

บทเรียนวัดทัศนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ
เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON ASSEMBLING AND
TESTING CHARACTERISTICS OF OCL AMPLIFIER

เดวิด สิริพจน์
DAVID SIRIPHOT

วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ของงานศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ
เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON ASSEMBLING AND
TESTING CHARACTERISTICS OF OCL AMPLIFIER

เดวิดย์ สิริพจน์

DAVID SIRIPHOT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

**COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON ASSEMBLING AND
TESTING CHARACTERISTICS OF OCL AMPLIFIER**

DAVID SIRIPHOT

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2007

COPYRIGHT2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
นักศึกษา	นายเดวิทย์ ศิริพจน์
รหัสประจำตัว	45063313
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึก สามารถฝึกทักษะ และปฏิบัติผ่านเกณฑ์ด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอลประกอบด้วยเนื้อหา 3 หน่วยคือ หน่วยที่ 1 การลงอุปกรณ์ หน่วยที่ 2 การเดินสายสัญญาณ,สายในวงจรเครื่องขยายเสียงเข้ากับแท่นเครื่องขยายเสียง หน่วยที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง หลังจากศึกษาทั้ง 3 หน่วยแล้ว ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ เพื่อประเมินผู้เข้ารับการฝึก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาในเรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เมื่อศึกษาจนครบบทเรียนแล้วทำการทำแบบทดสอบ จากแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติเรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล หลังจากนั้นนำคะแนนสอบทั้งสองมารวมกันคิดเป็นร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 90.23 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Thesis Title	Competency Based Skill Training on Assembling and Testing Characteristics of OCL Amplifier.
Student	Mr. David Seraphim
Student ID.	45063313
Degree	Master of Science in Industrial Education.
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2007
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Surasit Ratre
Thesis Co-Advisor	Dr.Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The thesis was aimed to develop and assess the effectiveness of Competency Based Skill Training (CBST) on Assembling and testing characteristics of OCL amplifier. The hypothesis of this research was that the competency based skill training program could be effectively used with 80 percentage of the sample group passed the test with score of more than 80 percents.

This competency based skill training on Assembling and testing characteristics of OCL amplifier was divided into three learning modules: 1) Electronics devices putting to the print circuit board, 2) Connecting signal cable and electric cable to amplifier box, and 3) Testing characteristics of amplifier. After the completion of all three modules, the trainer had to take the examination paper.

The sample group was 20 students from the Associate's Degree of Science majoring in electronics from Buriram Rajabhat University. They studied the CBST video. Then the group finished the theory test of 40 items and took the practice test. Scoring from both tests were combined to calculate in percentage.

The result showed that the sample group passed the criterion. 20 students (100%) had scores more than 80 percentage. The average score of sample group was 90.23. Therefore, the competency based skill training on Assembling and testing characteristics of OCL amplifier could be effectively used in the Associate's Degree of Science majoring in electronics at Rajabhat university.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วย ความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราชตรี อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไข ข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาและความสอดคล้องของการทำแบบทดสอบวัด ความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ผศ.ณัฐปกรณ์ จันทะปิตตา อาจารย์สมใจ อารยะวัฒน์ อาจารย์สัมฤทธิ์ ภูเลี่ยมคำ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้แก่ รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ผศ.มิตรธิสาด อ้อเพชรพงษ์ อาจารย์พิพัฒน์ สมใจ ที่กรุณา ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไข เครื่องมือ ในการวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่าน รศ.โกวิท เชื่อมกลาง อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ให้การ สนับสนุนและอำนวยความสะดวก ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจน อาจารย์ภาควิชาไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและให้กำลังใจเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทความรู้ ความเข้าใจด้านการศึกษาเทคโนโลยี ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้า และเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณคุณพ่อทรงฤทธิ์ คุณแม่ไพฑูรย์ ศิริพจน์ ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษา และ ขอขอบคุณภรรยา รวมทั้งพี่น้องทุกคน ที่ให้กำลังใจตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ ทั้งหลายทั้งปวง ที่เกิดขึ้นจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนตลอดจนให้ ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ พึงมีจากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เดวิทย์ ศิริพจน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 รายละเอียดคำอธิบายรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พ.ศ. 2547.....	6
2.2 วงจรขยายแบบ โอซีแอล	8
2.3 การวัดและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง.....	16
2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	32
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	41
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	41
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียน วิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ.....	44
4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ของบทเรียน วิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ :.....	45
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนวิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ.....	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	50
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	50
5.2 การอภิปรายผล.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	54
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	59
ภาคผนวก ข แบบทดสอบ.....	64
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมิน.....	85
ภาคผนวก ง ตัวอย่างบทเรียนวิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง แบบไอซีแอล.....	88
ประวัติผู้เขียน.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนรายสัปดาห์.....	7
4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี ของบทเรียนวีดิทัศน์ ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ.....	44
4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ของบทเรียนวีดิทัศน์ ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ	46
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ	47
ข.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ 40 ข้อ ผู้เรียน (N) จำนวน 20 คน.....	73
ข.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	75
ข.3 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 1 เรื่อง การลงอุปกรณ์.....	78
ข.4 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 2 เรื่อง การเดินสายสัญญาณ,สายไฟในวงจรเครื่องขยาย เสียงเข้ากับแท่นเครื่องขยายเสียง.....	81
ข.5 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 3 เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง.....	82
ค.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเนื้อหา).....	86
ค.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ).....	87

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังของวงจรเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล 60 วัตต์.....	9
2.2 วงจรของเพาเวอร์แอมป์ 60 วัตต์.....	11
2.3 วงจรคิฟเฟอร์เรนเซียล และมิร์เลอร์แอมป์.....	12
2.4 วงจรคิฟเฟอร์เรนเซียล และมิร์เลอร์แอมป์.....	13
2.5 การทำงานของวงจรป้องกันกระแสเกิน.....	15
2.6 ส่วนประกอบของคลื่นรูปขายน้ และคลื่นสี่เหลี่ยม.....	17
2.7 วงจรทดสอบค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียง.....	18
2.8 วงจรทดสอบหาค่ากำลังวัตต์เอาต์พุตของเครื่องขยายเสียง.....	19
2.9 วงจรตรวจวัดจุดต่อเอาต์พุตเครื่องขยายเสียง 60 วัตต์ โอซีแอล.....	20
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนวิดีโอทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ.....	35
3.2 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ภาคทฤษฎี).....	39
3.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ).....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย มีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและกว้างขวางมาก จนทำให้ประเทศไทยประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานด้านอิเล็กทรอนิกส์เข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้เห็นความสำคัญในเรื่องนี้จึงจัดให้มีหลักสูตรที่เกี่ยวข้องของทางสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คือ หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และ หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (อิเล็กทรอนิกส์) เพื่อ เพิ่มบุคลากรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ให้เข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศ

การจัดการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นกระบวนการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์ ชัดเจน ในการให้ความรู้ ทักษะและเจตคติให้นักศึกษา โดยให้สามารถนำเอาความรู้ไปประกอบอาชีพได้ตามถนัดและความสนใจ มีรายได้ในการดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข จึงจำเป็นต้องให้ความสนใจต่อความเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงาน สังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและจริงจัง เพื่อให้สามารถผลิตกำลังคนให้สอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

การพัฒนาในด้านการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพนั้น การเรียนในสาขาช่างอุตสาหกรรมวิธีหนึ่ง คือ แบบการปฏิบัติ โดยมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจเพื่อหาทฤษฎีที่เรียนมาแล้ว เป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ และค้นคว้าข้อเท็จจริงจากหลักปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนคุ้นเคยและรู้จักใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับสาระเนื้อหาวิชาที่ได้ทำการเรียน

ในหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้กำหนดให้นักศึกษาต้องเรียนวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 ซึ่งเป็นวิชาที่รวมทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ โดยวิชานี้จำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการเรียน เช่น ใบงาน หรือ ชุดทดลอง มาประกอบการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการนั้น ๆ ด้วยการทดลองและได้ประสบการณ์โดยตรง และเพื่อให้เกิดความเข้าใจพร้อมที่จะนำไปปฏิบัติ เพื่อให้เกิดผลผลิตตามวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายนั้น เป็นสิ่งที่ต้องใช้ความพยายาม ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมากเนื่องจาก นักศึกษาส่วนใหญ่ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งไม่มีความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อย่างเพียงพอ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นั้น มักเกิดปัญหาในด้านการจัดการเรียนการสอนพอสรุปเป็นประเด็นได้ ดังนี้

1. ระยะเวลาการเรียนในรายวิชาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ รวม 56 คาบ คาบละ 50 นาที คิดเป็นภาคทฤษฎี 28 คาบ และปฏิบัติ 28 คาบ โดยการเรียนการสอนแบบผู้สอนบรรยายหน้าห้อง ทำให้การสอนได้ไม่ทั่วถึงและไม่ทันเวลา
2. เนื้อหาในรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 มีรายละเอียดมาก ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสับสน ไม่สามารถติดตามและเข้าใจในเนื้อหาได้
3. ผู้ที่เข้าศึกษามีความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์น้อยมาก ทำให้ต้องทำการทบทวนเนื้อหาเดิม หรือต้องทำการทบทวนเนื้อหาใหม่ซ้ำอยู่บ่อยครั้งส่งผลกระทบต่อเวลาในการเรียนการสอน
4. วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลองมีราคาสูงและหายากในท้องถิ่น
5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ผู้สอนต่อนักศึกษา และวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองการทำงานของวงจรมีความต่างกันมาก อาจารย์ผู้สอนจำเป็นต้องคอยดูแลนักศึกษาอย่างเต็มที่ มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดการเสียหายต่อวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง และอาจเกิดอันตรายต่อนักศึกษาได้
6. ผู้เรียนมีความต้องการบทเรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มเติมและเป็นวิธีเรียนที่ใหม่และทันสมัย

จากปัญหาที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า จะต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่มีรูปแบบ และวิธีการที่เหมาะสมเท่านั้น ในการจัดการเรียนการสอน ในหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่จะแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตร โดยมีกรกล่าวไว้ถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบต่าง ๆ ไว้ดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer Assisted Instruction) เป็นนวัตกรรมที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ผสมผสานกันอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาความรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ อย่างมีแบบแผนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักในการจัดการบทเรียน การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบางครั้งเรียกว่า CBT (Computer Based Training) ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้มีการฝึกหัดโดยใช้คอมพิวเตอร์ฝึกทักษะตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทักษะในการฝึกถูกแบ่งออกเป็นทักษะย่อย ซึ่งต้องเน้นการฝึกความสามารถจนเกิดความจำและกระบวนการนำไปสู่ทักษะที่สามารถนำไปทดลองปฏิบัติงานจริงได้ จึงต้องใช้วิธีการฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หรือเรียกว่า CBST (Competency Based Skill Training) ซึ่งหมายถึงการฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้ตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้คือ ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ (Know) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show) จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do) ทบทวน (Review) และผ่าน (Pass Through)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะมีการฝึกทักษะโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการจำลองสถานการณ์เหมือนการปฏิบัติงานจริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เป็นบทเรียนที่แสดงเนื้อหาของวิชาและมีภาพเคลื่อนไหวแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ขั้นตอนการทดลองได้จาก

คอมพิวเตอร์โดยเมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการทดลองปฏิบัติจากของจริงมีแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

จากข้อดีที่กล่าวมาของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผวนกับการแพร่หลายของคอมพิวเตอร์อันเนื่องจากราคาที่ถูกลง และประสิทธิภาพที่สูงขึ้น จึงเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมอย่างยิ่ง ที่จะนำมาพัฒนาบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ใช้สอนในหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้เดิม จากครูเป็นผู้สอนหน้าห้อง มาเป็นการเรียนรู้ใหม่ โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ช่วยสอน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติงาน มีประสบการณ์ในการทำงานสามารถทดลองและปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ก่อนที่จะไปปฏิบัติงานจริงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล วิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ในรายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้เป็นบทเรียน วีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะโดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำบทเรียนวีดิทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยการสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ในรายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยยึดแนวขั้นตอนการออกแบบจาก คู่มือการพัฒนา

ชุดฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม โดยมีขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้

1. เรียนรู้ (Know)
2. แสดง (Show)
3. ปฏิบัติจริง (Do)
4. ทบทวน (Review)
5. ผ่านการทดสอบ (Pass Through)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณภาพของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล พัฒนาขึ้นตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พ.ศ. 2547

2. เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณภาพของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 2.1 การใช้เครื่องมือในการประกอบและทดสอบคุณภาพของเครื่องขยายเสียง
- 2.2 การประกอบเครื่องขยายเสียง
- 2.3 การทดสอบคุณภาพของเครื่องขยายเสียง

3. ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษา ระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 60 คน

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของ บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากร โดยวิธีการสุ่มแบบง่ายโดยการจับฉลาก เพื่อใช้ในการทดลอง จำนวน 20 คน ในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2550

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณภาพของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอลที่สร้างขึ้น ในการวิจัยที่จะใช้เพื่อเสริมความรู้และเตรียมความพร้อมในการทดลองจริง กับชุดอุปกรณ์ในการประกอบ เครื่องขยายเสียงแบบ OCL (Output Capacitor Less) กำลังขับ 60 วัตต์

2. การใช้บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เป็นการสร้างสถานการณ์ปฏิบัติงานจริงตามใบงานทดลอง

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ หรือ (Competency Based Skill Training, CBST) หมายถึง สื่อที่ใช้เครื่องเล่น ดีวีดี หรือคอมพิวเตอร์ นำเสนอข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำสั่ง การสาธิต การปฏิบัติการทดลองเรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล วิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
2. แบบรายการความสามารถ (Check list) หมายถึง การกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่าง ๆ ตามวิธีการปฏิบัติ เพื่อเป็นเกณฑ์การให้คะแนนตามความสามารถ
3. ผู้เรียน หมายถึง ผู้ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
4. แบบทดสอบความสามารถ หมายถึง แบบวัดตามรายการความสามารถ (Checklist) ของผู้เรียนหลังจากที่เรียนบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ
5. ความสามารถ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในทางปฏิบัติ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
6. ประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ หมายถึง ร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนวีดิทัศน์ที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
7. หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พ.ศ. 2547

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201 หลักสูตร อนุปริญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พ.ศ. 2547

2.2 วงจรขยายเสียงแบบ โอซีแอล (Output Capacitor Less Amplifier)

2.3 การวัดและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง

2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายละเอียดคำอธิบายรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 รหัสวิชา 5582201

หลักสูตรอนุปริญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พ.ศ. 2547

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ เทคนิคการประกอบ การทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล และมีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ประวัติความเป็นมาและการพัฒนาเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ ข้อดีและข้อเสียของเครื่องขยายเสียงแต่ละระบบ การสร้างแหล่งจ่ายไฟและการประกอบเครื่องขยายเสียง การปรับแต่ง เทคนิคการประกอบและติดตั้งวงจรเครื่องขยายเสียง ระบบลำโพง ตลอดจนการศึกษาเครื่องเล่นและบันทึกเสียงระบบแมกคานิกของเทป

รายละเอียดเนื้อหาหน่วยการสอน การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง อยู่ในหน่วยเรียนที่ 5 มีเนื้อหาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายสัปดาห์

หน่วย เรียนที่	สัปดาห์ ที่	ครั้ง ที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนคาบ	
				ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1		ประวัติความเป็นมาและการพัฒนาเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ	4	
2	2		การทำงานของเครื่องขยายเสียงระบบต่างๆ	4	
3	3		ข้อดีและข้อเสียของเครื่องเสียงระบบต่างๆ	4	
4	4 - 5		การสร้างแหล่งจ่ายไฟ	4	4
5	6 - 7		การใช้เครื่องมือวัดในการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง	4	4
6	9 - 11		การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง	4	8
7	12 - 13			2	6
8	14 - 15		เทคนิคการประกอบและติดตั้งวงจรเครื่องขยายเสียง เครื่องเล่นและบันทึกเสียงระบบแมคคานิกของเทป	2	6
			รวม	28	28

จากตารางที่ 2.1 เรื่องการใช้เครื่องมือวัดในการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง จัดอยู่ในหน่วยเรียนที่ 5 และ 6 ใช้เวลาเรียนปฏิบัติ 20 คาบ (คาบละ 50 นาที) ต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 6 - 7 เรื่องการใช้เครื่องมือวัดในการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง

1. การใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรเครื่องขยายเสียง
2. การใช้ออสซิลโลสโคปวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าในวงจรเครื่องขยายเสียง

จุดประสงค์เพื่อ

1. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถใช้ออสซิลโลสโคปวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าในวงจรเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง

สัปดาห์ที่ 9 - 11 การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงจุดประสงค์เพื่อ

1. เข้าใจหลักการประกอบเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถประกอบเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง

2.2 วงจรขยายแบบโอซีแอล

วงจขยายเสียงแบบโอซีแอลนี้มีกำลังขับ 60 วัตต์ จากวงจรตามรูปที่ 2.2 จะเห็นว่ามีทรานซิสเตอร์อยู่ถึง 17 ตัว เหตุที่วงจรมีทรานซิสเตอร์หลายตัวเพราะมีส่วนของวงจรป้องกันและควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น วงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมกระแสให้จ่ายคงที่แน่นอนสม่ำเสมอตลอดเวลา (ถึงแม้ว่าจะเปิดเครื่องเป็นเวลานานก็ตาม) วงจรที่เป็นวงจรป้องกันการดึงกระแสมากเกินไป หรือที่เรียกว่า วงจรโอเวอร์ เคอร์เรนท โปรเทกชัน ที่จะช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ในกรณีที่สายลำโพงช้อตกันหรือมีการต่อลำโพงขนานกันมากเกินไป โดยสามารถแยกภาคการทำงานของวงจรให้เข้าให้ดูแผนผังการทำงานขึ้นต้นได้ จากรูปที่ 2.1

2.2.1 การทำงานของวงจร

จากวงจรในรูปที่ 2.2 สัญญาณจะถูกส่งเข้าทางด้านอินพุต โดยมีคาปาซิเตอร์ C_1, C_2 ค่า 22 μF เป็นคาปาซิเตอร์คัปปลิงสัญญาณ มีรีซิสเตอร์ R_1 ค่า 10 $k\Omega$ เป็นรีซิสเตอร์ที่เป็นตัวตั้งอิมพีแดนซ์ทางด้านอินพุตของวงจร ส่วนคาปาซิเตอร์ C_3 ค่า 68 μF เป็นตัวจำกัดสัญญาณรบกวนความถี่สูง ทรานซิสเตอร์ Q_3 และทรานซิสเตอร์ Q_4 เป็นวงจรควบคุมกระแสคงที่ เรียกว่า วงจรคอนสแตนท์ เคอร์เรนท ซอร์ส (Constant Current Source) ซึ่งการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_3 และทรานซิสเตอร์ Q_4 จะสามารถตรวจสอบการทำงานซึ่งกันและกัน เพื่อให้กระแสที่ออกมา คงที่ตลอดเวลา ไม่ว่าเครื่องจะเปิดนานแค่ไหนทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัว (Q_3 และ Q_4) ยังคงทำงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

2.2.2 ภาคควบคุมการแสดงที่

Q_3 และ Q_4 ทำหน้าที่เสมือนภาคจ่ายไฟแบบเรกูเลเตอร์วงจรแบบนี้มีข้อเด่นคือ

1. การจ่ายไฟดีกว่าวงจร “ดีคัปปลิง” เพราะดีคัปปลิงทำให้เกิดสัญญาณรบกวนความถี่สูงขึ้นได้ หากไม่มีอุปกรณ์ล่อความถี่ในภาคคิฟเฟอเรนเชียล และหากค่าการสำรองไฟน้อยไป จะทำให้เสถียรภาพลดลง

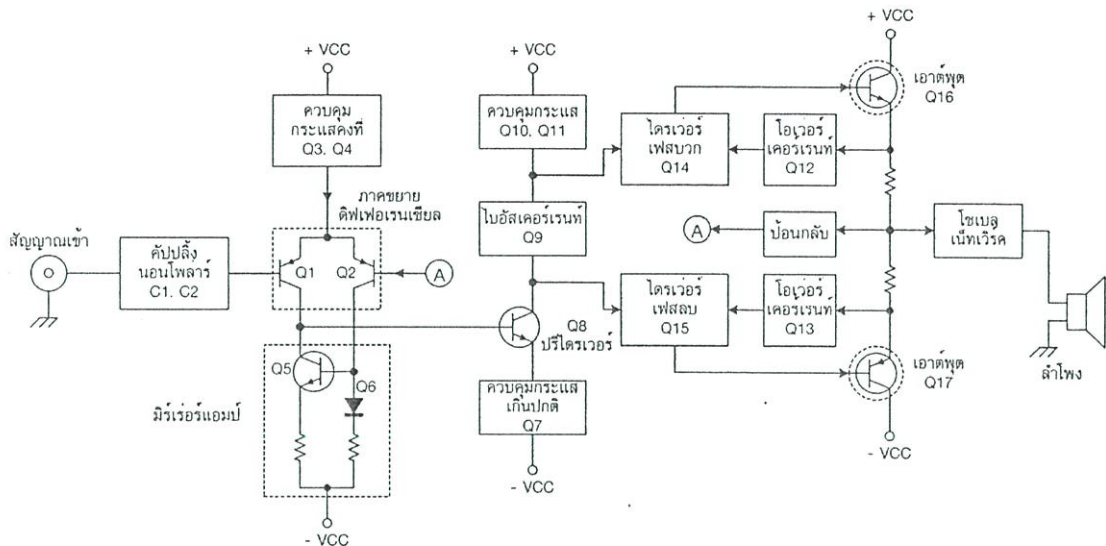
2. ภาคจ่ายไฟแบบนี้ดีกว่าเรกูเลเตอร์ที่ทำให้ความใสของสัญญาณได้ดี วงจรจึงตอบสนองความถี่กลางและสูงได้ชัดเจน เนื่องจากวงจรควบคุมไฟกระแสคงที่รองรับแรงดัน ไฟสูงได้ ทำให้ภาคอินพุตมีประสิทธิภาพเมื่อคิดจากค่าความถี่ไดนามิกของเสียง

เมื่อแยกเขียนวงจรออกมาจะเหมือนกับรูปที่ 2.3 โดยแยกอธิบายดังนี้

ก. เมื่อ Q_4 ทำงานเกินปกติ

สมมุติว่าเครื่องเปิดเป็นเวลานาน ๆ แล้วทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_4 มีอุณหภูมิสูงขึ้น จนนำกระแสเกินกว่าปกติ กระแสดังกล่าวจะไหลผ่านรีซิสเตอร์ R_4 ค่า 180 Ω มากขึ้น (กระแสหมายเลข 1 ตามรูป) ทำให้แรงดันไฟตกคร่อม R_4 สูงขึ้น ทรานซิสเตอร์ Q_3 จึงมีไบอัสเพิ่มตามค่าแรงดันตกคร่อม R_4 (ซึ่งเขียนวงจรสมมูลเหมือนเบตเตอร์โอไว้ในรูป) เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_3 มีไบอัสเพิ่ม Q_3 จึงจ่ายกระแสออกทางคอลเล็กเตอร์ (เป็นกระแสหมายเลข 2 ตามรูป) ตกคร่อมที่รีซิสเตอร์ R_5 มาก

ตาม ทำให้แรงดันไฟ ส่งเข้ามาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_4 ทรานซิสเตอร์ Q_4 จึงมีไบอัสลดลง (ได้อธิบายลักษณะไบอัสด้วยแรงดัน B_2 ในรูปที่ 2.3 ไว้แล้ว) การนำกระแสระหว่างขาอีมิเตอร์ ออกทางขาคอลเล็กเตอร์ จึงลดกลับมาเป็นปกติ อุณหภูมิของทรานซิสเตอร์ Q_4 จึงลดลง



รูปที่ 2.1 แผนผังของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล 60 วัตต์

ข. เมื่อ Q_3 ทำงานเกินปกติ

ส่วนในกรณีที่ทรานซิสเตอร์ Q_3 นำกระแสเกินปกติ แรงดันที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ R_5 ก็มีค่าสูงตามไปตาม (ค่าแรงดัน B_2 ตามรูปมากขึ้น) ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_4 นำกระแสน้อยลง แต่หลักการของวงจรคอนสแตนต์ เคอร์เรนท์ ซอร์ส คือวงจรที่จะต้องจ่ายกระแสคงที่ตลอดเวลา เมื่อวงจรจ่ายกระแสลดลง เพราะทรานซิสเตอร์ Q_3 ทำงานเกินกว่าปกติ วงจรนี้จะควบคุมโดยใช้รีซิสเตอร์ R_4 ที่จะทำหน้าที่เป็นรีซิสเตอร์ไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q_3 เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_4 นำกระแสผ่านรีซิสเตอร์ R_4 ได้น้อยแรงดันที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ R_4 จึงลดลง ทรานซิสเตอร์ Q_3 จึงได้รับไบอัสลดลงตามไปด้วย เมื่อ Q_3 มีไบอัสและความร้อนลดลง ทรานซิสเตอร์ Q_3 จึงจ่ายกระแสออกทางขาคอลเล็กเตอร์ มาตกคร่อมที่รีซิสเตอร์ R_5 ลดลงตามไปด้วย ทำให้แรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_4 มีค่าต่ำลง ทรานซิสเตอร์ Q_4 จึงมีไบอัสเพิ่มกระแสที่จ่ายออกทางขาคอลเล็กเตอร์ของ Q_4 จึงเพิ่มขึ้นสู่ปกติ วงจรจึงเข้าสู่ภาวะปกติ (กระแสของวงจรคอนสแตนต์ เคอร์เรนท์ ซอร์ส คือกระแสเฉลี่ยของ Q_3 และ Q_4)

2.2.3 ภาคขยายดิฟเฟอเรนเชียล

วงจรคอนสแตนต์ เคอร์เรนท์ ซอร์สที่ทำงานด้วยทรานซิสเตอร์ Q_3 และ Q_4 จ่ายกระแสให้กับวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ ที่ทำงานด้วยทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็นตัวขยายสัญญาณจากอินพุต และส่งออกทางขาคอลเล็กเตอร์ ส่งตรงให้กับทรานซิสเตอร์ Q_8 (รูปที่ 2.4 ประกอบ) ส่วนทรานซิสเตอร์ Q_2 เป็นทรานซิสเตอร์ที่เป็นตัวรับสัญญาณจากจุดออกลำโพง ผ่านวงจรป้อนกลับ หรือวงจรเนกาทีฟ ฟีดแบ็ค (Negative Feedback) ที่ประกอบด้วยรีซิสเตอร์ R_{10} ค่า 10

$k\Omega$ และรีซิสเตอร์ R_8 ค่า 330Ω โดยรีซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดอัตราขยายของวงจรทั้งหมด สามารถหาได้โดยเอาความต้านทานของรีซิสเตอร์ R_{10} $10 k\Omega$ หารด้วยค่าของ รีซิสเตอร์ R_8 ค่า 330Ω และบวกอีก 1 ได้ออกมาเป็นค่าของอัตราขยายแรงดันเท่ากับ 31.3 เท่า เมื่อแสดงสูตรการคำนวณจะได้ดังนี้

$$AV = \left(\frac{R_f}{R_i} \right) + 1$$

เมื่อ

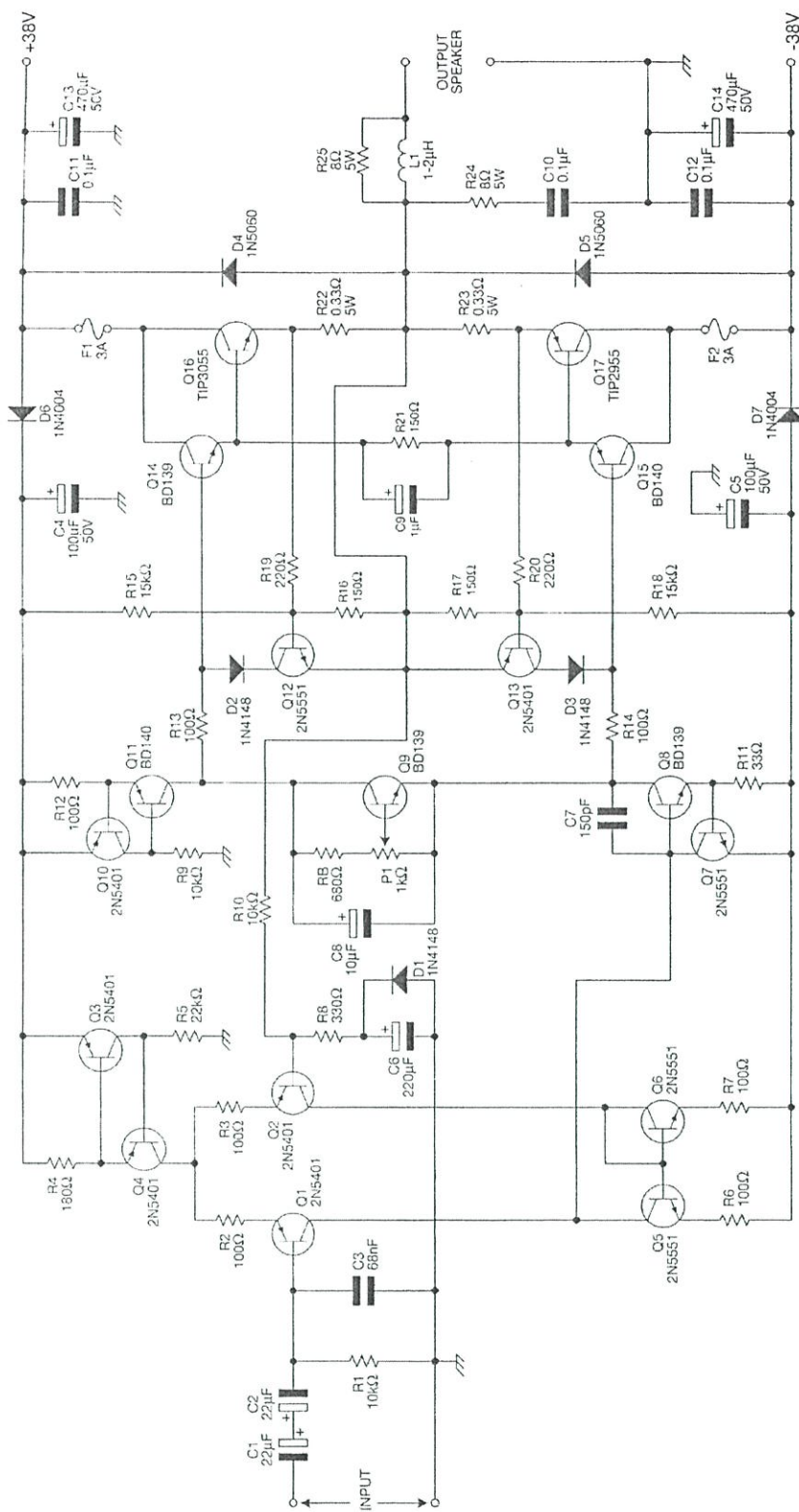
AV คือ ค่าอัตราของการขยายแรงดัน

R_f คือ ค่าความต้านทานป้อนกลับจากจุดต่อลำโพงหรือเอาต์พุต (ค่าของ R_{10})

R_i คือ ค่าความต้านทานที่รับการป้อนกลับ (ค่าของ R_8)

แทนค่าจากสูตรจะได้

$$\begin{aligned} AV &= \left(\frac{10k\Omega}{300\Omega} \right) + 1 \\ &= (30.33 + 1) \\ &= 31.33 \text{ เท่า} \end{aligned}$$



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรของเพาเวอร์แอมป์ 60 วัตต์

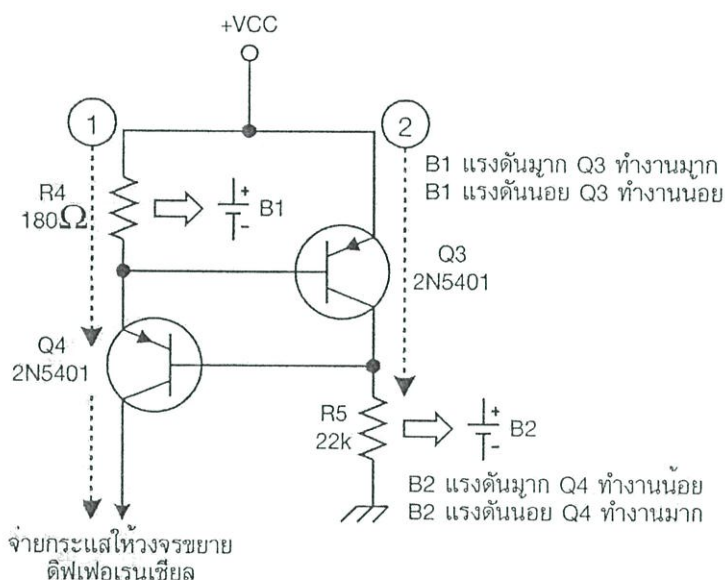
ในส่วนของคาปาซิเตอร์ C_6 ค่า $220 \mu F$ จะเป็นตัวรับสัญญาณย้อนกลับจากจุดออกลำโพง โดยมี ไดโอด D_1 เป็นตัวป้องกันกระแสไหลกลับทาง ซึ่งจะทำให้คาปาซิเตอร์ C_6 มีประสิทธิภาพเสียงมากขึ้นเพราะกระแสดังกล่าวจะไหลผ่านไดโอด D_1 แทน

ทรานซิสเตอร์ Q_5 และ Q_6 เป็นวงจร เคอร์เรนท์ มิเรอร์ (Current mirror) มีหน้าที่สำคัญอยู่ 2 อย่าง คือ 1) เป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพการขยายของวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ 2) รักษาสัดส่วนของสัญญาณที่ขยายมาจากทรานซิสเตอร์ Q_1 ไม่ให้ผิดเพี้ยน

หน้าที่สำคัญคือการควบคุมความผิดเพี้ยน ซึ่งมีค่าโดยตรงต่อคุณภาพเสียงที่เรียกว่า “ไดนามิกเรนจ์” (Dynamic range) และควบคุมความผิดเพี้ยนโดยรวม ที่เรียกว่า THD (Total harmonic distortion) ที่เป็นการควบคุม THD ในรูปของการทำงานของอุปกรณ์

ถ้าดิฟเฟอเรนเชียลนำกระแสด้วยค่าความผิดเพี้ยนเกินปกติ กระแสของ Q_1 จะเพิ่มขึ้นไม่ได้ เนื่องจาก Q_5 ตั้งระดับกระแสสูงสุดที่ยอมให้ผ่านได้ด้วยไบอัสที่มาจาก Q_6 ซึ่งต่อเป็นวงจรไดโอด รักษาความคงที่ Q_6 รับผลโดยตรงจากการนำกระแสของ Q_2 ทำให้ Q_1 และ Q_2 พยายามรักษาค่าสมดุลตลอดเวลาของการทำงาน

วงจรควบคุมหน้าที่ประกอบด้วย Q_5 และ Q_6 จึงเสมือนกระชกสะท้อนผลการทำงาน ตรวจสอบ Q_1 และ Q_2 ตลอดเวลา จึงเรียกว่า หน่วยมิเรอร์แอมป์



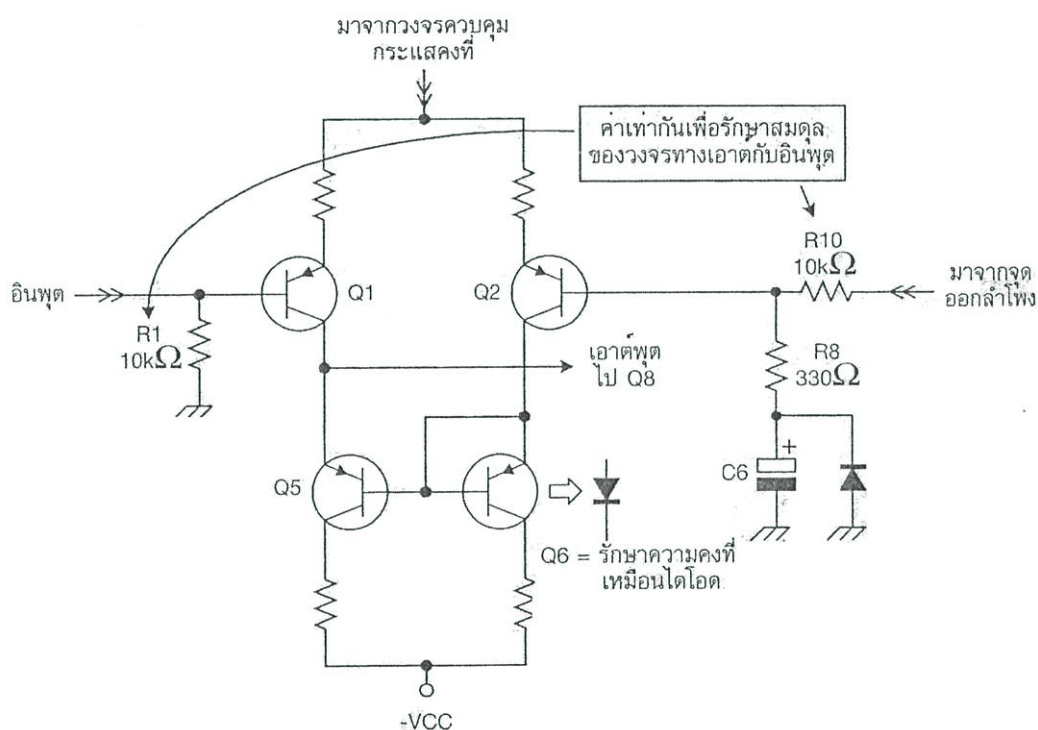
รูปที่ 2.3 แสดงวงจรดิฟเฟอเรนเชียล และมิเรอร์แอมป์

2.2.4 ภาคไดรเวอร์

สัญญาณที่ได้จากวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ (ทรานซิสเตอร์ Q_1) ส่งให้กับทรานซิสเตอร์ Q_8 ซึ่งเป็นวงจรปริไครเวอร์ ขาคอลเล็กเตอร์ทรานซิสเตอร์ Q_8 ต่ออยู่กับวงจรของทรานซิสเตอร์ Q_9 ซึ่งจะเป็นวงจรที่ใช้เพื่อปรับกระแสสงบ (Quiescent current) โดยมีโพเทนชิโอมิเตอร์ P_1 เป็นตัวปรับไบอัส ของทรานซิสเตอร์ Q_9 และแรงดันไฟที่ตกคร่อมระหว่างขาคอลเล็กเตอร์กับอีมิเตอร์ของมัน จะส่งเป็นไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ไดรเวอร์ Q_{14} และ Q_{15}

ทรานซิสเตอร์ Q_7 จะเป็นตัวป้องกันกระแสของทรานซิสเตอร์ Q_8 ไม่ให้มากเกินไป ถ้ากระแสของทรานซิสเตอร์ Q_8 (ที่ไหลจากขาคอลเล็กเตอร์ออกทางขาอีมิเตอร์ ผ่าน รีซิสเตอร์ R_{11} ค่า 33 โอห์ม) มากเกินไป จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_8 ลัดวงจร ทรานซิสเตอร์ Q_7 จึงเข้ามาเป็นตัวป้องกัน โดยถ้ากระแสของทรานซิสเตอร์ Q_8 มากเกินไปแรงดันไฟที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ R_{11} จะสูงขึ้น ถ้าสูงถึง ประมาณ 0.6 โวลต์เมื่อไร แรงดันไฟจุดนี้ก็จะส่งเป็นไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_7 ทันที ทรานซิสเตอร์ Q_7 ทันที ทรานซิสเตอร์ Q_7 จึงไปลดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_8 โดยการดึงไบอัสที่ขาเบส เพียงเท่านี้วงจรก็จะปลอดภัย

ทรานซิสเตอร์ Q_{10} และ Q_{11} เป็นวงจรคอนสแตนท์ เคอร์เรนท์ ซอร์ส อีก วงจรหนึ่งที่จะเป็น วงจรจ่ายกระแส (ทางด้านไฟ + $38V_{DC}$) ให้กับทรานซิสเตอร์ Q_9 โดยวงจรไดโอดประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ Q_{14} และ Q_{15} หากจะศึกษาการทำงานของ Q_{10}, Q_{11} ศึกษาวงจรได้เหมือนกับการทำงาน ของ Q_3, Q_4 ในรูปที่ 2.3 เพียงการเขียนวงจรสลับซ้ายขวาเท่านั้น โดย Q_{10} และ Q_{11} ทำหน้าที่ เหมือน Q_4



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรดิฟเฟอเรนเชียล และมีร์เลออร์แอมป์

2.2.5 ภาคเอาต์พุต

วงจรทางด้านเอาต์พุต มีไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ Q_{16} และทรานซิสเตอร์ Q_{17} ที่ใช้เบอร์ TIP 3055 (Q_{16}) และ TIP2955 (Q_{17}) เป็นตัวขยายทางเอาต์พุต โดยมีรีซิสเตอร์ R_{22} และ R_{23} ค่า 0.33 โอห์ม 5 วัตต์ ต่ออยู่ที่ขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_{16}, Q_{17} ซึ่งรีซิสเตอร์ R_{22} และ R_{23} จะเป็นตัว

ตรวจสอบกระแสของทรานซิสเตอร์เอาต์พุตว่าเกินปกติหรือไม่ โดยจะส่งผลย้อนกลับไปยังทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13}

ไดโอด D_4 และ D_5 (Catching diodes) เป็นไดโอดที่ใส่ไว้เพื่อป้องกันแรงดันไฟชั่วขณะ ที่เป็นผลมาจากการทำงานของลำโพงเวลาขยายสัญญาณเสียง ซึ่งจะขยับผลักออก และดึงเข้าตลอดเวลา เกิดแรงดันไฟชั่วขณะที่เป็นยอดแหลม ๆ ทั้งยอดเฟสบวกและเฟสลบจะมีค่าแรงดันไฟสูง ซึ่งถ้าไม่มี ไดโอด D_4 และ D_5 สัญญาณที่เป็นยอดแหลมๆ ดังกล่าวจะถูกส่งมารีเวิร์สที่ทรานซิสเตอร์เพาเวอร์ (Q_{16} และ Q_{17}) แน่นอนสัญญาณดังกล่าวจะไม่เป็นผลดีกับตัวทรานซิสเตอร์ Q_{16} และ Q_{17} เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของตัวทรานซิสเตอร์เพาเวอร์มีอายุการใช้งานสั้นลง ไดโอดทั้ง 2 ตัวจึงเข้ามาเป็นตัวช่วย โดยถ้าสัญญาณยอดแหลมเป็นเฟสบวกไดโอด D_4 จะนำกระแส และถ้าสัญญาณเป็นเฟสลบ ไดโอด D_5 จะนำกระแสทันที

จุดออกลำโพง มีรีซิสเตอร์ R_{24} ค่า 8Ω 5 วัตต์ และคาปาซิเตอร์ C_{10} เป็น วงจรโซเบลเน็ตเวิร์ค (Zobel Network) ส่วนทางออกจะมีรีซิสเตอร์ R_{25} ค่า 8Ω 5 วัตต์ และขดลวด L_1 ค่า $1-2 \mu H$ ที่จะเป็นตัวหน่วงและขัดขวางสัญญาณที่มีขนาดเล็ก ๆ หรือที่เป็นสัญญาณรบกวนไม่ให้ส่งออกไปยังลำโพง

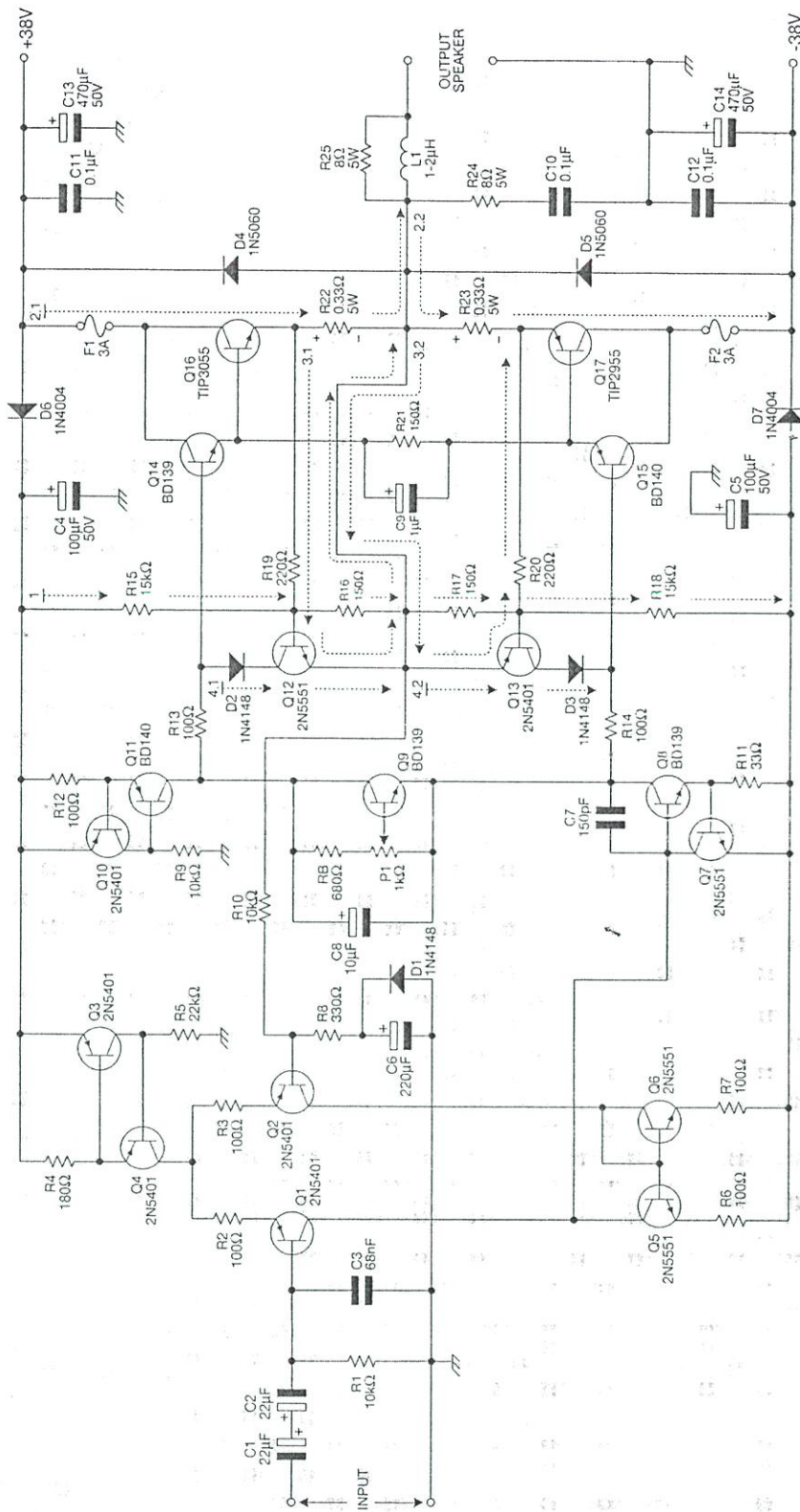
2.2.6 วงจรป้องกันการดึงกระแสเกินปกติ (Over Current Protection)

ในวงจรเครื่องขยายชั้นคีย์ห้อยคั้งๆ การออกแบบวงจรต้องมีการใส่วงจรป้องกันต่างๆ เข้าไปในวงจรขยายนั่นด้วย เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากความประมาท หรือความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของผู้ใช้เครื่อง

วงจรเครื่องขยาย 60 วัตต์ก็เช่นกัน ได้ใส่วงจรที่เรียกว่า โอเวอร์ เคอร์เรนท โปรเทคชั่น (Over Current Protection) ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันการดึงกระแสเกินปกติ ไม่ว่าจะเป็นการต่อลำโพงขนานมากเกินไป หรือสายลำโพงขั้วบวกและขั้วลบช็อตกัน เนื่องจากความประมาทในการต่อสายลำโพง ซึ่งความผิดพลาดดังกล่าวจะเป็นสาเหตุที่ทำให้วงจรได้รับความเสียหายทั้งสิ้น (ถ้าเครื่องนั้นไม่มีวงจรป้องกัน) แต่ถ้าใส่วงจรป้องกันการดึงกระแสเกินเข้าไปแล้ว ปัญหาความเสียหายก็จะไม่เกิดขึ้น

ในรูปที่ 2.5 เป็นการอธิบายทำงานของวงจรป้องกันกระแสไหลเกินปกติ ซึ่งสามารถอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

1. แรงดันไฟ +38 V_{DC} จะไหลผ่านรีซิสเตอร์ R_{15}, R_{16}, R_{17} และ R_{18} (เป็นกระแสหมายเลข 1) โดยจะมีรีซิสเตอร์ R_{16} และ R_{17} เป็นรีซิสเตอร์ไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13} ในภาวะที่เครื่องทำงานปกติ แรงดันตกคร่อม R_{16} และ R_{17} จะต่ำ ทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13} อยู่ในภาวะคัตออฟ ยังไม่นำกระแส



รูปที่ 2.5 การทำงานของวงจรป้องกันกระแสเกิน

2. ถ้าสายลําโพงขั้วตรงกัน ทำให้เกิดกระแสหมายเลข 2.1 และ 2.2 เพิ่มขึ้น โดยกระแส 2.1 จาก $+38 V_{DC}$ ผ่านฟิวส์ F_1 ผ่านทรานซิสเตอร์ Q_{16} และผ่านรีซิสเตอร์ R_{22} เกิดแรงดันไฟตกคร่อม R_{22} สูงขึ้น (กระแสทางเข้าด้านบนเป็นบวก ทางออกด้านล่างเป็นลบ) ไปครบวงจรที่กราวด์

กระแส 2.2 ศักย์บวกจากกราวด์ไหลผ่านรีซิสเตอร์ R_{23} ทรานซิสเตอร์ Q_{17} ผ่านฟิวส์ F_2 ครบวงจรกับไฟ $-38 V$ เกิดแรงดันไฟตกคร่อม R_{23} เพิ่มขึ้น เกิดศักย์ตามรูป

3. จากกระแสหมายเลข 2.1 และ 2.2 ที่ไหลผ่านรีซิสเตอร์ R_{22} และ R_{23} มากกว่าปกติ จึงให้แรงดันไฟที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ ทั้ง 2 ตัว มีค่าแรงดันไฟสูงขึ้น เพียงพอที่จะเป็น ไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13}

3.1 แรงดันไฟตกคร่อมรีซิสเตอร์ R_{22} จะส่งไบอัสทรานซิสเตอร์ Q_{12}

3.2 แรงดันไฟตกคร่อมรีซิสเตอร์ R_{23} จะส่งไบอัสทรานซิสเตอร์ Q_{13}

4. เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13} มีไบอัสแล้วทรานซิสเตอร์ Q_{12} และ Q_{13} จึงไปดึงไบอัสของภาคใดเวอร์

กระแส 4.1 ของทรานซิสเตอร์ Q_{12} จึงลดยไบอัสของทรานซิสเตอร์ Q_{14}

กระแส 4.2 ของทรานซิสเตอร์ Q_{13} จึงลดยไบอัสของทรานซิสเตอร์ Q_{15}

เมื่อทรานซิสเตอร์ภาคใดเวอร์ (Q_{14}, Q_{15}) ถูกดึงไบอัสไป ตัวมันจึงไม่สามารถจ่ายกระแสออกทางขาอีมิเตอร์เป็นไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์เอาท์พุททั้ง 2 ตัวได้ วงจรเอาท์พุทจึงหยุดทำงาน ความเสียหายต่าง ๆ จึงไม่เกิดขึ้น

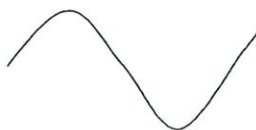
2.3 การวัดและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง

2.3.1 ความจำเป็นของการวัดและทดสอบเครื่องเสียง

คุณสมบัติและรายละเอียดของเครื่องขยายเสียงถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นของการเลือกซื้อ เลือกใช้รุ่นหรือแบบของเครื่องขยายเสียง ช่วยให้ผู้ซื้อทราบถึงคุณลักษณะทางไฟฟ้าต่าง ๆ ของเครื่องเสียงก่อนการตัดสินใจซื้อ ทำให้ได้เครื่องขยายเสียงตามต้องการ

คุณลักษณะทางไฟฟ้าต่าง ๆ ของเครื่องขยายเสียงหามาด้วยการวัด และทดสอบในห้องปฏิบัติการของบริษัทผู้ผลิต โดยการวัดและทดสอบการทำงานของเครื่องในสถานะต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน มีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งถ้าหากเรามีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ก็สามารวัดและทดสอบหาคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียงได้เช่นกัน

ก่อนทำการวัดและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง ต้องทบทวนเกี่ยวกับคลื่นรูปซายน์ (Sine Wave) และคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) ก่อนเพื่อความเข้าใจของการคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไป คลื่นรูปซายน์ (Sine Wave) และคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) แสดงดังรูปที่ 2.6



(ก) คลื่นรูปไซน์(Sine Wave)



(ข) คลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave)

รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบคลื่นรูปไซน์ และคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave)

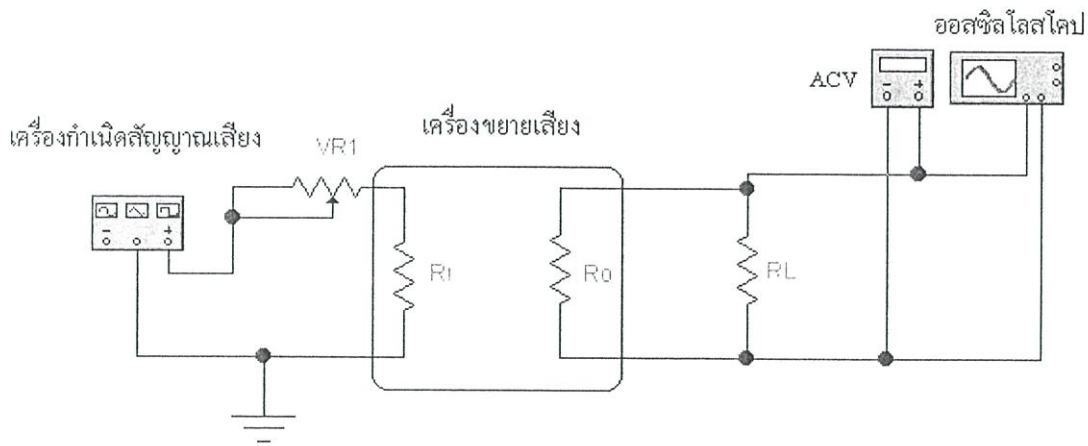
จากรูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบคลื่นรูปไซน์ และคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) ค่าที่วัดออกได้ด้วยมิเตอร์และออสซิลโลสโคปมีค่าแตกต่างกัน

- ค่าวัดด้วยมิเตอร์เป็น AC โวลต์มิเตอร์วัดออกมาเป็น RMS (Root Mean Square)
- ส่วนค่าที่วัดด้วยออสซิลโลสโคปเป็นค่า V_p (Peak Voltage) หรือค่า V_{p-p} (Peak to Peak Voltage)

ส่วนในรูป ข. เป็นคลื่นสี่เหลี่ยม ค่าที่วัดได้ด้วย AC โวลต์มิเตอร์มีค่าเท่ากับค่าที่วัดได้ด้วยออสซิลโลสโคป เป็น V_p คือ $V_{DC} = V_p$

2.3.2 ค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียง

ค่าความต้านทานอินพุต (Input Impedance) เครื่องขยายเสียง คือค่าความต้านทานคงที่ของขั้วต่ออินพุตของเครื่องขยายเสียง การต่อสัญญาณเสียงเข้าขั้วต่ออินพุตของเครื่องขยายเสียงควรคำนึงถึงค่าความต้านทานของอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อให้เท่ากันหรือเท่าเทียมกัน หรือใกล้เคียงกัน เพื่อการส่งผ่านสัญญาณได้สูงสุด การทดสอบค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียงแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรทดสอบค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียง

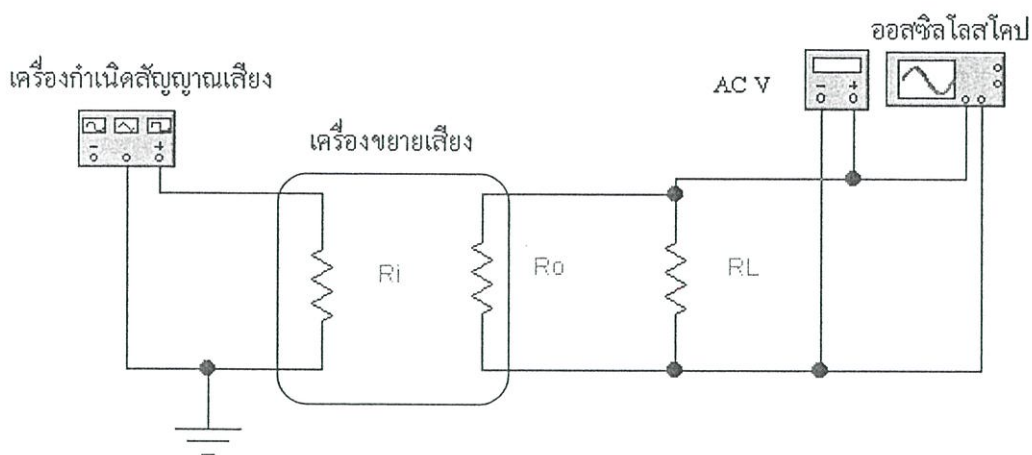
จากวงจรทดสอบค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียง วงจรประกอบด้วย

1. เครื่องขยายเสียงที่ต้องการทดสอบ
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง
3. AC โวลต์มิเตอร์
4. ออสซิลโลสโคป
5. ตัวต้านทานโหลด R_L มีค่าทนวัตต์สูง ๆ (ดัมมีโหลด 8 Ω 300 วัตต์)
6. และตัวต้านทานปรับค่าได้ VR_1 ค่าความต้านทาน 50 $k\Omega$ แบบ B

2.3.3 ค่ากำลังวัตต์เอาต์พุตของเครื่องขยายเสียง

ค่ากำลังวัตต์เอาต์พุต (Output Power) ของเครื่องขยายเสียง คือค่ากำลังขยายสูงสุดของเครื่องขยายเสียง ที่สามารถขับออกมาได้ เป็นค่าที่บอกถึงอัตราการขยายเสียงสูงสุดที่ไม่ผิดเพี้ยนของสัญญาณที่ส่งออกมา เอาต์พุต ไปขับลำโพงให้เปล่งเสียงออกมา

กำลังวัตต์เอาต์พุตที่บอกไว้เป็นค่ามาตรฐานของสมาคมอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (EIA) บอกค่าออกมาเป็นค่า RMS (Root mean Square) ถือเป็นการบอกค่ากำลังวัตต์มาตรฐานที่นิยมใช้กัน การทดสอบค่ากำลังวัตต์เอาต์พุตของเครื่องขยายเสียง แสดงดังรูปที่ 2.8



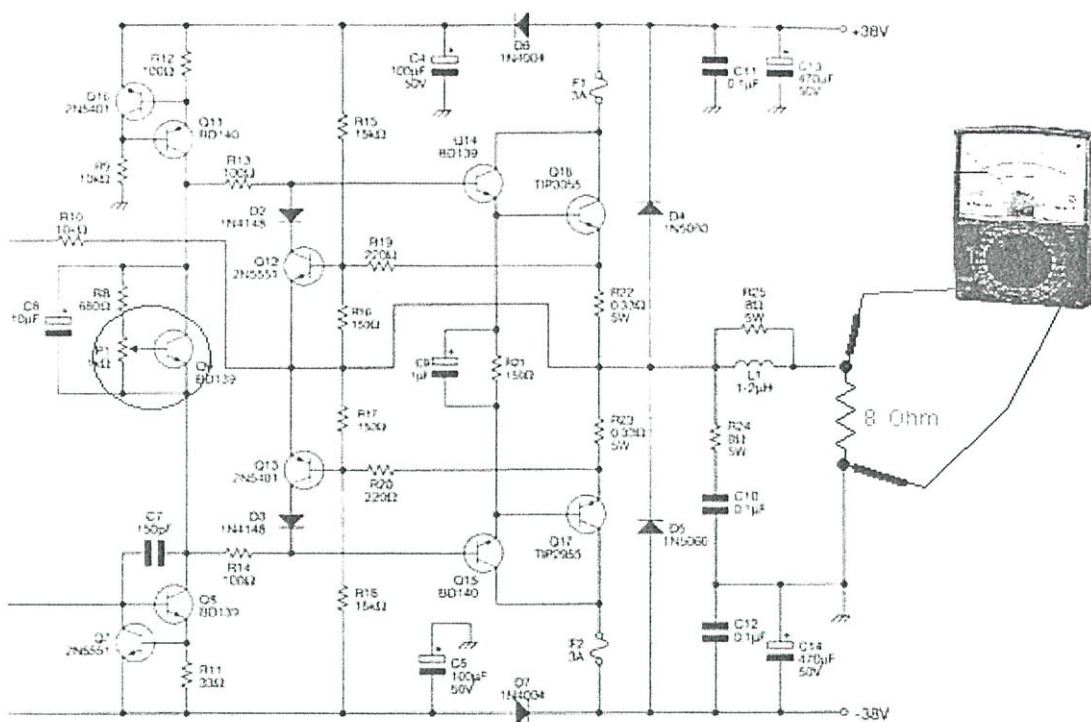
รูปที่ 2.8 แสดงวงจรทดสอบหาค่ากำลังวัตต์เอาต์พุตของเครื่องขยายเสียง

วงจรประกอบด้วย

1. เครื่องขยายเสียงที่ต้องการทดสอบ
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง
3. AC โวลต์มิเตอร์
4. ออสซิลโลสโคป
5. และตัวต้านทานโหลด R_L มีค่าทนวัตต์สูง ๆ (คัมมีโหลด 8 Ω 300 วัตต์)

2.3.4 การปรับสมดุลภาคขยายกำลังเครื่องขยายเสียง แบบ OCL

เครื่องขยายเสียงชนิดนี้ถ้าต่อเอาต์พุตเกิดการไม่สมดุล เกิดการชำรุดของทรานซิสเตอร์ หรือ มอสเฟส ในภาคขยายกำลัง จะมีผลต่อการชำรุดหรือเสียหายต่อลำโพงได้ ดังนั้นจึงต้องระวังในเรื่องการใช้งาน ควรตรวจวัดจุดต่อเอาต์พุตของเครื่องขยายเสียงทุกครั้งก่อนต่อลำโพง ลักษณะการตรวจวัดจุดต่อลำโพงแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรตรวจวัดจุดต่อเอาต์พุตเครื่องขยายเสียง OCL 60 W

จากรูปที่ 2.9 แสดงวงจรตรวจวัดจุดต่อเอาต์พุตเครื่องขยายเสียง OCL 60 W ที่จุด V_{in} ควรต่อลงกราวน์ ที่ส่วนเอาต์พุตให้ต่อโหลด $R_L = 8\Omega$ ทนกำลังวัตต์ได้ประมาณ 25 ถึง 50 W เข้าไปแทนลำโพง และใช้ DC โวลต์มิเตอร์วัดคร่อมโหลด $R_L = 8\Omega$ ถ้าทรานซิสเตอร์ขยายกำลังทำงานปกติเท่ากัน แรงดันวัดได้ที่ $R_L = 8\Omega$ ต้องเท่ากับ 0 V หรือไม่ควรมากเกิน 0.3 V ถือว่าเครื่องขยายเสียงปกติ

2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง ได้ออกแบบตามแนวคิดของ โรเบิร์ตกาเย่ (Robert Gangne) 9 ประการ มาใช้ประกอบการพิจารณา ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ ได้แก่

2.4.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จึงควรเริ่มด้วยการใช้

ภาพแสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมาต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อ ความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเสนอเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ การเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือการนำเสนอ บทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้ก็คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นใด แต่ถ้าบทนำเรื่อง ดังกล่าว ต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็น การตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่องโดยมี ข้อพิจารณา ดังนี้

- 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็วเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
- 1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่ง ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ

จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิก ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้และเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว ของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับกราฟิก และเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2.4.2 บอกวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะ ได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรม ขั้นสุดท้าย ของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็น สำคัญของเนื้อหา รวมทั้ง เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนจะทราบถึงขอบเขต ของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียน สามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์ กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของบทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์ เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัก กำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้ และสังเกต

ได้ ซึ่งง่ายในการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไป ก็มีความจำเป็นที่ ต้องแจ้ง ให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์การเรียนมีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปล ความหมายอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน เกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนเป็นหัวเรื่องย่อยๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้ว จะสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลักและตามด้วยรายการ ให้เลือกหลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียน ย่อยๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการ นำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟอังก่งๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

2.4.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง ทบทวนประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ โดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ก็คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว เพื่อ เตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียน บางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัด บทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความ สามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน ในขั้นตอนการทบทวนความรู้เดิมนี้อาจจำเป็นต้องเป็นบททดสอบ เสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมาเป็นชุดบทเรียน ที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับการทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียน คิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าว อาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมปริมาณมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความ พร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้เท่ากัน

2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากบททดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพในการประกอบการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.4.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพ ประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้แม้ในเนื้อหาบางส่วน จะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบแต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิและกราฟ อีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวีดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวีดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพ เคลื่อนไหว เป็นต้น การใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลาในการปรากฏของภาพ ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหา ชับซ้อนเข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เนื้อหาสำคัญๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย

4. การนำเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพเป็นต้น
5. ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่เข้าใจยากและไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
6. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มอธิบายให้จบเป็นตอน ๆ
7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน
11. ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กด เป็นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

2.4.5 ชี้นแนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ ก็คือการเรียนที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาหาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัด เท่าที่จะทำได้เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและความเข้าใจ โนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ แบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยเฉพาะบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นแนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นแนะแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักเกณฑ์การจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล่องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูปร่างแสง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านั้นไม่ใช่โลหะ
5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

2.4.6 การกระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกรายการ และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามคำถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียว แต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

6. หลีกเลีย้งการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

7. เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหาควรอยู่บนจอภาพเดียวกันเพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

2.4.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระตุ้นความสนใจ จากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับ ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากเรียน ได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่าย และเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
4. หลีกเลีย้งการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไป ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิดโดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลนในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 – 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้ – ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

2.4.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียกว่าการทดสอบหลังบทเรียน (Post – test) เป็นการเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

2.4.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเอง หลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้

ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุทรศักดิ์ สันทามาศ (2543 : 54) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา ครุศาสตร์ สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542

ผลการวิจัยพบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ (2544 : 79) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถเรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีประสิทธิภาพ 90/100 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สมชาย ศรีสกุลเดีว (2545 : 52) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ วิชาวงจรพัลส์และสวิตซิ่ง เรื่อง ทรานซิสเตอร์สวิตซ์ กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา คณะวิชาไฟฟ้า แผนกอิเล็กทรอนิกส์ชั้นปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองจำนวน 20 คน มีผู้ทำการทดลองสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์ (2545 : 59) การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.25/81.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศักดิ์ ศศิกุลกมล (2546 : 62) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักศึกษาหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ จำนวน 10 คน และวิทยาลัยสารพัดช่างธนบุรี จำนวน 10 คน รวม 20 คน

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.30/94.16 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล (2546 : 69) ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดคูเลชันแบบแอมพลิจูด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดคูเลชันแบบแอมพลิจูด มีประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

อรไท ก้อนมณี (2548:71) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2540

ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้นหลักสูตรวิชาซีพระยะสั้น พุทธศักราช 2540 เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านการทดสอบได้ร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ณรงค์ ต้นจินชุย (2548 : 84) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกพนักงาน เรื่องเครื่องทดสอบไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรม เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานที่สร้างขึ้น สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 94.75

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการใช้สถานการณ์จำลองด้วย คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน สามารถส่งผลโดยตรงต่อการฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ยังใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าการปฏิบัติการทดลองจริง ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและเกิดความสนุกสนาน ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองสามารถสร้างเป็น โปรแกรมเพื่อใช้ในการสอนเสริมและทบทวนได้ นักศึกษาที่เรียนกับคอมพิวเตอร์จะมีเจตคติต่อวิชาเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่แตกต่างจากการสอนของครูโดยวิธีปกติและถ้าใช้คอมพิวเตอร์ควบคู่กันไปกับการเรียนการสอนวิธีปกติ ก็จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่าวิธีใดวิธีหนึ่ง ที่มีความเหมาะสมต่อการสอนปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นเนื่องจากทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ง่าย โดยเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในกิจกรรมต่างๆ ที่จำลองจากของจริง ทำให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา จนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินงานวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการวิจัยการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2549

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ รายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 ที่คัดเลือกจากประชากร จำนวน 20 คน โดยวิธีการเลือกสุ่ม แบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ วิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ตามหลักสูตร อนุปริญญาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องมือ เพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้คือ

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
 - 2.1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี ร้อยละ 20
 - 2.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ร้อยละ 80

3. แบบประเมินคุณภาพ บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

3.1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

สร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ วิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล มีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลที่ได้ในส่วนของเนื้อหาของการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง มากำหนดเป็นโครงสร้างเนื้อหา และในส่วนแนวทางการพัฒนาบทเรียนใช้โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนชื่อ Adobe Premier V6.50 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน สามารถใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม Microsoft Windows ได้

2. เขียนวัตถุประสงค์การดำเนินงานเพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางกำหนดการออกแบบหน้าจอ CBST และกำหนดแบบทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถทางการเรียน

3. ออกแบบหน้าจอภาพโดยพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องตั้งแต่รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในส่วนของการควบคุมบทเรียน ส่วนของเนื้อหาที่ใช้งานบนหน้าจอภาพ และส่วนอื่น ๆ แล้วนำไปใช้งานจริงกับเครื่องเล่นวีดิทัศน์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมต่าง ๆ ทั้งหมด

4. ออกแบบผังงาน (Flowchart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาออกแบบตามหัวข้อเรื่องที่กำหนด

5. นำเนื้อหาบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

6. สร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 สร้างเนื้อหาโดยนำเนื้อหาของ การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล มาจำแนกเป็นเรื่องดังนี้

- การประกอบเครื่องขยายเสียง
- การทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง

ส่วนที่ 2 สร้างแบบฝึกปฏิบัติสำหรับผู้ใช้บทเรียน

7. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
8. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ไปแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
9. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน พิจารณา ความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

โดยคุณภาพบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ อยู่ในระดับ

4.50 - 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
2.50 - 3.49	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
0.00 - 1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

9.1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

1. ผศ.ณัฐปกรณ์ จันทะปิตตา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
2. อาจารย์สมใจ อารยะวัฒน์ อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลอัสสัณ วิทยาเขตขอนแก่น
3. อาจารย์สัมฤทธิ์ ภูเลี่ยมคำ อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม

การประเมินผลของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านอยู่ในระดับ 3.50- 4.49 ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.42 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านเห็นว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ในส่วนของเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี เหมาะสำหรับการใช้กับผู้เรียนรายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ค.1)

9.2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.อรุณพร ฤทธิเกิด รองศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

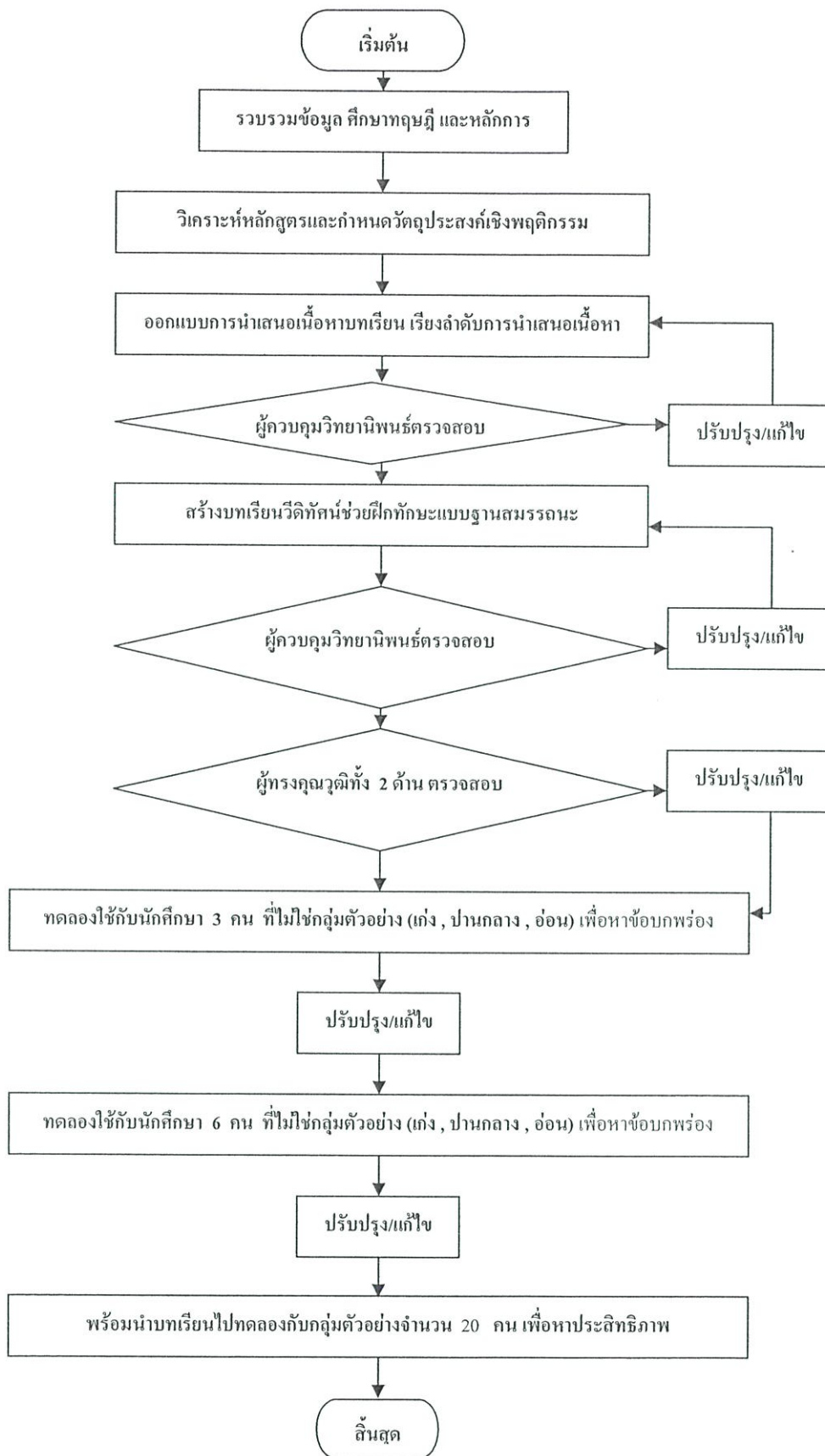
2. ผศ.มิตรธิศาล อื้อเพชรพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
3. อ.พิพัฒน์ สมใจ อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

การประเมินผลของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านอยู่ในระดับ 4.50- 5.00 ค่าเฉลี่ยโดย รวมอยู่ที่ 4.61 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่านเห็นว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ในส่วนของการผลิตสื่ออยู่ในเกณฑ์ดีมาก เหมาะสำหรับใช้กับผู้เรียนรายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ รายละเอียดใน (ภาคผนวกตารางที่ จ.2)

ผลการประเมินด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิยังมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง ซึ่งได้นำข้อแนะนำต่าง ๆ ไปแก้ไข และปรับปรุง บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล ต่อไป

1. ควรพิมพ์คำบรรยายเป็นส่วนประกอบของในบันทึกการความสามารถ จะทำให้ครบสมบูรณ์ของสื่อการสอนเพิ่มขึ้น
2. เสียงบรรยายไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร ควรปรับปรุงให้ระบบเสียงดีขึ้นกว่าเดิม
3. ควรมีการนำเสนอความคิดรวบยอดขององค์ประกอบเครื่องขยายเสียงเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมและเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว
4. มุมภาพควรใช้มุม Over the shoulder บ้างจะมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ควรมีการปรับปรุงการจัดสีให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
10. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
11. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน (เก่ง , ปานกลาง , อ่อน) รับฟังความคิดเห็นและปรับปรุงแก้ไข
10. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน (เก่ง , ปานกลาง , อ่อน) รับฟังความคิดเห็นและปรับปรุงแก้ไข
11. นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ
12. ได้บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้งานได้

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนวิดีโอที่สนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.2.1 การสร้างแบบทดสอบ ภาคทฤษฎี มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเนื้อหา และวิธีการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี
2. วิเคราะห์เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี
3. สร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี แบ่งออกเป็น 4 ตัวเลือก โดยกำหนดให้ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อ เป็น 0 คะแนน แล้วนำไปปรึกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไข
4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎี แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 177)

โดยการตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนมีดังนี้

คะแนน +1 สำหรับรายการประเมินที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับรายการประเมินที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับรายการประเมินที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ผลดังนี้

IOC ที่ค่าเท่ากับ 1.00 จำนวน 36 ข้อ

IOC ที่ค่าเท่ากับ 0.67 จำนวน 4 ข้อ

ผลความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งสามารถนำมาเป็นแบบทดสอบได้ทั้งหมด 40 ข้อ จากผลความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อสอบข้อที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 หมายถึงผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านเห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับผู้เรียนในรายวิชาเทคโนโลยีเครื่อง

เสียง 1 แล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎีได้ตามเกณฑ์ (บุญเชิด ภิญ โณอนันต์พงษ์. 2526 : 88-90)

5. นำข้อสอบภาคทฤษฎีมาปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจ และแก้ไขอีกครั้ง

6. นำข้อสอบภาคทฤษฎีที่ได้สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการเรียนแล้ว จำนวน 20 คน โดยการวิเคราะห์ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

ก) ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงหัวข้อแบบทดสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้าคนทำถูกมากก็เป็นแบบทดสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยเป็นแบบทดสอบยากการหาความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเภทความรู้ความเข้าใจ (Cognitive domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (Norm reference test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis)

หลักการเลือกแบบทดสอบมาใช้ ควรเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบที่จะนำมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-1.0 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความยากง่ายได้กำหนดไว้ดังนี้

ขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

0.80-1.0 เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก

0.60-0.79 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40-0.59 เป็นแบบทดสอบที่ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)

0.20-0.39 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00-0.19 เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

ดังนั้นการเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ควรอยู่ที่ระดับ 0.20-1.0

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของข้อสอบพบว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.20-0.75 จำนวนข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ 2)

ข) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ หลักการเลือกแบบทดสอบมาใช้ควรเป็นแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง โดยทั่วไปมักกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (D) ไว้ที่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะใช้ได้

ขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (D) และความหมาย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

0.40 ขึ้นไป อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของแบบทดสอบดีมาก

0.30-0.39 อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของแบบทดสอบดีพอสมควร

0.20-0.29 อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของแบบทดสอบพอใช้ได้

0.00-0.19 อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของแบบทดสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้นค่าอำนาจจำแนก (D) ที่ยอมรับได้คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.2-0.70 จำนวนข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ก.2)

ก) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ สามารถวัดได้สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา ไม่เปลี่ยนแปลงไปเปลี่ยนมา ไม่ว่าจะกี่หน เมื่อไร ที่ไหน (ในกรณีสิ่งที่วัดคงที่) โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Kuder Richardson (KR 20)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็น +1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.00 หรือ ใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

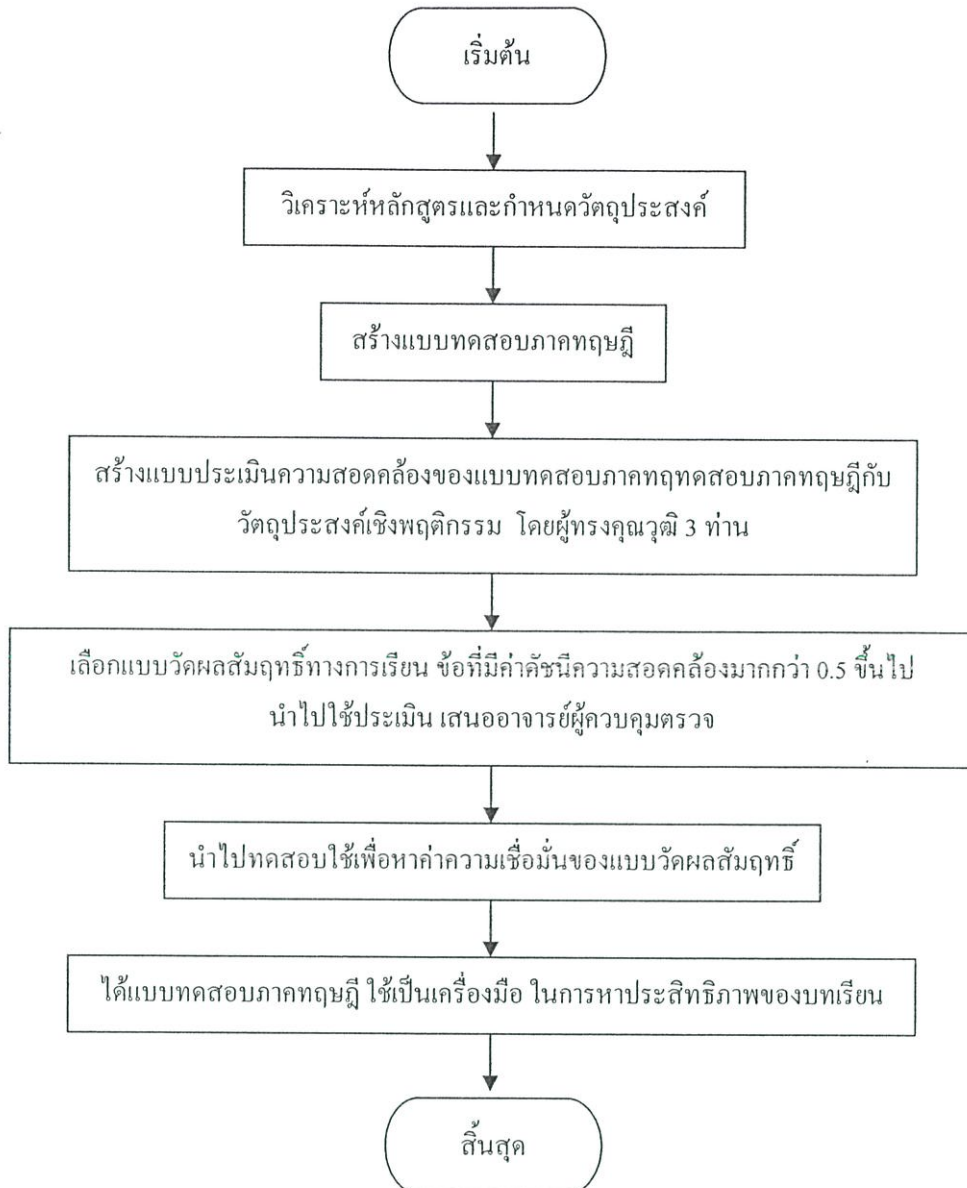
ผลการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) จากคะแนนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบกับนักศึกษาสาขาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการเรียนแล้ว จำนวน 20 คน พบว่า

$$\begin{aligned} \text{ค่าความแปรปรวน} \quad S^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ S^2 &= \frac{20(12693) - (485)^2}{20(20-1)} \\ S^2 &= 49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความเชื่อมั่น (KR20)} \quad r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right) \\ r_{tt} &= \frac{40}{40-1} \left(1 - \frac{8.7325}{49} \right) \\ r_{tt} &= 0.843 \end{aligned}$$

7. คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว
8. บรรจุแบบทดสอบที่สมบูรณ์ไว้ในซีดีรอม
9. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการ

ทดลอง



รูปที่ 3.2 แสดงการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคทฤษฎี)

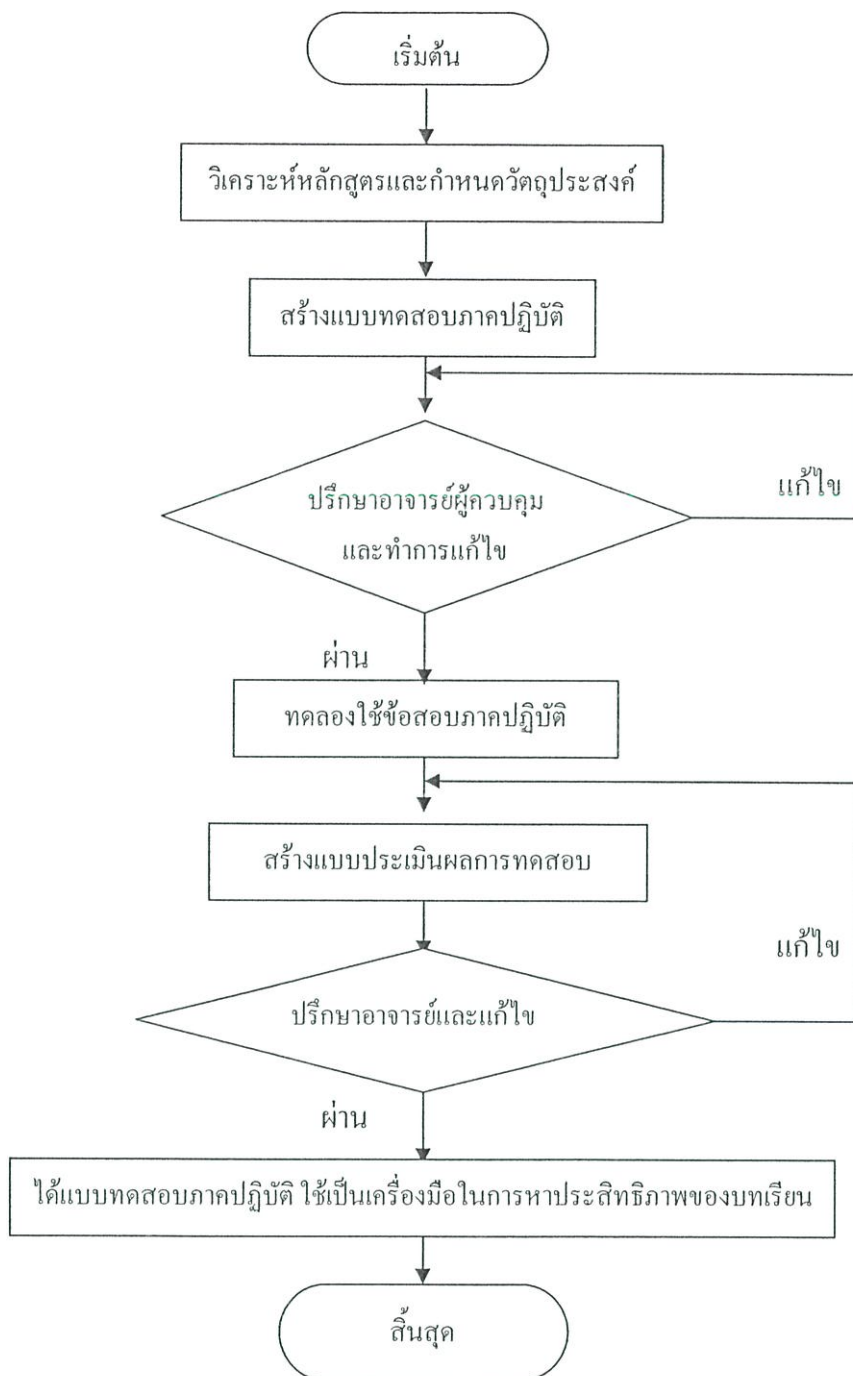
3.3.2.2 การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

มีขั้นตอนการสร้างต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้าง
2. วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์
3. สร้างข้อสอบภาคปฏิบัติ
4. นำข้อสอบภาคปฏิบัติ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง
5. นำข้อสอบภาคปฏิบัติไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 20 คน
6. สร้างแบบประเมินผลการทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถ เพื่อเป็นเกณฑ์

ในการตรวจให้คะแนนข้อสอบภาคปฏิบัติ

7. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบภาคปฏิบัติ โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์
ที่ปรึกษาอีกครั้ง



รูปที่ 3.3 แสดงการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ ดำเนินการเก็บข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยไปยัง อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.4.2 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่ออธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อ ขออนุญาตในการเก็บข้อมูลการวิจัย

3.4.3 นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน และทำการบันทึกข้อมูล

3.4.4 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดย ผู้เรียน 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3.4.5 เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.5.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบภาคทฤษฎี โดยหาความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และความเชื่อมั่น

3.5.3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้บทเรียน และความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ตามมาตรฐาน คือ บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่นำมาใช้เป็นสื่อในการเรียน ร้อยละ 80 ของผู้เข้าเรียนสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528 : 88-90)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$\begin{aligned} \sum R &= \text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา} \\ n &= \text{จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ} \end{aligned}$$

3.6.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบภาคทฤษฎีโดยหาค่าความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

3.6.2.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2538 : 210-211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย
R คือ จำนวนที่ทำข้อนั้นถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.80-1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20-0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

3.6.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 :

210-211)

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

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก
 R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.2.3 หาค่าความเชื่อมั่น ใช้สูตรที่ KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right]$$

เมื่อ	r_n	=	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	=	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	=	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก
	q	=	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด
	S_1^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.6.3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้บทเรียนแลความความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.3.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum fx$	=	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.3.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

เมื่อ	S	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	X	=	ข้อมูลแต่ละจำนวน
	f	=	ความถี่
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	\sum	=	ผลรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอลการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยนำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 3/2550 จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดยร้อยละ 80 ของนักเรียนที่จะเข้ารับการใช้บทเรียนจะต้องทำแบบทดสอบ ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายความสามารถภาคปฏิบัติของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

คนที่	คะแนนแบบทดสอบภาคทฤษฎี (รวม 40 คะแนน)	ร้อยละ	ผลคะแนน
1	34	85	ผ่าน
2	34	85	ผ่าน
3	38	95	ผ่าน
4	32	80	ผ่าน
5	32	80	ผ่าน

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบภาคทฤษฎี (รวม 40 คะแนน)	ร้อยละ	ผลคะแนน
6	32	80	ผ่าน
7	34	85	ผ่าน
8	32	80	ผ่าน
9	34	85	ผ่าน
10	36	90	ผ่าน
11	32	80	ผ่าน
12	36	90	ผ่าน
13	34	85	ผ่าน
14	34	85	ผ่าน
15	32	80	ผ่าน
16	38	95	ผ่าน
17	32	80	ผ่าน
18	34	85	ผ่าน
19	32	80	ผ่าน
20	34	85	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	33.8	84.5	

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถในภาคทฤษฎีของบทรียนวิดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอลของนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 3/2550 จำนวน 20 คน ผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 80 คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมดสามารถเข้าสอบภาคปฏิบัติในแต่ละบทตามแบบรายการความสามารถได้

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายความสามารถภาคปฏิบัติของบทรียนวิดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

ผู้วิจัยได้นำบทรียนวิดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ที่สอบผ่านภาคทฤษฎี ศึกษาด้วยตนเองจนมีความมั่นใจแล้ว ผู้เรียนขอเข้ารับการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายการความสามารถ
ภาคปฏิบัติของบทรียนวิดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

คนที่	ขั้นตอนการลงอุปกรณ์ 168 คะแนน	ขั้นตอนการเดินสาย และประกอบเครื่อง ขยายเสียง 39 คะแนน	ขั้นตอนการทดสอบ คุณสมบัติของเครื่อง ขยายเสียง 72 คะแนน	รวม 279 คะแนน	คะแนน ปฏิบัติ (100%) 100
1	160	35	64	259	92.8
2	157	34	66	257	92.1
3	158	35	65	258	92.4
4	159	32	62	253	90.6
5	162	36	60	258	92.4
6	158	35	59	252	90.3
7	162	34	59	255	91.3
8	160	35	62	257	92.1
9	159	36	61	256	91.7
10	160	36	63	259	92.8
11	159	35	67	261	93.5
12	161	34	64	259	92.8
13	156	33	62	251	89.9
14	158	34	61	253	90.6
15	156	34	60	250	89.6
16	155	37	59	251	89.9
17	161	36	62	259	92.8
18	160	36	62	258	92.4
19	161	36	60	257	92.1
20	159	34	59	252	90.3
คะแนนเฉลี่ย				255.75	91.6

จากตารางที่ 4.2 ผลคะแนนของการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติของบทรียนวิดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบไอซีแอล ของนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ

บุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 3/2550 จำนวน 20 คน พบว่ามีผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 91.6

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาภาคทฤษฎี แล้วทำการทดสอบโดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีจำนวน 20 ข้อ โดยถ้าผู้เรียนทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ประเมินมากกว่าร้อยละ 80 ก็จะสามารถเข้ารับการฝึกภาคปฏิบัติได้ เมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะเข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนขอเข้ารับการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมินโดยใช้แบบรายการความสามารถ

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะแบบทดสอบ
ในภาคทฤษฎีและแบบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

คนที่	ภาคทฤษฎี		ภาคปฏิบัติ					รวม คะแนน ทั้งหมด คิดเป็น ร้อยละ
	คะแนน (40)	คะแนน รวม ร้อยละ 20	ขั้นตอนที่ 1 คะแนน (168)	ขั้นตอนที่ 2 คะแนน (39)	ขั้นตอนที่ 3 คะแนน (72)	คะแนน รวม (279)	คะแนน รวม ร้อยละ 80	
1	34	17	160	35	64	259	74.27	91.27
2	34	17	157	34	66	257	73.69	90.69
3	38	19	158	35	65	258	73.98	92.98
4	32	16	159	32	62	253	72.54	88.54
5	32	16	162	36	60	258	73.98	89.98
6	32	16	158	35	59	252	72.26	88.26
7	34	17	162	34	59	255	73.12	90.12
8	32	16	160	35	62	257	73.69	89.69
9	32	17	159	36	61	256	73.41	90.41
10	36	18	160	36	63	259	74.27	92.27
11	32	16	159	35	67	261	74.84	90.84
12	36	18	161	34	64	259	74.27	92.27
13	34	17	156	33	62	251	71.97	88.97
14	34	17	158	34	61	253	72.54	89.54
15	32	16	156	34	60	250	71.68	87.68

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

คนที่	ภาคทฤษฎี		ภาคปฏิบัติ					รวม คะแนน ทั้งหมด คิดเป็น ร้อยละ
	คะแนน (40)	คะแนน รวม ร้อยละ 20	ขั้นตอนที่ 1 คะแนน (168)	ขั้นตอนที่ 2 คะแนน (39)	ขั้นตอนที่ 3 คะแนน (72)	คะแนน รวม (279)	คะแนน รวม ร้อยละ 80	
16	38	19	155	37	59	251	71.97	90.97
17	32	16	161	36	62	259	74.27	90.27
18	34	17	160	36	62	258	73.98	90.98
19	32	16	161	36	60	257	73.69	89.69
20	34	17	159	34	59	252	72.26	89.26
เฉลี่ย	33.80	16.90	159.05	34.85	61.85	255.75	73.33	90.23

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ สรุปผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การลงอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 2 การเดินสายสัญญาณ, สายไฟในวงจรเครื่องขยายเสียงเข้ากับแท่นเครื่องขยายเสียง

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ของนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตรสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 3/2550 จำนวน 20 คน ทั้งในส่วน of ภาคทฤษฎีได้คะแนนเฉลี่ย 33.8 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 16.9 จาก ร้อยละ 20 และภาคปฏิบัติได้คะแนนเฉลี่ย 255.75 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 73.33 จากคะแนนเต็มร้อยละ 80 รวมคะแนนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ คิดเป็น ร้อยละ 90.23 จากคะแนนเต็มร้อยละ 100

สรุปผลจากการประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ของนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 3/2550 จำนวน 20 คน ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติอยู่ในระดับ 90.23 แสดงว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอลมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ 90.23 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ของนักเรียนที่เข้ามาทำแบบทดสอบ

ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ดังนั้นบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบ และทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล สามารถใช้เป็นบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ได้ผลสรุปการวิจัยดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล สำหรับฝึกทักษะของผู้เรียนระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ใช้บทเรียนมีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 90.23 ตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้บทเรียน ทำแบบทดสอบได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ไม่เคยเรียนรู้เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล มาก่อน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 20 คน การสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
2. แบบทดสอบวัดความสามารถ เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลอง และเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ได้นำบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ที่สร้างขึ้น ทดลองกับผู้เรียนระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษารายละเอียด คำแนะนำ และข้อควรปฏิบัติในการใช้บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล
2. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้จำนวน 3 บท ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง โดยให้แต่ละคนได้ศึกษาบทเรียนเองตามความพอใจ
3. เมื่อดำเนินการศึกษาบทเรียนครบทุกบทแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ
4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ไปวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของตัวบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

การประเมินผลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

1. เปรียบคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดีย ติดตั้งบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล
2. แนะนำการใช้งานบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล และวิธีการประเมินผล

3. ให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนวิดีโอที่สนัช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล จนจบทุกบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนขอเข้ารับการประเมินผล โดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีจำนวน 40 ข้อ (คิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนรวมทั้งหมด) และเข้ารับการฝึกในภาคปฏิบัติต่อไป จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

4. นำอุปกรณ์มาให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงาน ตามที่ได้ศึกษาจากบทเรียนในภาคทฤษฎีเมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะทดสอบและขอเข้ารับการประเมินผลจากผู้อบรม โดยผู้อบรมจะคอยสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียนและประเมินผลตามแบบรายการความสามารถตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา

จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

5. นำคะแนนที่ได้ทั้งสองส่วนของภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติมารวมกัน จากนั้นวิเคราะห์หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ จากคะแนนทั้งสองส่วน

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนวิดีโอที่สนัช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.42 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับ ดี และด้านการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.61 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านยอมรับบทเรียนวิดีโอที่สนัช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมนักศึกษาในระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ได้

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนวิดีโอที่สนัช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถจากการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดรายการความสามารถทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 20 คน ผลการทดสอบมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด โดยทำแบบทดสอบในภาคทฤษฎีได้ระดับคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 84.5 และในภาคปฏิบัติได้ระดับคะแนนร้อยละ 91.6 ดังนั้นนักเรียนที่เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 90.23

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนวิดีโอที่สนัช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล รายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปรากฏว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติ เครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 100 ของผู้ เข้ารับการอบรม เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบ และทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ที่สร้างขึ้น สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 90.23

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบและทดสอบ คุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล รายวิชาเทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตรมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พุทธศักราช 2547 สำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนระดับอนุปริญญา วิทยาศาสตร์ (อ.วท.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน หลังจากที่ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล แล้วพบว่า สามารถทำ แบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้สอบได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมดและแบบประเมินรายการความสามารถ(ภาคปฏิบัติ) โดยมีผู้เรียนผ่านเกณฑ์ การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด และเมื่อนำผลคะแนนทั้งสองภาคมารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละผลการประเมินพบว่า มีผู้ผ่านเกณฑ์ ประเมินสูงกว่าที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยได้ ระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 90.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 80 การที่ผู้เรียนสามารถ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและเกิดการเรียนรู้จนทำให้สามารถทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ได้ ทุกคน เนื่องจากผู้เรียนได้ศึกษาจากบทเรียน CBST ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่สร้าง ขึ้นด้วยการนำภาพถ่าย วีดีโอ การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ โอซีแอล ที่เหมือนของจริงทุกขั้นตอนมาแสดงประกอบการบรรยายด้วยเสียงบรรยาย และข้อความประกอบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในภาคปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้อง กับกับงานวิจัยของอรไท ก้อนมณี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด - ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษา เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้นหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 เป็นสื่อที่มี ประสิทธิภาพ โดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านการ ทดสอบได้ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด และ ณรงค์ ต้นจินชุย เรื่องโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานเรื่องเครื่องทดสอบ ไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI ผลการวิจัยปรากฏว่าพนักงานช่างเทคนิค ผ่านเกณฑ์การประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดอบรมพนักงาน จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 94.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล สามารถให้ความรู้ในเรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล ของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากบทเรียนมีเนื้อหาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหามีความถูกต้อง มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ไม่ผิดวัตถุประสงค์

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล ของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากมีการลำดับขั้นตอนการนำเสนอที่เหมาะสม มีภาพเคลื่อนไหววีดีโอ มีตัวหนังสือประกอบ และมีเสียงบรรยายประกอบ

ดังนั้นบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนหรือผู้ที่มีความสนใจในเนื้อหาเรื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ที่สร้างขึ้นมีดังนี้

1. บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล สามารถใช้ป็นสื่อช่วยฝึกอบรมให้กับนักเรียนระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 ได้
2. จากความรู้ด้านการผลิตสื่อการสอนของงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาใช้จัดทำสื่อเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเรียนอื่นๆ ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น 3D studio, Director, Macromedia Flash และอื่นๆ

2. ควรนำบทเรียนวิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบและทดสอบ
คุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบ ไอซีแอล ที่สร้างขึ้น ไปเปรียบเทียบกับการสอนโดยวิธีสอนปกติ

บรรณานุกรม

- กานดา พูนลาภทวี. 2539. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.
- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543. คู่มือพัฒนาชุดการสอน CBST. กรุงเทพฯ : กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม.
- จรินทร์ ธานีรัตน์. 2543. การทดสอบและวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- เจน สงสมพันธุ์. 2544. ทำเล่นให้เป็นจริง 10 . กรุงเทพฯ : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต.
- ฉลองชัย สุรวัดตนบุรณ์. 2528. การเลือกใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชวาล แพรรค์กุล. 2518. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. 2541. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์.
- ณรงค์ ดันจินชุย (2548 : 84) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานเรื่องเครื่องทดสอบ ไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชนกร ศิริพิทักษ์. 2542. ทฤษฎีเครื่องเสียง. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.)
- นนุช วรรณหะ. 2535. คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : วารสารรามคำแหง.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. 2529. สถิติวิจัย. กรุงเทพฯ : หจก.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด มหาชน.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2526. การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พิชัย สดพิบาล. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม. ประเทศไทย
- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง โปรแกรมโฟโตชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิจัยเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
ส่งเสริมวิชาการ.

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544 . การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server. กรุงเทพฯ :

วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เอกคอมพิวเตอร์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิริยา บุญชัย. 2523. การทดสอบและวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

วิญญา วิศาลาภรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.

สุชาติ สิริสุขไพบูรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.

อรไท ก้อนมณี. 2548. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด
ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540. กรุงเทพฯ :

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายเควิทย์ สิริพจน์ รหัสประจำตัว 45063313 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล (COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON ASSEMBLING AND TESTING CHARACTERISTICS OF OCL AMPLIFIER)” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2548

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 8 เมษายน พ.ศ.2548

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มจัด)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0524.04/ 1222



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์สมใจ อารยวัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเควิทย์ ศิริพจน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การประกอบ
และทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยา
นิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์
นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย
ของ นายเควิทย์ ศิริพจน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ที่ ศท 0524.04/ 1222



คณะกรรมการอุดสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๙ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย
เรียน ผศ.มิตรธิศาล อ้อเพชรพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเควิทย์ ศิริพจน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การประกอบ
และทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความ
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย
ของ นายเควิทย์ ศิริพจน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1223

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ เมษายน 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายเดวิทย์ ศิริพจน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การประกอบ
และทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบไอซีแอล” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับ
อนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2548 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายเดวิทย์ ศิริพจน์ ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เทคโนโลยีเครื่องเสียง 1 และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
ภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้
ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร. 086-879-0799

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบภาคทฤษฎี

เฉลยแบบทดสอบภาคทฤษฎี

การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

การหาค่าความเชื่อมั่น

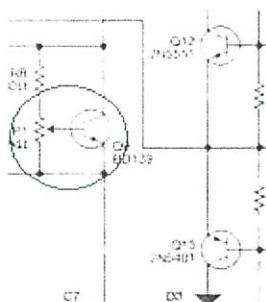
แบบประเมินรายการความสามารถ

แบบทดสอบภาคทฤษฎีการประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

1. คุณสมบัติของวงจรขยายเสียงแบบคอมพลีเมนทารีชนิด โอซีแอลข้อใดผิด

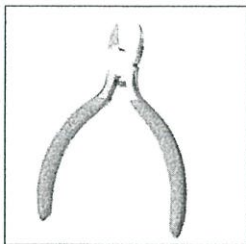
- ก. เมื่อช้อตภาคขยายกำลังจะทำให้ลำโพงเสียหาย
- ข. สัญญาณเสียงทุกความถี่ผ่านออกไปลำโพงได้โดยตรง
- ค. มีตัวเก็บประจุต่ออันดับกับลำโพงที่เอาต์พุตของวงจร
- ง. ภาคจ่ายไฟเป็นแบบ บวก ลบ กราวด์

2. ตัวต้านทานปรับค่าได้ทำหน้าที่อะไร



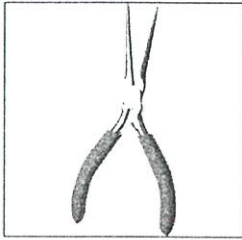
- ก. ปรับอัตราขยายของวงจร
 - ก. ปรับสัญญาณอินพุตให้แรงหรือเบา
 - ข. ปรับควบคุมการไหลของกระแสของ
 - ง. ควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวทำงานเท่ากัน
3. วงจรขยายเสียงดังรูปในข้อ 2 เป็นชนิดใด
- ก. พูชพูล
 - ข. คาลิงตัน
 - ค. คอมพลีเมนทารี
 - ง. ควอซีคอมพลีเมนทารี
4. ในส่วนของการทำงานที่ปรับลดความดังของเสียง คืออะไร
- ก. โวลุ่มคอนโทรล
 - ข. สลาวด์เนส
 - ค. โทนคอนโทรล
 - ง. แอคทีฟโทนคอนโทรล
5. สายสัญญาณที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานในระบบเสียงถูกผลิตขึ้นมาจากตัวนำชนิดใด
- ก. เงิน
 - ข. ทอง
 - ค. ทองแดง
 - ง. อะลูมิเนียม
6. วัสดุกำบังสายสัญญาณจะถูกสร้างขึ้นในลักษณะใด
- ก. ซิลค์รอบสายตัวนำทั้งหมด
 - ข. หุ้มรอบสายตัวนำแยกแต่ละเส้น
 - ค. ฉนวนหุ้มรอบสายตัวนำชั้นนอกสุด
 - ง. เพิ่มสายตัวนำอีกเส้นทำหน้าที่เป็นสายกำบัง

7. ปลั๊กและแจ็ก ที่นำมาใช้ในระบบเสียงนิยมเคลือบด้วยสารอะไร
- โครเมียม
 - นิกเกิล
 - ทอง
 - ทองแดง
8. คลื่นไซน์ AC โวลต์มิเตอร์มีค่า 20 V จงหาค่ายอดถึงยอด (V_{p-p})
- 14.14 V
 - 28.28 V
 - 42.42 V
 - 56.56 V
9. ทดสอบโดยใช้ออสซิลโลสโคปวัดหาค่ากำลังเอาต์พุตของเครื่องขยายเสียงได้ 30 Vp ที่โหลด $R_L = 8 \Omega$ กำลังวัตต์เอาต์พุตที่ได้ออกมามีค่าเท่าใด
- 14.06 W
 - 28.13 W
 - 56.25 W
 - 112.5 W
10. ความถี่เสียงที่นิยมใช้ป้อนให้เครื่องขยายเสียงเพื่อทำการวัดทดสอบมีค่าเท่าไร
- 1kHz
 - 500Hz
 - 100Hz
 - 50Hz
11. อุปกรณ์ชนิดใดเหมาะสมสำหรับใช้แทนลำโพงในการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง
- ตัวต้านทานแบบซีเมนซ์ ขนาด 8 โอห์ม
 - ตัวต้านทานแบบคาร์บอน ขนาด 8 โอห์ม
 - ตัวต้านทานคัมมีโพลด์ ขนาด 8 โอห์ม
 - ตัวเหนี่ยวนำที่มีค่า X_L เท่ากับ 8 โอห์ม
12. จากรูปเป็นอุปกรณ์อะไร



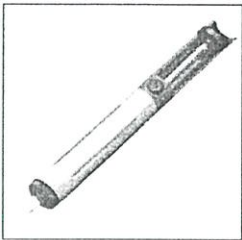
- คีมปลอกสายไฟ
- คีมตัด
- คีมปากยาว
- คีมปากจิ้งจก

13. จากรูปเป็นอุปกรณ์อะไร



- ก. คีมปลอกสายไฟ
- ข. คีมตัด
- ค. คีมปากยาว
- ง. คีมปากจิ้งจก

14. จากรูปเป็นอุปกรณ์อะไร



- ก. หัวแรงบีดกรี
- ข. ที่วางหัวแรง
- ค. ที่ดูคตะกั่ว
- ง. กระบอกฉีดยาซิลิโคน

15. จากรูปที่กำหนดให้เป็นเครื่องมือชนิดใด



- ก. ปลั๊ก RCA
- ข. แจ็ก RCA
- ค. ขั้วต่อลำโพง
- ง. ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ

16. จากรูปที่กำหนดให้เป็นอุปกรณ์ในข้อใด



- ก. ปลั๊ก RCA
- ข. แจ็ก RCA
- ค. ปลั๊ก ไมโครโฟน
- ง. แจ็ก ไมโครโฟน

17. ลักษณะของปลั๊กและแจ็กข้อใดถูกต้อง

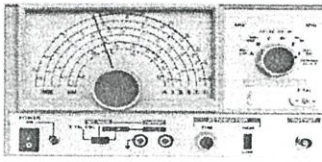
- ก. ปลั๊กมักถูกต่อร่วมกับสายสัญญาณ
- ข. ปลั๊กมีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นรูหรือช่อง
- ค. แจ็กส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นเดือยหรือแกนยาว
- ง. แจ็กส่วนมากนิยมใช้งานในระบบเสียงเท่านั้น

18. หน้าที่ฉนวนของสายนำสัญญาณข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ป้องกันคลื่นสัญญาณรบกวน
- ข. ป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
- ค. ป้องกันการบิดงอของสายสัญญาณตัวนำ
- ง. เพิ่มความชัดเจนของสัญญาณให้มากขึ้น

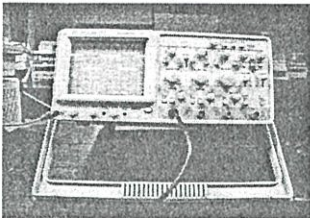
19. ภาคขยายใดที่ใช้ในการขับลำโพงให้กระจายเสียงออกมา
- ภาคปริแอมพลิฟายเออร์
 - ภาคขยายสัญญาณอินพุต
 - ภาคไดรเวอร์
 - ภาคขยายกำลัง
20. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของหม้อแปลงที่ใช้ในเครื่องขยายวัตต์สูง
- คุณภาพเยี่ยม
 - ขนาดเล็ก
 - น้ำหนักมาก
 - ราคาแพง
21. กระแสสวบหมายถึงกระแสใดในวงจร
- กระแสที่ไหลอย่างต่อเนื่องในวงจรขยายเสียง
 - กระแสที่ไหลผ่านวงจรขยายกำลังอย่างช้า ๆ
 - กระแสที่จ่ายให้วงจรขยายกำลังขณะที่ไม่มีสัญญาณป้อน
 - กระแสที่เกิดจากการจ่ายสัญญาณอินพุตเกินกำหนด
22. ข้อความใดที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับวงจรขยายเสียงแบบโอซีแอล
- ไม่มีความเพี้ยน
 - ไม่สูญเสียความถี่สูง
 - ไม่สูญเสียความถี่ต่ำ
 - ตัวเก็บประจุช่วยให้เสียงแหลมดี
23. วงจรขยายเสียงแบบโอซีแอล จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟเป็นอย่างไร
- แหล่งจ่ายไฟบวก
 - แหล่งจ่ายไฟลบ
 - แหล่งจ่ายไฟบวกมากกว่าแหล่งจ่ายไฟลบ
 - แหล่งจ่ายไฟบวกเท่ากับแหล่งจ่ายไฟลบ
24. สาเหตุที่ทำให้ปรับค่าแรงดันที่จุดเซ้นเตอร์ไม่เป็นไปตามต้องการ
- ต่อทรานซิสเตอร์ผิดขั้ว
 - ต่อแหล่งจ่ายไฟผิดขั้ว
 - การบัดกรีไม่แน่น
 - ถูกทุกข้อ
25. ในเครื่องขยายเสียงทั่วไปมีกระบอกกำลังวัตต์เป็นแบบใด
- วัตต์ชั่วขณะ
 - วัตต์อาร์ เอ็ม เอส
 - วัตต์ค่ายอด
 - วัตต์เฉลี่ย

39. จากรูปที่กำหนดให้เป็นเครื่องมือชนิดใด



- ก. ออสซิลโลสโคป
- ข. มัลติมิเตอร์
- ค. ซิกแนลเจนเนอเรเตอร์
- ง. ลิจิกอนาไลเซอร์

40. จากรูปที่กำหนดให้เป็นเครื่องมือ



- ก. ออสซิลโลสโคป
- ข. มัลติมิเตอร์
- ค. ซิกแนลเจนเนอเรเตอร์
- ง. ลิจิกอนาไลเซอร์

เฉลยแบบทดสอบภาคทฤษฎี

1.	ก.	11.	ค.	21.	ค.	31.	ข.
2.	ค.	12.	ข.	22.	ง.	32.	ง.
3.	ค.	13.	ค.	23.	ง.	33.	ก.
4.	ก.	14.	ค.	24.	ง.	34.	ก.
5.	ค.	15.	ค.	25.	ข.	35.	ง.
6.	ก.	16.	ข.	26.	ข.	36.	ข.
7.	ก.	17.	ก.	27.	ค.	37.	ก.
8.	ข.	18.	ง.	28.	ง.	38.	ก.
9.	ค.	19.	ง.	29.	ค.	39.	ค.
10.	ก.	20.	ค.	30.	ง.	40.	ก.

ตารางที่ ข.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ 40 ข้อ ผู้เรียน (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	R_U	R_L	$R=R_U+R_L$	$P=R/N$	$q=1-p$	$p \cdot q$	$D=(R_U-R_L)/(N/2)$
1	9	2	11	0.55	0.45	0.2475	0.7
2	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2
3	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
4	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2
5	9	1	10	0.5	0.5	0.25	0.8
6	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
7	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
8	6	1	7	0.35	0.65	0.2275	0.5
9	5	3	8	0.4	0.6	0.24	0.2
10	6	4	10	0.5	0.5	0.25	0.2
11	3	1	4	0.2	0.8	0.16	0.2
12	8	5	13	0.65	0.35	0.2275	0.3
13	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
14	7	2	9	0.45	0.55	0.2475	0.5
15	7	4	11	0.55	0.45	0.2475	0.3
16	6	4	10	0.5	0.5	0.25	0.2
17	7	4	11	0.55	0.45	0.2475	0.3
18	7	5	12	0.6	0.4	0.24	0.2
19	7	5	12	0.6	0.4	0.24	0.2
20	6	4	10	0.5	0.5	0.25	0.2
21	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2
22	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2
23	10	5	15	0.75	0.25	0.1875	0.5
24	7	5	12	0.6	0.4	0.24	0.2
25	9	5	14	0.7	0.3	0.21	0.4
26	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ข้อที่	RU	RL	R=RU+RL	P=R/N	q=1-p	p.q	D=(RU-RL)/(N/2)
27	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
28	8	6	14	0.7	0.3	0.21	0.2
29	5	1	6	0.3	0.7	0.21	0.4
30	9	5	14	0.7	0.3	0.21	0.4
31	4	2	6	0.3	0.7	0.21	0.2
32	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
33	10	5	15	0.75	0.25	0.1875	0.5
34	9	5	14	0.7	0.3	0.21	0.4
35	8	4	12	0.6	0.4	0.24	0.4
36	8	5	13	0.65	0.35	0.2275	0.3
37	8	5	13	0.65	0.35	0.2275	0.3
38	7	4	11	0.55	0.45	0.2475	0.3
39	9	6	15	0.75	0.25	0.1875	0.3
40	8	5	13	0.65	0.35	0.2275	0.3

$$\sum pq = 8.7325$$

- P หมายถึง ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
 D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 R_U หมายถึง คะแนนกลุ่มเก่งตอบถูก
 R_L หมายถึง คะแนนกลุ่มอ่อนตอบถูก
 R หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
 N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
 r_{ii} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 q หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ
 k หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
 S^2 หมายถึง ความแปรปรวน
 $\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
 N หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

ตารางที่ ข.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

คนที่	คะแนน (X)	(X ²)
1	33	1089
2	28	784
3	31	961
4	32	1024
5	24	576
6	30	900
7	30	900
8	32	1024
9	31	961
10	34	1156
11	15	225
12	20	400
13	22	484
14	18	324
15	20	400
16	16	256
17	18	324
18	19	361
19	20	400
20	12	144
	$\sum X = 485$	$\sum X^2 = 12693$

ค่าความแปรปรวน

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

$$S^2 = \frac{20(12693)^2 - (485)^2}{20(20-1)}$$

$$S^2 = 49$$

ค่าความเชื่อมั่น (KR20)

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

$$r_u = \frac{40}{40-1} \left(1 - \frac{8.7325}{49} \right)$$

$$r_u = 0.843$$

แบบประเมินรายการความสามารถ
เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

ชื่อผู้เรียน.....

ใบบันทึกรายการความสามารถที่ 1 การลงอุปกรณ์

ใบบันทึกรายการความสามารถที่ 2 การเดินสายสัญญาณ,สายไฟในวงจรเครื่องขยายเสียงเข้ากับ
 แทนเครื่องขยายเสียง

ใบบันทึกรายการความสามารถที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง

คำชี้แจง

1. ใบบันทึกรายการความสามารถ มีทั้งหมด 3 ชุด ครูฝึกต้องทำการประเมินผลการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนตามที่กำหนด โดยอาศัยการสังเกต
2. ครูฝึกสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามรายการความสามารถที่อยู่ในใบบันทึกรายการความสามารถ
3. ครูฝึกทำเครื่องหมายบนรายการความสามารถ เพื่อวัดพฤติกรรมของผู้เรียนให้ตามรายการความสามารถ

รายละเอียดของระดับความสามารถ

- ระดับ 3 สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่ขอคำแนะนำจากครูฝึก
- ระดับ 2 สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยขอคำแนะนำจากครูฝึก
- ระดับ 1 สามารถปฏิบัติงานได้ แต่ต้องการคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด ปฏิบัติงานได้ไม่ถูกต้อง ต้องฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม
- ระดับ 0 ไม่สามารถปฏิบัติงานได้

ตารางที่ ข.3 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 1 เรื่อง การลงอุปกรณ์

ที่	รายการความสามารถ		ระดับความสามารถ			
			3	2	1	0
1	เตรียมตัวก่อนลงอุปกรณ์					
	1.1	จัดเตรียมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการลง ปรินต์ได้อย่างถูกต้อง				
	1.2	เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการลงอุปกรณ์ได้อย่าง ถูกต้อง				
2	ตรวจเช็คความรอบคอบก่อนลงอุปกรณ์					
3	แยกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกเป็นหมวดหมู่ได้อย่าง ถูกต้อง					
4	การลงอุปกรณ์สายจัมเปอร์ และตัวต้านทาน					
	4.1	ใส่สายจัมเปอร์ได้อย่างถูกต้อง				
	4.2	ใส่ตัวต้านทาน 33 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.3	ใส่ตัวต้านทาน 100 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.4	ใส่ตัวต้านทาน 150 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.5	ใส่ตัวต้านทาน 180 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.6	ใส่ตัวต้านทาน 220 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.7	ใส่ตัวต้านทาน 330 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.8	ใส่ตัวต้านทาน 680 Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.9	ใส่ตัวต้านทาน 10k Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.10	ใส่ตัวต้านทาน 15k Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.11	ใส่ตัวต้านทาน 22k Ω ได้อย่างถูกต้อง				
	4.12	ใส่ตัวต้านทาน 150 Ω 1/2W ได้อย่างถูกต้อง				
	4.13	ใส่ตัวต้านทาน 0.33 Ω/5W ได้อย่างถูกต้อง				
	4.14	ใส่ตัวต้านทาน 8 Ω/5 W ได้อย่างถูกต้อง				
	4.15	ตรวจสอบการลงอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง				
	4.16	บัดกรีสายจัมเปอร์ ตัวต้านทาน ได้ถูกต้องสวยงาม				
	4.17	ใช้คีมตัด ตัดขาอุปกรณ์ได้ถูกต้องสวยงาม				

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ		ระดับความสามารถ			
			3	2	1	0
5	การลงอุปกรณ์ตัวเก็บประจุ					
	5.1	ใส่ตัวเก็บประจุ 68 pF ได้อย่างถูกต้อง				
	5.2	ใส่ตัวเก็บประจุ 150 pF ได้อย่างถูกต้อง				
	5.3	ใส่ตัวเก็บประจุ 0.1 μF ได้อย่างถูกต้อง				
	5.4	ใส่ตัวเก็บประจุ 10 μF ได้อย่างถูกต้อง				
	5.5	ใส่ตัวเก็บประจุ 1 μF ได้อย่างถูกต้อง				
	5.6	ใส่ตัวเก็บประจุ 100 μF /50V ได้อย่างถูกต้อง				
	5.7	ใส่ตัวเก็บประจุ 22 μF /50V ได้อย่างถูกต้อง				
	5.8	ใส่ตัวเก็บประจุ 220 μF /50V ได้อย่างถูกต้อง				
	5.9	ใส่ตัวเก็บประจุ 0.1 μF /250V ได้อย่างถูกต้อง				
	5.10	ใส่ตัวเก็บประจุ 470 μF /50V ได้อย่างถูกต้อง				
	5.11	ตรวจสอบการลงอุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้อง				
	5.12	บัดกรีขาตัวเก็บประจุทุกตัว ได้ถูกต้องสวยงาม				
	5.13	ใช้กิมตัด ตัดขาอุปกรณ์ ได้ถูกต้องสวยงาม				
6	การลงอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ					
	6.1	ใส่ไดโอดเบอร์ 1N4148 ได้อย่างถูกต้อง				
	6.2	ใส่ไดโอดเบอร์ FR207 ได้อย่างถูกต้อง				
	6.3	ใส่ไดโอดเบอร์ 1N4004 ได้อย่างถูกต้อง				
	6.4	ใส่ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N5401 ได้อย่างถูกต้อง				
	6.5	ใส่ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N5551 ได้อย่างถูกต้อง				
	6.6	รัดท่อหัดที่ทรานซิสเตอร์ Q1 Q2 เบอร์ 2N5401 ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				
	6.7	ใช้ความร้อนรัดท่อหัดที่ทรานซิสเตอร์ Q1 Q2 เบอร์ 2N5401 ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				
	6.8	รัดท่อหัดที่ทรานซิสเตอร์ Q5 Q6 เบอร์ 2N5551 ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				
	6.9	ใช้ความร้อนรัดท่อหัดที่ทรานซิสเตอร์ Q5 Q6 เบอร์ 2N5551 ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
6.10	ตรวจสอบการลงอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง				
6.11	บดกรีชาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทุกตัว ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				
6.12	ใช้คีมตัด ตัดขาอุปกรณ์ได้ถูกต้องสวยงาม				
7	การติดเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เข้ากับแผ่นระบายความร้อน				
7.1	นำฮีตซิงค์แบบจากมาประกบระหว่างแผ่นปริ้นต์ กับทรานซิสเตอร์ เพื่อหาระยะรูเจาะยึด ทรานซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง				
7.2	ใช้คีมตัดขาทรานซิสเตอร์ Q16 เบอร์ TIP3055 และ Q17 เบอร์ TIP2955 ให้เป็นมุมฉากไปทางด้าน หลังเพื่อเสียบลงแผ่นปริ้นต์ได้อย่างถูกต้อง				
7.3	ใช้แผ่นฉนวนรองทรานซิสเตอร์ไม่ให้ชอร์ตกับ แผ่นระบายความร้อนได้อย่างถูกต้อง				
7.4	ใช้แผ่นฉนวนรองทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ไม่ให้ชอร์ตกับแผ่นระบายความร้อนได้อย่างถูกต้อง				
7.6	ใช้แผ่นฉนวนรองทรานซิสเตอร์เบอร์ BD140 ไม่ให้ชอร์ตกับแผ่นระบายความร้อนได้อย่างถูกต้อง				
7.7	ยึดทรานซิสเตอร์เข้ากับแผ่นระบายความร้อนด้วย สกรูและนัท ได้อย่างถูกต้องและแข็งแรง				
7.8	ตรวจสอบการลงอุปกรณ์เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ได้อย่างถูกต้อง				
7.9	บดกรีชาเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ทุกตัว ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม				
7.10	ใช้คีมตัด ตัดขาอุปกรณ์ได้ถูกต้องสวยงาม				
7.11	ยึดแผ่นระบายความร้อนตัวแอลกับแฉระบาย ความร้อนตัวใหญ่ด้วยนัทและสกรูได้อย่างถูกต้อง				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					

ตารางที่ ข.4 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 2 เรื่อง การเดินสายสัญญาณ,สายไฟในวงจร
เครื่องขยายเสียงเข้ากับแท่นเครื่องขยายเสียง

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1	การยึดหม้อแปลง แผ่นวงจร ไดโอดบริจัน ตัวเก็บประจุ เข้ากับแท่นเครื่องขยายเสียง				
1.1	ออกแบบการวางตำแหน่งการยึดหม้อแปลง แผ่น วงจร ไดโอดบริจัน ตัวเก็บประจุเข้ากับแท่น เครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม				
1.2	ทำการการยึดหม้อแปลง เข้ากับแท่นเครื่องขยาย เสียงด้วยนัทและสกรู ได้อย่างถูกต้อง				
1.3	ทำการการยึดแผ่นวงจรเข้ากับแท่นเครื่องขยาย เสียงด้วยนัทและสกรู ได้อย่างถูกต้อง				
1.4	ทำการการยึดไดโอดบริจันเข้ากับแท่นเครื่อง ขยายเสียงด้วยนัทและสกรู ได้อย่างถูกต้อง				
1.5	ทำการการยึดตัวเก็บประจุเข้ากับแท่นเครื่องขยาย เสียงด้วยนัทและสกรู ได้อย่างถูกต้อง				
2	การต่อวงจรภาคจ่ายไฟ				
2.1	ต่อสายไฟจากหม้อแปลงด้านขดทุติยภูมิเข้ากับ ไดโอดบริจัน ได้อย่างถูกต้อง				
2.2	ต่อตัวเก็บประจุ $6800\mu F / 50V$ ทั้งสองตัวเข้ากับ ไดโอดบริจัน ได้อย่างถูกต้อง				
2.3	ต่อตัวเก็บประจุ $0.1\mu F / 50V$ คร่อม ตัวเก็บประจุ $6800\mu F / 50V$ ทั้งสองตัว ได้อย่างถูกต้อง				
3	ต่อสายไฟ AC และวงจรสวิตช์ เข้ากับหม้อแปลงด้าน ขดปฐมภูมิ ได้อย่างถูกต้อง				
4	การต่อสายสัญญาณต่าง ๆ				
4.1	ต่อสายลำโพงจากแผ่นวงจร ไปยังขั้วไบโพสค์ดิ่ง ได้อย่างถูกต้อง				
4.2	ต่อสายนำสัญญาณระหว่างแจ็กอินพุตเข้ากับจุด ต่ออินพุตของแผ่นวงจร ได้อย่างถูกต้อง				

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
5	ต่อสายไฟ(+,-,GND)จากวงจรภาคจ่ายไฟเข้ากับแผ่นวงจรเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง				
6.	ตรวจสอบความเรียบร้อยของการเดินสายไฟ และการต่อสายสัญญาณทั้งหมดเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					

ตารางที่ ข.5 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 3 เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง

ที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา			
1	การปรับสมดุลภาคขยายกำลังเครื่องขยายเสียง แบบ OCL				
1.1	ต่อจุด Vin ของวงจรลงกราวด์ เพื่อวัดแรงดันเอาต์พุตเครื่องขยายเสียง OCL 60 W ได้อย่างถูกต้อง				
1.2	โหลด $R_L = 8\Omega$ ทนกำลังวัตต์ได้ 100 W ที่ส่วนเอาต์พุตเข้าไปแทนลำโพง ได้อย่างถูกต้อง				
1.3	ใช้ DC โวลต์มิเตอร์วัดคร่อมโหลด $R_L = 8\Omega$ และบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง				
1.4	วิเคราะห์ค่าแรงดันวัดได้ที่ $R_L = 8\Omega$ พร้อมสรุปสภาพการทำงานของวงจรได้อย่างถูกต้อง				
2	ค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียง				
2.1	ปรับ VR_1 ให้มีความต้านทานต่ำสุด ได้อย่างถูกต้อง				
2.2	ป้อนความถี่เสียงคลื่นไซน์ค่า 1 kHz เข้าเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง				
2.3	ปรับความแรงของเครื่องขยายเสียงประมาณครึ่งหนึ่ง ได้อย่างถูกต้อง				

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ		เกณฑ์การพิจารณา			
2.4		ปรับความแรงของเครื่องกำเนิดสัญญาณทีละน้อย สังเกตรูปสัญญาณที่ออสซิลโลสโคปและบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง				
2.5		ปรับความแรงเครื่องกำเนิดสัญญาณให้แรงสุด โดยที่วัดสัญญาณที่ออสซิลโลสโคปไม่ผิดเพี้ยนได้อย่างถูกต้อง				
2.6		อ่านค่าแรงดันที่วัดได้ด้วย AC โวลต์มิเตอร์ออกมาได้อย่างถูกต้อง				
2.7		ปรับความต้านทานอินพุต VR_1 ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งแรงดันที่ AC โวลต์มิเตอร์ ลดลง เหลือครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุดที่วัด ได้่างถูกต้อง				
2.8		หยุดการทดสอบบันทึกผลการปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง				
2.9		นำค่า VR_1 มาวัดค่าความต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์ แล้วบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง				
2.10		ค่าที่อ่านได้คือค่าความต้านทานอินพุตของเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง				
3		ค่ากำลังวัตต์เอาต์พุตของเครื่องขยายเสียง				
3.1		ป้อนความถี่เสียงคลื่นรูปไซน์ 1 kHz เข้าที่อินพุตของเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง				
3.2		ปรับเพิ่มความแรงเครื่องกำเนิด สัญญาณเสียงทีละน้อย พร้อมกับดูรูปร่าง สัญญาณเสียงที่ออสซิลโลสโคปและบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง				
3.3		ปรับความแรงเครื่องกำเนิดสัญญาณให้แรงสุดได้อย่างถูกต้อง				
3.4		วัดสัญญาณเสียงที่ได้ออกมาได้ด้วยออสซิลโลสโคปไม่ผิดเพี้ยน และบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง				

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ		เกณฑ์การพิจารณา			
3.5	อ่านค่าแรงดันที่วัดได้ด้วย AC โวลต์มิเตอร์ ออกมาเป็นค่า V_{rms} ได้อย่างถูกต้อง					
3.6	อ่านค่าแรงดันที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป ออกมาเป็น V_{p-p} หรือ V_p ได้อย่างถูกต้อง					
3.8	หยุดการทดสอบ นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณด้วย สูตรหากำลังไฟฟ้า					
	3.8.1	คำนวณค่าอ่านจาก AC โวลต์มิเตอร์ $P_{rms} = \frac{V_{rms}^2}{R_L}$ ได้อย่างถูกต้อง				
	3.8.2	คำนวณค่าอ่านจากออสซิลโลสโคป $P_{rms} = \frac{V_p^2}{2R_L}$ ได้อย่างถูกต้อง				
	3.8.3	คำนวณ $P_{rms} = \frac{V_{p-p}^2}{8R_L}$ ได้อย่างถูกต้อง				
		รวมคะแนน				
		รวมคะแนนทั้งหมด				

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียนของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการนำเสนอ)

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา)	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	4	5	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตาม ขั้นตอน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	5	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
รวม	21	22	23	4.39	1.00	ดี
2. รูปภาพและเนื้อหา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับ คำบรรยาย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
รวม	14	13	14	4.55	0.58	ดีมาก
3. เวลาเรียน						
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา ของภาพ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา บรรยาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมเวลาเรียนทั้งเรื่อง ของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
รวม	12	12	15	4.33	1.73	ดี
รวมทั้งฉบับ	47	47	52	4.42	2.88	ดี

ตารางที่ ค.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ)

รายการประเมิน (ด้านการผลิตสื่อ)	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
1. การนำเสนอ						
1.1 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
1.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
1.3 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
รวม	15	15	12	4.66	1.73	ดี
2. รูปภาพและเสียง						
2.1 คุณภาพของรูปภาพ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 คุณภาพของเสียงบรรยาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.3 คุณภาพของภาพเคลื่อนไหว วีดีโอ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.4 ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมาย	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
2.5 ความสอดคล้องของรูปภาพและเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
2.6 ความน่าสนใจในเทคนิคการนำเสนอรูปภาพในบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	28	28	26	4.55	1.15	ดีมาก
3. ตัวอักษร						
3.1 รูปแบบของตัวอักษรในการนำเสนอ	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.3 ความหนาแน่นของตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.4 ความเด่นชัดของหัวข้อหรือส่วนที่เน้น	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.5 การจัดวางตำแหน่งของตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อความเข้าใจ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
รวม	24	24	23	4.66	0.58	ดีมาก
รวมทั้งฉบับ	67	67	61	4.61	3.46	ดีมาก



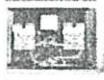
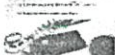
ภาคผนวก ง

ตัวอย่างบทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียงแบบโอซีแอล

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ
เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติ เครื่องขยายเสียงแบบไอซีแอล

Select track

- | | | |
|---|---|-----------------------------------|
| 1 |  | แนะนำเข้าสู่บทเรียน |
| 2 |  | หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียง |
| 3 |  | ส่วนประกอบหลักของเครื่องขยายเสียง |
| 4 |  | เครื่องมือและอุปกรณ์ |

Play all

1/1

บทเรียนวีดิทัศน์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ
เรื่อง การประกอบและทดสอบคุณสมบัติ เครื่องขยายเสียงแบบไอซีแอล

Select track

- | | | |
|---|---|---------------------------|
| 1 |  | การประกอบเครื่องขยายเสียง |
| 2 |  | การเดินลายสัญญาณ ลายไฟ |
| 3 |  | การทดสอบและปรับแต่ง |

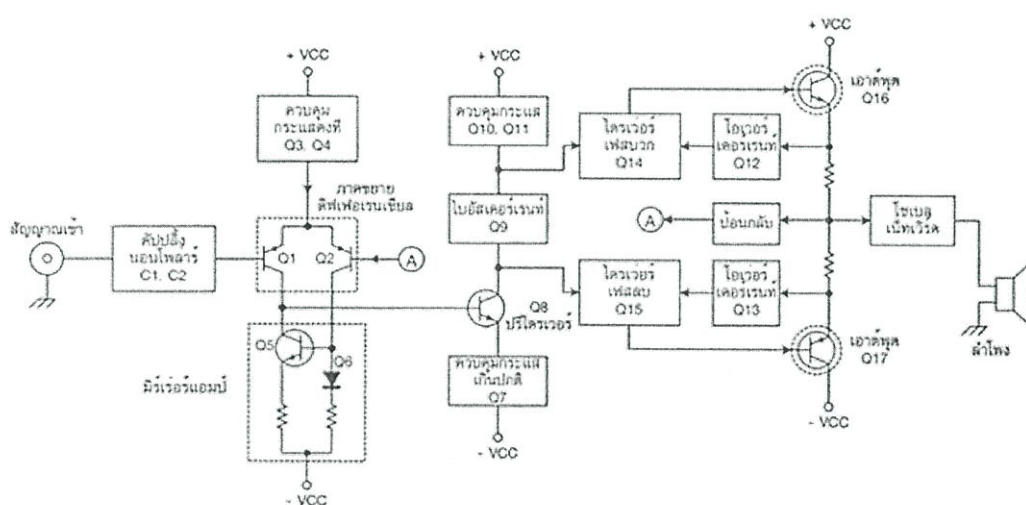
Play all

1/1

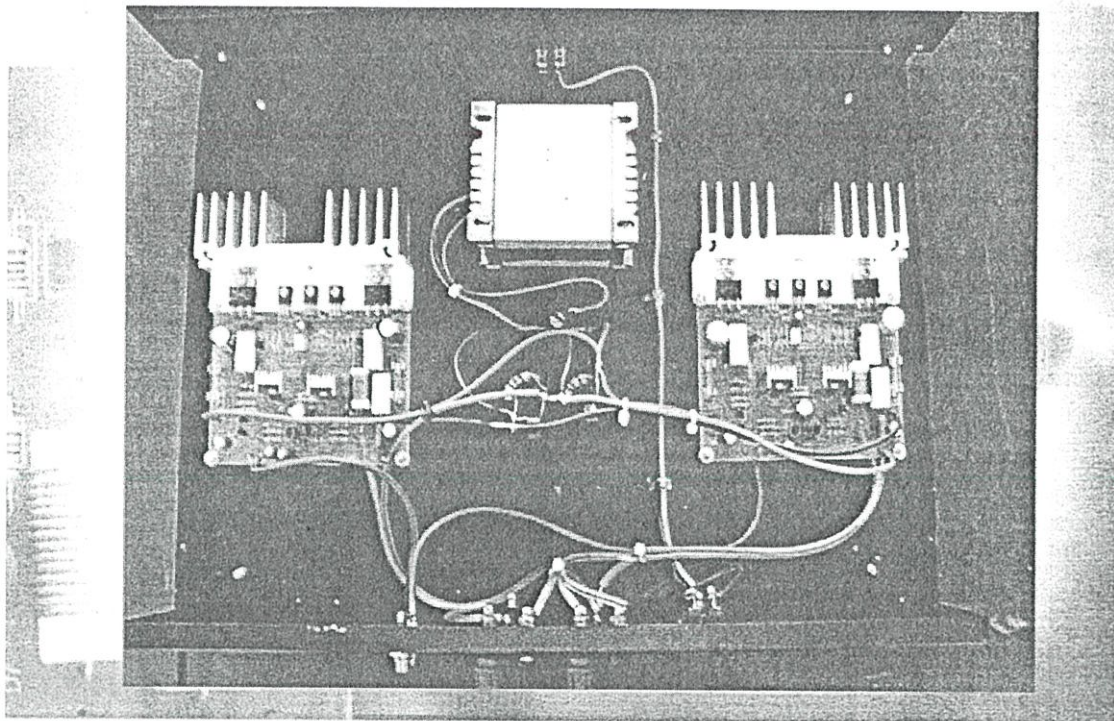
หลักการทํางานของวงจรขยายเสียง 60 วัตต์ OCL

1. การทํางานของวงจร
2. ภาควัดคุมกระแสคงที่
3. ภาควัดขยายคิฟเฟอเรนเชียล
4. ภาควัดไครเวอร์
5. ภาควัดเอาต์พุต
6. วงจรป้องกันคิงกระแสเกินปกติ

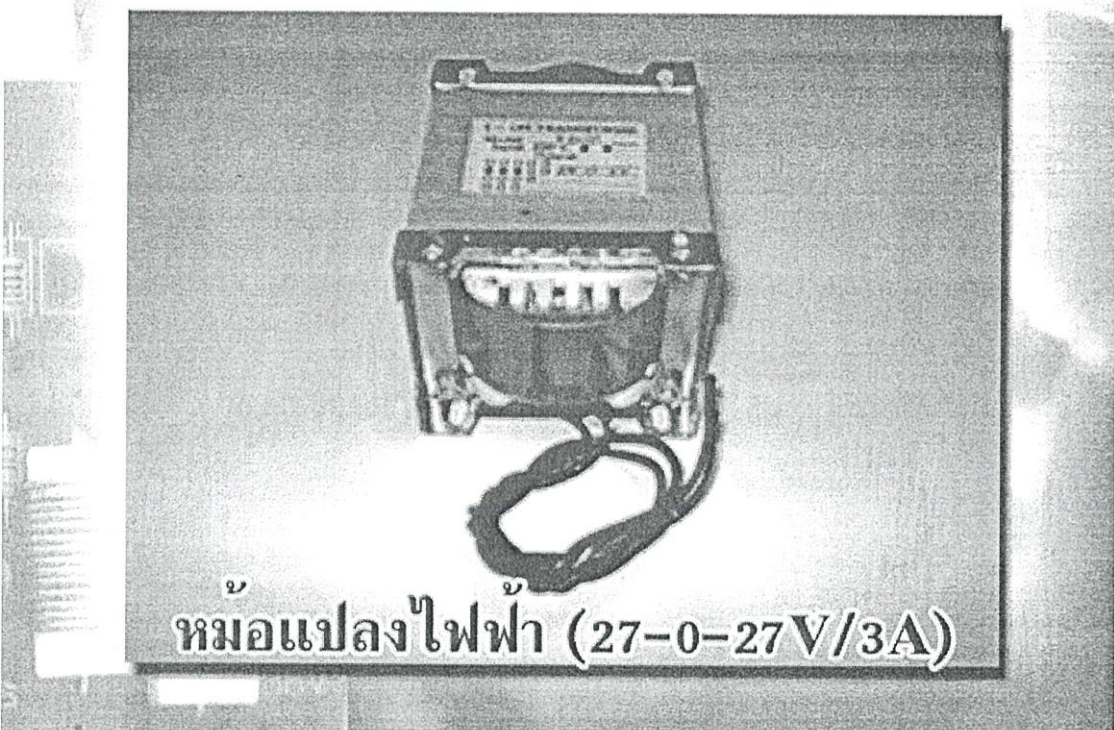
แผนผังวงจรเครื่องขยายเสียง 60 วัตต์ OCL



ส่วนประกอบหลักของเครื่องขยายเสียง

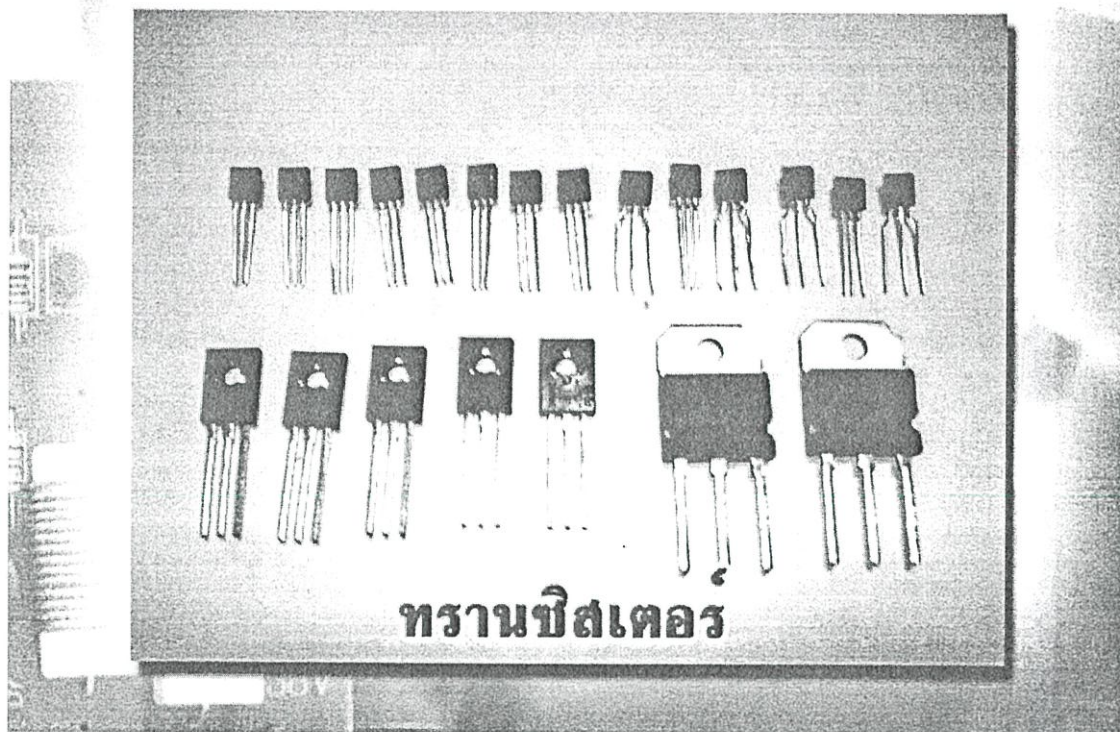


อุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ (Power Supply)



หม้อแปลงไฟฟ้า (27-0-27V/3A)

สารกึ่งตัวนำ

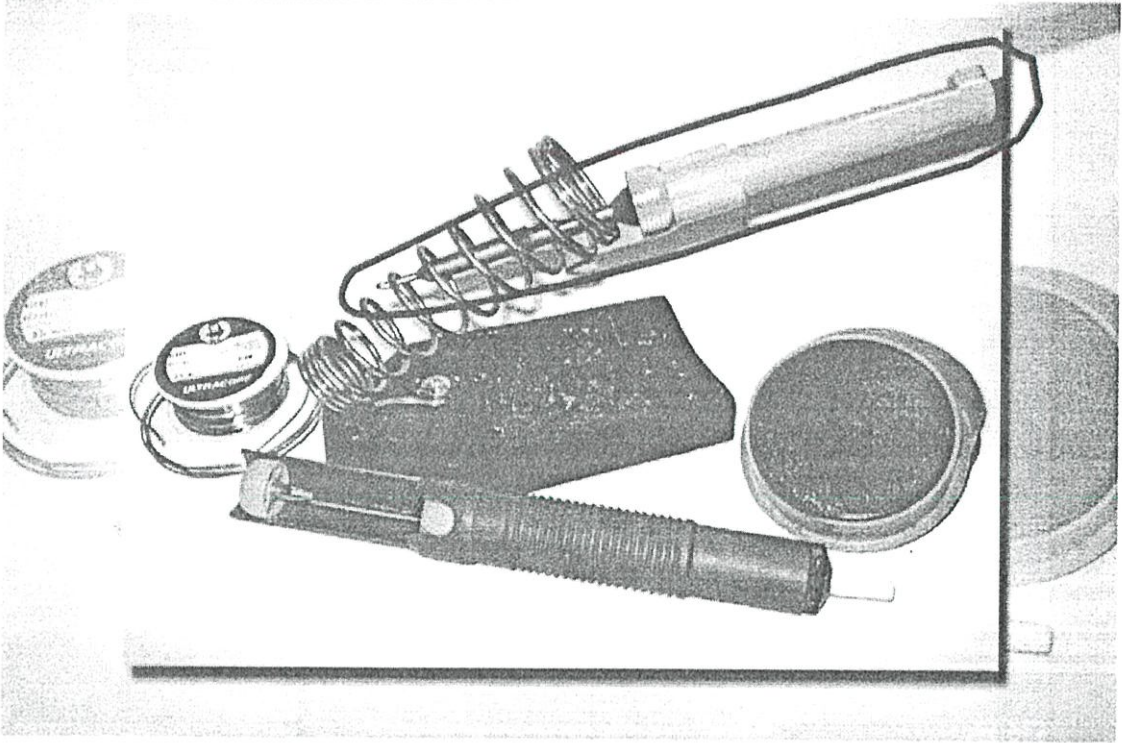


เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ ประกอบและทดสอบคุณสมบัติ

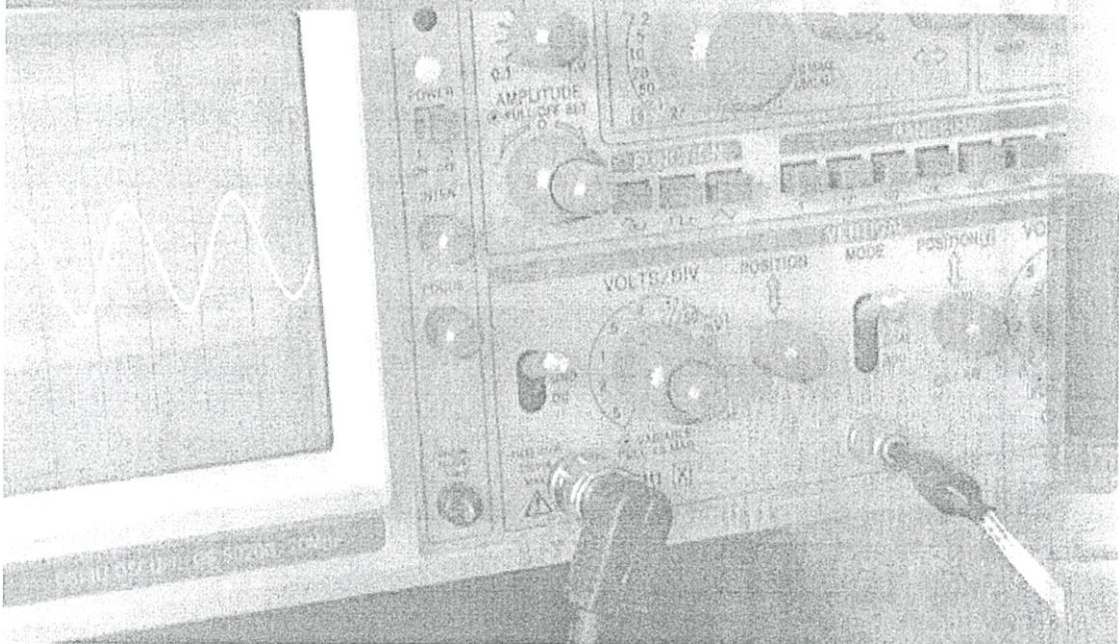
1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ
ประกอบเครื่องขยายเสียง

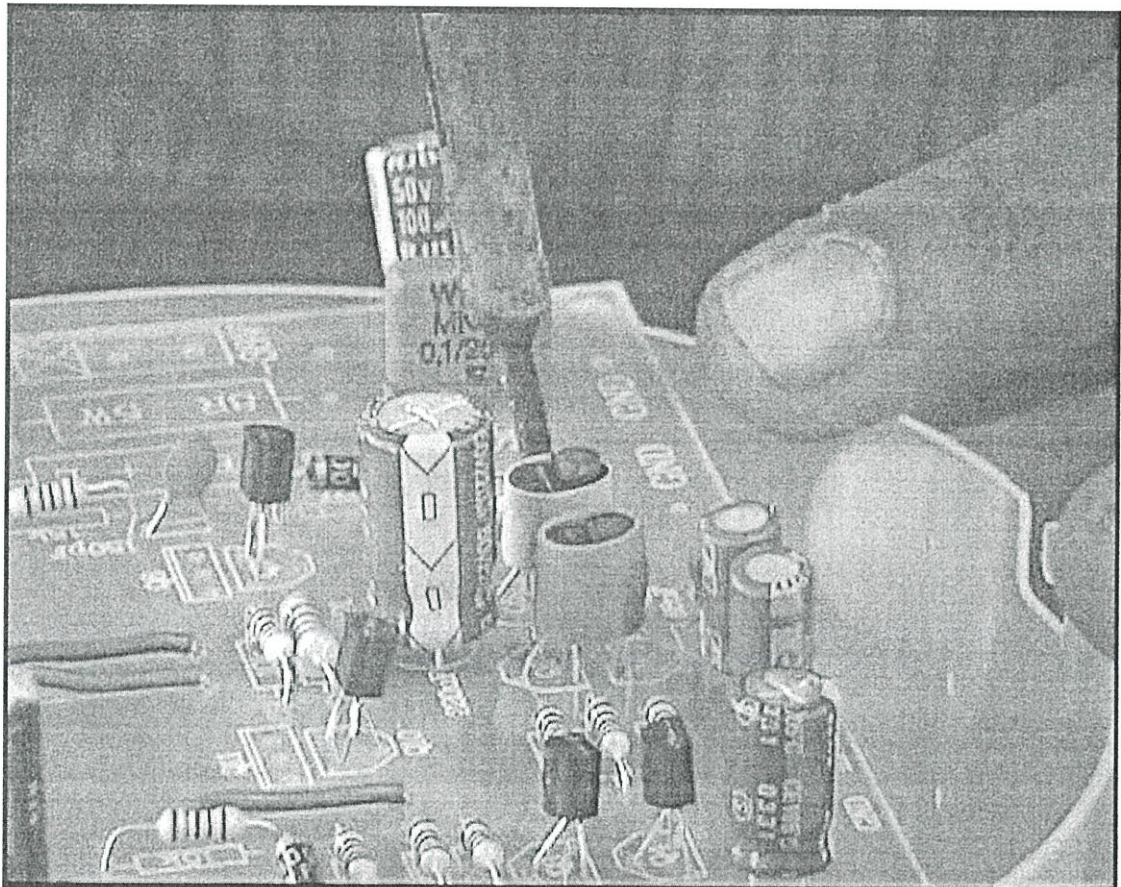
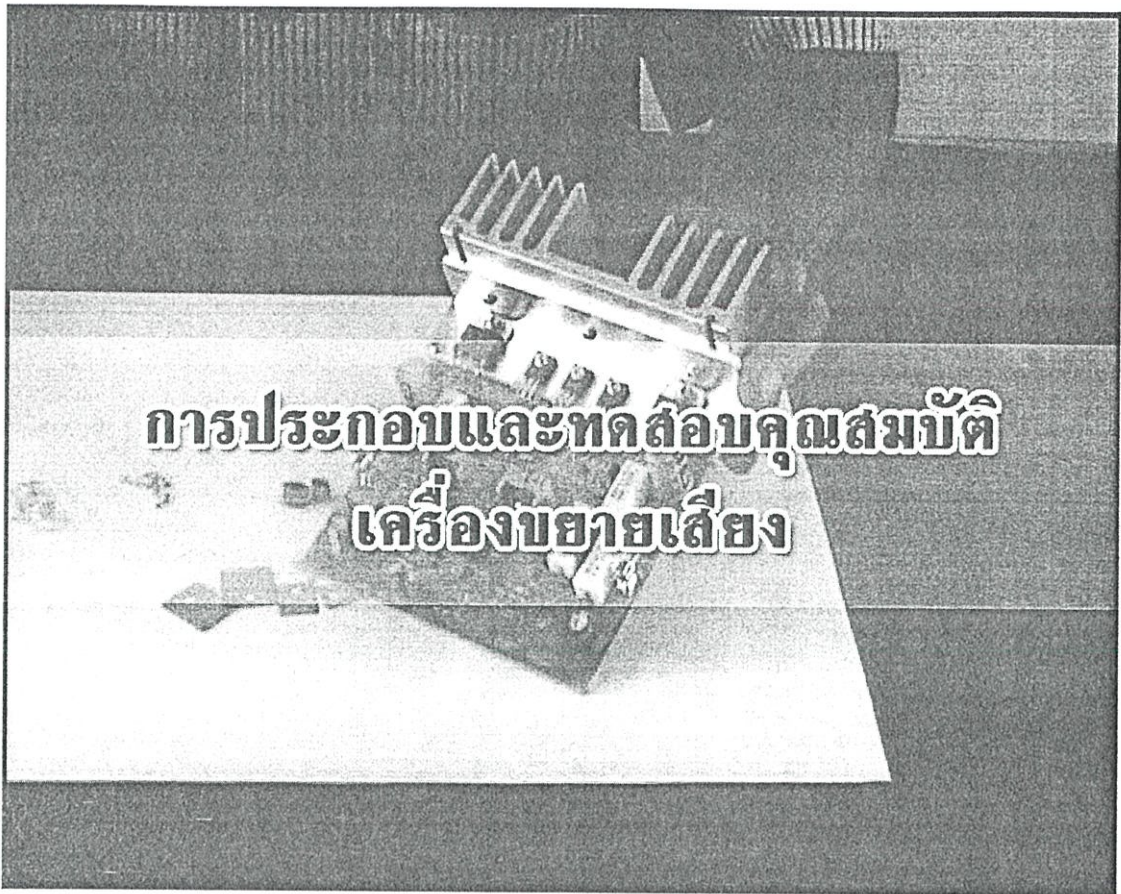
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ
ทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง

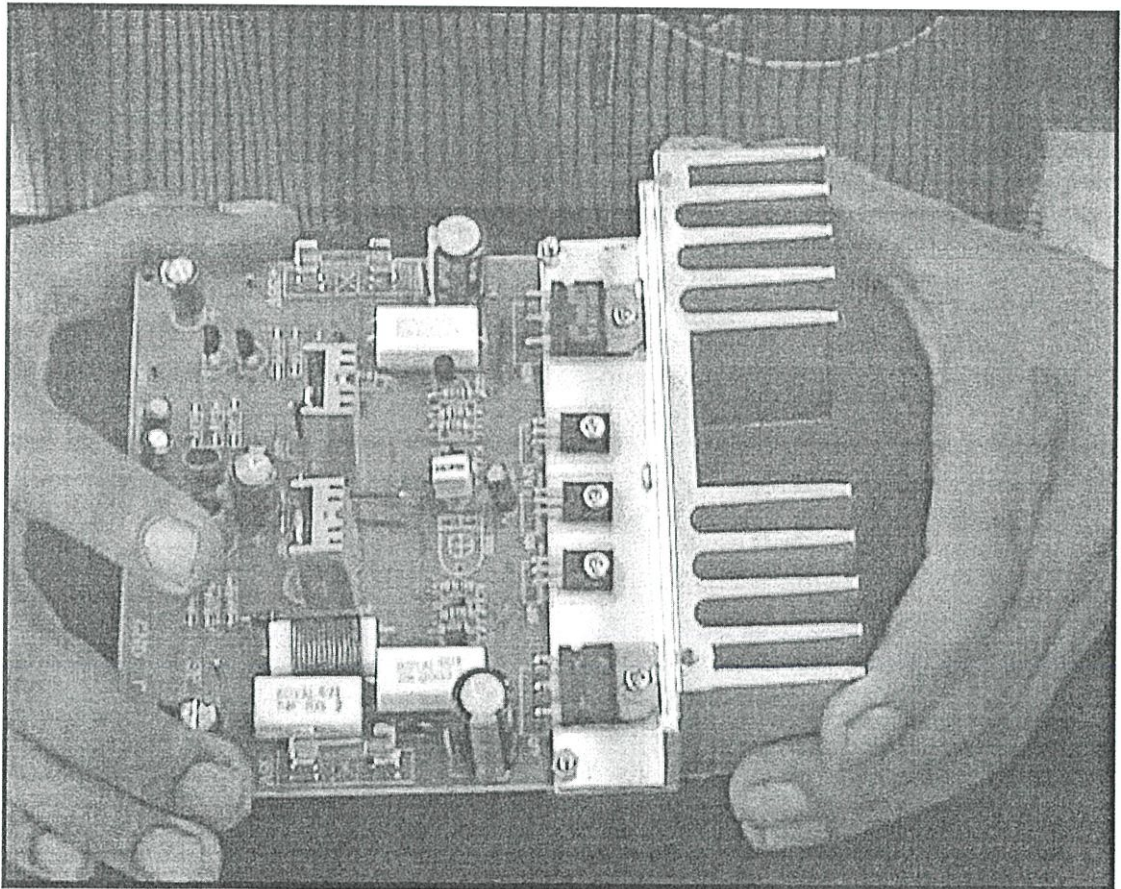
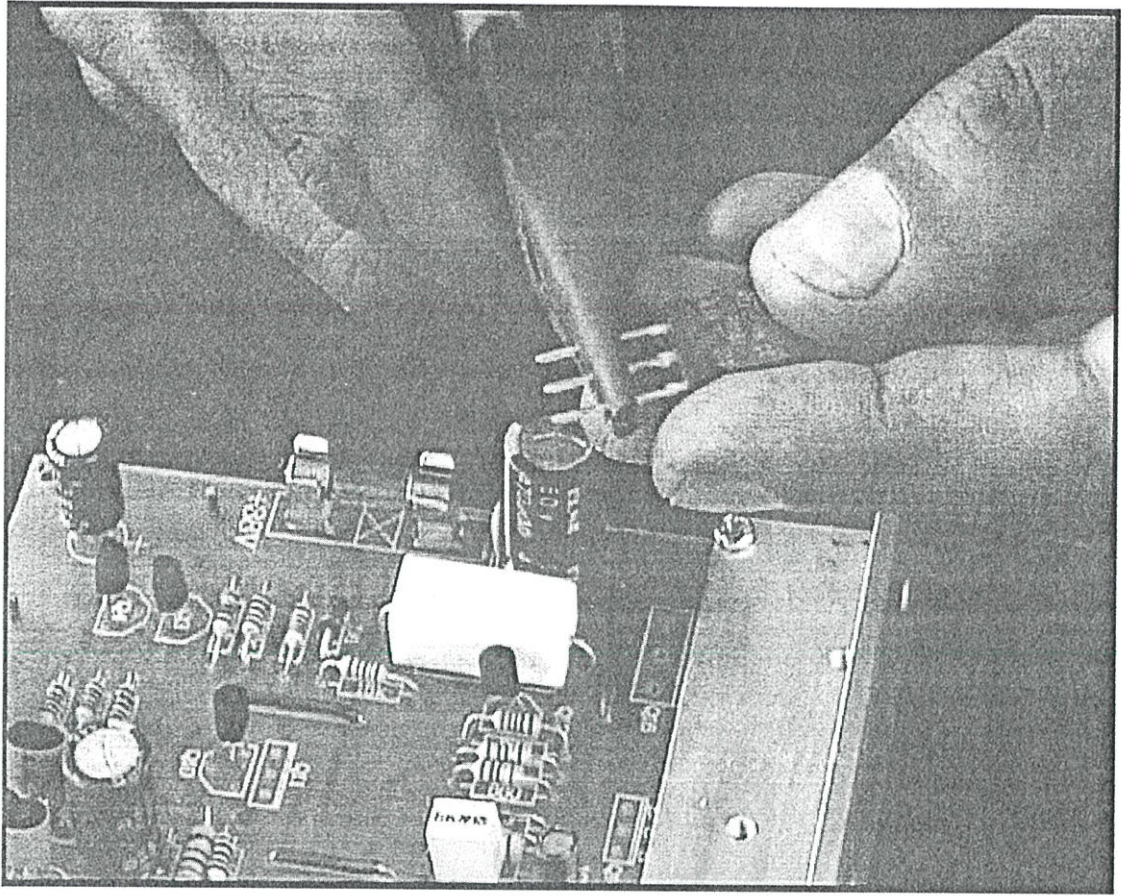
ชุดอุปกรณ์ในการบัดกรี

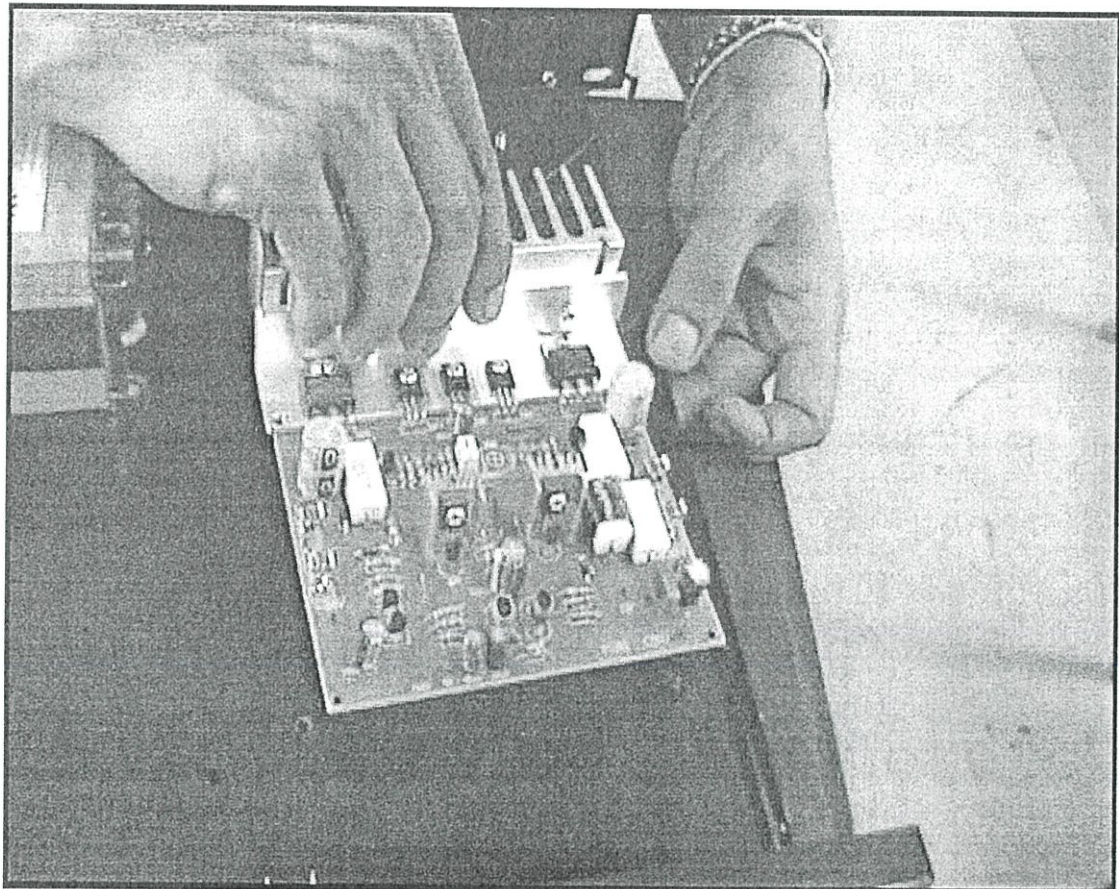
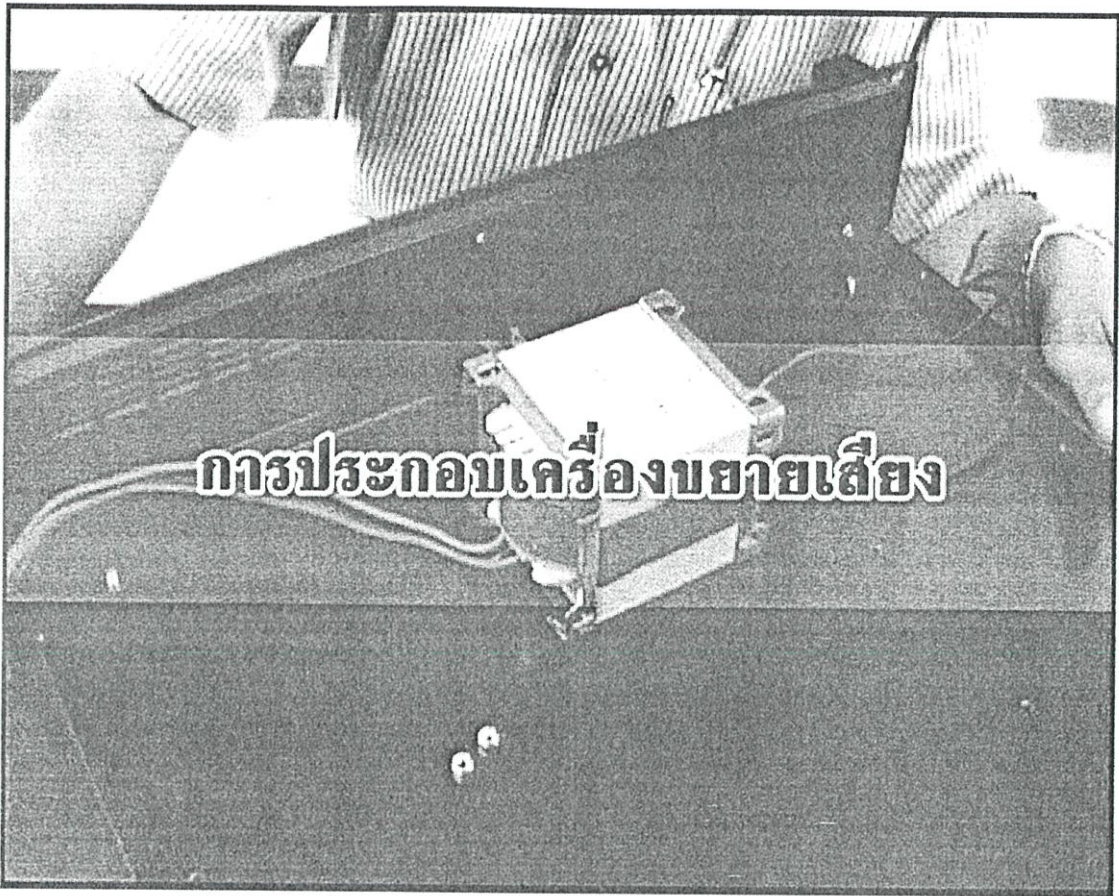


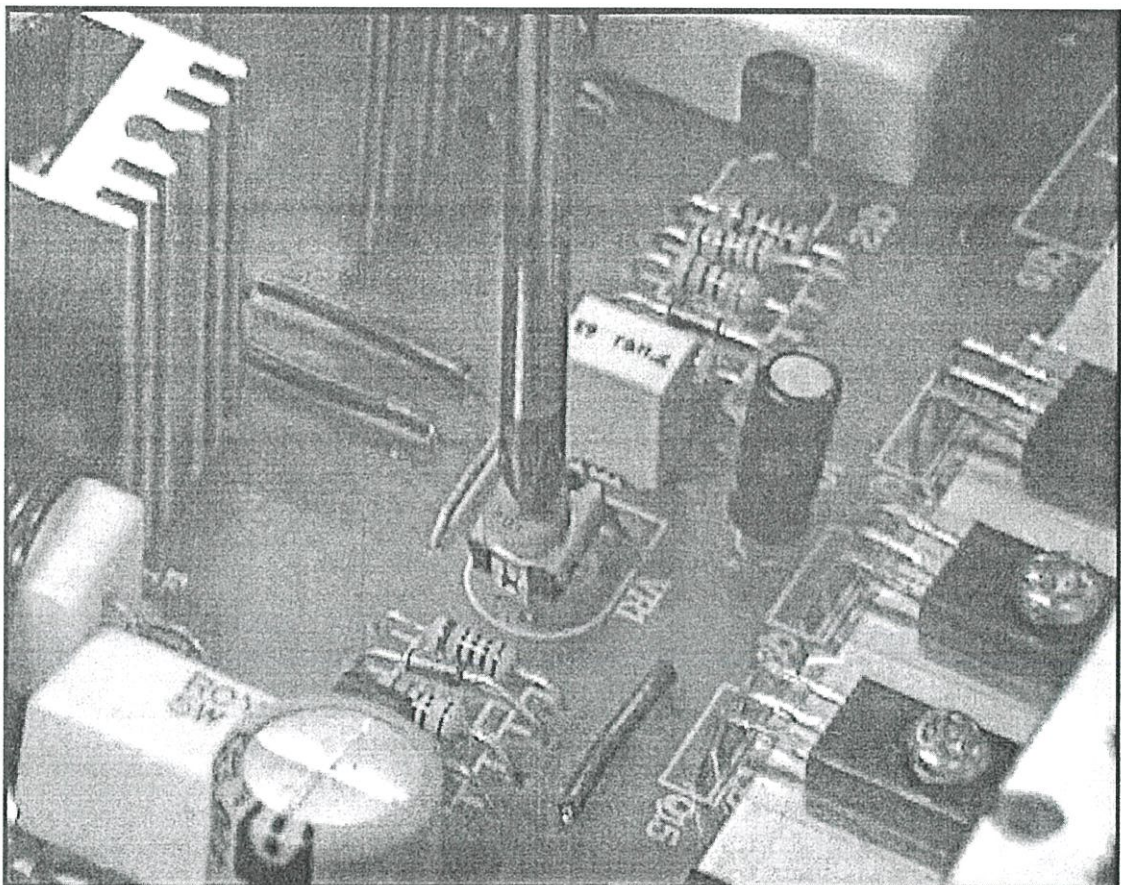
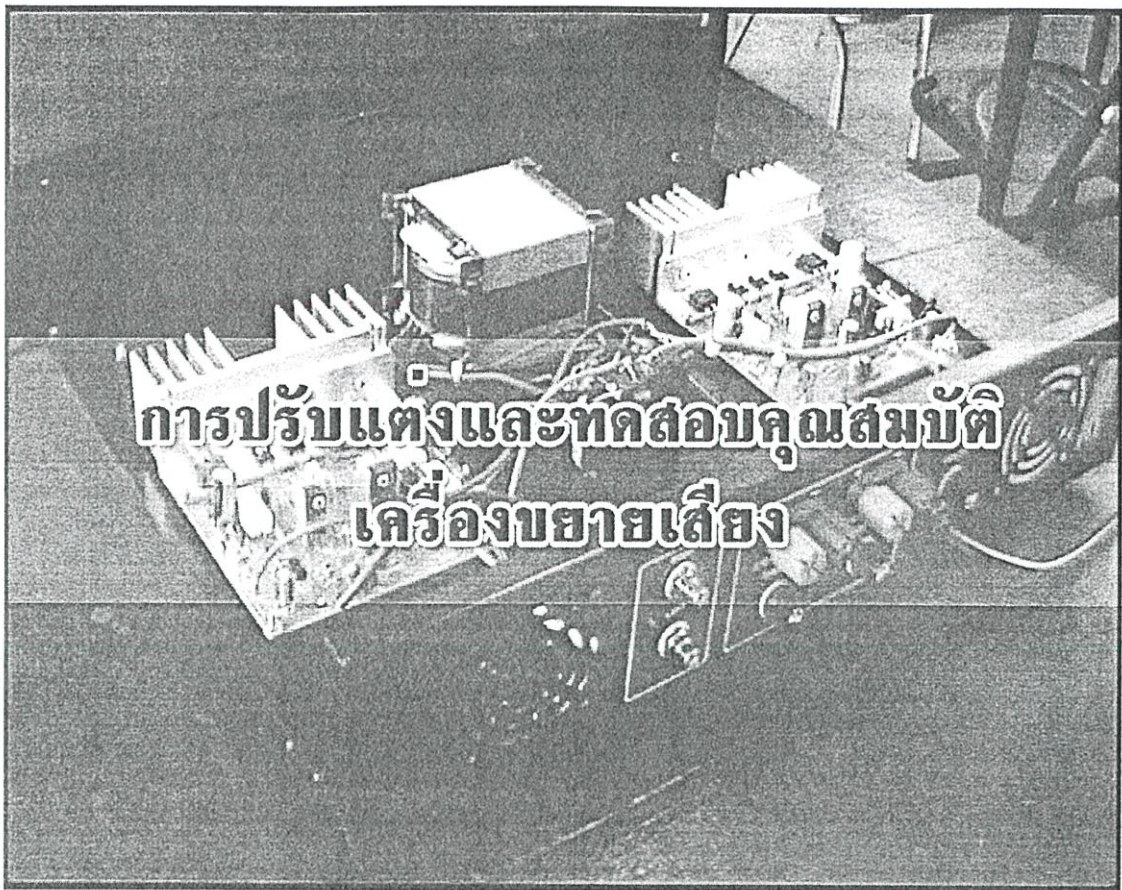
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องขยายเสียง











ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายเดวิทย์ ศิริพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	17 พฤษภาคม 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 28 หมู่ที่ 7 ตำบลคงลาน อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ - โทคมណาคม จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถานที่ทำงาน	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เลขที่ 439 ถนนจระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
ตำแหน่ง	ข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา (อาจารย์ ระดับ 5)