เอกสาร
อัดสำเนา
- สุวัชชัย เลิศสถาพร. 2547. **การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS- 51**.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร: คณะครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สุนทร ก้องสินธุ. 2547. **การพัฒนาชุดทดลองเครื่องขยายแบบการเชื่อมต่อพื้นฐาน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต.

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี. 2546. การออกแบบวงจรสร้างไมโครบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ 59
PIC 16F876. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร :
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุวิมล ว่องวานิช. 2546 การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
เสนอ ภิมจิตรผ่อง. 2542 การประเมินผลภาคปฏิบัติ. อุบลราชธานี :
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ :
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545.
- เสาวภา วิชาดี. “รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในมุมมองของทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์.”
วารสารนักบริหาร. ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 (2554).
- อภิเชษฐ์ เมฆสุวรรณ. 255. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ วิชางานพื้นฐานวงจรอิเล็กทรอนิกส์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต. สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร :คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง
- เอกราช นิลรัตน์. 2552. ชุดปฏิบัติการรองความถี่แบบแอกทิฟ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ
ชั้นสูง พ.ศ.2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและหนังสือราชการ
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก จ ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการเรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- ภาคผนวก ฉ ผลใบงานการทดลองและผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เครื่องเสียง ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้าน “เนื้อหา”

- | | |
|----------------------------|---|
| (1) นายอภิชาติ พุ่มประทีป | ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.3) ประจำ
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่าง
สมุทรปราการ สังกัดคณะกรรมการการ
อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| (2) นายเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ | ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.2) ประจำ
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการสารพัดช่าง
นครหลวง สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ |
| (3) ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชา
วิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์
จังหวัดชุมพร |

2. ผู้ทรงคุณวุฒิ “ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ”

- | | |
|----------------------------|---|
| (1) นายศักดิ์ ศศิกุลมล | ครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญ
อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่าง
สมุทรปราการ สังกัดคณะกรรมการการ
อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| (2) นายกนกศักดิ์ มุณีโต | รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิค
สมุทรสาคร สังกัดคณะกรรมการการ
อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ |
| (3) นายสุทธิพงษ์ ชุ่มขุนทด | ครูวิทยฐานะชำนาญการ (ครู คศ.2) ประจำ
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชินูทิศ สังกัด
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2565

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๕ สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน นายอภิชาติ ทุมประทีป

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน
แบบประเมินด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smit alin
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2565

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒ สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน นายเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เเพ็งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.สมชาย หนิมสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน
แบบประเมินด้านเนื้อหาที่มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เเพ็งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งว่า ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Sinnit
(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2565

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑ สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน
แบบประเมินด้านเนื้อหาที่มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมอย่างน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 25๐5

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑. สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน นายศักดิ์ ศศิกลมกล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "จุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน
แบบประเมินด้านเนื้อหาที่ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศษ 0524.04/ 37700

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทางเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรงในงานการทดลองชุดปฏิบัติการและประเมินคุณภาพชุดทดลอง
ชุดปฏิบัติการ

เรียน นายทนงศักดิ์ นุชโต

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการและแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ชุดปฏิบัติการ

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตร
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดปฏิบัติการ เรียงเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ* โดยมี รศ.ดร. จิสดา สุนทรภณพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และรศ.ดร.สมชาย นิ่มสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทางเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความ
รู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรงในงานการ
ทดลองชุดปฏิบัติการและประเมินคุณภาพชุดทดลอง ชุดปฏิบัติการและประเมินคุณภาพชุดทดลอง
ชุดปฏิบัติการนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่าน
จะช่วยให้ท่านวิชัย หรือ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เพ็งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

สมชาย นิ่มสายญาติ
(ดร.ราตรี ศิวรักษ์)

รองคณบดีฝ่ายปฏิบัติการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร 02-329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6930

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 256๖

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒ สิงหาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
เรียน นายสุทธิพงษ์ ชุ่มขุนทด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วยว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เห่งวิชัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์
อุตสาหกรรมหอนบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ดร.วิสุทธิ สุนทรภณภงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน
แบบประเมินด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและ
ประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ ว่าที่ร้อยตรีหญิงปทุมมา เห่งวิชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 092-050-6936

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง
ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ**

คำชี้แจง ใบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับการออกแบบด้านใบงานการทดลอง

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะ
แสดงความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
- 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

ตอนที่ 1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆและประเมินคุณภาพของใบงาน ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใส่เครื่องหมาย (/) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว)

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับการออกแบบด้านใบงานการทดลอง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์			
2.ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์			
3.ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง			
4.ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้			
5.ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน			
6.เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน			
7.ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น			
8.คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย			
9.มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง			
10. สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี			
รวม			

ตอนที่ 2 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการออกแบบใบงานประกอบชุดทดลองในโอกาสต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
เรื่อง ชุติปฏิบัติกร เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง ใบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับการออกแบบชุดทดลอง

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด

4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มาก

3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่ปานกลาง

2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อย

1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ให้ผู้ทรงวุฒิโปรดกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการพัฒนาชุดทดลองในโอกาสต่อไป

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่างๆและประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โดยใส่เครื่องหมาย (/) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน					
3	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม					
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
5	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้					
6	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์					
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์					
8	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน					
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน					
10	ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง					
11	รูปร่าง ขนาดเหมาะสม					
12	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา					
13	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน					
14	มีความคงทนแข็งแรง					
15	ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ.					
รวม						
รวมคะแนนทั้งหมด	คะแนน				

ตอนที่ 2 แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อ ชุดทดลองปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ในด้านสื่อการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2.ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
3.ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.33	0.58	ดี
4.ใบงานมีความเหมาะสมของระดับชั้นความรู้	4.33	0.58	ดี
5.ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
6.เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
7.ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองแต่ละขั้น	3.67	0.58	ดี
8.คำอธิบายลำดับขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย	4.00	0.00	ดี
9.มีความสะดวกในการบันทึกผลจากการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
10. สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.53	0.30	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S. D.	ระดับคุณภาพ
1. เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
2. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	4.33	0.58	ดี
4. อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	5.00	0.00	ดีมาก
5. อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
8. มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
9. มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
11. รูปร่าง ขนาดเหมาะสม.	5.00	0.00	ดีมาก
12. มีความสะดวกในการบำรุงรักษา	5.00	0.00	ดีมาก
13. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.67	0.58	ดีมาก
14. มีความคงทนแข็งแรง	4.00	0.00	ดี
15. ต้นทุนการผลิตคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.78	0.28	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย (p)
ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			R	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
18	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
24	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
25	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			R	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
33	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
34	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
38	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒ (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	p	r	q (1-p)	pq
1	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
2	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
3	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
4	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
5	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
6	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
7	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
8	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
9	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
10	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
11	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
12	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
13	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
14	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
15	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
16	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
17	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
18	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
19	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
20	2	2	0.67	0.00	0.33	0.22
21	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
22	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
23	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
24	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
25	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
26	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
27	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
28	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
29	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
30	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
31	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
32	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
34	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
35	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
36	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
37	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
38	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14
39	3	1	0.67	0.67	0.33	0.22
40	3	2	0.83	0.33	0.17	0.14

ค่าความเชื่อมั่นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.68



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง
วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1 การทำงานของภาคปริแอมพลิฟายเออร์
เรื่อง ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อ นาย/นางสาว.....สาขาวิชา.....กลุ่มที่.....เลขที่..... เวลา 4 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรปริแอมพลิฟายเออร์ได้
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ตามใบงานได้
3. มีความรอบคอบในการทำงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง พร้อมสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 เครื่อง |
| 3. ออสซิลโลสโคป | 1 เครื่อง |

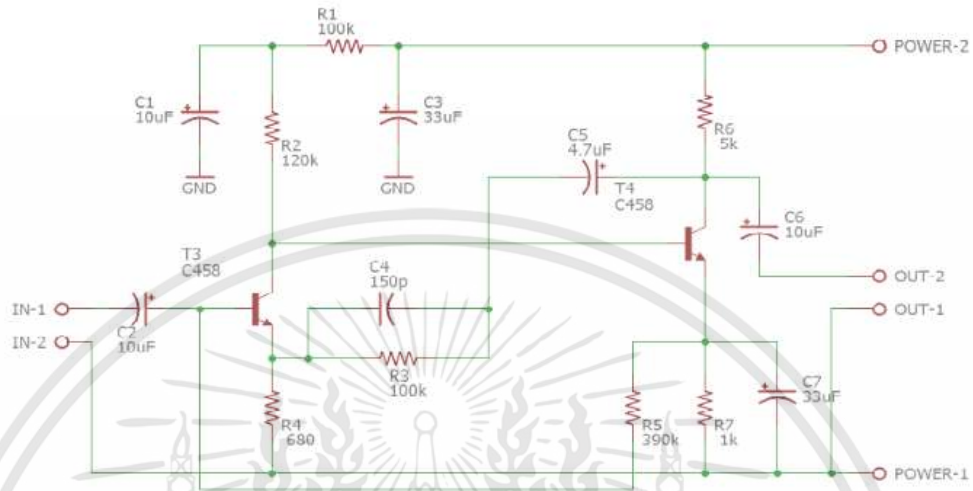
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรปริแอมพลิฟายเออร์แบบทรานซิสเตอร์ (Transistor Pre-Amplifier) วงจรขยายขั้นต้นที่ใช้ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้นตามที่ต้องการ เพื่อให้สัญญาณอยู่ในระดับที่ดีพอที่จะส่งต่อไปยังภาคต่อไป สัญญาณแต่ละอินพุตที่มีความแรงไม่เท่ากันผ่านวงจรปริแอมป์ไปแล้วจะเกิดผล ทำให้สัญญาณมีความแรงมากขึ้น ภาคปริแอมป์จัดเป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงภาคแรกเช่น ไมโครโฟน (Microphone) โดยอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในภาคนี้จะเป็นจำพวกสัญญาณรบกวนต่ำ

หน้าที่ของวงจรปริแอมพลิฟายเออร์มี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกปรับเพิ่มลดระดับความแรงของสัญญาณเสียงอินพุตให้มีขนาดพอเหมาะใกล้เคียงกันในแต่ละอินพุต ส่วนที่สองทำการขยายสัญญาณเสียงทุกอินพุตให้มีความแรงมากขึ้นใกล้เคียงกันและสัญญาณเสียงไม่ผิดเพี้ยน หรือเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นมา ก่อนส่งผ่านสัญญาณเสียงไปให้วงจรโวลุ่มคอนโทรลและโทนคอนโทรลต่อไป ลักษณะปริแอมพลิฟายเออร์ แหล่งกำเนิดเสียงต่างชนิดกัน จะทำให้กำเนิดเสียงที่มีความแรงของสัญญาณเสียงที่แตกต่างกัน บางแหล่งกำเนิดให้สัญญาณเสียงออกมาเบา ส่วนบางแหล่งกำเนิดให้สัญญาณออกมาแรง เช่น ไมโครโฟนชนิดอิมพีแดนซ์ต่ำ ให้ความแรงของสัญญาณเสียงออกมาประมาณ 350 μ V จูนเนอร์วิทยุ AM, FM ให้ความแรงของสัญญาณเสียงประมาณ 250 mV และเครื่องเล่น CD ให้ความแรงของสัญญาณประมาณ 400 mV เป็นต้น

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ศึกษาวงจรจากชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง ภาคปริแอมพลิฟายเออร์ ตามภาพที่ 1.1



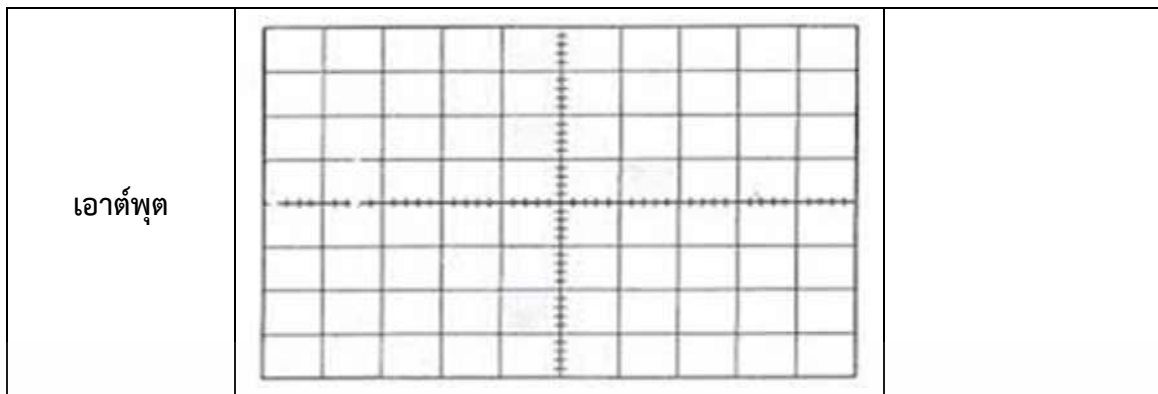
ตามภาพที่ 1.1 ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง ภาคปริแอมพลิฟายเออร์

2. ปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน
3. ป้อนแรงดันไฟให้กับวงจรปริแอมป์ฟายเออร์ และป้อนสัญญาณคลื่นไซน์เข้าวงจรโดยปรับความถี่ไว้ที่ 1 kHz
- 1 Vp-p ปรับความแรงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเพิ่มขึ้น แล้วสังเกตรูปร่างสัญญาณที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคป
4. บันทึกรูปร่างสัญญาณที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคปทั้งอินพุตและเอาต์พุตแล้วบันทึกผล ลงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รูปร่างสัญญาณและค่าแรงดันวัดด้วยออสซิลโลสโคป

ตำแหน่งที่วัด	รูปร่างสัญญาณวัดด้วยออสซิลโลสโคป	ค่าแรงดัน (Vp-p)
อินพุต		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5. ปรับความถี่จากเครื่องกำเนิดสัญญาณจากค่าต่ำไปหาค่าสูงทีละค่าตามลำดับ ตามความถี่ในตารางที่ 1.2 วัดและบันทึกค่าแรงดันไฟสลับที่อ่านจากออสซิลโลสโคป ทั้งอินพุตและเอาต์พุตทุกค่าลงในตารางที่ 1.2

6. นำค่าแรงดันอินพุตและค่าแรงดันเอาต์พุตที่วัดได้ มาคำนวณหาค่าอัตราขยายสัญญาณของวงจรขยายกำลัง จากสูตร อัตราขยาย = $\frac{E_o}{E_i}$ ทุกค่าความถี่ในตารางที่ 1.2 ช่องอัตราขยาย

7. สังเกตรูปคลื่นสัญญาณและความถี่ว่ามีผิดเพี้ยนหรือไม่
ตารางที่ 1.2 ค่าแรงดันไฟสลับที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคปของวงจรขยายกำลัง

ความถี่ (H_z)	แรงดันอินพุต $E_i(V)$	แรงดันเอาต์พุต $E_o(V)$	อัตราขยาย (เท่า)
60 Hz			
150 Hz			
400 Hz			
1 kHz			
2.4 kHz			
6 kHz			
15 kHz			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถาม

1. จงอธิบายผลที่ได้จากการทดลองวงจรภาคปริ๊แมมพลิฟายเออร์ทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

2. จงอธิบายผลที่ได้จากรูปร่างสัญญาณและค่าแรงดันที่ทำการวัดด้วยออสซิลโลสโคป

.....

.....

.....

3. จงสรุปผลอัตราการขยาย = $\frac{E_o}{E_i}$ ทุกค่าความถี่ในตารางที่ 1.2

.....

.....

.....



ใบงานที่ 2 การทำงานของภาคโหนดคอนโทรล

ชื่อ นาย/นางสาว.....สาขาวิชา.....กลุ่มที่.....เลขที่.....

เวลา 4 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงานของภาคโหนดคอนโทรลได้
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ตามใบงานได้
3. มีความกระตือรือร้นต่อการทำงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง พร้อมสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 เครื่อง |
| 3. ออสซิลโลสโคป | 1 เครื่อง |

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรโหนด – คอนโทรล Mono เป็นโหนด – คอนโทรลที่สามารถนำไปใช้ต่อกับเครื่องขยายเสียงที่ใช้กันทั่วไปได้ มีตัวปรับเสียงทึ่มและแหลมอยู่ในตัว รวมทั้งมีตัวเร่งลดเสียง เพื่อไม่ให้มีเสียงดังเกินไป

ข้อมูลทางด้านเทคนิค

- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 6-15 โวลต์ดีซี
- กินกระแสสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 10 มิลลิแอมป์
- สัญญาณทางด้านเอาต์พุตมากกว่า 3 โวลท์อาร์เอ็มเอส ที่ 12 โวลต์ดีซีและทางด้านอินพุต มากกว่า 3 โวลท์อาร์เอ็มเอส ที่ 12 โวลต์ดีซี
- อัตราการขยาย -2db
- อิมพัลส์อิมพีแดนซ์ ประมาณ 47 กิโลโอห์ม
- การตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 20 เฮิร์ต ถึง 50 กิโลเฮิร์ต
- THD ที่ 1 กิโลเฮิร์ต น้อยกว่า 0.1% ที่ 1 โวลท์ เอาต์พุต
- อัตรา S/N อยู่ที่ 85 ดีบี
- อัตราการเพิ่ม ลดเสียงของสัญญาณเสียงทึ่ม ประมาณ 12 ดีบี ที่ 50 เฮิร์ตและเสียงแหลม ประมาณ 12 ดีบี ที่ 15 กิโลเฮิร์ต

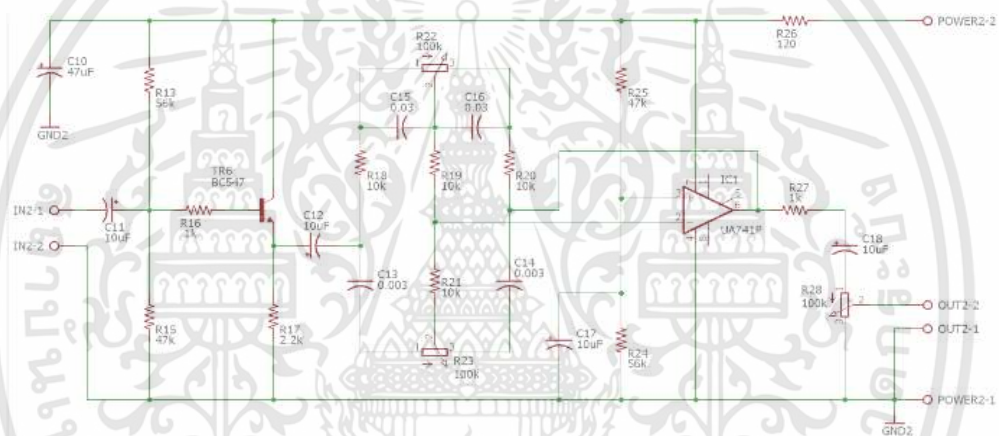
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจร

สัญญาณที่ป้อนเข้ามาอินพุต จะผ่าน C11,R16 มาเข้า TR6 โดย TR6 จะทำหน้าที่เป็น บัพเฟอร์ขยายเสียงเท่ากับ 1 สัญญาณจะออก มาขา E ของ TR6 ผ่าน C12 ไปเข้าชุดการปรับเสียง ทั้ม – แหลม สัญญาณเสียงทั้มจะผ่านทาง R18 ออกทางขากลาง R22 ผ่าน R19 มาเข้าที่ขา 2 ของ IC ส่วนสัญญาณเสียงแหลมจะผ่าน C13 ผ่านขากลาง R23 ผ่าน R21 มารวมกับเสียงทั้มที่ขา 2 เช่นกัน สัญญาณทั้งสองที่ถูกปรับแต่งแล้วจะถูกขยายโดย IC1 ขยายสัญญาณเท่ากับ 1 ออกทางขา 6 ผ่าน R27, C18 เข้า R28 ซึ่ง R ตัวนี้จะทำหน้าที่เร่ง – ลด เสียงเพื่อส่งออกที่จุด OUT ต่อไปที่ขา 6 ของ IC ป้อนกลับผ่าน R13 และ C14 ไป R23 เพื่อส่งไปทำหน้าที่ บูส-คัทสัญญาณ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ศึกษาวงจรจากชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง ภาคโทนคอนโทรล ตามภาพที่ 2.1



ตามภาพที่ 2.1 ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง ภาคโทนคอนโทรล

2. ปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน
3. ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงไปที่ตำแหน่งคลื่นไซน์ ปรับความถี่เสียงที่ 100 Hz ปรับความแรงของสัญญาณเสียงที่ส่งออกให้ได้ 1 Vpp
4. ป้อนแรงดันไฟตรง $+12\text{ V}$ และสัญญาณเสียงคลื่นไซน์เข้าวงจรโทนคอนโทรล วัดสัญญาณเสียงในวงจรด้วยออสซิลโลสโคป ปรับวอลลุ่มขยายเสียงไว้ตรงกลาง และปรับวอลลุ่มเสียงทั้ม (VR_1) และเสียงแหลม (VR_2) ปรับไว้ที่ลดสัญญาณต่ำสุด (ตามภาพที่ 2.1 ปรับขากลางไปทางขวาสุด) ปรับไว้ที่กึ่งกลาง (ตามภาพที่ 2.1 ปรับขากลางไว้กึ่งกลาง) และปรับไว้ที่เพิ่มสัญญาณสูงสุด (ตามภาพที่ 2.1 ปรับขากลางไปทางซ้ายสุด) วัดขนาดความแรงสัญญาณเสียงทั้งอินพุตและเอาต์พุตที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปทุกตำแหน่งการปรับ บันทึกค่าลงในตารางที่ 2.1 ช่องแรงดันอินพุตและเอาต์พุตทุกค่าการปรับแต่ง (VR_1, VR_2) เมื่อปรับตัวใดตัวหนึ่งเสร็จให้ปรับไปไว้ที่ตำแหน่งขวาสุดเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าแรงดันสัญญาณเสียงอินพุตและเอาต์พุตที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคป

ความถี่ (H_z)	แรงดัน อินพุต (V_{p-p})	แรงดันเอาต์พุต (V_{p-p})					
		ปรับ VR_1 (เสียงทุ้ม)			ปรับ VR_2 (เสียงแหลม)		
		ลดต่ำสุด	กึ่งกลาง	เพิ่ม สูงสุด	ลดต่ำสุด	กึ่งกลาง	เพิ่ม สูงสุด
100							
200							
250							
500							
2k							
4k							
8k							
15k							
20k							
1kHz							

5. ปรับความถี่เสียงตามตารางที่ 2.1 ตั้งแต่ความถี่ 100 Hz – 20 kHz ตามลำดับค่าความถี่ วัดขนาดความแรงสัญญาณเสียงทั้งอินพุตและเอาต์พุตที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปในทุกตำแหน่งการปรับ บันทึกค่าลงตารางที่ 2.1 ตามแถวความถี่ ช่องแรงดันอินพุตทุกค่าการปรับแต่ง VR_1, VR_2

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

คำถาม

1. จงอธิบายผลที่ได้จากการทดลองวงจรภาคโทนครอนโทรลทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

2. จงอธิบายความแตกต่างที่ได้จากปรับ (เสียงทุ้ม)ปรับ (เสียงแหลม)

.....

.....

.....

3. จงสรุปผลย่านความถี่ที่ ความถี่ 100 Hz – 20 kHz

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3 วงจรภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์ (OCL MAIN AMPLIFIER)

ชื่อ นาย/นางสาว.....สาขาวิชา.....กลุ่มที่.....เลขที่..... เวลา 4 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงานของภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์ ได้
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ตามใบงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง พร้อมสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 เครื่อง |
| 3. ออสซิลโลสโคป | 1 เครื่อง |
| 4. มัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ | 1 เครื่อง |

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรเพาเวอร์แอมป์ OCL 35 แบบ Mono R1% (POWER AMP. OCL 35W R1% เป็นวงจรแบบคลาส AB

ข้อมูลทางด้านเทคนิค

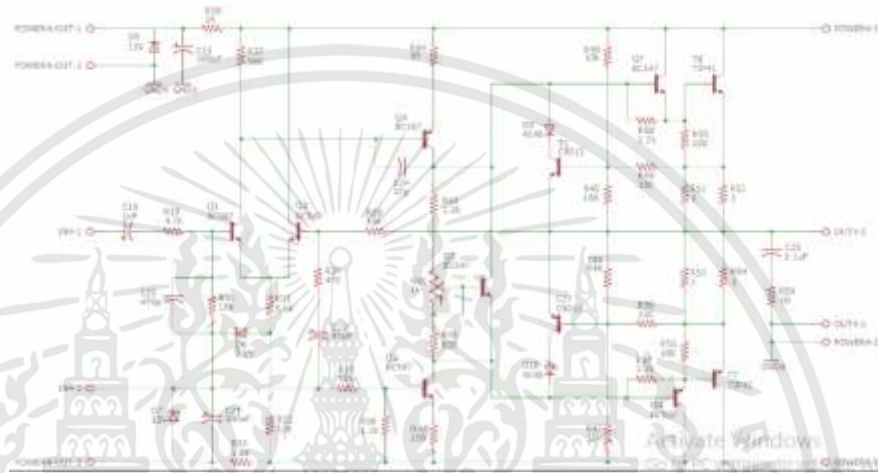
- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 35 โวลต์ดีซี
- การตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 10-100 กิโลเฮิร์ตซ์
- ความไวทางด้านอินพุต : 1 โวลท์อาร์เอ็มเอส
- ความต้านทานอินพุต :15 กิโลโอห์ม
- ให้กำลังเอาต์พุตสูงสุด 35 วัตต์ คลาส AB ที่ 8 โอห์ม

การทำงานของวงจร

เนื่องจากวงจรทางด้านซันและขวาเหมือนกัน TR1,TR2 ต่อเป็นวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ TR3 ทำหน้าที่เป็นปริโวลต์ TR8 , TR9 ทำหน้าที่เป็นตัวไดรฟ์ TR10,TR11 ทำหน้าที่ขยายเอาต์พุต TR4 ทำหน้าที่จำกัดกระแส TR5, TR1 ทำหน้าที่ตั้งค่าไบอัส เพื่อตั้งกระแสเฉื่อยในวงจร TR6,TR7 จำทำหน้าที่ป้องกัน TR10,TR11 ไม่ให้เสียหายเนื่องจากกระแสไหลมากเกินไป การออกแบบวงจรนี้เป็นการออกแบบแบบคัปปลิ่งทั้งหมด ยกเว้นด้านอินพุตจะผ่าน C1 มาเข้า TR1 ส่งไปเข้า TR3 สัญญาณออก TR3 จะส่งไปเข้า TR3 สัญญาณ TR3 จะส่งไปเข้า TR8และ TR10 เพื่อทำการขยายอินพุตช่วงบวก TR9 และ TR11 จะขยายสัญญาณอินพุตช่วงลบ สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกส่งออก ลำโพงต่อไป

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน
2. ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงไปที่ตำแหน่งคลื่นไซน์ ปรับความถี่เสียงที่ 1 kHz ปรับความแรงของสัญญาณที่ส่ง 0.5 Vp-p
3. ต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง +20 V เช้าวงจรรวมขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์



ภาพที่ 3.1 วงจรรวมขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์

4. ป้อนเครื่องกำเนิดสัญญาณ ค่อยๆปรับความแรงของสัญญาณส่งออกเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามตาราง แล้วสังเกตรูปคลื่นสัญญาณที่ปรากฏตามตาราง โดยวัดความแรงของสัญญาณทางเอาต์พุต
5. คำนวณอัตราขยาย $A_v = \frac{E_o}{E_i}$ แล้วบันทึกผล

แรงดันอินพุต (V_{p-p})	แรงดันเอาต์พุต (V_{p-p})	$A_v = \frac{E_o}{E_i}$
1 (V_{p-p})		
1.5 (V_{p-p})		
2 (V_{p-p})		
5 (V_{p-p})		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

คำถาม

1. จงอธิบายภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์ ทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

2. จงอธิบายผลที่ได้จากป้อนเครื่องกำเนิดสัญญาณ ค่อยๆปรับความแรงของสัญญาณส่งออกเพิ่มขึ้นทีละน้อย ด้วยออสซิลโลสโคป

.....

.....

3. จงสรุปผลคำนวณอัตราขยาย $A_v = \frac{E_o}{E_i}$ แล้วบันทึกผล

.....

.....

.....

**ใบงานที่ 4 เรื่อง การทำงานของชุดฝึกเครื่องขยายเสียงแบบ OCL
(ใบงานประเมินทักษะการปฏิบัติขั้นสุดท้าย)**

ชื่อ นาย/นางสาว.....สาขาวิชา.....กลุ่มที่.....เลขที่..... เวลา
4 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายวงจรการทำงานของภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์ ได้
2. สามารถต่อวงจรครบทั้ง 3 ภาควงจรได้
3. เกิดความสามัคคีเรียนรู้ในการปฏิบัติงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| 1. ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง พร้อมสายต่อวงจร | 1 ชุด |
| 2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง | 1 เครื่อง |
| 3. ออสซิลโลสโคป | 1 เครื่อง |

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรขยายสัญญาณเสียง วงจรขยายเบื้องต้น วงจรปรับแต่งเสียง การตรวจสอบและการวิเคราะห์ตรวจซ่อม ตลอดจนวิธีแก้ปัญหาต่างๆ ได้ วงจรเครื่องเสียงขยายเครื่องเสียงประกอบขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกพาสซีฟ (Passive device) และแอคทีฟ (Active device) เพื่อให้วงจรสามารถขยายสัญญาณย่านความถี่เสียง คือ ย่านความถี่ 20 Hz - 20,000 Hz ให้มีขนาดความแรงของสัญญาณขึ้นโดยมามีผิดเพี้ยน วงจรภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียงประกอบไปด้วย

1. วงจรภาคปริแอมพลิฟายเออร์ (Pre-Amplifier)
2. วงจรภาคโทนคอนโทรล (Tone-Control)
3. วงจรภาคขับสัญญาณและขยายกำลังขยายเสียง (Driver-Power Amplifier)

วงจรป้องกันลำโพง เป็นวงจรที่นำไปต่อกับเครื่องขยายเสียงระบบ OCL ถ้าเครื่องขยายที่ไม่มีวงจรป้องกันลำโพง เมื่อวงจรเกิดบกพร่อง เช่น ทรานซิสเตอร์เอาต์พุตช็อต ไฟตรงหลายสิบลีโวลต์จะเข้าทำลายลำโพงทันที ดังนั้นเพื่อป้องกันลำโพงแพงจึงจำเป็นต้องมีลำโพงนี้

ข้อมูลทางด้านเทคนิค

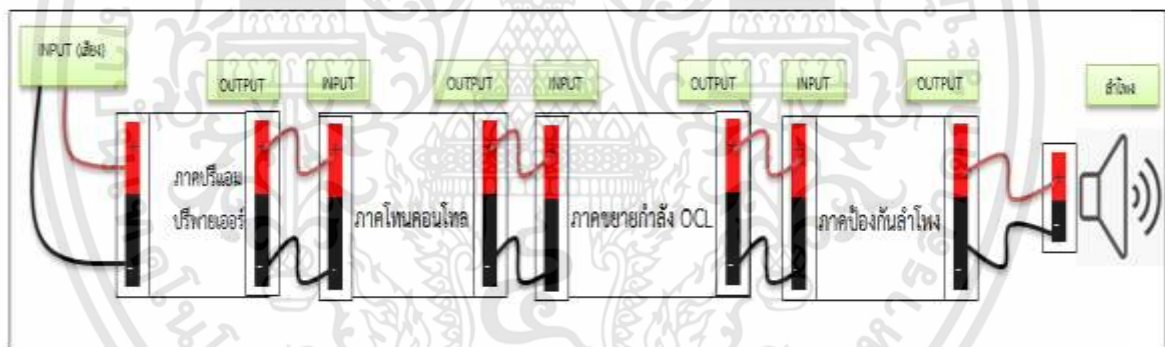
- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12 โวลต์ดีซี
- กินกระแสสูงสุดประมาณ 60 มิลลิแอมป์

การทำงานของวงจร

- จ่ายไฟเข้าวงจร TR2 และ TR3 จะยังไม่สามารถทำงานได้ เพราะที่ขา B ของ TR2 ไม่มีแรงไฟไบอัสให้ TR2 และ TR3 นำกระแสได้ C2 จะชาร์จไฟได้ประมาณ 1.4 โวลท์ จะทำให้ TR2 ,TR3 นำกระแสได้ โดยจะใช้เวลาประมาณ 1-5 วินาที กรณีเปิดเครื่องขยายเสียงจะมีเสียงตุบออกที่ลำโพง C2 จะหน่วงเวลาไม่ให้เสียงตุบออกที่ลำโพง โดยมีรีเลย์เป็นตัวตัดต่อ และมีแอลอีดีแสดงผล

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน
2. ให้นักเรียนประกอบวงจรตามบล็อกไดอะแกรมตาม ตารางที่ 4.1 การทำงานของชุดฝึกเครื่องขยายเสียงแบบ OCL ซึ่ง ประกอบด้วยภาคการทำงาน ทั้ง 3 ภาค ดังนี้
 - การทำงานของภาคปริแอมพลิฟายเออร์
 - การทำงานของภาคโทนคอนโทรล
 - วงจรภาคขยายกำลังชนิด OCL แบบทรานซิสเตอร์



ตารางที่ 4.1 การทำงานของชุดฝึกเครื่องขยายเสียงแบบ OCL

3. ให้นักเรียนทำการบันทึกผลการทดลองโดยการฟังเสียง
 - 3.1 ทำการปรับหมุนปุ่มวอลลุ่ม เพิ่ม ลด เสียง ผลที่ได้คือ
 - 3.2 ทำการ ปรับ VR_1 (เสียงทุ้ม) ผลที่ได้คือ
 - 3.3 ทำการ ปรับ VR_2 (เสียงแหลม) ผลที่ได้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถาม

1. จงอธิบายการทำงานของชุดฝึกเครื่องขยายเสียงแบบ OCLทำงานอย่างไร

.....

.....

.....

2. จงอธิบายการทำงานของวอลลุ่ม เพิ่ม ลด เสียง

.....

.....

.....

3. จงอธิบายการทำงานของวอลลุ่ม เสียงทุ้มและเสียงแหลม

.....

.....

.....

ภาคผนวก ฉ

ผลใบงานการทดลองและผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา เครื่องเสียง ชุดปฏิบัติการ เรื่องเครื่องขยายเสียง

วิชาเครื่องเสียงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ ฉ- 1 คะแนนแบบประเมินทักษะการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานการทดลองที่ 1-4 ของนักเรียน จำนวน 15 คน (E₁)

คนที่	ใบงานที่					ร้อยละ
	1	2	3	4	รวม	
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	320	
	80	80	80	80	320	
1	65	65	65	64	259	80.94
2	65	60	65	67	257	80.31
3	66	61	68	67	262	81.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

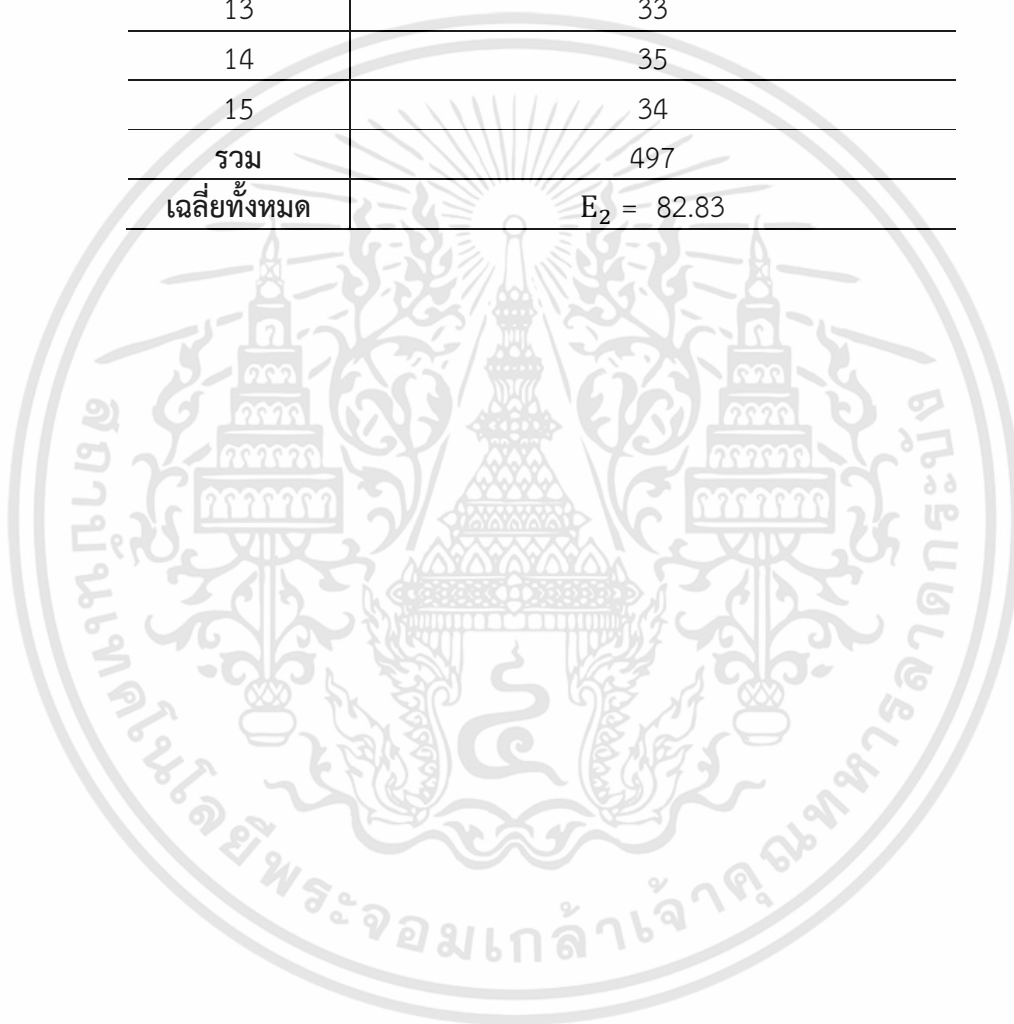
4	61	64	62	69	256	80.00
5	67	60	62	74	263	82.19
6	64	68	65	67	264	82.50
7	60	62	66	74	262	81.88
8	70	62	66	66	264	82.50
9	69	68	62	69	268	83.75
10	68	65	63	63	259	80.94
11	65	62	61	68	256	80.00
12	69	65	61	65	260	81.25
13	65	61	64	67	257	80.31
14	68	65	66	68	267	83.44
15	65	63	65	69	262	81.88
เฉลี่ยทั้งหมด	$E_1 = 81.58$					

ตารางที่ ๒- 2 ผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เครื่องเสียง จำนวน 40 ข้อ
 ของนักเรียน จำนวน 15 คน (E_2)
 (คะแนนข้อสอบ 40 คะแนน)

คนที่	ผลคะแนนแบบทดสอบ คะแนนเต็ม 40 คะแนน
1	32
2	30
3	30
4	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

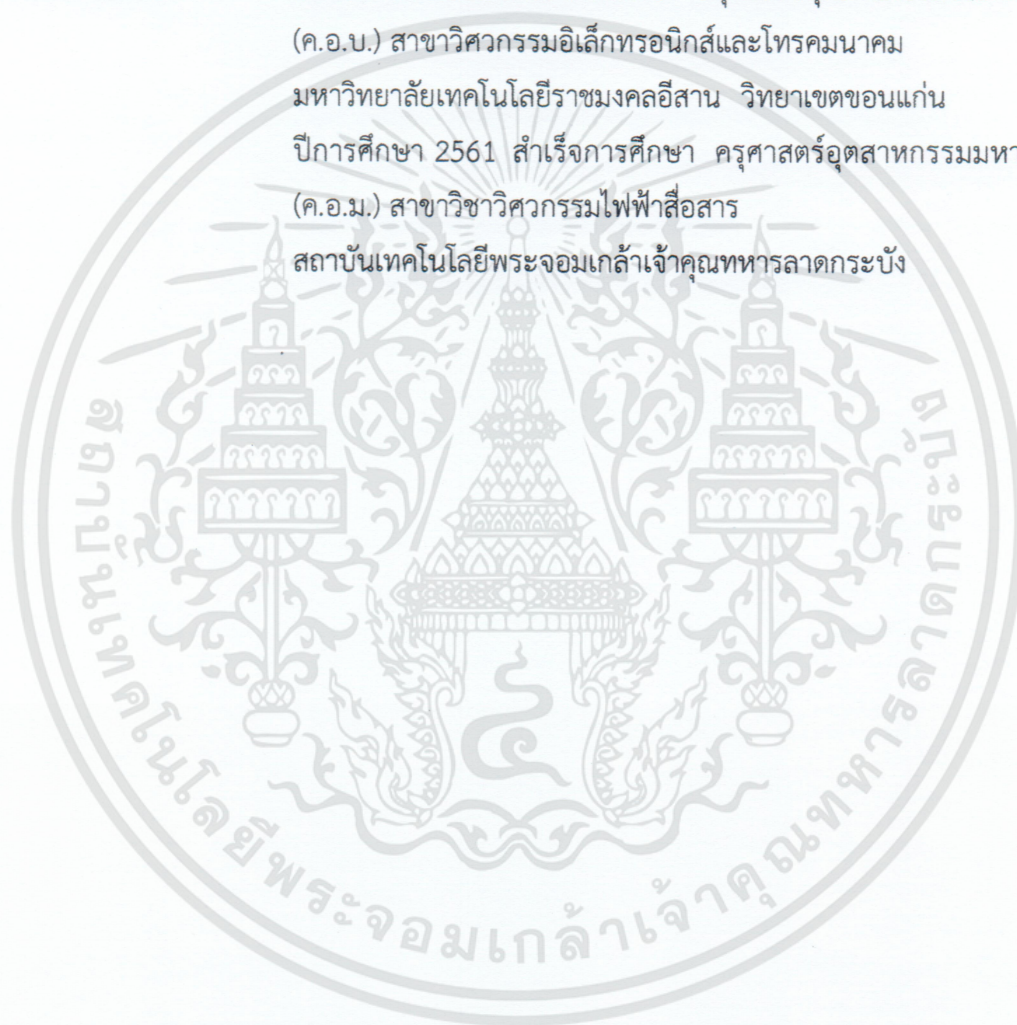
5	30
6	34
7	35
8	34
9	33
10	34
11	35
12	33
13	33
14	35
15	34
รวม	497
เฉลี่ยทั้งหมด	$E_2 = 82.83$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ว่าที่รต.หญิง ปทุมมา เพ็งวิชัย
วัน-เดือน-ปีเกิด	08 พฤษภาคม 2530
สถานที่เกิด	อำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 555/629 ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2553 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้