

การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ปริญญานิพนธ์

ของ

อำนาจ ผ่องศรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๒๑.๖๖๑๖๖
๐๖๖๖๖
๖.๖

การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

บทคัดย่อ
ของ
อำนาจ ผ่องศรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน ๒๕๔๗

อำนาจ ผ่องศรี. (2547). *การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล*.
ปริญญาโท กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน
ณ อยุธยา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้เป็นนักเรียน
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู
ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 25 คน คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ผู้วิจัยได้พัฒนา มีเนื้อหาประกอบด้วย
วัตถุประสงค์ คำแนะนำ ลักษณะรายวิชา หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
วิธีตัดแผ่นปริ้นท์ การเขียนลายทองแดงบนแผ่นปริ้นท์ รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
การระบายความร้อนของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การติดตั้งสายไฟฟ้าของเครื่องขยาย
เสียง การติดตั้งสายลำโพงของเครื่องขยายเสียง สายสัญญาณ อุปกรณ์ประเภทแจ็ค อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ และอุปกรณ์
ประกอบเครื่องขยายเสียง

ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัย ได้ให้นักเรียนศึกษาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียง
แบบโอทีแอล หลังจากนักเรียนได้ศึกษาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
หลังจากนั้นได้ให้นักเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง เมื่อนักเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงเสร็จ
แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลชิ้นงานเปรียบเทียบกับเกณฑ์และเปรียบเทียบกับแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

แบบทดสอบ เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วยเนื้อหา
ที่จะทำการวัด 8 เรื่อง คือ 1.หลักการเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล 2.การเขียนแบบวงจรลงบนแผ่นปริ้นท์ 3.การใช้
กรดกัดแผ่นปริ้นท์และเจาะรูหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 4.การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 5.การประกอบ
วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 6.การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 7.การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง 8.การติดตั้ง
อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง ผู้วิจัยนำผลที่วัดจากแบบทดสอบ และผลจากการประเมินผลชิ้นงาน มาวิเคราะห์
หาประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และผลการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพ
ดังนี้ คือ 1.หลักการเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพ 84.40/81.20 2.การเขียนแบบวงจรลงบนแผ่น
ปริ้นท์ มีประสิทธิภาพ 84.00/84.00 3.การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์และเจาะรูหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ
72.80/78.80 4.การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ 66.40/76.80 5.การประกอบวงจร
อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ 63.20/77.60 6.การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ 76.00/78.80 7.การ
ทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง มีประสิทธิภาพ 72.00/82.80 8.การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยาย
เสียง มีประสิทธิภาพ 80.00/82.40 โดยผลการศึกษาประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยรวมมีประสิทธิภาพ
74.35/80.30 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

THE DEVELOPMENT OF SELF LEARNING MANUAL ON OTL MODEL
AMPLIFIER ASSEMBLY

AN ABSTRACT
BY
AMNAT PONGSRI

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
April 2004

Amnat Pongsri. (2004). *The Development of self learning Manual on OTL Model Amplifier Assembly*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr.Pairust Vongyuttakrai, Asst. Prof. Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthaya.

The purpose of this thesis was to develop Self Learning Manual on OTL Model Amplifier Assembly under department of Electronic engineering vocational certificate curriculum 2002. The sampling of this study were 25 student enroll in second year vocational certificate in the school year of 2/2003 at Mubankru Technology School. This Manual comprised of Objective, Instruction, Course Description, Principal of OTL Stereo, Writing a Circuit, Make PCB Broad, Writing the Circuit on PCB Broad, Electronic Material, Assembly the Electronic Circuit, Heat release of Semiconductor, Welding, Connecting OTL Stereo Electrical code, Connecting Speaker Electrical code, The signal Code, Jack, Connector, The other Assembly Material.

The experiment, the researcher let the student studied the Self Learning Manual and after that the researcher let the student took the unit test and let the student assembled the amplifier and then evaluated the amplifier by compare with his unit test.

The unit test for Self Learning Manual on OTL Model Amplifier Assembly were :

1. Principal of OTL Stereo.
2. Writing a circuit.
3. Make PCB Broad.
4. Prove a quality of device.
5. Assembly the Electronic Circuit.
6. Welding Connect a device with PCB Broad.
7. Test a quality of OTL Stereo.
8. The other Assembly Material.

The qualified of 75/75 was set up for the efficiency of Self Learning Manual on OTL Model Amplifier Assembly and the result of this thesis were :

1. Principal of OTL Stereo have efficiency of 80.40/81.20.
2. Writing a circuit have efficiency of 84.00/84.00.
3. Make PCB Broad have Efficiency of 72.80/78.80.
4. Prove a quality of device have Efficiency of 66.40/76.80.
5. Assembly the Electronic Circuit have Efficiency of 63.20/77.60.
6. Welding Connect a device with PCB Broad have Efficiency of 76.00/78.80.
7. Test a quality of OTL Stereo have Efficiency of 72.00/82.80.
8. The other Assembly Material have Efficiency of 80.00/82.40.

The Self Learning Manual on OTL Model Amplifier Assembly as a whole have efficiency of 74.35/80.30.

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัย
ส่งเสริมการทำปริญญานิพนธ์ สำหรับนิสิตระดับปริญญาโท
ประเภท ทุนงานวิจัยที่สร้างองค์ความรู้ใหม่
จาก ทบวงมหาวิทยาลัย
งบประมาณ พุทธศักราช 2545

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ของ

นายอำนาจ ผ่องศรี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

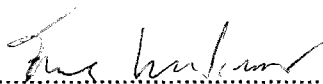
วันที่ ๙ เดือนเมษายน พ.ศ.2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



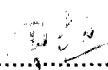
ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.อุวิทย์ สุวคันธกุล)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ไอลาส สุขหวาน)

ประกาศขอบคุณการ

ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษานี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา คณะกรรมการควบคุม อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุคันทรกุล และอาจารย์โอภาส สุขหวาน ซึ่งร่วมเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ได้เสียสละเวลามาสอบข้อเรื่องปริญญานิพนธ์ เค้าโครงปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณท่าน อาจารย์สุรพงษ์ ศรีวิจิตร อาจารย์ประเสริฐ ลิ้มสุขวัฒน์ อาจารย์ดาวรุ่ง โตใหญ่ อาจารย์เอกชัย ม่วงรอดภัย และวิศวกรสมภพ เพ็งเพ่งพิศ ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร อาจารย์ช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ เพื่อการพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขอขอบพระคุณ สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ได้จัดทำหนังสือ ที่ปรากฏในบรรณานุกรม ทำให้ผู้วิจัยมีแหล่งความรู้ สำหรับใช้ศึกษาค้นคว้า อ้างอิง ในงานปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษาจนสำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่ออะเอม ผ่องศรี และคุณแม่พรเพ็ญ ผ่องศรี พี่ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคน ที่ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจและกำลังใจที่ดี เพื่อให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายาม อุตสาหะ ตลอดเวลาที่ได้ศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สู่ผลสำเร็จ ในการทำปริญญานิพนธ์สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาเสริมสร้างทักษะวิชาชีพ ในงานช่างอุตสาหกรรม

อำนาจ ผ่องศรี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
	เครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล 30 วัตต์	3
	คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	3
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	3
	ตัวแปรที่ศึกษา	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
	สมมติฐานในการวิจัย	5
2	เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545	6
	การทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง.....	8
	คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	31
	การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	33
	การสอนทักษะปฏิบัติ.....	35
	การวัด และการประเมินผล.....	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
3	วิธีดำเนินการวิจัย	45
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
	การสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย	45
	วิธีการทดลอง.....	48
	การดำเนินการสร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	50
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะการวิจัย	55
	ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	55

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ) สรุปผลการวิจัย.....	56
อภิปรายผลการวิจัย.....	57
ข้อเสนอแนะ.....	59
ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	59
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	59
 บรรณานุกรม.....	 60
 ภาคผนวก.....	 65
ภาคผนวก ก. รายชื่อ และหนังสือผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย.....	66
ภาคผนวก ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการพัฒนาเครื่องมือ และการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย.....	 72
ภาคผนวก ค. แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา.....	75
ภาคผนวก ง. แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง.....	84
ภาคผนวก จ. เกณฑ์การประเมินผลแบบการทดสอบ และภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องเสียง.....	 90
ภาคผนวก ฉ. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล.....	 109
ภาคผนวก ช. แบบวงจรเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล.....	120
 ประวัติย่อผู้วิจัย.....	 128

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน.....	52
2	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน.....	53
3	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน.....	54
4	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน.....	108
5	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน.....	109
6	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานเครื่องขยายเสียง แบบโอทีแอล.....	110
7	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 2 เรื่อง การเขียนแบบวงจรลงบน แผ่นปริ้นท์	111
8	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 3 เรื่อง การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์และเจาะรู ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	112
9	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 4 เรื่อง การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์.....	113
10	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 5 เรื่อง การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	114
11	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 6 เรื่อง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	115
12	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 7 เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติของ วงจรเครื่องขยายเสียง	116
13	แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ 8 เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบ เครื่องขยายเสียง	117

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2 บล็อกไดอะแกรมของระบบเครื่องขยายเสียง.....	8
3 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟ.....	9
4 วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์.....	10
5 ลักษณะการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุ.....	11
6 ตัวเหนี่ยวนำ ตัวต้านทานมาต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ.....	11
7 วงจรขยายคอมพลีเมนต์รีแบบพื้นฐาน คลาส B.....	12
8 วงจรขยายคอมพลีเมนต์รีแบบ คลาส AB.....	13
9 วงจรขยายคอมพลีเมนต์รีแบบพื้นฐาน OTL.....	14
10 วงจรใช้งานของวงจรขยายคอมพลีเมนต์รี OTL.....	15
11 ปรับแต่ง VR 2 ให้วงจรขยายทำงานสมดุลกัน.....	16
12 แสดงวงจรไบแอสแบบใช้ไดโอดสองตัว.....	17
13 แสดงวงจรไบแอสแบบใช้ทรานซิสเตอร์.....	17
14 แสดงวงจรขยายดาร์ลิ่งตันเบื้องต้น.....	18
15 วงจรขยายคอมพลีเมนต์รีที่ใช้ดาร์ลิ่งตันทรานซิสเตอร์.....	19
16 เทปขนาดเล็ก หรือชาวดอะเบาท์เทป.....	20
17 ขบวนการแชมบิงแอมพลิฟิเคชันของพัลส์ที่แปรสัญญาณ.....	20
18 เครื่องเล่นคอมแพ็คดิสก์พร้อมเครื่องควบคุมระยะไกล.....	21
19 แสดงการต่อสวิตช์เลือกโมโน และสเตอริโอ.....	21
20 แสดงการวางลำโพง และตำแหน่งที่เหมาะสมในการรับฟังเสียงในระบบสเตอริโอ.....	22
21 การจัดวางลำโพงเซอร์ราวด์ในระบบโฮมเธียเตอร์.....	22
22 จุดต่อลำโพงเซอร์ราวด์จากแผงด้านหลังของชุดเครื่องเสียงที่มีวงจรขยายกำลัง.....	23
23 แสดงกราฟตอบสนองความถี่ของเสียง.....	24
24 แสดงการต่อเครื่องมือ และอุปกรณ์เพื่อหาค่าความต้านทานอินพุท.....	26
25 แสดงการทดลองค่ากำลังเอาต์พุทของเครื่องขยายเสียง.....	27
26 การต่อเครื่องมืออุปกรณ์หาค่าการตอบสนองความถี่.....	28
27 แสดงรูปคลื่นทางเอาต์พุทเทียบกับอินพุท โดยแอมพลิฟิเคชันที่ 3 dB.....	29
28 แสดงกราฟของผลการตอบสนองความถี่ที่ได้รับจากการทดสอบ.....	29
29 การต่อเครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อนการทดสอบ.....	30
30 กราฟการตอบสนองความถี่มาตรฐานของลำโพง.....	31
31 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	50

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทำงานประกอบอาชีพได้ และรวมถึงการศึกษาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานในอาชีพเป็นการศึกษาตลอดชีพ ซึ่งในการจัดการศึกษาของอาชีวศึกษา มีการจัดสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนให้เหมือนกับสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนจะพบ เมื่อออกไปทำงานจึงต้องมีการฝึกลักษณะของผู้เรียนให้มีอุปนิสัยในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ เหมือนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นที่จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมความคิดในการทำงานที่จะสอดคล้องกับงานที่จะต้องทำหลังจากการจบอาชีพนั่น ดังนั้นการฝึกอาชีพแต่ละอาชีพต้องสร้างลักษณะของอาชีพนั่นๆ เน้นการฝึกให้ตรงกับลักษณะพิเศษตามสาขาวิชาชีพต่างๆ โดยมีการตั้งเกณฑ์มาตรฐานระดับอาชีพของการทำงานของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จของผู้เรียนที่จะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีความสนใจในงาน มีทักษะการปฏิบัติ และมีความสามารถทางสติปัญญา เพื่อทำความเข้าใจในงานที่ตนทำอยู่ (ปานเพชร ชินินทร. 2544 : 1-2) กรมอาชีวศึกษา มีนโยบาย และวัตถุประสงค์หลักในการผลิตพัฒนากำลังคน ทั้งแรงงานกึ่งฝีมือ แรงงานฝีมือ และช่างเทคนิคคือ ความต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ ได้ค้นคว้าฝึกทดลองปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ ได้ชัดเจน มีเหตุผล ตลอดจนทักษะในแต่ละสาขาวิชาชีพ เพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มความสามารถ สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน ที่จะนำไปประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 2) ทั้งนี้การสอนปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการทดลอง เกิดความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา ได้ในบทเรียนแล้วเกิดความเข้าใจในเนื้อหาตามหลักทฤษฎี เกิดการเรียนรู้ พิสูจน์ข้อเท็จจริง และมีประสบการณ์โดยตรงกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ สามารถพัฒนาทักษะ การใช้เครื่องมือทดลอง กับงานจริงในการปฏิบัติงานได้ (ชูศักดิ์ เปลียนคู่. 2536 : 25) ดังนั้นสื่อการสอนกับผู้เรียนเป็นสิ่งที่ให้เกิดความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ในเนื้อหาบทเรียนที่ย่างยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ในระยะเวลาอันสั้น สามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน และได้รับประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 98)

วิชาเครื่องเสียง เป็นหมวดวิชาชีพบังคับเฉพาะของสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กระทรวงศึกษาธิการ สถานศึกษาที่เปิดสอนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ประสบปัญหาในการดำเนินงาน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ทางด้านวิชาการ ทักษะ และประสบการณ์ในการประกอบอาชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2537 : 159) นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ต้องเรียนรู้เพื่อเป็นพื้นฐาน ในการพัฒนาและเป็นแนวทางที่จะศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพได้ จากสภาพปัญหาเนื่องจากนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ขณะเรียนวิชาเครื่องเสียง ที่ได้ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องขยายเสียงแล้ว ไม่สามารถวิเคราะห์ แก้ไขข้อบกพร่องระหว่างปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงที่เกิดขึ้น ทำให้ความก้าวหน้าของงานประกอบเครื่องขยายเสียงล่าช้า ไม่สามารถส่งผลงานเครื่องเสียงได้ทันตามที่กำหนด ในขณะที่ปฏิบัติงานเครื่องเสียงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งบางครั้งผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ผิดพลาดจากการเรียนเนื้อหาวิชาเครื่องเสียงบางเรื่อง ยากต่อการทำความเข้าใจในขณะที่เรียนวิชาเครื่องเสียง เป็นผลทำให้ความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกันในการเรียนรู้การ

ปฏิบัติ ผู้เรียนบางคนขาดทักษะความรู้พื้นฐานในการตรวจวัดคุณลักษณะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และ ความรอบคอบ ในการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาต่อใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดมีความคล้ายคลึงกัน ได้แก่ ขนาด สี ลักษณะรูปร่างโครงสร้าง สัญลักษณ์ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และขาดความชำนาญในการบัดกรีอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536 : 45)ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ต่อใช้งานร่วมกัน ได้รับความเสียหาย ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ่ายจัดซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ส่งผลกระทบต่อ การปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ดังนั้นปัจจัยที่มีต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียน เช่น ระดับความรู้พื้นฐาน ความถนัดของงานสาขาวิชาชีพเฉพาะเรื่อง ตลอดจนทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาเครื่องเสียง และอาจารย์ผู้สอน เป็นต้น การใช้เครื่องมืออุปกรณ์จำเป็นต้องสอดคล้องกับประเภทงาน ถ้าผู้ใช้เครื่องมือ นำ เครื่องมือมาใช้งานผิดประเภท นอกจากจะเกิดผลเสียทั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ ยังทำให้ประสิทธิภาพของงาน นั้นลดคุณค่าลงไปด้วย (กมล เวียงสุวรรณ. 2541 : 1)

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของการเรียนวิชาเครื่องเสียงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการนำคู่มือการ เรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มาใช้เรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยาย เสียง วิชาเครื่องเสียง เพื่อช่วยลดเวลาในการเตรียมตัวการสอนล่วงหน้าของอาจารย์ผู้สอน เปิดโอกาสให้ผู้ เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยมีส่วนรวมกิจกรรมการปฏิบัติงานเครื่องเสียงอย่างแท้จริง เป็นต้น ในด้าน การจัดการเรียนการสอน วิชาช่างอุตสาหกรรม ที่จะได้รับความสำเร็จของอาชีวศึกษา คือ คุณภาพของนัก เรียนเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้รับการฝึกปฏิบัติ อบรมมาดี มีทักษะปฏิบัติ และเกิดความเชี่ยวชาญในงานอาชีพ สาขาเฉพาะนั้นๆ โดยจัดเครื่องมือและอุปกรณ์การศึกษาให้เพียงพอต่อการฝึกผู้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะในการ เรียนรู้ โดยคำนึงถึงปริมาณ และคุณภาพ เสริมสร้างเจตคติที่ดีของผู้เรียน ในการประกอบอาชีพที่ตนมีความ ถนัด เชี่ยวชาญในงานตามสาขาวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม (ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. 2542 : 62-63)

การพัฒนาคู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล เป็นวิธีการที่ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความสนใจ ทักษะปฏิบัติงานในการเรียน วิชาเครื่องเสียงได้อย่างถูกต้อง เป็นหนังสือคู่มือการเรียนด้วยตนเองที่ผู้วิจัยจัดทำเรียบเรียง เนื้อหาสาระวิชา การด้านอิเล็กทรอนิกส์จากตำรา และประสบการณ์มาจัดเรียบเรียง ด้วยภาษาใหม่ที่เข้าใจง่ายขึ้น โดยแนะนำ ให้ผู้เรียนรู้แนวทางการปฏิบัติแล้ว ทำความเข้าใจสามารถแก้ไขข้อบกพร่องขณะปฏิบัติงานเครื่องเสียง ได้ อย่างสะดวก ซึ่งการเรียนรู้ที่ได้ฝึกฝนควบคู่กันไปกับการเรียนหนังสือ และลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังด้วยตนเอง ทำให้บุคคลนั้นประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพ (อารี พันธุ์มณี. 2544 : 87-88) ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนา คู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยมีวิธีการขั้นตอนการปฏิบัติใน การทำงาน การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ วิธีการออกแบบสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบติดตั้งอุปกรณ์ ประกอบเครื่องขยายเสียง ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติตามขั้นตอน จนเกิดทักษะได้รับจากประสบการณ์จากการ ศึกษาคู่มือการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพในการเรียนการสอนสาขาวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองในการประกอบเครื่องขยายเสียง สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหา ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ในขณะเรียนวิชาเครื่องเสียง ความถนัดของผู้เรียนที่ได้รับปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยาย เสียงจากสภาพการทำงานจริง คู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่เสริมสร้างทักษะวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนวิชาช่างอุตสาหกรรมมีความ เข้าใจ ความสามารถ ได้รับทักษะวิชาชีพ ประสบการณ์จริงจากการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง มีผล สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเครื่องเสียงสูงขึ้น และสามารถนำมาปฏิบัติงานประกอบอาชีพได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

ความสำคัญของการวิจัย

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่นำมาใช้ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ที่ได้รับการวิจัยนี้ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาผู้เรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถการคิดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้รับทักษะวิชาชีพในการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพในการทำงานปฏิบัติที่สามารถประกอบอาชีพได้ และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเครื่องเสียงสูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

เครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล 30 วัตต์

เป็นวงจรขยายคอมพลีเมนต์แบบโอทีแอล ที่ไม่ใช้หม้อแปลงในการทำงานของวงจร ดังนั้นจึงใส่ตัวเก็บประจุเข้าไปในวงจร โดยต่อระหว่างเอาต์พุตของวงจรขยายกับลำโพง เพื่อให้วงจรเครื่องขยายเสียง สามารถทำการขยายสัญญาณได้

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ คำแนะนำ ลักษณะรายวิชาเครื่องเสียง หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์ การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์ รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การระบายความร้อนของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การติดตั้งสายไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง การติดตั้งสายลำโพงของเครื่องขยายเสียง สายสัญญาณ อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ที่ใช้วิจัยนี้ เป็นนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องเสียง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

ตัวแปรที่จะศึกษา

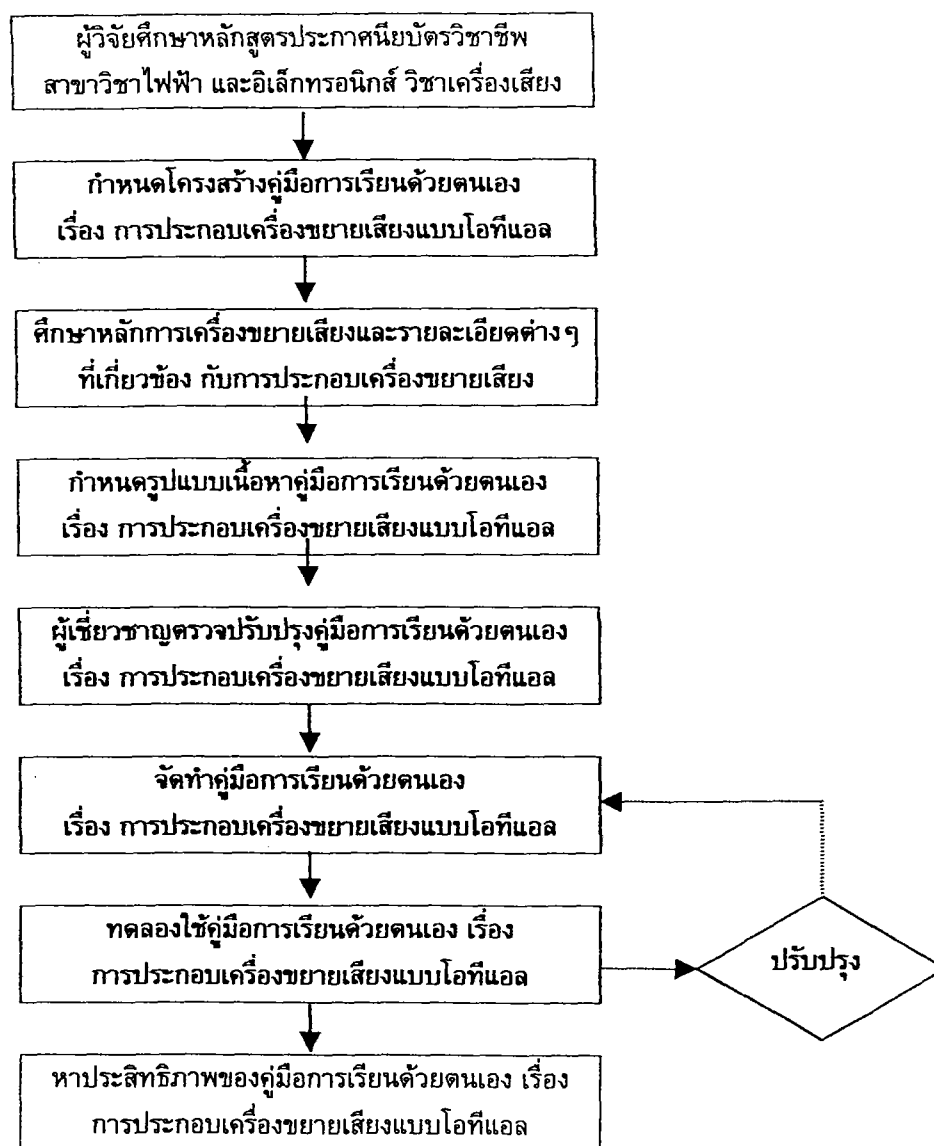
ตัวแปรที่จะศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น ดังนี้

1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล
2. ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การจัดทำรูปแบบหนังสือ คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่นำมาใช้ประกอบการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 2. การประกอบเครื่องขยายเสียง หมายถึง ปฏิบัติงานประกอบ ทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์เครื่องเสียง ที่ใช้ในเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล
 3. เครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล หมายถึง วงจรคอมพลีเมนต์รีเลย์แบบโอทีแอล มาจากคำว่า Output Transformer Less แปลว่า ไม่มีหม้อแปลงต่อที่เอาท์พุท
 4. วิชาเครื่องเสียง หมายถึง เป็นรายวิชาหมวดวิชาชีพบังคับเฉพาะของสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาเครื่องเสียงเป็นรายวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีทักษะปฏิบัติประกอบและทดสอบวงจรเครื่องขยายเสียงการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง
 5. ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยประเมินผู้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่นำไปใช้ปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติงานเครื่องขยายเสียง สามารถทำได้ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ได้กำหนดไว้ 75/75 โดยกำหนดดังนี้
- 75 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ประเภทวิชาอุตสาหกรรม จากการทำตามแบบที่กำหนด และปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงตามคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในระหว่างการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 75 คะแนนเต็ม
- 75 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล จากการประเมินผลชิ้นงาน หลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 75 คะแนนเต็ม

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ได้พัฒนาขึ้น มี
ประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีการศึกษาหนังสือเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. การทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง
3. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
5. การสอนทักษะปฏิบัติ
6. การวัดและประเมินผล
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

1.1 หลักการ

1.1.1 เป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพ และเจตคติที่เหมาะสม สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน และการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมในระดับท้องถิ่น และระดับชาติ

1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดให้เลือกรเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน ถ่ายโอนผลการเรียนสะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และสถานประกอบอาชีพอิสระได้

1.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการ และสอดคล้องกับสภาพชุมชน และท้องถิ่น

1.2 จุดหมาย

1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพนำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิธีการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่น และประเทศชาติ

1.2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานได้เป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

1.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น และประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

1.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพ อนามัยที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้นๆ

1.2.6 เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนร่วม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

1.3 จุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1.3.1 เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์ สุขศึกษา พลานามัย นำมาใช้ในการพัฒนาตนเอง และวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า

1.3.2 เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันต่อเทคโนโลยี และมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ

1.3.3 เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการ และกระบวนการในกลุ่มงานพื้นฐานอุตสาหกรรม การเขียนแบบเทคนิค การใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล

1.3.4 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม

1.4 หลักสูตร

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ประเภท วิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่างๆ และเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร รวมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต ดังโครงสร้างต่อไปนี้

1. หมวดวิชาสามัญ	24	หน่วยกิต
2. หมวดวิชาชีพไม่น้อยกว่า	69	หน่วยกิต
1.2.1 หมวดวิชาชีพพื้นฐาน	25	หน่วยกิต
1.2.2 หมวดวิชาชีพเฉพาะ	40	หน่วยกิต
1.2.3 ฝึกงาน / โครงงาน		
โครงการวิชาชีพ	4	หน่วยกิต
3. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า	10	หน่วยกิต
4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร ไม่น้อยกว่า	200	ชั่วโมง
รวมไม่น้อยกว่า	103	หน่วยกิต

1.5 สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

รหัสวิชา 2104-2208 เครื่องเสียง

จำนวน

3 หน่วยกิต

1.5.1 จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจ การทำงานของวงจรภาคต่างๆ ในเครื่องขยายเสียง
2. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการประกอบวงจรเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ
3. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัด และทดสอบคุณสมบัติของวงจร

และอุปกรณ์เครื่องขยายเสียง ถูกต้องและปลอดภัย

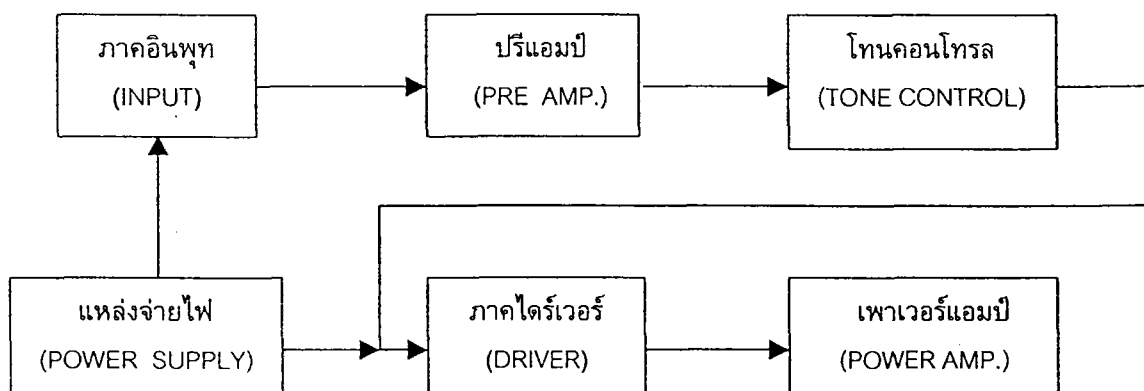
4. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงาน การตรวจซ่อม การบำรุงรักษาเครื่องเสียง

1.5.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับสัญญาณเสียงบนแถบเทป และซีดี วงจรขยายคาลาส เอ บี เอบี บล็อกไดอะแกรมของเครื่องขยายเสียง วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าและขยายกำลัง โทนคอนโทรล อี คลอไลเซอร์ ปริแอมพลิฟายเออร์ วงจรเครื่องขยายเสียงโมโน สเตอริโอ อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง ลำโพง ไมโครโฟน สายสัญญาณ แมตซิง ปลั๊ก แจ็ก การต่อเครื่องขยายเสียงกับระบบเสียงอื่นๆ การประกอบ และทดสอบวงจรเครื่องขยายเสียง การใช้เครื่องมือวัด และทดสอบคุณสมบัติของวงจร และอุปกรณ์เครื่องขยายเสียง

2. การทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง

หลักการทำงานของภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียง พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2535 : 133-135) ได้กล่าวถึงลักษณะการทำงานของภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียง ดังนี้



ภาพประกอบ 2 บล็อกไดอะแกรมของระบบเครื่องขยายเสียง

จากภาพประกอบ 2 เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบเครื่องขยายเสียง ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงที่มีความถี่อยู่ในย่าน 20 Hz - 20 KHz. ให้มีระดับความแรงของสัญญาณเสียงออกเอาท์พุทเท่ากันทุกระดับ

ความถี่ สัญญาณเสียงที่ถูกขยายต้องไม่ผิดเพี้ยน และมีความแรงมากพอที่จะขับวอยส์คอยส์ของลำโพงให้เคลื่อนที่เกิดสัญญาณเสียงขึ้นมา ส่วนประกอบแต่ละภาคของวงจรมีหน้าที่ดังนี้

1. ภาคอินพุต (INPUT) จะเป็นขั้วต่อแบบ RCA ช็อกเก็ต (ตัวเมีย) แต่ละอินพุตเฉพาะขั้วต่อ RCA ช็อกเก็ต (ตัวเมีย) แจ็ก (ตัวผู้) มักนิยมชนิดชุบทองเพราะถือว่าเป็นสื่อตัวนำที่ดี แต่ละขั้วอินพุตของเครื่องขยายเสียงแต่ละเครื่องจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และการนำไปใช้งาน อินพุต ที่ส่งเข้ามาจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้จากวีดีโอ (VIDEO) เครื่องเล่นคอมแพ็คดิสก์ (CD) ภาครับวิทยุ (TUNER) เครื่องเล่นเทป (TAPE) เครื่องเล่นแผ่นเสียง เป็นต้น

2. ภาคปริแอมป์ (PRE AMPLIFIER) ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุต ที่เข้ามาขยายสัญญาณเสียงเหล่านั้น ให้มีความแรงมากขึ้นจากเดิม แบบไม่ผิดเพี้ยน และมีระดับความแรงของสัญญาณเสียงแต่ละอินพุตที่ถูกขยายออกเอาท์พุทมีความแรง หรือความดังเท่า ๆ กัน

3. ภาคโทน คอนโทรล (TONE CONTROL) ทำหน้าที่เพิ่มหรือลดความแรงของสัญญาณเสียงบางความถี่ ภาคโทนคอนโทรลสามารถเลือกคุณสมบัติการขยายความถี่เสียงของเครื่องขยายเสียงในระดับต่าง ๆ โดยให้เพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ตามความพอใจของผู้ฟัง โดยปรับแต่งปุ่มปรับที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องขยายเสียง เครื่องขยายเสียงโดยทั่วไปจะมีปุ่มปรับโทน คอนโทรลอยู่ 2 ปุ่ม คือ ปรับเสียงทุ้ม และปรับเสียงแหลม

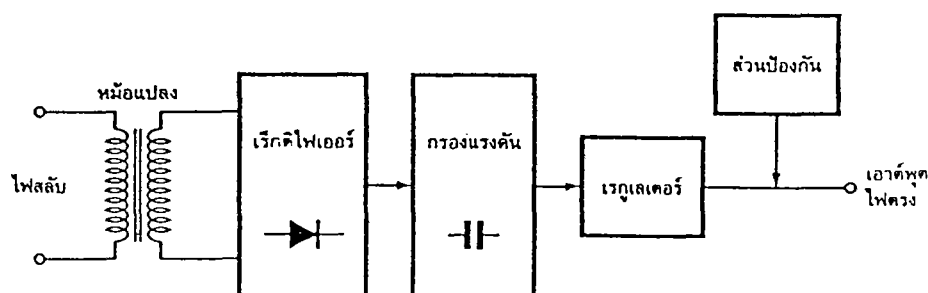
ปุ่มปรับเสียงทุ้ม (BASS) ทำหน้าที่เพิ่มหรือลดสัญญาณเสียงย่านความถี่ต่ำประมาณ 20 Hz. – 500 Hz. ให้ออกเอาท์พุทมากหรือน้อย

ปุ่มปรับเสียงแหลม (TREBLE) ทำหน้าที่เพิ่มหรือลดสัญญาณเสียงย่านความถี่สูง ประมาณ 2 KHz. – 20 KHz. ให้ออกเอาท์พุทมากหรือน้อย

4. ภาคไดเวอร์ (DRIVER) จะทำงานร่วมกับภาคเพาเวอร์แอมป์ หน้าที่ของภาคไดเวอร์จะทำการขยายสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากภาคกราฟฟิเคิลควอลิเซอริ์ให้มีระดับความแรงมากยิ่งขึ้นโดยไม่ผิดเพี้ยนและพอที่จะส่งต่อไปภาคเพาเวอร์แอมป์

5. ภาคเพาเวอร์แอมป์ (POWER AMPLIFIER) ทำหน้าที่เป็นภาคขยายสัญญาณเสียงภาคสุดท้าย ให้มีความแรงของสัญญาณเสียงมากที่สุดโดยไม่ผิดเพี้ยน และพอที่จะไปขับลำโพงให้เปล่งสัญญาณเสียงออกมา

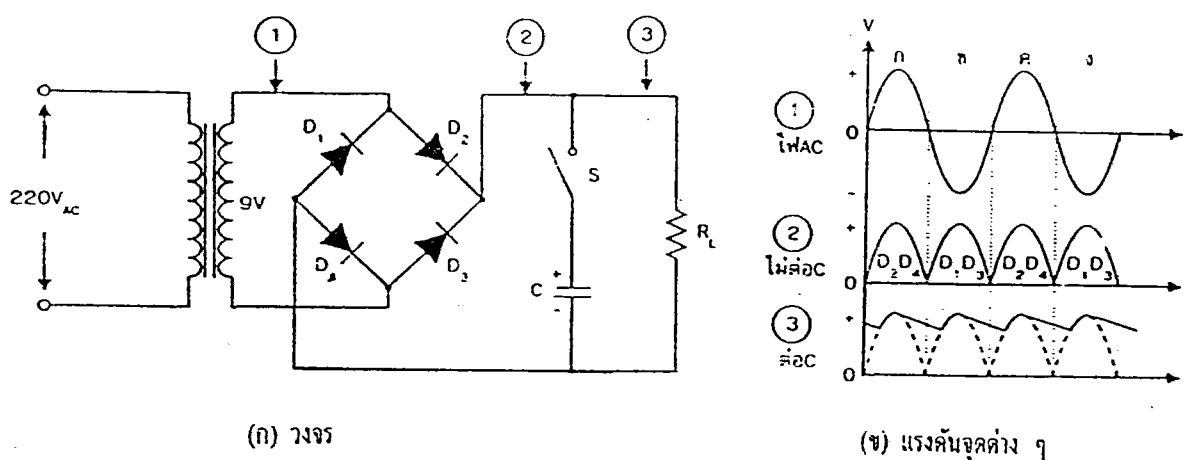
6. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY) ทำหน้าที่จ่ายไฟตรง กระแสสูงให้กับเครื่องขยายเสียงทั้งระบบจะต้องมีระดับแรงดันที่คงที่มีระดับสัญญาณรบกวนต่ำ และสามารถจ่ายกระแสได้สูงพอกับที่วงจรต่าง ๆ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2538 :158) ได้อธิบายลักษณะการทำงาน ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟ

จากภาพประกอบ 3 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ หม้อแปลงจะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เอซี ให้เหลือตามที่ต้องการ แรงดันไฟสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงจะถูกป้อนเข้าวงจรเรกติไฟเออร์เพื่อเปลี่ยนกระแสไฟสลับให้เป็นไฟตรง อุปกรณ์ทำหน้าที่หลักในส่วนนี้ คือ ไดโอดเรกติไฟร์ จากนั้นจะผ่านเข้าวงจรกรองแรงดัน เพื่อให้ได้ไฟตรงที่มีความราบเรียบมากขึ้น โดยใช้ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์หลักจากไฟตรงที่ยังมีค่าไม่คงที่แน่นอนนั้นจะถูกป้อนเข้าวงจรเรกูเลเตอร์เพื่อควบคุมให้ได้แรงดันไฟตรงเอาท์พุทคงที่มากขึ้นในส่วนเรกูเลเตอร์มักใช้ซีเนอร์ไดโอดหรือไอซีเรกูเลเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หลักในการควบคุมแรงดัน

วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์ เป็นวงจรแปลงไฟสลับเป็นไฟตรงทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรงโดยใช้ไดโอด การทำงานอาศัยคุณสมบัติการจ่ายไบอัสตรง และไบอัสกลับให้ตัวไดโอดเพื่อให้ไดโอดนำกระแสและหยุดกระแสตามสภาวะไบอัส พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2538 : 164-167) ได้กล่าวถึง วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์ มีรายละเอียดในการทำงานดังนี้



ภาพประกอบ 4 วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์

(พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2538 : 164)

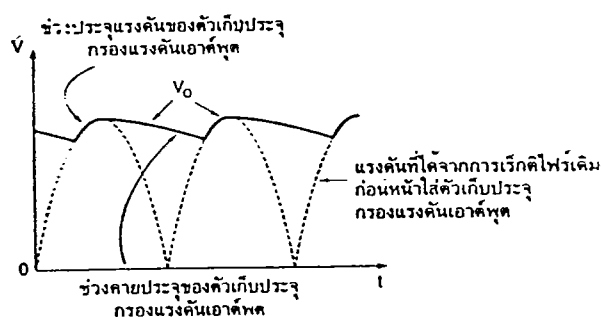
การทำงานของวงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์อธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันไฟสลับช่วงบวกตำแหน่ง ก ถูกป้อนออกมาจากขั้วบนของขดทุติยภูมิ ขั้วล่างของขดทุติยภูมิเป็นลบ ไดโอด D2 และ D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมีกระแสไหลผ่าน D2 ผ่าน RL ผ่าน D4 ครบวงจรมีศักย์ตกคร่อม RL ขณะไม่ต่อ C ได้สัญญาณตามจุดที่ 2 ถ้าต่อ C เข้าวงจรตามจุดที่ 3 C เริ่มประจุแรงดันทันทีจนแรงดันเพิ่มถึงค่าสูงสุด C หยุดประจุแรงดัน เมื่อแรงดันตำแหน่ง ก เริ่มลดต่ำลง C จะเริ่มคายประจุผ่าน RL

เมื่อแรงดันไฟสลับช่วงลบตำแหน่ง ข ถูกป้อนออกมาจากขั้วบนของขดทุติยภูมิ ขั้วล่างของขดทุติยภูมิเป็นบวก ไดโอด D1 และ D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมีกระแสไหลผ่าน D3 ผ่าน RL ผ่าน D1 ครบวงจรมีศักย์ตกคร่อม RL ขณะไม่ต่อ C ได้สัญญาณตามจุดที่ 2 ถ้าต่อ C เข้าวงจรตามจุดที่ 3 C จะคายประจุจากตำแหน่ง ข ก็เริ่มประจุแรงดันอีกครั้งจนแรงดันเพิ่มค่าสูงสุด C จะเริ่มคายประจุผ่าน RL

เมื่อแรงดันไฟสลับช่วงบวกตำแหน่ง ค ถูกป้อนออกมา ไดโอด D2 และ D4 ได้รับไบอัสตรงอีกครั้ง การทำงานของวงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับแรงดันไฟสลับช่วงบวกตำแหน่ง ก

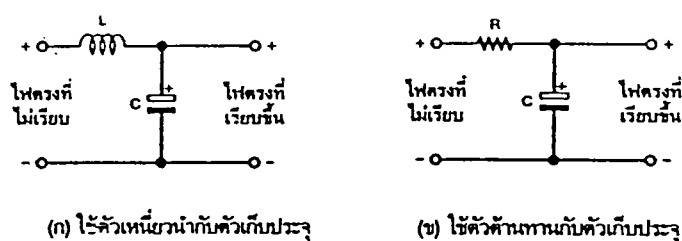
เกิดการทำงานเช่นนี้ตลอดเวลาได้รูปสัญญาณออกมาตามภาพประกอบ 4 รูป ข จุดที่ 3 ของวงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์

ในการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุในวงจรเรกติไฟร์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2538 : 161-162) ได้กล่าวถึงลักษณะการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุ ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ลักษณะการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุ
(ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538 : 161)

จากภาพประกอบ 5 ตัวเก็บประจุที่นำมาใช้ช่วยกรองแรงดันด้วยคุณสมบัติของตัวเก็บประจุที่สามารถเก็บและคายประจุไฟฟ้าได้ เมื่อวงจรเรกติไฟร์ได้พัลส์ไฟตรงมาในช่วงขาขึ้นของแรงดันตัวเก็บประจุจะเริ่มเก็บประจุแรงดันและเมื่อแรงดันอินพุตจากวงจรเรกติไฟร์เริ่มลดลงตัวเก็บประจุก็จะทำการคายประจุออกมาอย่างช้า ๆ จนเมื่อแรงดันจากการเรกติไฟร์ในอีกซีกหนึ่งของไฟสลับเข้ามาตัวเก็บประจุก็จะกลับมาประจุแรงดันอีกครั้งหนึ่งช่วงเวลาของการคายประจุออกจะช้ากว่าช่วงเวลาที่ยังมีแรงดันซีกใหม่จากการเรกติไฟร์เข้ามาประจุแรงดันทำให้แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุซึ่งก็คือแรงดันเอาต์พุตมีความเรียบเป็นเส้นตรงมากขึ้น นอกจากตัวเก็บประจุเดี่ยว ๆ แล้วยังสามารถเพิ่มตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทานช่วยในการกรองแรงดันให้เรียบขึ้นด้วย ดังภาพประกอบ 6 ดังนี้



ภาพประกอบ 6 ตัวเหนี่ยวนำ ตัวต้านทานมาต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ
(ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538 : 162)

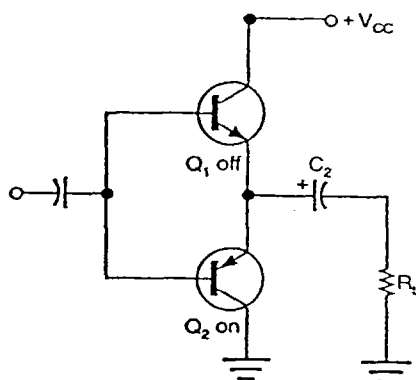
ในการต่อตัวเหนี่ยวนำเข้าไปค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำจะสร้างอิมพีแดนซ์ค่าสูงต้านทานส่วนประกอบกระแสสลับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอด แต่ในขณะเดียวกันตัวเหนี่ยวนำก็ยอมให้ส่วนประกอบกระแสตรงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอดผ่านออกไปได้ก็ทำให้แรงดันเอาต์พุตมีความเรียบมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้ตัวเหนี่ยวนำเพื่อกรองแรงดันเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถทำให้เรียบ (RIPPLE) หรือระลอกคลื่นบนแรงดันไฟตรงหมดไปได้ นอกจากนี้การใช้ตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวในการกรองแรงดันยัง

ทำให้แรงดันเอาต์พุตที่ได้มาค่าลดลงจึงต้องต่อตัวเก็บประจุเพิ่มเข้าไปด้วยดังในภาพประกอบ 6 (ก) เพื่อช่วยให้แรงดันเอาต์พุตมีความราบเรียบเพิ่มมากขึ้น และมีค่าแรงดันไฟตรงสูงขึ้นด้วย

2.1 วงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี (COMPLEMENTARY AMPLIFIER)

วงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2535 : 165-169) ได้อธิบายถึงวงจรขยายเสียงที่พัฒนามาจากวงจรขยายเสียงแบบพุช-พูล การทำงานของวงจรต้องใช้หม้อแปลงทำให้คุณภาพของเสียงแหลมลดลง เกิดปัญหาการฮัมของสัญญาณเสียงและหม้อแปลงมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากไม่สะดวกในการใช้งาน การพัฒนาของวงจรขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี คือ วงจรขยายที่ตัดหม้อแปลงทิ้งไปทั้งหมดในการทำงานของวงจรขยายไม่มีหม้อแปลงเข้ามาเกี่ยวข้องเลย ทำให้สามารถจัดวงจรขยายให้ตอบสนองความถี่เสียงได้ดีตลอดย่าน และวงจรขยายแบบคอมพลิเมนต์ารีเป็นวงจรขยายที่ให้คุณภาพเสียงดีที่สุดจึงเป็นวงจรขยายที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

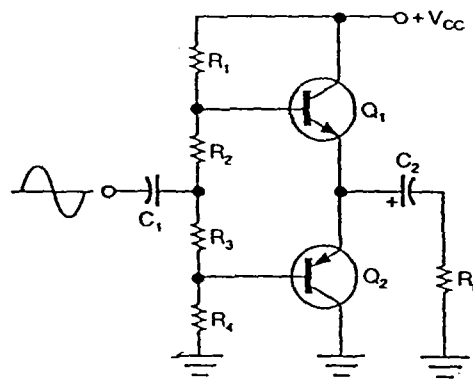
วงจรพื้นฐานของเครื่องขยายเสียงแบบคอมพลิเมนต์ารี จะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ต่างชนิดกัน 2 ตัว คือ ชนิด PNP กับ NPN หรืออาจเป็นเฟตต่างชนิดกันสองตัวคือ ชนิด P- แชนแนลกับ N-แชนแนลก็ได้ โดยเอาขา E. ของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวหรือขา C. ของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวต่อกันเป็นจุดออกเอาต์พุตของวงจร ขา C. ของทรานซิสเตอร์ PNP รับแรงไฟลบ (-) ขา C. ของทรานซิสเตอร์ NPN รับแรงไฟบวก (+)



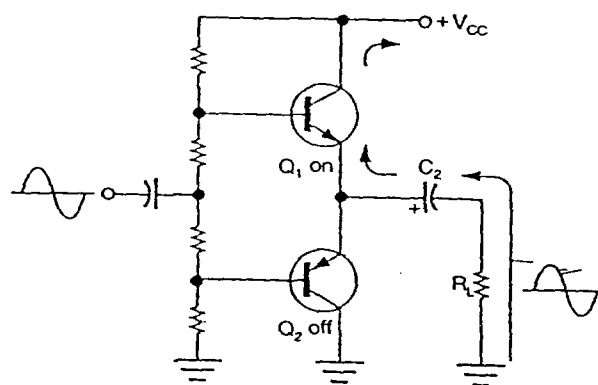
ภาพประกอบ 7 วงจรขยายคอมพลิเมนต์ารีแบบพื้นฐาน คลาส B

(พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2535 : 163)

วงจรคอมพลิเมนต์ารีแบบพื้นฐาน จัดไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q2 เป็นแบบคลาส B. คือจ่ายไบอัสให้ขา B. ของ Q1 , Q2 ขณะสัญญาณเสียงป้อนเข้ามาที่อินพุต สัญญาณเสียงจะป้อนเป็นไบอัสให้ขา B. ของ Q1 , Q2 ขณะสัญญาณอินพุตเป็นบวกเข้ามา ขา B. ของ Q1 ได้รับไบอัสตรง Q1 นำกระแสขยายสัญญาณเสียงช่วงบวกออกเอาต์พุต ถ้าสัญญาณอินพุตเป็นลบป้อนเข้ามา ขา B ของ Q2 จะได้รับไบอัสตรง Q2 นำกระแสขยายสัญญาณเสียงช่วงลบออกเอาต์พุต แต่สัญญาณเสียงที่ได้ออกเอาต์พุตจะเกิดความผิดเพี้ยนขึ้นระหว่างรอยต่อ จึงต้องจัดวงจรไบอัสให้กับวงจรขยายคอมพลิเมนต์ารีใหม่เป็นแบบคลาส AB. โดยจ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ที่ขา B. ของ Q1 , Q2 จำนวนเล็กน้อย พอที่จะทำให้ Q1,Q2 นำกระแสอยู่จำนวนหนึ่ง พ้นความผิดเพี้ยนที่จะเกิดขึ้นการจัดวงจรขยายคอมพลิเมนต์ารีแบบคลาส AB แสดงดังภาพประกอบ 8



ก. วงจรพื้นฐาน



ข. วงจรใช้งาน

ภาพประกอบ 8 วงจรขยายคอมพลีเมนต์าร์แบบคลาส AB

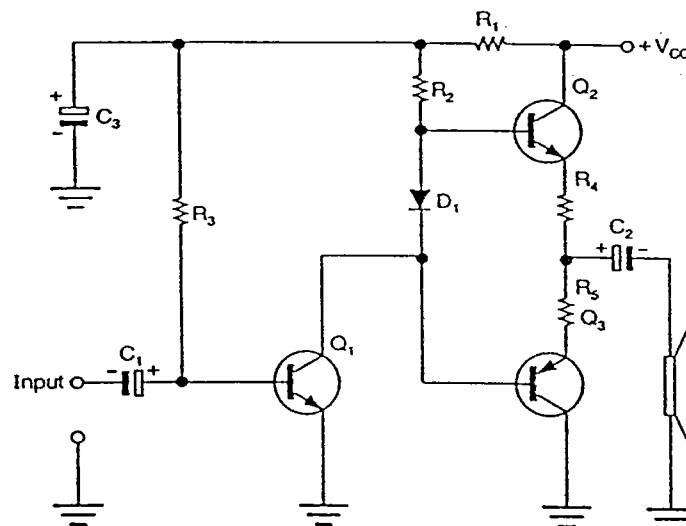
(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2535 : 164)

ภาพประกอบ 8 เป็นวงจรขยายคอมพลีเมนต์าร์พื้นฐานถูกจัดไบอัสแบบคลาส AB. โดยจ่ายไบอัสตรงจำนวนหนึ่งให้ขา B. ของทรานซิสเตอร์ Q1,Q2 ทำให้ Q1,Q2 นำกระแส ซึ่งเป็นกระแสที่ไหลผ่าน Q1,Q2 ในขณะที่ไม่มีสัญญาณเสียงป้อนเข้ามาที่อินพุท ทรานซิสเตอร์ Q1,Q2 จะนำกระแสอยู่ตลอดเวลา เมื่อมีสัญญาณเสียงป้อนเข้ามาที่อินพุทสัญญาณเสียงช่วงบวกจะไปทำให้ Q1 นำกระแสมากขึ้น Q2 จะคัทออฟ Q1 ขยายสัญญาณเสียงช่วงบวกเอาท์พุท สัญญาณเสียงช่วงลบจะไปทำให้ Q2 นำกระแสมากขึ้น Q1 จะคัทออฟ Q2 ขยายสัญญาณเสียงช่วงลบออกเอาท์พุทได้สัญญาณเสียงที่ถูกขยายแล้วออกเอาท์พุทโดยไม่ผิดเพี้ยน การจ่ายไบอัสแบบคลาส AB ของวงจรใช้งานจะใช้ตัวต้านทาน R1,R2,R3 ต่อวงจรเป็นแบบวงจรแบ่งแรงดัน (VOLTAGE DIVIDER) แบ่งแรงดันป้อนให้กับขา B. ของ Q1,Q2 เป็นไบอัสตรง มี R2 เป็นตัวจ่ายไบอัสให้ขา B ของ Q1,Q2 มี R1,R2 เป็นตัวจำกัดกระแสให้มีกระแสไหลผ่าน R2 มากหรือน้อย ทำให้ขา B. ของ Q1,Q2 ได้รับไบอัสตรงมากหรือน้อย มีกระแสสงบไหลผ่าน Q1,Q2 มากหรือน้อย จะต้องจัดค่าให้พอเหมาะเพื่อจะทำการการทำงานของวงจรขยายสมบูรณ์ที่สุด และ R1 R2 ยังเป็นตัวกำหนดแรงดันที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ทำงานเท่ากัน หรือสมดุลกัน เพื่อที่จะทำให้การขยายสัญญาณเสียงออกเอาท์พุทเท่ากันทั้งช่วงบวกและช่วงลบ

2.2 ชนิดของเครื่องขยายคอมพลิเมนต์ารี

เครื่องขยายแบบคอมพลิเมนต์ารี เป็นเครื่องขยายที่ไม่มีหม้อแปลงเข้ามาเกี่ยวข้องในการทำงาน ดังนั้นจะใช้หลักการของหม้อแปลงช่วยในการจัดเฟสของสัญญาณเสียงให้ถูกต้องก่อนนำไปขยายในวงจรขยายเสียงหรือใช้หม้อแปลงช่วยกลับเฟสสัญญาณเสียงออกเอาท์พุทให้ถูกต้องไม่ได้แล้วจึงต้องจัดวงจรขยายใหม่แบบคอมพลิเมนต์ารีให้ทำงานได้สมบูรณ์และถูกต้อง

2.2.1 เครื่องขยายเสียงคอมพลิเมนต์ารี แบบ OTL (OUTPUT TRANSFORMER LESS)



ภาพประกอบ 9 วงจรขยายคอมพลิเมนต์ารีแบบ OTL

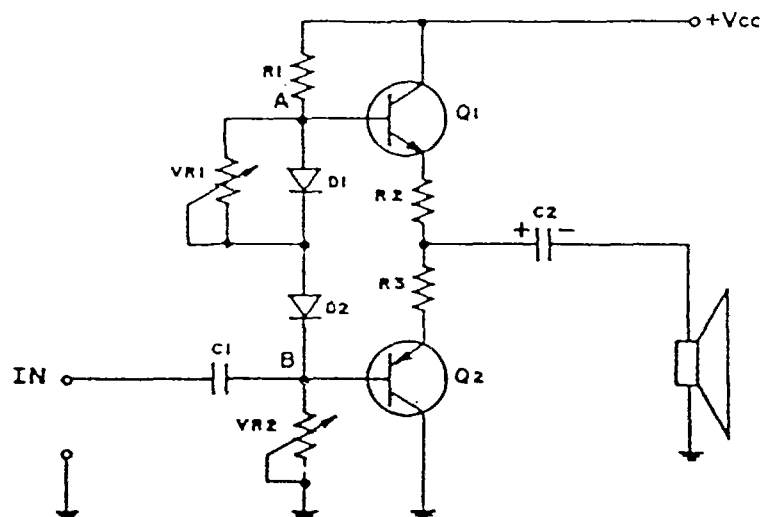
(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2535 : 166)

จากรูปเป็นวงจรขยายคอมพลิเมนต์ารีแบบOTL คำว่าOTL มาจากคำว่าOUTPUT TRANSFORMER LESS แปลว่า ไม่มีหม้อแปลงต่อที่เอาท์พุท คือ ไม่ใช่หม้อแปลงในการทำงานของวงจร ดังนั้น จึงต้องใส่คาปาซิเตอร์ C2 เข้าไปในวงจร โดยต่อระหว่างเอาท์พุทของวงจรขยายกับลำโพงเพื่อให้วงจรขยายสามารถทำการขยายสัญญาณได้ทั้งช่วงบวกและช่วงลบ C2 ที่นำมาใช้งานจะต้องมีค่าความจุสูง เป็นแบบอิเล็กโทรไลต์ ค่าความจุที่นิยมใช้มีค่าประมาณ 1,000 uF, 2,288 4,700 uF หรือ มากกว่า

การทำงานของวงจรตามภาพประกอบ 9 อธิบายได้ดังนี้ เมื่อมีสัญญาณเสียงช่วงบวกป้อนเข้ามาที่อินพุททำให้จุด B. มีศักย์เป็นบวกมากขึ้นส่งผลให้จุด A มีศักย์เป็นบวกมากขึ้นเช่นกัน สัญญาณเสียงช่วงบวกนี้จะทำให้ขา B. ของ Q1 ได้รับไบอัสตรงมากขึ้นนำกระแสมากขึ้น ส่วนขา B. ของ Q2 ได้รับไบอัสกลับจะคัทออฟ มีกระแสไหลจาก +Vcc ไป Q1, R4, C2 ผ่านลำโพงลงกราวด์ C2 จะประจุไฟไว้เท่ากับ +Vcc มีศักย์ตกคร่อมด้านซ้ายบวกด้านขวาลบ กระแสไหลผ่านลำโพงในครั้งนี้นำให้ลำโพงเคลื่อนที่ไปในทิศทางหนึ่ง เมื่อมีสัญญาณเสียงช่วงลบป้อนเข้ามาที่อินพุท ทำให้จุด B. มีศักย์เป็นบวกน้อยลง คือ มีศักย์ลบมากขึ้น ส่งผลให้จุด A มีศักย์เป็นลบมากขึ้นเช่นกัน สัญญาณเสียงช่วงลบนี้จะทำให้ขา B. ของ Q1 ได้รับไบอัสกลับจะคัทออฟ ส่วนขา B. ของ Q2 ได้รับไบอัสตรงมากขึ้น ทำให้ C2 คายประจุจากขั้วบวกซ้ายมือผ่าน R5, Q2 ลงกราวด์, ขึ้นไป

ลำโพงครบวงจรที่ขั้วลบของ C2 กระแส เนื่องจาก C2 คายประจุครั้งนี้ทำให้ลำโพงเคลื่อนที่ไปอีกทิศทางหนึ่ง ตรงข้ามกับครั้งแรกได้สัญญาณเสียงออกลำโพงทั้งช่วงบวก และช่วงลบ

ตัวต้านทาน R1,R2,R3 ต้องเป็นแบบวงจรแบ่งแรงดันเพื่อจ่ายไบอัสให้ขา B. ของ Q1,Q2 R4,R5 เป็นตัวต้านทานสเตบิลไลซ์ ช่วยควบคุมกระแส I_c ที่ไหลผ่าน Q1,Q2 ให้ไหลคงที่ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1,Q2 ทำงานคงที่ต่ออุณหภูมิและมีเสถียรภาพในการทำงานมากขึ้นค่าความต้านทานที่จะนำมาใช้งานต้องมีค่าต่ำไม่ควรมากเกิน 1 โอห์ม



ภาพประกอบ 10 วงจรใช้งานของวงจรขยายคอมพลีเมนต์รี OTL

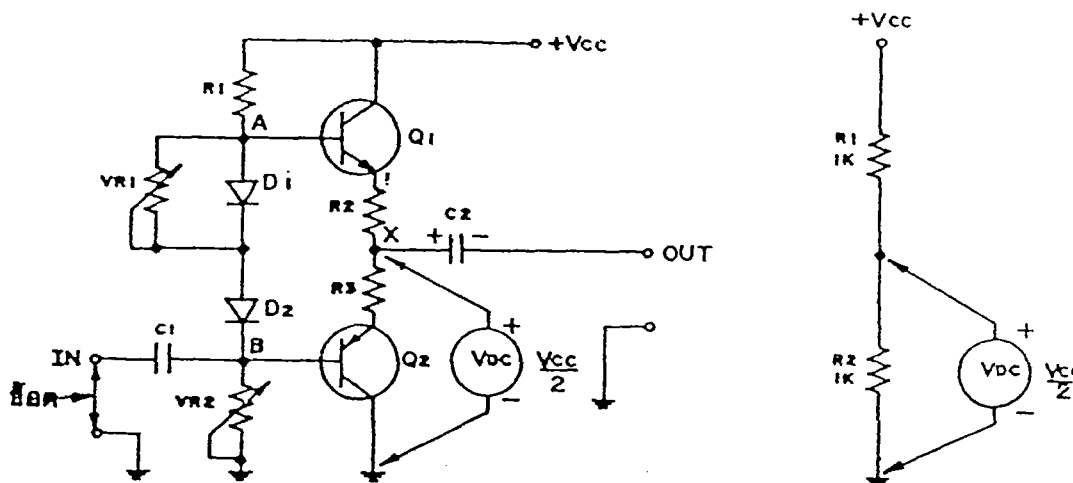
(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2535 : 167)

จากภาพประกอบ 10 เป็นวงจรใช้งานของวงจรขยายคอมพลีเมนต์รี แบบ OTL จะแตกต่างกับวงจรตามภาพประกอบ 9 ตรงวงจรแบ่งแรงดัน R1,R2,R3 ส่วนในภาพประกอบ 11 ใช้ R1,VR1,VR2,D1,D2, แทนช่วยทำให้การทำงานของวงจรสมบูรณ์มากขึ้น ไดโอด D1,D2 ทำหน้าที่เป็นวงจรไบอัสอัตโนมัติ หรือออโตเมติกไบอัส (AUTOMATIC BIAS) VR1 เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า ถ้าปรับ VR1 มีค่ามาก แรงดันไบอัสที่ตกคร่อมจุด A,B จะสูงขึ้น ทำให้มีกระแสสลับไหลผ่าน Q1,Q2 มากขึ้น Q1,Q2 จะทำงานมากจะเกิดความร้อนขึ้นในตัว Q1,Q2 อัตราการขยายของ Q1,Q2 ลดลง ถ้าปรับ VR1 มีค่าน้อย แรงดันไบอัสที่ตกคร่อมจุด A,B จะน้อยลง กระแสสลับไหลผ่าน Q1,Q2 น้อยลง Q1,Q2 ทำงานน้อย อาจทำให้ Q1,Q2 ขยายสัญญาณเกิดความผิดเพี้ยนได้

VR2 เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า ทำหน้าที่ปรับสมดุลของไบอัสที่จ่ายให้ขา B ของ Q1,Q2 ทำให้ Q1,Q2 มีการทำงานที่เท่ากัน คือ นำกระแสเท่ากันมีค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C,E เพื่อที่จะให้การขยายสัญญาณเสียงทั้งช่วงบวกและช่วงลบถูกขยายออกเอาท์พุทเท่ากัน ถ้าปรับ VR2 มีค่ามากเกินไป ไบอัสไฟบวกจะจ่ายให้จุด A,B มากขึ้น ทำให้ Q1, นำกระแสมากกว่า Q2 เมื่อนำไปใช้ในการขยายสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงช่วงบวกจะถูกขยายออกเอาท์พุทมากกว่าสัญญาณเสียงช่วงลบ ถ้าปรับ VR2 มีค่าน้อยเกินไป ไบอัสไฟบวกจะจ่ายให้จุด A,B น้อยลง ทำให้ Q2 นำกระแสมากกว่า Q1 เมื่อนำไปใช้ในการ

ขยายสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงช่วงลบจะถูกขยายออกเอาท์พุทมากกว่าสัญญาณเสียงช่วงบวกทำให้เกิดความไม่สมดุลในวงจรขยายเสียง

การปรับ VR2 ที่ถูกต้องจะต้องปรับให้ Q1,Q2 ทำงานเท่ากัน เพื่อให้สัญญาณเสียงถูกขยายออกเอาท์พุทเท่ากัน การตรวจเช็คสภาวะการทำงานของ Q1,Q2 ของวงจรขยายคอมพลิเมนต์รีเบ้น OTL ทำได้โดยวัดไฟตกคร่อมจุดกึ่งกลางเอาท์พุทของเครื่องขยายเทียบกับกราวด์ ดังภาพประกอบ 11



ก. การต่อวงจรเพื่อปรับแต่ง VR2

ข. วงจรเปรียบเทียบ

ภาพประกอบ 11 ปรับแต่ง VR2 ให้วงจรขยายทำงานสมดุลกัน

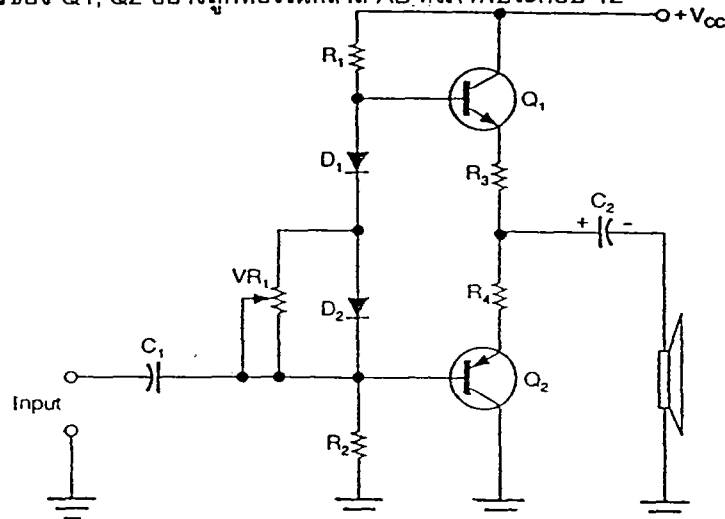
(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2535 : 168)

จากภาพประกอบ 11 เป็นการต่อวงจรเพื่อปรับแต่ง VR2 โดยใช้อินพุทลงกราวด์เพื่อกันสัญญาณรบกวนแทรกเข้ามา ส่วนที่เอาท์พุทตรงจุด X ให้ใช้ดีซีโวลท์มิเตอร์ (V_{DC}) วัดคร่อมจุด x เทียบกับกราวด์โดยใส่ขั้วบวกของโวลท์มิเตอร์เข้าที่จุด x ขั้วลบกราวด์หรืออาจจะวัดคร่อมจุด x เทียบกับแหล่งจ่าย $+V_{cc}$ ก็ได้ ที่ขั้วเอาท์พุทจะต่อลำโพงหรือไม่ก็ได้

การปรับแต่ง VR2 ให้สังเกตแรงดันที่ติชชีโวลท์ได้ปรับ VR2 จนกระทั่งอ่านแรงดันที่ติชชีโวลท์ได้เท่ากับครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่าย คือ $V_{cc}/2$ นั้นหมายถึง ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานเท่ากับ Q2 จะเปรียบได้กับวงจรตามรูป ถ้าความต้านทานของ $R1 = R2$ แล้วแรงดันที่ตกคร่อม R2 เมื่อเอาดีซีโวลท์มิเตอร์วัดคร่อมตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งย่อมได้ค่าแรงดันเท่ากับ $V_{cc}/2$ เสมอก่อนการใช้วงจรขยายเสียงคอมพลิเมนต์รีเบ้น OTL ทุกครั้งจะต้องมีการตรวจเช็คและมีการปรับแต่งเสียก่อนจึงสามารถเอาวงจรขยายไปใช้งานได้

จากส่วนประกอบของวงจรโอทีแอล ธนกร ศิริพิทักษ์ (2542 : 174-176) ได้กล่าวถึงการทำงานไดโอดจะทำหน้าที่จัดแรงดันไบแอสป้อนให้ทรานซิสเตอร์ หากค่าแรงดันไบแอส ไม่เพียงพอก็สามารถเพิ่มตัวได

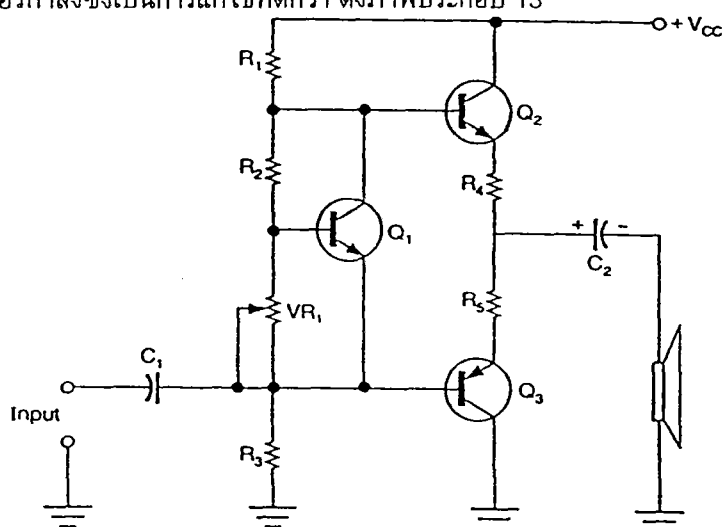
โอดได้อีกเป็นสองตัว หรือสามตัว ซึ่งจะต่อในลักษณะอนุกรมกันไปพร้อมทั้งตัวต้านทานที่ปรับค่าได้รูปเกือกม้า โดยต่อคร่อมหรืออนุกรมโอดก็ได้เพื่อช่วยปรับแต่งค่าแรงดันไบแอสให้มีกระแสขงที่ไหลผ่านชาคอล เลกเตอร์และอิมิตเตอร์ของ Q1, Q2 อย่างถูกต้องในคลาส AB ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงวงจรไบแอสแบบใช้ไดโอดสองตัว

(ชนกร ศิริพิทักษ์. 2542 : 174)

จากภาพประกอบ 12 ทรานซิสเตอร์กำลัง Q1, Q2 ขณะทำงานจะเกิดความร้อนสูง เนื่องจากมีกระแสไหลผ่านมากขึ้นส่งผลให้ค่าแรงดันฟอร์เวิร์ดไบแอสคร่อมไดโอดทั้งสองตัวมีค่ามากขึ้นตามชุดไดโอดก็จะนำกระแสมากขึ้นด้วย ผลที่ได้คือกระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์มากเกินไปจะลดลงโดยอัตโนมัติ วงจรขยายก็จะเข้าสู่สภาวะการทำงานปกติโดยไม่เกิดผลเสียกับตัวทรานซิสเตอร์ การจัดแรงดันไบแอสโดยใช้ไดโอดในลักษณะที่กล่าวนี้อาจจะไม่เป็นผลดีสำหรับวงจรขยายกำลังที่มีกำลังวัตต์สูง ๆ ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมค่าแรงดันไบแอสแทนพร้อมชดเชยความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน การประกอบวงจรจะยึดตรงกับตัวระบายความร้อนของทรานซิสเตอร์กำลังซึ่งเป็นการแก้ไขที่ดีกว่า ดังภาพประกอบ 13



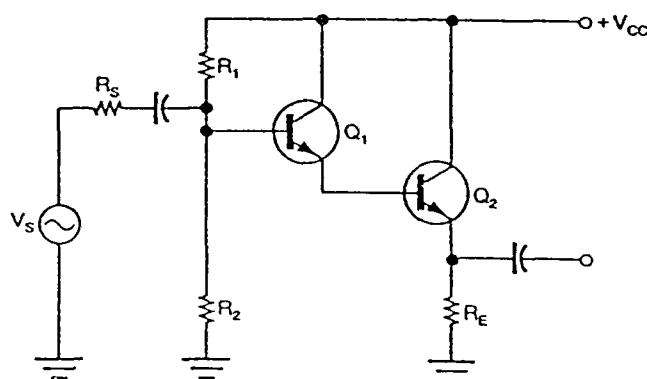
ภาพประกอบ 13 แสดงวงจรไบแอสแบบใช้ทรานซิสเตอร์

(ชนกร ศิริพิทักษ์. 2542 : 174)

หากต้องการเพิ่มกำลังการขยายในภาควงจรขยายกำลังให้มีอัตราขยายสัญญาณมากขึ้นก็อาจทำได้โดยใช้วงจรตารlington ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ฟอลโลเวอร์ ดังภาพประกอบ 14 เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแส กระแสคอลเล็กเตอร์ของ Q1 จะเป็นกระแสอินพุตของทรานซิสเตอร์ Q2 เนื่องจากขาอีมิเตอร์ของ Q1 ต่อโดยตรงกับขาเบสของ Q2 ทรานซิสเตอร์ Q2 จะนำกระแสเป็นผลให้กระแสคอลเล็กเตอร์ของ Q2 ตกคร่อม RE ได้สัญญาณเอาต์พุต ที่มีอัตราขยายทางกระแสสูงมาก อัตราการขยายทางกระแสของวงจรตารlington มีค่าเท่ากับผลคูณของอัตราขยายทางกระแสของทรานซิสเตอร์แต่ละตัว จะได้

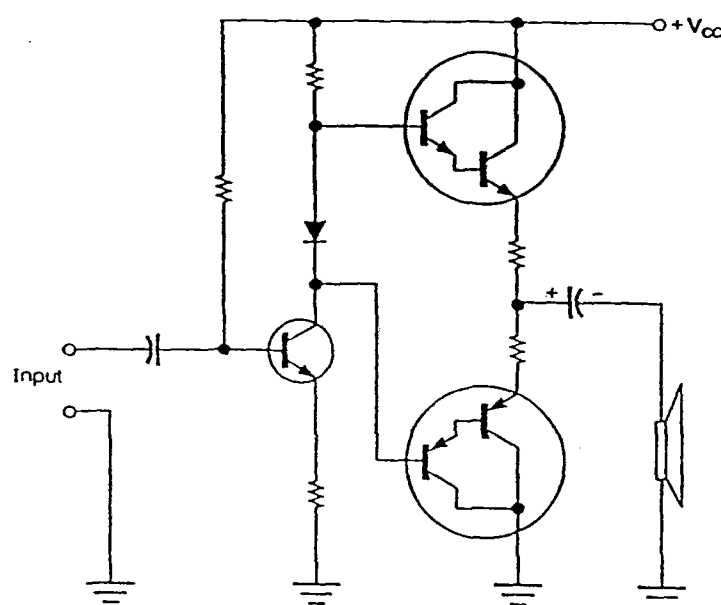
$$\beta = \beta_1 \beta_2$$

สำหรับการนำวงจรตารlington มาต่อเป็นวงจรขยายแบบคอมพลีเมนต์ารจะมีลักษณะดังภาพประกอบ 15 โดยทั่วไปมักจะใช้ทรานซิสเตอร์ชนิดซิลิคอน เพราะว่า ค่ากระแสรั่วไหลจะมีค่าน้อยมากและไม่ถูกขยายด้วยค่าเบต้าอีกทั้งค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ และอัตราขยายทางกระแสจะสูงขึ้น



ภาพประกอบ 14 แสดงวงจรขยายตารlington เบื้องต้น

(ชนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 176)



ภาพประกอบ 15 วงจรขยายคอมพลีเมนต์ที่ใช้ตัวลิ่งตันทรานซิสเตอร์

(ธนกร คีรีพิทักษ์, 2542 : 176)

ข้อดี ของวงจร OTL เมื่อทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 ตัวใดตัวหนึ่งข้อจะไม่ใช่ทำให้ลำโพงเกิดความเสียหาย เพราะไม่มีกระแสไหลผ่านลำโพง เนื่องจาก C2 ช่วยกันแรงดันไฟตรงไม่ให้จ่ายไปที่ลำโพงใช้แหล่งจ่ายไฟเดียวทำให้ประหยัดและง่ายอีกทั้งมีตัวเก็บประจุที่เอาท์พุทเป็นตัวกันแรงดันไฟตรงไม่ให้ไปทำลายลำโพง แม้ว่าทรานซิสเตอร์ภาคเอาท์พุททั้งก็ไม่ใช่เป็นอันตรายต่อลำโพง

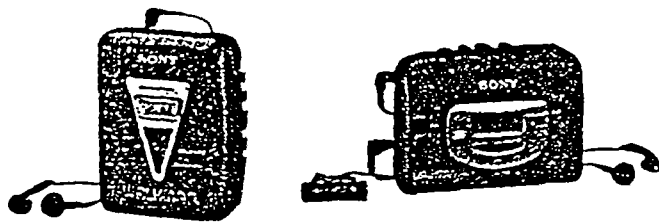
2.3 อินพุทของเครื่องขยายเสียง

ชุดเครื่องขยายเสียง ธนกร คีรีพิทักษ์ (2542 : 152-158) ได้กล่าวถึงเครื่องเสียงแบบแยกชั้นจะมีอินพุทจากแหล่งต่าง ๆ ให้ผู้ใช้เลือกฟังได้ตามต้องการไม่ว่าจะเป็นจูนเนอร์ เครื่องเล่นเทป เครื่องเล่นแผ่นเสียง ตลอดจนเครื่องเล่นซีดี เป็นต้น

2.3.1 เครื่องบันทึกเสียง

เครื่องบันทึกเสียงหรือเครื่องเล่นเทป เป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ในภาพรวมและเป็นที่ต้องการของบุคคลทั่วไป หลักการจะเป็นเรื่องแม่เหล็กและสารแม่เหล็กเป็นส่วนใหญ่ความนิยมของผู้เล่นมักจะเรียกเป็นประเภทของดรัมเทป คือ แบบเทปคลาสเซ็ท และแบบเทปโอเพ่นรีล

เทปคลาสเซ็ทนิยมใช้อย่างแพร่หลายมีราคาถูกและใช้งานง่าย เครื่องรับวิทยุเทปจะมีม้วนเทป 2 ดรัมในเครื่องเดียวกันทำให้ง่ายต่อการบันทึกหรือถ่ายม้วนเทป ยังมีเครื่องเล่นเทปที่สะดวกในการนำติดตัวขนาดเล็กเรียกว่า ซาวด์อะเบาท์เทป ส่วนเทปโอเพ่นรีล จัดเป็นเทปคุณภาพดีมีความเร็วสูงหลายร่องเสียง มักนิยมใช้ในการบันทึกเสียงหรือเล่นในห้องบันทึกเสียงทำรายการโฆษณาทางวิทยุ และรายการแสดง เป็นต้น



ภาพประกอบ 16 แสดงเทปขนาดเล็กหรือชาวด็อะเบอร์ทเทป

(ธนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 153)

ส่วนความยาวของเส้นเทปจะมีหลายขนาดให้เลือก เช่น C 60 จะเล่นได้หน้าละ 30 นาที รวม 2 หน้า จะเล่นได้ 1 ชั่วโมง หรือ ชนิด C 90 และ C120 เป็นต้น จะเห็นได้ว่าค่าของ C ยิ่งมากชั่วโมงการเล่นก็จะมากขึ้นและเนื้อเทปก็จะมี ความบางมากขึ้นด้วย

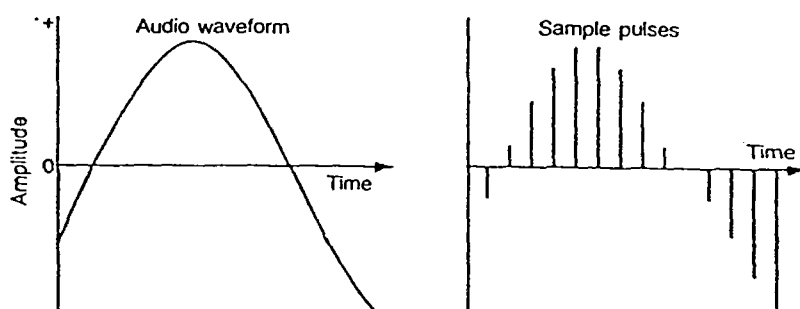
2.3.2 เครื่องเล่นคอมแพ็คดิสก์

คอมแพ็คดิสก์เป็นส่วนหนึ่งของเลเซอร์ดิสก์เปลี่ยนสัญญาณอานาล็อกเป็นดิจิตอล สัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอานาล็อกเปลี่ยนแปลงในรูปของคลื่นไซน์เป็นสัญญาณดิจิตอลในรูปคลื่นสี่เหลี่ยมหรือดิจิตอลพัลส์โดยมีไอซีออปแอมป์เป็นตัวเปรียบเทียบสัญญาณอานาล็อกที่เข้ามาทางด้านอินพุต ส่วนของสัญญาณดิจิตอลจะมี 2 ลักษณะ คือ 1 กับ 0 ก่อนที่จะรับฟังเสียงจะต้องเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอานาล็อกอีกครั้งหนึ่ง

คอมแพ็คดิสก์ ประกอบด้วยชุดหัวอ่านสัญญาณแสงระบบขับแผ่น ระบบเซอร์โว ระบบควบคุมและสั่งงาน และระบบถอดรหัสสัญญาณ

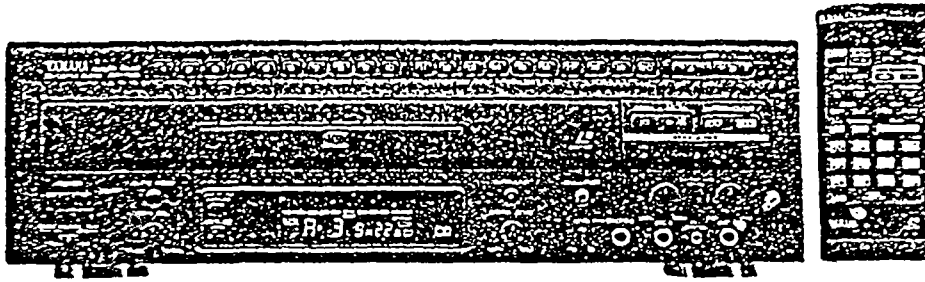
ชุดหัวอ่านสัญญาณ จะใช้ระบบหัวอ่านชนิดลำแสงเลเซอร์โดยหัวอ่านจะเลื่อนในแนวตรงและมีวงจรรขยายสัญญาณความถี่วิทยุช่วยขยายระดับสัญญาณให้สูงขึ้นและจัดเฟสให้ถูกต้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดสัญญาณรบกวนต่าง ๆ ด้วย

ระบบถาดใส่แผ่น จะควบคุมระบบการล๊อคของถาดควบคุมการบรรจุของถาดให้อยู่ในสภาพสมดุล โดยเฉพาะในระหว่างที่แผ่นกำลังหมุนอยู่เพื่อลดอาการโซ่แนนซ์ให้มีค่าต่ำ



ภาพประกอบ 17 ขบวนการแซมปลิงแอมพลิจูดของพัลส์ที่แปรสัญญาณจากอานาล็อกของสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล โดยค่าแอมพลิจูดขณะใดขณะหนึ่ง

(ธนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 157)

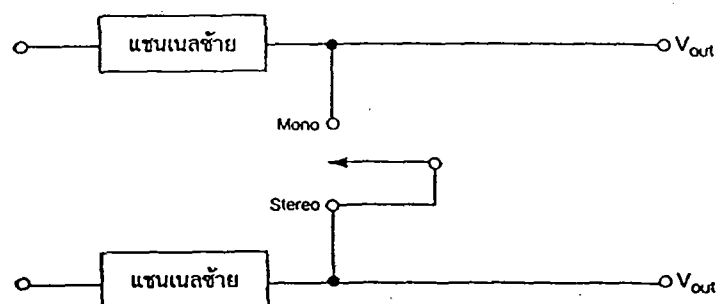


ภาพประกอบ 18 เครื่องเล่นคอมแพ็คดิสก์พร้อมเครื่องควบคุมระยะไกล
(ธนกร ศิริพิทักษ์. 2542 : 157)

ระบบเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก ส่งผ่านวงจรขยายเสียง ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะถ้าหากวงจรหรือระบบทำงานขาดประสิทธิภาพแล้วปัญหาที่ตามมาก็คือความเพี้ยน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเสียง หากวงจรกรองสัญญาณดิจิทัลด้อยประสิทธิภาพผลที่ตามมาคือ คุณภาพของสัญญาณจะลดน้อยลง สัญญาณรบกวนก็จะเกิดขึ้น อีกประการหนึ่งคือภาคจ่ายกระแสไฟ หม้อแปลงต้องแยกส่วนของภาคอนาล็อกและดิจิทัลออกจากกัน

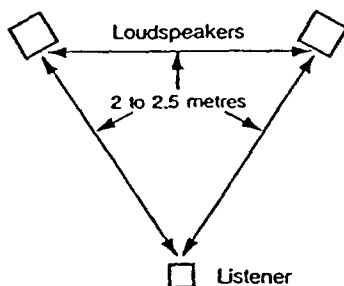
2.4 ระบบเสียงโมโน และสเตอริโอ

เครื่องขยายเสียงโดยทั่วไปจะมี 2 ชนิด คือ โมโน และสเตอริโอ โมโน หมายถึง วงจรขยายเสียงที่มีเอาต์พุตเดียวหรือเสียงออกลำโพงเพียงข้างเดียว ส่วนสเตอริโอประกอบด้วยวงจรขยายสองชุดที่แยกเป็นชุดทางด้านซ้ายและชุดทางด้านขวามีวงจรขยายได้คู่ลทำหน้าที่ปรับแต่งสัญญาณเสียงในภาคขยายทางด้านซ้ายและขวาให้ได้คู่ล และมีโหมดเป็นสวิตช์เลือกโมโนหรือสเตอริโอ ดังภาพประกอบ



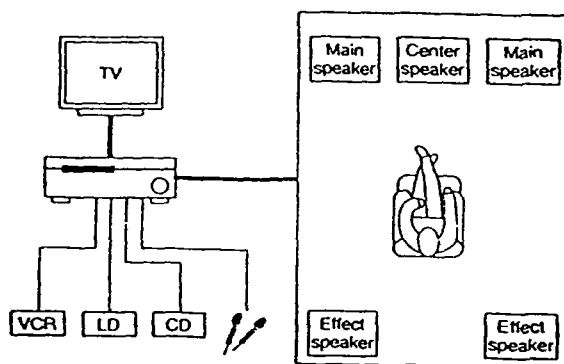
ภาพประกอบ 19 แสดงการต่อสวิตช์เลือกโมโน และสเตอริโอ
(ธนกร ศิริพิทักษ์. 2542 : 160)

อินพุตต่าง ๆ ที่ป้อนให้วงจรขยายสเตอริโอจะต้องเป็นอินพุตในระบบสเตอริโอรวมทั้งเฟสของลำโพงจะต้องต่อให้ถูกต้อง มิฉะนั้น การแยกเสียงจะผิดไปจากความเป็นจริงและความดังของเสียงจะลดลง เฟสของลำโพงต่อผิดหรือถูกจะทดลองได้โดยเลื่อนโมดไปทางตำแหน่งโมโนปรับการขยายให้ได้คู่ลที่ตำแหน่งกึ่งกลางให้ผู้ฟังนั่งฟังอยู่ระหว่างกลางของลำโพงสเตอริโอ หากเสียงที่รับฟังเหมือนหนึ่งออกมาจากระหว่างกลางของลำโพงทั้งสองข้างแล้ว แสดงว่าเฟสของลำโพงที่ต่อถูกต้อง จุดรับฟังหรือตำแหน่งที่รับฟังเสียงในระบบสเตอริโอเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เป็นจุดสมดุลของเสียงที่ออกจากลำโพงทางด้านซ้ายและด้านขวา



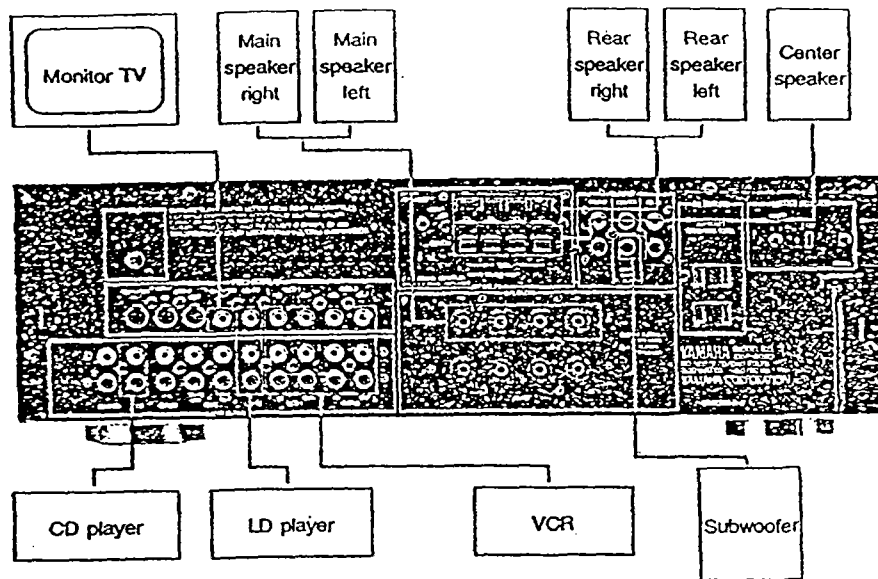
ภาพประกอบ 20 แสดงการวางลำโพงและตำแหน่งที่เหมาะสมในการรับฟังเสียงในระบบสเตอริโอ
(ธนกร คีรีพิทักษ์ . 2542 : 161)

ภาพประกอบ 20 ตำแหน่งของการรับฟังเสียงในระบบสเตอริโอที่ได้ผลดีที่สุด คือ การพิจารณาให้ การวางรูปแบบอยู่ในลักษณะของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นสำคัญ และควรวางตู้ลำโพงห่างจากผนังห้องทุก ด้านเป็นระยะ 2-3 ฟุต ใช้ระบบเซอร์ราวด์สเตอริโอเสียงรอบทิศทางที่ประกอบไปด้วยชุดสเตอริโอ และเพิ่ม เติมเครื่องประมวลสัญญาณทำหน้าที่นำสัญญาณจากลำโพงคู่หน้าไปประมวลผลใหม่ แล้วปรับแต่งขยายเพื่อ ส่งออกทางลำโพงเสริมที่ตอบสนองทางความถี่สูงได้ดี โดยวางลำโพงเสริมนี้เพื่อให้เสียงครอบคลุมทั่วบริเวณ มีความหนักแน่นและมีพลัง ปกติจะใช้ลำโพงเสริม 4 ตัว รวมกับลำโพงคู่หน้าอีก 2 ตัว เป็น 6 ตัว



ภาพประกอบ 21 การจัดวางลำโพงเซอร์ราวด์ในระบบโฮมเธียเตอร์
(ธนกร คีรีพิทักษ์ . 2542 : 162)

จากภาพประกอบ 21 ประกอบด้วยลำโพงคู่หน้า 2 ตัวเป็นลำโพงหลัก ลำโพงกลางจะใช้จับความถี่ กลาง เช่น เสียงสนทนาหรือเสียงร้องเพลง ลำโพงคู่หลัง 2 ตัวจะใช้จับเสียงเซอร์ราวด์เป็นเสียงชั่วคราวเพื่อให้ ผู้ฟังเกิดความรู้สึกตามทิศทางของเสียง ส่วนลำโพงที่เพิ่มอีกหนึ่งตัวเป็นลำโพงซับวูฟเฟอร์ใช้จับเสียงความถี่ ต่ำมาก ๆ ที่ทนกำลังวัตต์ได้สูง เช่น เสียงระเบิด หรือ พายุ เป็นต้น โดยวางอยู่ด้านใดด้านหนึ่งหรือจะเพิ่ม ลำโพงซับวูฟเฟอร์เป็น 2 ตัว วางอยู่ทางด้านข้างทั้งซ้ายขวาก็ได้



ภาพประกอบ 22 จุดต่อลำโพงเซอร์ราวด์จากแผงด้านหลังของชุดเครื่องเสียง ที่มีวงจรรขยายกำลัง
ให้เอาท์พุทได้หลายแชนเนล
(ธนกร ศิริพิทักษ์. 2542 : 162)

หมายเหตุ ลำโพงคู่หน้า (Main speaker) ส่วนลำโพงคู่หลัง (Rear speaker)

2.5 การกำหนดรายละเอียดของภาคขยายกำลัง

รายละเอียดของภาคขยายกำลัง ธนกร ศิริพิทักษ์ (2542 : 182-187) ได้กล่าวถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องขยายเสียง โดยภาคขยายกำลังของเครื่องขยายเสียงจะประกอบด้วยกำลังทางเอาท์พุทสูงสุดที่ให้กับโหลด กำลังแบนด์วิดท์ ผลตอบสนองความถี่ ความเพี้ยน สัญญาณไขว้แทรกระหว่างแชนเนล อัตราส่วนของสัญญาณต่อเสียงรบกวน อิมพีแดนซ์ ตัวประกอบการหน่วง และ ผลตอบสนองทางเฟส เป็นต้น

2.5.1 กำลังเอาท์พุท

วงจรรีโอมขยายเสียงจะมีความดังมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับภาคขยายกำลัง เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะไปขับลำโพงให้เปล่งเสียงออกมาได้มากน้อยต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนวัตต์ของเครื่องขยายเสียง ค่าแรงดันกระแสไฟตรงจากแหล่งจ่ายจะกำหนดกำลังทางเอาท์พุทของวงจรร ซึ่งสามารถคำนวณหาค่ากำลังเอาท์พุทโดยประมาณได้จากสูตร

$$P_o = \frac{V_{cc}^2}{2RL}$$

P_o แทน กำลังเอาท์พุทสูงสุด มีหน่วยเป็นวัตต์

V_{CC} แทน ค่าแรงดันกระแสไฟตรงจากแหล่งจ่ายมีหน่วยเป็นโวลต์

RL แทน ค่าอิมพีแดนซ์ของลำโพง มีหน่วยเป็นโอห์ม

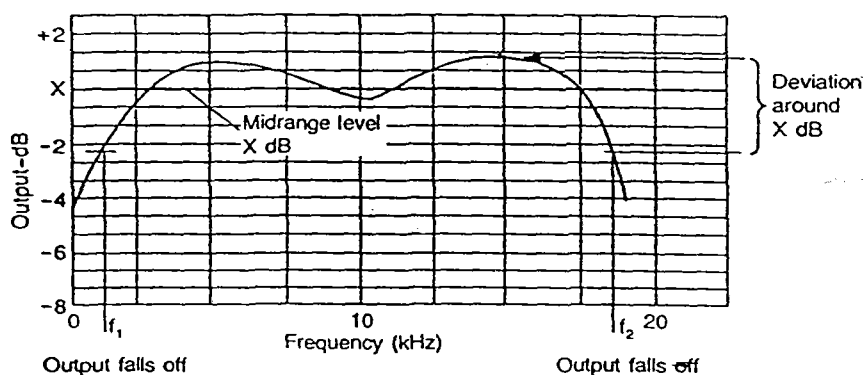
ในที่นี้หากใช้แหล่งจ่าย ± 50 โวลต์ จะสามารถจ่ายแรงดันให้ลำโพงได้สูงสุดประมาณ 40 โวลต์ ลำโพงขนาด 8 โอห์ม กำลังเอาต์พุตสูงสุดค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 100 วัตต์ เป็นส่วนที่จะขับลำโพง แหล่งจ่ายกระแสไฟตรงจะสัมพันธ์กับกำลังเอาต์พุตสูงสุด หากค่าแหล่งจ่ายเพิ่มขึ้นกำลังเอาต์พุตก็จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรง หากวัตต์ค่าแรงดันที่เอาต์พุตหรือวัตต์คร่อมโหลด สัญญาณทางเอาต์พุตจะมีรูปคลื่นเหมือนสัญญาณทางอินพุต โดยที่ช่วงสูงสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะไม่เกินค่าแรงดัน V_{cc} สรุปได้ว่ากำลังเอาต์พุตสูงสุดถูกกำหนดด้วยค่าแรงดันกระแสไฟตรงจากแหล่งจ่ายไฟ

2.5.2 กำลังแบนด์วิดท์

กำลังแบนด์วิดท์ เป็นการจำกัดผลตอบสนองความถี่ ซึ่งวงจรรขยายเสียงสามารถระบุได้ทางเอาต์พุต มีลักษณะเฉพาะ คือ กำลังทางเอาต์พุตจะลดลง 3 dB ในการกำหนดรายละเอียด กำลังแบนด์วิดท์ของเครื่องขยายเสียง เช่น เครื่องขยายเสียงขนาด 200 วัตต์ อาจมีกำลังแบนด์วิดท์ช่วงความถี่ตั้งแต่ 10 เฮิรตซ์ ถึง 30 กิโลเฮิรตซ์ หมายถึง ความถี่สูง (f_2) มีกำลังเอาต์พุตลดลงครึ่งหนึ่งของกำลังเอาต์พุตในช่วงความถี่ตอนกลาง ๆ ช่วง ส่วนความถี่ต่ำ (f_1) จะมีกำลังลดลงครึ่งหนึ่งเช่นเดียวกัน จุดความถี่ f_2 และ f_1 จึงมักเรียกความถี่ -3 dB จึงทำให้กำลังที่ได้กำหนดไว้ 200 วัตต์ ในตอนต้นลดลงเหลือ 100 วัตต์ ที่ความถี่ 10 เฮิรตซ์ และ 30 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเครื่องขยายเสียงควรคาดหวังไว้ว่าสามารถส่งกำลังได้เต็ม 200 วัตต์ ตลอดย่านความถี่เสียงประมาณ 30 เฮิรตซ์ และ 20 เฮิรตซ์

2.5.3 การตอบสนองความถี่

ทำการวัดได้โดยง่าย โดยที่เครื่องขยายเสียงจะตอบสนองกับความถี่ตลอดย่านเท่ากัน แม้ว่ากำลังจะต่ำมากก็ตามผลตอบสนองความถี่ปกติจะทำการวัดกับเครื่องขยายเสียงกำลังเอาต์พุต 1 วัตต์ ป้อนให้โหลดอิมพีแดนซ์ 8 โอห์ม ย่านความถี่ตอบสนอง 20 Hz – 20 kHz ± 0.5 dB และมักแสดงค่าการตอบสนองความถี่เป็นรูปกราฟที่แสดงอัตราส่วนของอินพุตต่อเอาต์พุตตลอดย่านความถี่หากสัญญาณเสียงที่ได้มีขนาดของสัญญาณคงที่ทุกช่วงความถี่ของอินพุตแล้วผลตอบสนองความถี่จะราบเรียบ



ภาพประกอบ 23 แสดงกราฟตอบสนองความถี่ของเสียง

(ธนกร คีรีพิทักษ์, 2542 : 184)

จากภาพประกอบ 23 เป็นกราฟแสดงผลตอบสนองความถี่ที่มีค่าสัมพันธ์กันระหว่างค่าเอาต์พุต (dB) กับความถี่ สังเกตจากกราฟที่ได้ ผลตอบสนองความถี่ช่วงกลางจะมีค่าคงที่และการตอบสนองจะลดลง

เมื่อค่าของความถี่ต่ำกว่าความถี่ช่วงต่ำ (f_1) และสูงกว่าความถี่ช่วงสูง (f_2) ณ จุดที่ f_1 และ f_2 จะเห็นว่าค่าของเออาร์พหุในกราฟจะลดลง 3 dB

2.5.4 ความเพี้ยน

เสียงที่ได้ยินได้ฟังแล้วไม่ตรงกับสัญญาณอินพุตถือว่า เกิดความเพี้ยน สำหรับความเพี้ยนรวมเชิงฮาร์โมนิกหากสังเกตจะเห็นว่าคลื่นไซน์เป็นคลื่นที่มีเพียงความถี่เดียว สำหรับคลื่นฮาร์โมนิกเป็นคลื่นที่มีความถี่เป็นทวีคูณของความถี่หลัก เช่น สัญญาณเสียงมีความถี่หลักเป็น 1000 เฮิร์ตซ์ จะเกิดความเพี้ยนฮาร์โมนิกที่ความถี่ 2,3 และ 4 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นต้น แต่ความเพี้ยนฮาร์โมนิก จะมีขนาดลดลงเรื่อย ๆ ตามจำนวนเท่าของความถี่ที่เพิ่มขึ้น โดยระดับความถี่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ ควรจะมีค่าน้อยกว่า 70 dB ลงมา จึงจะขับออกลักษณะที่ดีของเครื่องขยายเสียงในส่วนที่เกี่ยวข้องนี้ ยิ่งสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นเท่าไรค่าความเพี้ยนก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้นและค่านี้อาจโยงไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หัวเทปและลำโพงที่ไม่สามารถตอบสนองสัญญาณกระโชกได้ รวมถึงการเปิด-ปิดเครื่องขยายเสียงจะมีเสียงดังบล็อก เพราะว่ามีสัญญาณกระแสไฟสลับกระโชกเข้าวงจรขยายออกลำโพงเป็นสัญญาณรบกวน

2.5.5 สัญญาณไขว้แทรก

การรบกวนในลักษณะนี้เป็นปรากฏการณ์สัญญาณของวงจรหนึ่งไปปรากฏอีกวงจรหนึ่ง หรือไขว้แทรก ระหว่างแชนเนลของระบบเป็นวงจรแบบได้ดูลหรือไม่ได้ดูล หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ค่าความแตกต่างระหว่างสัญญาณไขว้แทรกมักจะมีค่า dB เป็นลบเสมอ หากความถี่กลางจะมีผลกระทบต่ำ ถ้าเป็นความถี่สูงขึ้นสัญญาณไขว้แทรกจะมากตามจนเกิดผลเสียหายได้ เครื่องขยายเสียงที่มีความสมบูรณ์หรือมีเสถียรภาพดีจะแยกภาคจ่ายไฟของแต่ละแชนเนลออกจากกัน เพื่อจำกัดสัญญาณไขว้แทรกที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งภาคจ่ายไฟของเครื่องขยายเสียงมีส่วนสำคัญในการออกแบบวงจรขยายเสียงจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะหม้อแปลงสามารถจัดสัญญาณรบกวนและการติดตั้งควรแยกออกจากแผ่นวงจรพิมพ์ให้มีความห่างกันในลักษณะเส้นทแยงมุมจะเป็นการดีที่สุด

2.5.6 อัตราส่วนของสัญญาณต่อเสียงรบกวน

เสียงรบกวนเป็นเสียงรบกวนจากอุณหภูมิเสียงที่ปะปนมากับเสียงดนตรีเดิม เสียงจากการเสียดสีระหว่างหัวเทปจะเป็นเสียงรบกวนลักษณะซัด ๆ เรียกว่าฮิสส์นอยส์หรือเสียงฮัมที่เกิดจากความบกพร่องของวงจรฟีดแบ็คในภาคจ่ายกระแสไฟตรง เป็นต้น อัตราส่วนของสัญญาณต่อเสียงรบกวน (Signal to noise ratio) ซึ่งเขียนโดยย่อว่า S/N เป็นการเปรียบเทียบถึงความแตกต่างระหว่างระดับสัญญาณกับระดับสัญญาณรบกวนมีหน่วยเป็นเดซิเบล ถ้าต้องการวัด S/N ค่าสูงสุดจะใช้สัญญาณที่มีค่าแรงดันเอาต์พุตสูงสุดโดยไม่มีการขริบยอดให้ผิดเพี้ยน เครื่องขยายเสียงที่มีคุณภาพดีจะมีอัตราส่วนของสัญญาณต่อเสียงรบกวนสูง

2.5.7 อิมพีแดนซ์

อิมพีแดนซ์ เป็นค่าความต้านทานต่อสัญญาณไฟสลับมีหน่วยเป็นโอห์มและเปลี่ยนแปลงตามความถี่ สำหรับโหลดของวงจรภาคขยายกำลังก็คือลำโพงซึ่งมีความเป็นตัวเหนี่ยวนำมากกว่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ โดยกระแสและแรงดันจะไม่อยู่ในเฟสเดียวกัน ทั้งนี้วงจรเครื่องขยายเสียงจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นต่อลำโพงในการทำงานร่วมกัน

2.5.8 ตัวประกอบการหน่วง

ตัวประกอบหน่วงเป็นค่าที่บอกคุณภาพเครื่องขยายเสียงทางด้านการควบคุมลำโพง กรวยลำโพงจะเคลื่อนที่ตามสัญญาณเสียงทางอินพุตและจะมีแรงเฉื่อยส่งต่อให้กรวยลำโพงเคลื่อนที่ต่อไปอีก เล็กน้อย สัญญาณอินพุตจะหยุดแล้วก็ตามจึงส่งผลให้เสียงที่ได้รับจากลำโพงผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง ดังนั้น จำเป็นต้องมีการหน่วงการเคลื่อนที่ เครื่องขยายเสียงที่มีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำมาก ๆ จะทำให้สภาวะการหน่วงดีเหมือนกับการลัดวงจรที่ขั้วต่อลำโพงจะทำให้ลำโพงหยุดการเคลื่อนที่ทันที ซึ่งตัวประกอบการหน่วงหาได้จากค่าอิมพีแดนซ์ของลำโพงหารด้วยค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องขยายเสียง ค่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ด้วย ตัวประกอบการหน่วงที่ดีนั้นส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์ได้มากที่ค่าความถี่ต่ำ อีกทั้งการหน่วงยังหมายถึงความสามารถของวงจรขยายกำลังที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุตให้คงที่ขณะต่อลำโพงด้วย

2.5.9 ผลตอบสนองทางเฟส

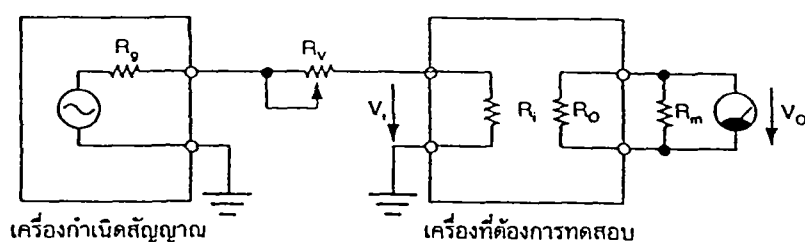
เมื่อมีสัญญาณทางอินพุตป้อนเข้าวงจรขยายแล้วผ่านการขยายออกทางเอาต์พุตจะมีการเปลี่ยนแปลงทางแอมพลิจูดและทางเฟสขึ้น ในกรณีเฟสของสัญญาณเลื่อนไปตามความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า ผลตอบสนองทางเฟส วัดเป็นหน่วยองศา เช่นกรณีของคลื่นเสียงสองคลื่นซึ่งต่างก็มีความถี่และแอมพลิจูดเดียวกัน แต่เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน คือเกิดความแตกต่างทางเฟสขึ้นทั้งเฟสนำหน้าหรือล่าหลัง แต่ไม่ควรมากไปกว่า 15 องศา ไม่เช่นนั้นแล้วจะเกิดปัญหาในการขับของลำโพงโดยเฉพาะเมื่อความถี่สูงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดทางเฟสก็จะเกิดขึ้น หมายถึง เฟสจะเคลื่อนออกไปโดยจะวัดเวลาเป็นวินาที การรับฟังกรณีเฟสเลื่อนจะรับฟังได้ยากกว่าการเปลี่ยนแปลงความดัง การพิจารณาเรื่องเฟสนับเป็นเรื่องสำคัญต่อการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของลำโพง

2.6 การทดสอบคุณสมบัติเครื่องเสียง

เครื่องขยายเสียงหรือวงจรขยายกำลัง ธนกร คีรีพิทักษ์ (2542 : 258-265) ได้กล่าวถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการพัฒนาเทคโนโลยีระบบเสียง ก่อนที่จะนำออกจำหน่ายต้องมีการทดสอบคุณภาพ หรือการกำหนดรายละเอียดของเครื่องในห้องทดลองเพื่อบอกคุณลักษณะทางไฟฟ้าแก่ผู้ใช้ หรือในกรณีเครื่องเสียงที่ประกอบเองต้องการกำหนดรายละเอียดบ้างก็จำเป็นต้องใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการประลองในวิชาอิเล็กทรอนิกส์

2.6.1 การวัดค่าความต้านทานอินพุต

ค่าความต้านทานอินพุตเป็นค่าหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในรายละเอียดของการขยายเสียง โดยทั่วไปมีค่ามากกว่าความต้านทานภายในของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง



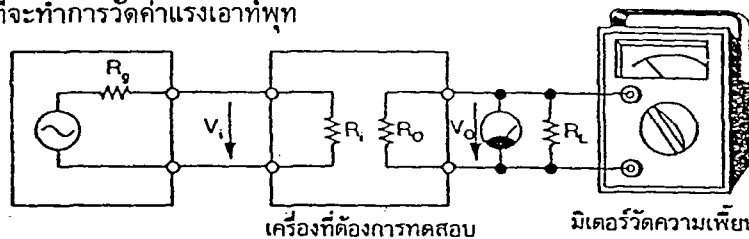
ภาพประกอบ 24 แสดงการต่อเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อหาค่าความต้านทานอินพุต

(ธนกร คีรีพิทักษ์ . 2542 : 258)

เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เครื่องขยายเสียงที่ต้องการทดสอบ และตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ให้ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงตั้งความถี่ค่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์ และป้อนแรงดันให้อินพุทของวงจรขยายเสียงที่แรงดันที่หนึ่งค่าใด โดยไม่เกินกำลังขับทางด้านเอาต์พุท จากนั้นให้ปรับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้จนกระทั่งแรงดันที่อินพุทมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของแรงดันที่เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงแล้วปิดเครื่อง นำเอาตัวต้านทานที่ปรับค่าได้มาวัดค่าความต้านด้วยโอห์มมิเตอร์ก็จะทราบความต้านทานอินพุทของเครื่องขยายเสียงตามหลักการของวงจรแบ่งแรงดัน

2.6.2 การวัดหาค่ากำลังเอาต์พุท

กำลังเอาต์พุทจะต้องเป็นกำลังที่เครื่องขยายเสียงจ่ายให้แก่โหลด (ลำโพง) อย่างต่อเนื่องตามค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ จะให้กำลังเอาต์พุทสูง เช่น จากตัวอย่างในการกำหนดรายละเอียดกำลังเอาต์พุท 105 วัตต์ ใช้โหลดลำโพง 8 โอห์ม ตลอดช่วงความถี่ 20 -20,000 เฮิร์ตซ์ โดยมีความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมไม่มากเกินกว่า 0.03 เปอร์เซ็นต์ทุก ๆ ค่าของกำลังทางเอาต์พุทตั้งแต่ 50 มิลลิวัตต์ ไปจนถึงกำลังเอาต์พุทสูงสุดที่ระบุไว้ก่อนที่จะทำการวัดค่าแรงเอาต์พุท



ภาพประกอบ 25 แสดงการทดลองหาค่ากำลังเอาต์พุทของเครื่องขยายเสียง

(ธนกร ศิริพิทักษ์ . 2542 : 259)

เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เครื่องขยายเสียงที่ต้องการทดสอบ ลำโพงหรือความต้านทานโหลด (ที่มีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์ของลำโพงและกำลังวัตต์ที่ใกล้เคียงกัน) เอซีโวลต์ มิเตอร์หรือออสซิลโลสโคป และมิเตอร์วัดความเพี้ยน หากใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณให้ตั้งความถี่ไว้ที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ ค่าของกำลังเอาต์พุทที่ต้องการวัดค่าสูงสุด อาจจะใช้วิธีป้อนสัญญาณอินพุทหลายค่า โดยการเร่งความดังเสียงจากเครื่องขยายให้สูงสุดที่จอของออสซิลโลสโคป สัญญาณคลื่นรูปไซน์เริ่มจะมีการขริบก็ให้หยุดเพียงแค่นั้น มิฉะนั้นค่าความเพี้ยนจะเกิดขึ้นให้อ่านค่าแรงดันบนจอออสซิลโลสโคปจะได้แรงดันจากยอดถึงยอดเลือกเอาเฉพาะค่าสูงสุดเพียงค่าเดียวเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังเอาต์พุทของเครื่องขยายเสียงจากสูตร

$$P_{ms} = \frac{V_{ms}^2}{RL}$$

หรือ
$$P_o = \frac{V_o^2}{RL}$$

เมื่อ	P_o	แทน กำลังเอาต์พุทต่อเนื่อง (Continuous rms. Power) สูงสุดของเครื่องขยายเสียง (วัตต์)
	V_o	แทน ค่าแรงดันเอาต์พุทอาร์เอ็มเอส (โวลต์)
	RL	แทน ค่าอิมพีแดนซ์ของลำโพง (โอห์ม)

หากไม่มีเครื่องกำเนิดสัญญาณ และออสซิลโลสโคปก็อาจใช้การป้อนสัญญาณอินพุตจากเครื่องเล่นเทปหรือจูนเนอร์ก็ได้ในขณะที่แรงความดังสูงสุดให้สังเกตเข็มของเอซีโวลต์มิเตอร์จะมีการแกว่งไปตามสัญญาณอินพุตที่เปลี่ยนแปลง ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะอ่านตรงตำแหน่งที่เข็มมิเตอร์ชี้สูงสุด จากนั้นนำค่าที่ได้ไปแทนในสูตรเพื่อคำนวณหาค่ากำลังเอาต์พุต ที่ใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณควรป้อนสัญญาณอินพุตเข้าตรงแจ็คอาร์ซีเอตัวเมียของ AUX, TAPE, TUNER เครื่องขยายเสียงที่ทดสอบมีคุณภาพดีการป้อนสัญญาณอินพุตจากเครื่องกำเนิดถูกต้อง การหาค่ากำลังเอาต์พุตโดยวิธีคำนวณ เครื่องขยายเสียงที่มีวงจรขยายกำลัง แบบ OTL สามารถคำนวณหาค่ากำลังเอาต์พุตได้

$$P_o = \frac{V_{cc}^2}{8RL}$$

เมื่อ

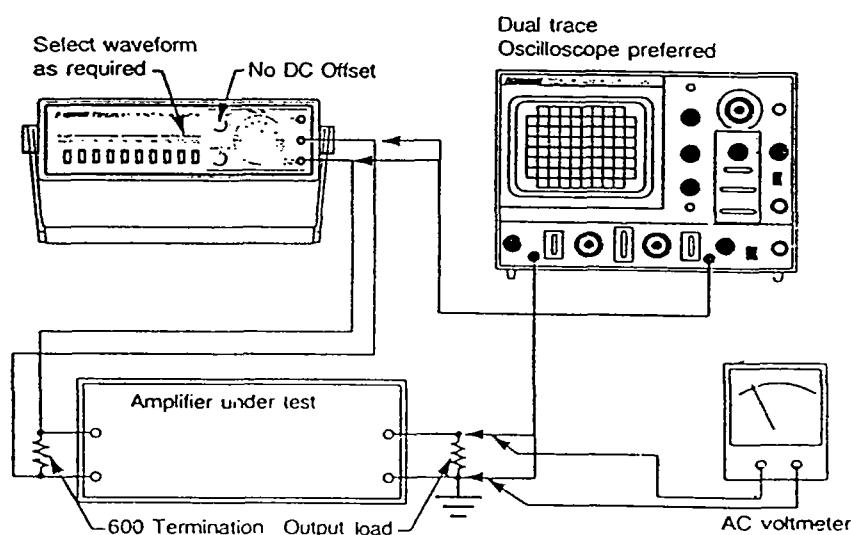
P_o แทน กำลังเอาต์พุตสูงสุดของวงจร (วัตต์)

V_{cc} แทน แรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรง (โวลต์)

RL แทน อิมพีแดนซ์ของลำโพง (โอห์ม)

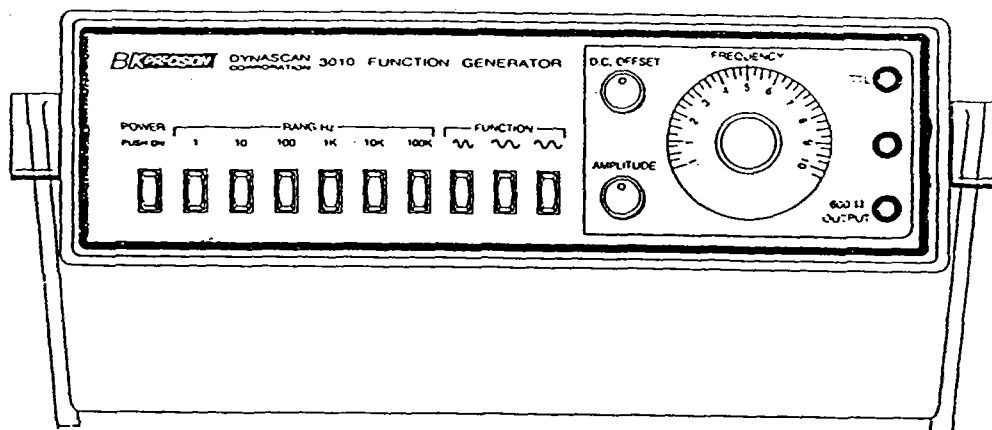
2.6.3 การวัดค่าผลตอบสนองความถี่

การตอบสนองความถี่เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องขยายเสียงจะมีระบุไว้ในข้อกำหนดรายละเอียดทุกเครื่อง ค่าที่ระบุจะบอกเป็นตัวเลขตามย่านของการตอบสนองความถี่หรือแสดงให้เห็นเป็นรูปกราฟที่ได้มาจากการสัมพันธ์ระหว่างอัตราขยาย (dB) กับค่าความถี่ต่าง ๆ ซึ่งจะมองเห็นการตอบสนองความถี่ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เครื่องขยายเสียงที่ต้องการทดสอบ ออสซิลโลสโคปชนิดรอยแสงคู่ เอซีโวลต์มิเตอร์ และความต้านทานโหลด



ภาพประกอบ 26 การต่อเครื่องมืออุปกรณ์หาค่าการตอบสนองความถี่

(ชนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 262)

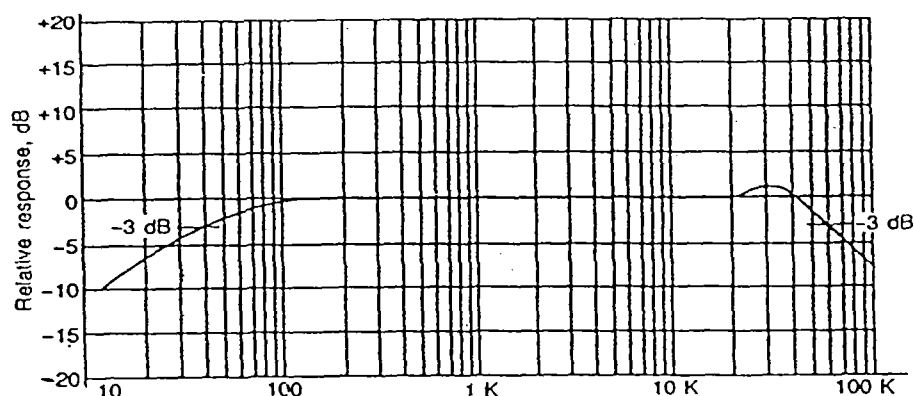


ภาพประกอบ 27 แสดงรูปคลื่นทางเอาต์พุตเทียบกับอินพุต โดยแอมพลิจูดลดลงที่ 3 dB
(ธนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 262)

จากภาพการต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ เปิดเครื่องขยายเสียงตั้งปรับออสซิลโลสโคปให้เรียบร้อย ต่อมาให้ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยตั้งความถี่ไว้ที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ แล้วค่อย ๆ ปรับเพิ่มขนาดของสัญญาณอินพุต จนกระทั่งรูปคลื่นเอาต์พุตปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปสูงสุด บันทึกค่าแรงดันอินพุตและเอาต์พุตที่ได้จากออสซิลโลสโคป เพื่อให้สัญญาณอินพุตที่ป้อนมีความแรงสม่ำเสมอเท่ากันทุกค่าความถี่และจะส่งผลให้การทดลองมีความผิดพลาดน้อยลง การเปลี่ยนความถี่ให้บันทึกค่าแรงดันอินพุตและเอาต์พุต เพื่อนำมาคำนวณหาค่า dB จากสูตร

$$dB = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

เมื่อทดลองได้ทุกค่าของความถี่ที่ต้องการแล้วให้นำค่า dB และค่าของความถี่มาเขียนกราฟ โดยแกนราบใช้สเกลเซมิล็อก (Semi-log graph) เป็นค่าของความถี่ ส่วนในแกนในแนวตั้งแทนค่าด้วยอัตราขยาย dB สังเกตจุดบนกราฟที่ค่า -3 dB ของความถี่ต่ำสุดและสูงสุดจะมีค่าเป็น 40 เฮิร์ตซ์ และ 60 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งเขียนในรูปของการตอบสนองความถี่ที่ระบุในการกำหนดรายละเอียดของเครื่องขยายเสียง จะได้เป็น :40 – 60,000 เฮิร์ตซ์ ช่วงความถี่ราบเรียบ คือ 100 – 20,000 เฮิร์ตซ์

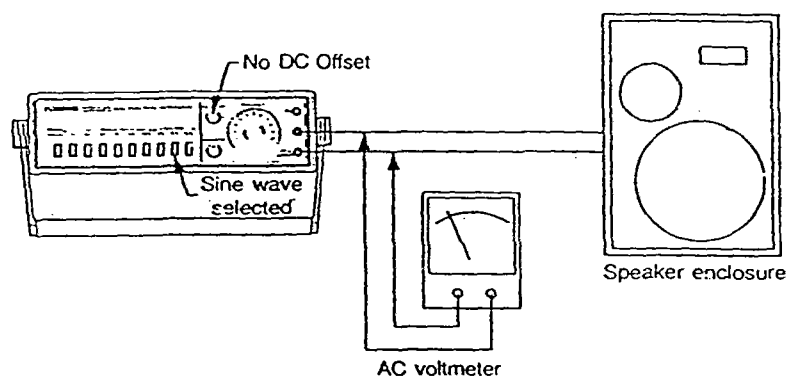


ภาพประกอบ 28 แสดงกราฟของผลตอบสนองความถี่ที่ได้จากการทดสอบ
(ธนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 262)

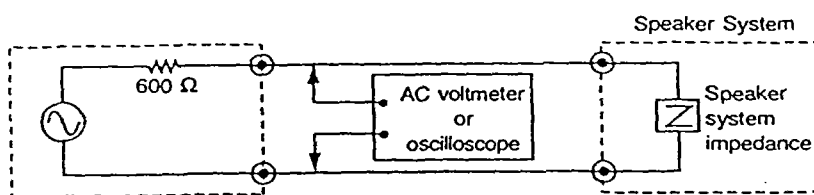
2.6.4 การทดสอบระบบลำโพง

ลำโพงมีการตอบสนองความถี่เช่นเดียวกัน ลำโพงชนิดใดจะตอบสนองความถี่ช่วงใดได้ดีให้ดูได้จากกราฟการตอบสนองความถี่มาตรฐาน (Standard frequency response curve) ที่แสดงไว้ในข้อกำหนดรายละเอียดของลำโพง

เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดฟังก์ชัน ลำโพงพร้อมตู้ เอซีโวลต์มิเตอร์ หรือออสซิลโลสโคปทำการวัดโดยการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณจากเครื่องกำเนิดฟังก์ชัน หากใช้ออสซิลโลสโคปจับดูขนาดรูปคลื่นไซน์จะต้องไม่มีการขริบเพื่อกำหนดขนาดสัญญาณให้คงที่ ขณะที่เปลี่ยนแปลงค่าความถี่ให้ใช้เอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันเอซี อ่านค่าที่สเกล dB จากนั้นนำค่า dB และความถี่มาเขียนกราฟ ภาพประกอบ 30 จะได้ผลตอบสนองเชิงความถี่มาตรฐานเช่นเดียวกับที่ระบุไว้ในข้อกำหนดรายละเอียดของลำโพง รูปกราฟที่สัญญาณเสียงมีขนาดคงที่ทุกช่วงความถี่ทางอินพุท ผลตอบสนองเชิงความถี่นั้นราบเรียบเขียนเป็นค่าตัวเลข 600 เฮิรตซ์ - 30 กิโลเฮิรตซ์ $\pm$ dB (จากภาพประกอบ 30)



(ก) การต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการทดสอบ



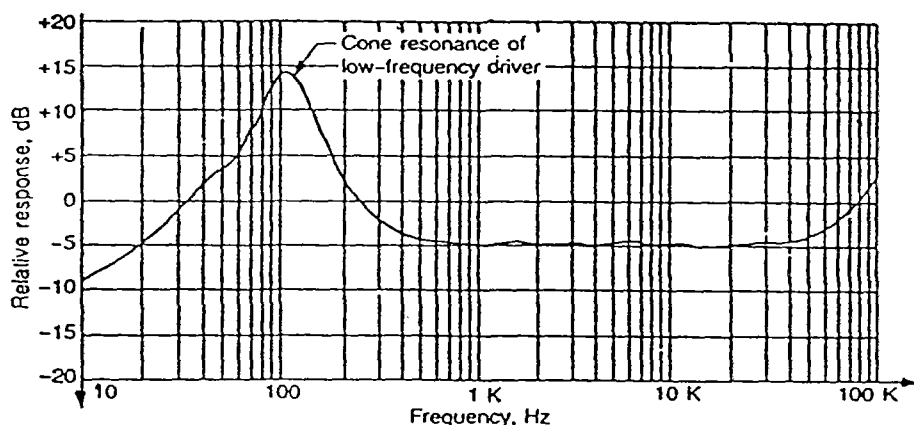
(ข) วงจรสมมูลของการทดสอบ

ภาพประกอบ 29 การต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการทดสอบ

(ชนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 264)

ในภาพประกอบ 30 ช่วงความถี่ต่ำ ค่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลจากกรวยลำโพงเกิดเรโซแนนซ์และสั่นอย่างแรงจนควบคุมการสั่นไม่ได้อย่างดีเกิดขึ้น โดยทั่วไปจะมีการกำหนดความถี่เรโซแนนซ์ของลำโพงให้อยู่ในช่วงต่ำสุดของความถี่ใช้งานจริง การทดสอบจะให้ความสะดวกยิ่งขึ้นถ้าหากตู้ลำโพงถูกออกแบบอย่างดีโดยเฉพาะตู้แบบเปิด ที่มีการเจาะช่องเปิดด้านหน้าใส่ท่อ การทำงานของท่อนำอากาศ เมื่อรวมกับปริมาณอากาศในตู้จะเกิดระบบเรโซแนนซ์ขึ้น การปรับแต่งขนาดของท่อและตู้ลำโพงอย่าง

เหมาะสมแล้วจะทำให้การสั่นของอากาศช่วงความถี่ต่ำในท่อเปิดนี้จะมีเฟสของคลื่นตรงกันกับการเคลื่อนที่ของกรวยลำโพง ค่าของเอพาร์ทพท์ที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้น ควรเลือกใช้ตู้กับลำโพงที่มีคุณภาพ คำนึงถึงความถี่เรโซแนนซ์ให้มีค่าต่ำ ๆ เนื่องจากย่านความถี่เสียงที่แท้จริง ที่ระบุไว้ในกาหนดรายละเอียดของลำโพง



ภาพประกอบ 30 กราฟการตอบสนองความถี่มาตรฐานของลำโพง
(ธนกร คีรีพิทักษ์. 2542 : 265)

3. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.1 ความหมายของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปรีชา ช่างขวัญยืน (2539 : 130) ได้ให้ความหมายของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นหนังสือแบบฝึกปฏิบัติสำหรับผู้เรียน ที่ใช้ควบคู่ไปกับตำราที่เรียน เป็นหนังสือที่ให้แนวทางการปฏิบัติแก่ผู้ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองให้สามารถกระทำสิ่งนั้นๆ ได้ บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของงานปฏิบัติ โดยเฉพาะคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย สาระ คำสั่ง แบบทดสอบ ปัญหาหรือคำถาม ที่ว่างสำหรับเขียนคำตอบ และการทดสอบ ปัจจุบันคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่เพียง แต่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับหนังสือตำราเท่านั้น แต่อาจจะใช้เป็นคู่มือสำหรับการศึกษาควบคู่ไปกับสื่ออื่นๆ ที่ทำหน้าที่แทนผู้สอนหรือตำรา เช่น บทเรียน วิดีทัศน์ บทเรียนทางไกล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น

สำหรับคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง จัดอยู่ในประเภทคู่มือการเรียนรู้ สรุปได้ว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาเครื่องเสียง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล หมายถึง คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เรียบเรียงเนื้อหาสาระจากเอกสาร หรือตำรา และแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบเครื่องขยายเสียง เมื่ออ่านแล้วเกิดความรู้ ความเข้าใจในวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และได้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 องค์ประกอบของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

องค์ประกอบของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย ได้แก่

3.2.1. คำชี้แจงการใช้คู่มือ โดยทั่วไปจะครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ของคู่มือ ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการใช้คู่มือ วิธีการใช้คู่มือ และคำแนะนำการใช้คู่มือ

3.2.2. คำชี้แจงเกี่ยวกับการเตรียมการที่จำเป็นต่างๆ ในคู่มือ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นต้น

3.2.3. เนื้อหาสาระและกระบวนการ หรือขั้นตอนในการดำเนินการ โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายประกอบและอาจมีการวิเคราะห์เนื้อหาสาระให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจที่กระจ่าง

3.2.4. ความรู้เสริม คู่มือที่ดีจะต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ และสามารถคาดคะเนได้ว่าผู้ใช้นั้นจะประสบปัญหาในเรื่องใด และจัดทำข้อมูลที่จะช่วยส่งเสริมความรู้ของผู้ใช้คู่มือจัดแบบสอบถามหรือแบบฝึกปฏิบัติในการฝึกฝน

3.2.5. ปัญหา คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกัน และแก้ไขปัญหา ผู้เขียนคู่มือควรจะเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในเรื่องที่เขียนมากพอสมควร ซึ่งจะช่วยให้รู้ว่าการดำเนินการในเรื่องนั้นๆ ผู้เขียนคู่มือที่สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกัน และแก้ไขปัญหาก็อาจเกิดขึ้นกับผู้อ่าน หรือผู้ใช้คู่มือ

3.2.6. แหล่งข้อมูลและแหล่งอ้างอิงต่างๆ หนังสือที่ดีไม่ควรขาดการให้แหล่งอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านในการศึกษาค้นคว้าต่อไป ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลต่างๆ เพิ่มขึ้นก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปใช้งาน

3.3 แนวทางการเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น จะต้องเน้นแนวทางปฏิบัติเป็นสำคัญ ส่วนวิธีการจัดกิจกรรมนั้นจะต้องเขียนให้ละเอียดที่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ และควรแสดงแผนภาพ แผนภูมิ แผนผังเพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ได้ง่าย การเขียนหนังสือคู่มือให้ประทับใจผู้อ่านควรใช้ภาษาที่เรียบง่าย เป็นสิ่งที่ผู้อ่านต้องการมากที่สุด โดยเขียนให้ตรงกับเป้าหมายถูกประเด็นตามหัวข้อที่ตั้งไว้ ซึ่งเวลาเขียนหนังสือคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยวรรคตอนเข้ามาช่วย และทำให้ผู้อ่านจำสิ่งที่อ่านได้แม่นยำขึ้น (ถวัลย์ มาศจรส. 2539 : 25-26) คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงมีความจำเป็นต้องให้รายละเอียดครอบคลุมประเด็นเนื้อหาวิชานั้นไว้ทั้งหมด

หลักการเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปรีชา ช่างขวัญยืน (2539 : 132-134) ได้กล่าวถึงลักษณะการเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจำเป็นต้องคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

1. ควรระบุให้ชัดเจนว่าคู่มือนี้เป็นคู่มือสำหรับใคร ใครเป็นผู้ใช้ และกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน ต้องการให้ผู้ใช้ได้อะไรบ้าง
2. ควรมีส่วนนำที่จูงใจผู้ใช้ว่าคู่มือนี้จะช่วยผู้ใช้ได้อย่างไร อะไรบ้าง มีส่วนที่ให้หลักการหรือความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้ใช้ในการใช้เครื่องมือเพื่อให้การใช้คู่มือเกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. ควรมีส่วนร่วมที่ให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับการเตรียมตัว การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสิ่งที่จำเป็นในการดำเนินการตามคู่มือแนะนำ ส่วนเนื้อหาสาระที่ให้นั้นควรมีความถูกต้อง สามารถช่วยให้ผู้ใช้คู่มือทำสิ่งนั้นได้สำเร็จ
4. ให้ข้อมูลรายละเอียดที่เพียงพอที่จะช่วยให้ผู้ใช้คู่มือสามารถทำสิ่งนั้นๆ ได้สำเร็จ และขั้นตอนการทำจะต้องเรียงลำดับอย่างเหมาะสมซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ทำสิ่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและประหยัด
5. ภาษาที่ใช้ต้องสามารถสื่อความหมายให้ผู้ใช้เข้าใจตรงกับผู้เขียนไม่คลุมเครือหรือทำให้เกิดความเข้าใจผิด และภาษาที่ใช้จะต้องช่วยให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจได้ง่าย ควรให้คำแนะนำและชี้แจงเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่ควรทำไม่ควรทำ เช่น เคล็ดลับ หรือเทคนิควิธีต่างๆ ที่จะช่วยให้กระทำการสิ่งนั้น ข้อมูลนี้จะมาจากความรู้ และประสบการณ์ของผู้เขียนซึ่งจะมีคุณค่าต่อผู้ใช้คู่มือมาก

6. ควรมีคำถาม หรือกิจกรรมให้ผู้รู้ใช้คู่มือทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจการอ่านหรือปฏิบัติตามขั้นตอนที่เสนอแนะและเว้นที่ว่างสำหรับผู้รู้คู่มือในการเขียนคำตอบควรมีคำถาม หรือแนวในการตอบหรือคำเฉพาะไว้ด้วย และถ้าหากผู้เขียนสามารถคาดคะเนคำตอบของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ก็ควรอธิบายไว้ด้วยว่าคำตอบอะไรถูกผิดด้วยเหตุใดก็ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้รู้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. ควรใช้เทคนิคต่างๆ ในการช่วยให้ผู้รู้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองใช้ได้สะดวก เช่น การจัดรูปเล่ม ขนาด การเลือกตัวอักษร ขนาดตัวอักษร การใช้ตัวคำ การใช้สี การใช้ภาพ การใช้การตีกรอบ การเน้นข้อความบางตอน เป็นต้น

8. ควรใช้แหล่งอ้างอิงที่เป็นประโยชน์แก่ผู้อื่น ซึ่งอาจจะเป็นบรรณานุกรม รายชื่อสื่อ รายชื่อสถาบัน รายชื่อบุคคลสำคัญ เป็นต้น การจัดทำคู่มือนั้น มักจะพบข้อบกพร่องต่าง ๆ อยู่บ่อยครั้ง เช่น รายละเอียดเนื้อหาสาระไม่ชัดเจนเพียงพอ คำอธิบายไม่กระชับ ใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงหรือผิดความหมาย ภาพประกอบไม่ชัดเจน ขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป ภาพประกอบไม่เหมาะสมและเป็นภาพที่สื่อความหมายไม่ตรงกับเนื้อหาสาระ การพิมพ์ที่ใช้อักษรเล็กเกินไป และการพิมพ์ที่ผิดพลาด

ผู้เขียน หรือผู้จัดทำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงต้องระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดข้อบกพร่องต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองขาดความสมบูรณ์ และเพื่อให้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความกระชับชัดเจนขึ้นควรใช้เทคนิคต่าง ๆ ต่อไปนี้ให้มากขึ้น เช่น เทคนิคการพิมพ์เน้นคำ หรือข้อความที่สำคัญ เทคนิคการสรุปเนื้อหาสาระเป็นคำกลอนที่จำได้ง่าย เทคนิคการใช้ภาพการ์ตูนประกอบ เทคนิคการใช้สี เทคนิคการจัดหน้าคู่มือ และเทคนิคการจัดภาพ (ปริชา ช้างขวัญยืน. 2539 : 132-134)

3.4 คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง เป็นหนังสือที่มีความสำคัญสำหรับผู้เรียน ทราบถึงวัตถุประสงค์ วิธีการจัดกิจกรรม ข้อเสนอแนะความรู้สำหรับผู้เรียน โดยการทำสิ่งใดก็ตามต้องสามารถคาดหวังผลการดำเนินงานได้แน่นอน ถ้าผลไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ก็สามารถตรวจสอบได้ว่าที่เป็นเช่นนั้นเพราะเนื่องมาจากสาเหตุใด (ไพโรจน์ เบาใจ. 2545 : 18) ดังนั้นคู่มือการเรียนรู้ที่นำมาใช้เรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยแนะนำ และให้แนวทางการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานในการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ได้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายได้

4. การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การตรวจสอบพัฒนาเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการนำคู่มือไปทดลองใช้ เพื่อปรับปรุง และนำไปทดลองใช้งานจริงโดยนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความจำเป็นสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องคือ

1. สำหรับผู้รู้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง คู่มือจะทำหน้าที่ชี้แนะให้ผู้เรียน หรือผู้ใช้มีแนวทางในการดำเนินกิจกรรมได้ด้วยความมั่นใจว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นจะมีประสิทธิภาพในการให้ผู้รู้เกิดการเรียนรู้จริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับจะช่วยให้ได้คู่มือที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. สำหรับผู้สร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทดสอบหาประสิทธิภาพจะทำให้ผู้สร้างมั่นใจได้ว่าหัวข้อที่บรรจุในคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมอันจะช่วยให้ผู้สร้างมีความชำนาญขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน และเวลาในการเตรียมต้นแบบ

การทดลองใช้ หมายถึง การนำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สร้างขึ้นเป็นต้นแบบแล้วไปทดลองใช้ตามขั้นตอนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียง ของวิชาเครื่องเสียงให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สำหรับคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้กำหนดการหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ และการประเมินผลการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในด้านความสามารถของการปฏิบัติประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ในแต่ละขั้นตอน มีการประเมินความสามารถในการปฏิบัติตามแนวทางการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ภายหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ด้วยความรู้ ความเข้าใจ และทักษะปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

4.1 การประเมินผล และการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สามารถนำไปดำเนินกิจกรรมเป็นระดับที่ผู้วิจัยกำหนดเป็นเกณฑ์ เช่น 80/80, 85/85 และ 90/90 เป็นต้น (เสาวนีย์ สิกขามณฑิต. 2528 : 295-298) สำหรับเกณฑ์การกำหนดประสิทธิภาพของประเภทวิชาทักษะ ใช้เกณฑ์ จะกำหนดเป็น 75/75 (กรมวิชาการ. 2544 : 162) เพื่อหาประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ทำได้โดยการประเมินผลของพฤติกรรมของผู้ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองดังต่อไปนี้

4.1.1 75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ผู้วิจัยได้จากการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานระหว่างการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของวิชาเครื่องเสียง จากการทำแบบทดสอบปฏิบัติระหว่างการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง และความสามารถในการปฏิบัติงาน คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

4.1.2 75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ผู้วิจัยได้จากการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานจากการทำแบบทดสอบหลังจากการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของวิชาเครื่องเสียงได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างคาดหวังว่าผู้ใช้สามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอนปฏิบัติงาน โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน ปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงของนักเรียนที่ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทำงานหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้ใช้ทั้งหมดนั้น คือ

$$\frac{E_1}{E_2}$$

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ในการยอมรับ หรือการไม่ยอมรับประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของวิชาเครื่องเสียง เมื่อทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วให้เทียบค่า E_1 / E_2 ที่หาได้จากการทดลองการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อดูเกณฑ์ว่าจะยอมรับประสิทธิภาพจะกำหนดไว้ เป็นร้อยละ 2.50

ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินร้อยละ 2.50 ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล เท่าเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.50 ขึ้นไป

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่เกินร้อยละ 2.50 ถือว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ยังมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานด้านทักษะให้ดีขึ้น โดยนํานงานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์หาสาระสำคัญของสาเหตุ จากนั้นใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์การปฏิบัติงานเสาะหาข้อมูลวิธีการแก้ไขปัญหาค้นพบได้ (วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา. 2545 : 27)

5. การสอนทักษะปฏิบัติ

ในการเรียนการสอนของนักศึกษาอาชีวศึกษา ปริญญาตรี วังศ์อนุตรโรจน์ (2542 :114-117) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างมีประสิทธิภาพคือ การสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดี ควรจะได้มีการพัฒนาการสอน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนให้เหมาะสมเป็นไปได้และเข้าใจ
2. การปรับปรุงบทเรียน แบบเรียน และอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการสอนตามที่กำหนดไว้
3. การประเมินว่าวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้กำหนดไว้ได้รับผลเพียงใด และจะปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้นได้อย่างไร

การสอนทักษะปฏิบัติเป็นการเน้นการสอนที่ให้มีการฝึกฝน และปฏิบัติจริงอาจเป็นการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ โรงฝึกงานก็ได้ การสอนทางด้านอาชีพเป็นการสอนที่เริ่มจากการเรียนรู้ของจริง แต่เมื่อการเรียนรู้วิชาชีพในโรงเรียนจึงหันมาใช้ฝึกงานและห้องปฏิบัติการแทน

1. การสอนทักษะปฏิบัติมีความสำคัญต่อการสอนวิชาชีพ เพราะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทำให้การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. องค์ประกอบของการสอนทักษะปฏิบัติ ได้แก่ สอนที่ฝึกปฏิบัติ โรงฝึกงาน อุปกรณ์เครื่องมือ วัสดุและเอกสารประกอบการฝึกปฏิบัติ เป็นต้น
3. เทคนิคของการสอนควรเน้นหนักในเรื่องสมรรถภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียนมากกว่าทางด้านเนื้อหาของวิชาที่เรียน ยุทธวิธีดังกล่าวจะใช้งาน เป็นพื้นฐานของการตัดสินใจว่าจะสอนอะไรตามลำดับก่อนหลัง จะสอนลึกขนาดไหน
4. ขั้นตอนของการสอนทักษะปฏิบัติทางวิชาชีพ ได้กำหนดไว้ 3 หลักการคือ

หลักการที่ 1 เข้าใจงานที่สอน หมายถึงความเข้าใจในระบบการเรียนการสอน และกระบวนการพัฒนารายวิชาที่สอน โดยมี 3 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมข้อมูล และการปฏิบัติที่จำเป็นต่อการทำงานตามรายวิชาที่สอน ขั้นเตรียมช่วยให้เข้าใจวัตถุประสงค์ของรายวิชาดีขึ้น เป็นการเตรียมการสอนที่งาน แทนที่จะเป็นเนื้อหาวิชา มีขั้นตอนย่อยดังนี้

1.1.1 ลักษณะงานที่สอน

1.1.2 วิเคราะห์งานที่สอน

1.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์รายวิชา

1.1.4 การทดสอบตามเกณฑ์ให้ได้ผู้เรียนที่พึงประสงค์ เพื่อให้ได้ผู้เรียนที่มีทักษะที่จำเป็นก่อนเรียนอย่างเหมาะสมและเพียงพอ

1.2 ขั้นพัฒนา เป็นการพัฒนาให้เกิดการสอนตามวัตถุประสงค์ มีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.2.1 การร่างหน่วยการสอน

1.2.2 การจัดลำดับหน่วยการสอน

1.2.3 การเลือกเนื้อหาวิชาที่สอน

1.2.4 การเลือกกระบวนการ

1.2.5 จัดลำดับ และจัดทำแผนการสอนที่สมบูรณ์

1.2.6 ทำการสอน

1.3 ขั้นปรับปรุง เป็นความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงให้การสอนทันสมัยและเหมาะสมอยู่เสมอ กระบวนการปรับปรุงการสอนที่ง่ายที่สุด การตรวจสอบว่าการสอนทำให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่เกิดขึ้นนั้นทำให้ผู้เรียนมีความสมรรถภาพเพียงใด ขั้นตอนของการปรับปรุงการสอนมีดังนี้

1.3.1 การเปรียบเทียบผลผลิตกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา

1.3.2 การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ของรายวิชากับงานที่เรียน

1.3.3 การปรับปรุงแก้ไข และการทำการสอน

หลักการที่ 2 สามารถสอน หมายถึง ความเข้าใจในสถานการณ์ และบทบาทหน้าที่ของการเป็นผู้สอนวิชาชีพ ความสามารถในการควบคุมชั้นเรียน การเป็นผู้มีความสามารถในการประสานงาน ตลอดจนความสามารถในการใช้เทคนิควิธีสอน รวมทั้งการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนทางอาชีวศึกษาที่เหมาะสมและได้ผล

หลักการที่ 3 สอนให้เกิดสมรรถภาพ หมายถึง เป็นการเน้นให้เกิดความรู้ความสามารถของผู้เรียนให้ปฏิบัติงานได้จริงเป็นที่น่าพอใจ การสอนให้เกิดสมรรถภาพจะมีขึ้นก็ต่อเมื่อเป็นการจัดการศึกษาและเน้นสมรรถภาพ

การจัดการเรียนการสอนแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการสอน การเตรียมการสอนเป็นการวางแผนการสอนก่อนการเข้าสอน สิ่งที่ต้องพิจารณา ดังนี้

1.1 การเตรียมการสอนต้องเข้าใจจุดมุ่งหมายในรายวิชา เพื่อผู้สอนผู้สอนจะได้ทราบว่า กำลังจะสอนอะไร รวมทั้งการเป็นแนวทางในการเลือก และกำหนดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมเนื้อหาให้ต่อเนื่องกัน

1.2 ควรพิจารณาพื้นฐานของผู้เรียน ว่ามีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร อาจใช้วิธีการสอบถาม หรือทดสอบก่อนการสอน เพื่อจะได้เตรียมเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

1.3 การกำหนดเนื้อหา เป็นการเตรียมเนื้อหาวิชาให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย มีความกว้างขวางสมบูรณ์ถูกต้อง และเนื้อหาทางข้างนั้นต้องให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

1.4 การกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับเนื้อหา และกิจกรรมการสอนซึ่งการปฏิบัติจะใช้เวลาในการฝึกอย่างไร ใช้ระยะเวลาสั้นหรือยาวจะต่อเนื่องกันอย่างไร

1.5 การกำหนดวัสดุฝึก และอุปกรณ์การสอน โดยการเลือกให้เหมาะกับเนื้อหาวิชาและการฝึกในทักษะวิชานั้น

2. ขั้นตอนการ เป็นการดำเนินการในระหว่างการสอน เป็นกระบวนการต่อเนื่องกัน ข้อควรพิจารณามีดังนี้

2.1 ชั่วโมงแรกเป็นชั่วโมงที่สำคัญ เพราะถ้าเริ่มต้นด้วยดีก็จะเป็นโอกาสดีในชั่วโมงถัดไป ชั่วโมงแรกเป็นการแนะนำตนเองทำความรู้จักกับผู้เรียนแนะนำรายวิชา แจ้งละเอียดของรายวิชา พร้อมทั้งการอธิบายถึงวิชาที่เรียน วิธีเรียน การจัดกิจกรรม การวัดผลโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนในการให้ข้อคิด และเสนอแนะ

2.2 ชั่วโมงต่อไป การเริ่มสอนในแต่ละชั่วโมงควรทบทวนการสอนที่ผ่านมา เพื่อจะได้เป็นการฟื้นความจำ และความต่อเนื่องของบทเรียนอย่างเหมาะสมเปิดโอกาสให้ซักถามระหว่างชั่วโมง รวมทั้งการสรุปบทเรียน และการทดสอบความเข้าใจในสิ่งที่เรียน

3. ขั้นตอนประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสอนว่าได้ผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ ผู้สอนจะประเมินผลการเรียนการสอนที่เสร็จสิ้นลงไป แล้วว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยกำหนดการผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

การศึกษาด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งในการสอนเนื้อหาความรู้ทางวิชาชีพ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และวัสดุศึกษาที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ ผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มควรจะได้รับเอกสารและวัสดุศึกษาต่างๆ ที่จะศึกษาภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม และอาจมีการควบคุมดูแลจากผู้สอนด้วย ผู้เรียนได้มีโอกาสทำการศึกษาค้นคว้าเนื้อหาความรู้ด้วยตนเอง วิธีการต่างๆ ได้แก่ การเรียนด้วยชุดการเรียนการสอน บทเรียนโปรแกรม การสอนแบบโครงงาน และการศึกษาค้นคว้าโดยอิสระ เป็นต้น วิธีการสอนด้วยการศึกษาดูด้วยตนเอง เป็นวิธีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ความสามารถรายบุคคลของผู้เรียน เป็นวิธีการที่น่าศึกษา และนำพิจารณาในการสอนวิชาชีพอีกวิธีหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์และแก้ปัญหาตามความต้องการและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

ในการที่จะใช้วิธีการสอนแบบนี้ให้ได้ดีนั้น จะต้องมีการจัดเตรียมเอกสาร และวัสดุศึกษาต่างๆ เช่น หนังสือ ตำราอ้างอิง หรือวัสดุสิ่งพิมพ์อื่นๆ ที่เหมาะสม ตลอดจนสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการศึกษานี้ เนื้อหาความรู้ที่เรียน เอกสาร และวัสดุศึกษาต่างๆ เหล่านี้จะต้องได้รับการเตรียม หรือเขียนขึ้นให้ถูกรูปแบบของการศึกษาดูด้วยตนเอง เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาความรู้และระดับของผู้เรียน

องค์ประกอบพื้นฐานของการสอนให้ศึกษาด้วยตนเองนั้น มีอยู่ 4 ประการ คือ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน อุปกรณ์การเรียนการสอน และทักษะที่จำเป็นต่างๆ แต่ละองค์ประกอบได้ ดังนี้

1. บทบาทของผู้สอน

วิธีการสอนแบบนี้ แม้ว่าบทบาทหลักในการเรียนจะเป็นบทบาทของผู้เรียนก็ตาม แต่ผู้สอนก็ยังมียุทธศาสตร์ที่สำคัญเช่นกัน ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้วางแผน ผู้เตรียมการ ผู้ให้คำปรึกษา และผู้ประเมินผล

2. บทบาทของผู้เรียน

ผู้เรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียน บทบาทของผู้เรียนนี้ได้แก่ การศึกษาและทำความเข้าใจกับจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาให้ชัดเจน ทำการสำรวจตนเองว่าถนัดหรือสนใจด้านใด เลือกหาวิธีการศึกษาที่เหมาะสมสอดคล้องกับตนเอง ศึกษาเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง พบปะอาจารย์ผู้สอน หรืออาจารย์ที่ให้คำปรึกษาอยู่เสมอ

3. อุปกรณ์การเรียนการสอน

องค์ประกอบในข้อนี้ หมายถึง เอกสาร อุปกรณ์ และวัสดุศึกษาต่างๆ ที่ผู้เรียนจะไปหาศึกษาด้วยตนเองได้โดยตรง ซึ่งเป็นเอกสารและสื่อต่างๆ ที่จะถูกจัดเตรียมไว้ให้โดยผู้สอน อุปกรณ์สำหรับการเรียนการสอนเหล่านี้ อาจประกอบด้วย เอกสารแนะนำการเรียน หนังสือ วารสาร หรือเอกสารต่าง ๆ วัสดุเครื่องมือเครื่องใช้ สถานที่ และเครื่องอำนวยความสะดวกอื่นๆ

4. ทักษะที่จำเป็นต่าง ๆ

ทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นนี้เป็นทักษะที่ผู้เรียนจะต้องมีเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้อย่างมีประสิทธิภาพทักษะต่างๆ ได้แก่ ทักษะการอ่าน ทักษะการบันทึก ทักษะการตีความ และรวมถึงทักษะการรายงาน เป็นต้น

ดังนั้นเทคนิคสำหรับการใช้วิธีการศึกษาด้วยตนเอง เป็นแนวทางที่จะช่วยให้การสอนด้วยวิธีนี้ สามารถบรรลุผลสำเร็จที่ดีได้ โดยจัดสร้าง และเตรียมเอกสาร วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยความระมัดระวัง เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างได้ผล ซึ่งแบ่งส่วนของเนื้อหาความรู้ในเอกสารออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยแต่ละหน่วยย่อยนั้นควรครอบคลุมเนื้อหาที่ตรงกับวัตถุประสงค์ และให้ความคิดได้อย่างสมบูรณ์ หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาตามเป้าหมายของหน่วยที่หนึ่งจบสิ้นลง การพัฒนาตนเองให้มีความรู้ทางวิชาการ สามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สรุปและแสดงความคิดเห็น เกิดความมั่นใจในการทำงาน (วีระ สุภากิจ. 2545 : 12)

ปรัชญาการศึกษาของผู้เรียนเพื่อแสวงหาวิชาความรู้ สร้างจิตสำนึก คุณสมบัตินักเรียนที่รักการเรียนรู้ ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น ประยุกต์เป็น สามารถปรับปรุง เปลี่ยน และพัฒนาตนเอง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2543 : 8) ผู้เรียนได้ฝึกหัดรับผิดชอบตนเอง เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นที่ผลของการเรียนปฏิบัติ ผู้เรียนจะสอบความรู้ของตนเมื่อใดก็ได้ ที่ผู้เรียนมีความพร้อม และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการตรวจปรับในผลงานจากการลงมือศึกษาจริง โดยในการจัดการของอาชีวศึกษาเพื่อสร้างความสามารถในการทำงานของผู้เรียนสายวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง หรือปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการของตลาดแรงงาน และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยขึ้นอยู่ตลอด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 21)

6. การวัด และประเมินผล

ความหมายของการวัด และประเมินผล นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2531 : 51) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือการสอน

บุญธรรม กิจปริดาภิสิทธิ์ (2535 : 51) ได้ให้ความหมายเป้าหมายสำคัญของการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือต้องให้ได้ข้อมูล และข้อสนเทศเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษาที่เที่ยงตรง เชื่อถือได้และนำไปใช้ประโยชน์ได้

นิภา เมธาวิชัย (2536 : 65) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความรู้ และทักษะที่ได้รับพัฒนามาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ผู้สอนอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้ และทักษะมากน้อยเพียงใด

ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 10) ได้กล่าวถึง การวัดผลเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคนอยู่ตลอดเวลาทุกครั้ง ที่เกิดปัญหาในการตัดสินใจ เรามักจะหาข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจให้ถูกต้อง

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง ผลของการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งทางด้านปัญญา ความคิด และด้านทักษะปฏิบัติ ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้เครื่องมือวัดผล

6.1 ความหมายของการวัด และประเมินผล

6.1.1. การวัด หมายถึง การกำหนดตัวเลข สัญลักษณ์ให้เข้ากับสิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ตามกฎเกณฑ์ โดยกำหนดปริมาณของสิ่งที่ต้องการจะวัด

6.1.2. การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินใจคุณค่าของสิ่งของ การกระทำใดๆ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งมีความหมายกว้างกว่าการวัดผลโดยจะครอบคลุมทั้งปริมาณและคุณภาพ การประเมินผล จึงเป็นกระบวนการที่ต้องมีการวัดแล้ววินิจฉัยตัดสินคุณค่าที่ได้จากการวัดอย่างมีกฎเกณฑ์

6.1.3. จุดประสงค์ในการวัดและประเมินผล เป็นการศึกษาว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะพอเพียงที่จะเริ่มบทเรียนหรือไม่ ผลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์ในการจำแนกประเภท ว่านักเรียนมีพื้นฐานอย่างไร เก่ง ปานกลาง หรือ อ่อน เป็นต้น ส่วนการวินิจฉัย ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่น จุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนเป็นแนวทางให้ผู้สอนปรับปรุงวิธีการสอน และสามารถซ่อมเสริมให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจได้ถูกต้องหรือเปรียบเทียบความสามารถของตัวเอง เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความมั่งคั่งมากน้อยเพียงใด วิธีนี้จะใช้ทดสอบสองครั้ง แล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบมาเปรียบเทียบกัน เพื่อนำไปใช้ทำนาย ผลจากการทดสอบจะแนะแนวในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ ช่วยในการทำนายว่าควรจะมุ่งไปในทิศทางใดจึงจะประสบความสำเร็จ โดยนำไปใช้ประเมินค่า ประเมินผลหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ผลจากการวัดจะเป็นแนวทางในการให้ระดับคะแนน

6.1.4. ประโยชน์ของการวัด และประเมินผลต่อผู้เรียนช่วยให้ทราบจุดประสงค์ของผู้สอน ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้ ตั้งใจเล่าเรียนยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ เกื้อกูลให้ผู้เรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้น ส่งเสริม และปลุกฝังให้เป็นผู้มีนิสัยในการเรียนดีขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าเก่ง และอ่อนในเนื้อหาวิชาใด

ดังนั้น การวัด และการประเมินผล เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการวินิจฉัยปัญหา ผลจากการประเมิน ช่วยให้สามารถพิจารณาว่าจะจัดสภาพการเรียนรู้การสอนอย่างไร จึงทำให้ผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดนี้มาใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

6.2 การประเมินผลงานปฏิบัติ

การประเมินผลงานของงานปฏิบัติ ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 204-207) ได้กล่าวถึงการวัดทักษะผลงานจากการปฏิบัติดังนี้ คือ

6.2.1 กำหนดจุดประสงค์ ต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนในรูปเชิงพฤติกรรมของการวัดผลด้านทักษะพิสัย ที่สามารถสังเกตได้ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดอย่างครบถ้วน โดยเขียนชัดเจนทั้งที่เป็นสถานการณ์ พฤติกรรมและเกณฑ์การประเมิน

6.2.2 กำหนดงานให้ผู้เรียนปฏิบัติควรมีลักษณะที่สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ความยากง่ายพอเหมาะกับผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ ใช้เวลาการปฏิบัติงานที่เหมาะสม

6.2.3 กำหนดวิธีการดำเนินการ โดยกำหนดวิธีปฏิบัติงานว่า ทำที่ไหน ทำในลักษณะใด เป็นงานกลุ่ม หรือรายบุคคล กำหนดขอบข่ายงานของปฏิบัติงาน ได้แก่ ลักษณะของงานที่ต้องการให้ทำ วัสดุ อุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายหรือข้อตกลงในการทำงาน

6.2.4 กำหนดสถานการณ์ หรือเงื่อนไขที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง หรืออาจจำลองสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานที่จริงให้ปฏิบัติแทน

6.2.5 กำหนดวิธีการวัดภาคปฏิบัติ โดยการให้เขียนตอบ การสร้างสถานการณ์จำลอง การวัดผลงานที่ได้จากการปฏิบัติงาน

6.2.6 กำหนดเครื่องมือที่ใช้วัดภาคปฏิบัติ ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินพฤติกรรม เป็นต้น

6.2.7 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ได้แก่ สัดส่วนของคะแนนระหว่างกระบวนการ จากขั้นตอนในการทำงาน การเลือกใช้อุปกรณ์ ความคล่องแคล่ว ประสิทธิภาพในการทำงาน และผลผลิตจากการพิจารณาถึงประโยชน์ ความงดงาม ความคงทน ความถูกต้อง และประสิทธิภาพผลผลิต

6.2.8 การกำหนดวิธีการประเมินผล ภาคปฏิบัติ แบ่งได้เป็นเกรด A B C D หรือดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ได้ ควรปรับปรุงก็ได้

6.2.9 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ได้แก่ การวางแผนสร้างเครื่องมือ ดำเนินการสร้างเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพสร้างเครื่องมือ และสร้างคู่มือการใช้สร้างเครื่องมือ เป็นต้น

6.3 เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยของงานปฏิบัติ พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2544 : 79-81) ได้กล่าวถึง การเลือกใช้เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย มีหลายประเภท ได้แก่ การทดสอบภาคปฏิบัติ การสังเกต แบบตรวจสอบรายการ มาตราส่วนประมาณค่า แฟ้มสะสมงาน และการประเมินสภาพสภาพจริง เป็นต้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน และวัตถุประสงค์นั้นๆ โดยรายละเอียดของเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติ สามารถแบ่งได้จากการวัดกระบวนการ และการวัดผลงาน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะสถานการณ์จำลอง และสถานการณ์จริง

หลัก และวิธีการทดสอบภาคปฏิบัติ ในการสร้างเครื่องมือควรกำหนดทักษะที่สอบวัด จากจุดประสงค์ ขั้นตอนของการปฏิบัติงานที่จะสอบวัด กิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เขียนรายการ สารของงาน และกำหนดเกณฑ์ตัดสิน ซึ่งเนื้อหาสาระของงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติควรสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง สามารถสอบวัดทักษะ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการวัดพฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย เป็นการวัดความสามารถในการทำงานของผู้เรียนว่าสามารถทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการปฏิบัติงานจากกระบวนการ และผลผลิตที่ได้

6.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นวิธีการตรวจสอบว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจัด เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญาของนักเรียนภายหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบทดสอบ (นิภา เมธาวิชัย. 2536 : 65) ซึ่งการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้แบบทดสอบมาตรฐานสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรง โดยใช้เกณฑ์บางอย่างจำแนก เช่น จำแนกตามรูปแบบของคำถาม และการตอบ จำแนกตามลักษณะการสร้าง ตามปริมาณของผู้ที่สอบ วิธีการดำเนินการทดสอบ ขอบเขตของเวลาที่ใช้ตอบข้อสอบ สิ่งที่ต้องการวัด ประเภทของแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

1. การวัดผลแบบอิงกลุ่ม เกิดจากความเชื่อมั่นในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยถือว่าบุคคลมีความสามารถเด่น หรือมีความสามารถด้อยอยู่บ้างคนส่วนใหญ่จะมีความสามารถปานกลาง ดังนั้น การทดสอบแบบนี้จึงยึดเอาคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาผลของการทดสอบของบุคคลเปรียบเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน การแปลความหมายของคะแนนแบบนี้จะทำให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนคนใดในอยู่ในตำแหน่งใดในกลุ่ม

2. การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ การวัดผลแบบนี้ยึดถือความเชื่อเรื่องการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะที่แตกต่างกันก็ตามทุกคนควรได้รับการส่งเสริม และพัฒนาให้ถึงขีดความสามารถสูงสุดของแต่ละบุคคลกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่วางไว้ การวัดผลแบบนี้จะช่วยให้ทราบว่านักเรียนรู้อะไรบ้างและรู้มากน้อยเพียงใด ดังนั้น การวัดผลแบบอิงเกณฑ์จึงขึ้นอยู่กับข้อกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญ การวัดแบบนี้ยังช่วยให้ผู้สอนทราบว่าต้องปรับปรุงการสอนในเนื้อตอนใดเพื่อที่จะบรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ ผู้สอนจะทราบถึงความก้าวหน้าของนักเรียน สามารถวิเคราะห์ถึงความก้าวหน้าของนักเรียน

หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบควรจะวัดจุดประสงค์ที่สำคัญ เนื้อหาสาระ และกระบวนการโดยมีสัดส่วนสัมพันธ์กับความสำเร็จ และจุดมุ่งเน้นของรายวิชา แบบทดสอบควรจะต้องถึงจุดประสงค์ของการวัด เช่น วัดความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือวัดการเรียนรู้ เป็นต้น ข้อสอบควรมีความยาวที่พอเหมาะและมีระดับความยากของภาษาที่ใช้เหมาะกับผู้อสอบ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะต้องวัดตามจุดมุ่งหมายทุกอย่างในการสอนทั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะ และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนว่าก้าวหน้าไปสู่จุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่ ควรจะเน้นความสามารถที่จะใช้ความรู้เป็นประโยชน์ หรือนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้

ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรคำนึงถึงจุดประสงค์หลายประการในการวัด เพื่อให้ครอบคลุมถึงพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล ภาษาที่ใช้ และความเจริญก้าวหน้าของการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : 280-281) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนา นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ผลการศึกษวิจัยพบว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 91.85/90.93 และ 90.00/90.93 โดยคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยในส่วนคะแนนเฉลี่ยของข้อทดสอบแต่ละข้อมีกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 80 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

มนัส ประเทืองจิตร (2542 : 59) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะการฝึกเบื้องต้น สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ผลการศึกษวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทำคะแนนได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ปรากฏผลคือภาคทฤษฎีมีประสิทธิภาพเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ผลการทดลองได้ 93.67/91.13 และภาคปฏิบัติมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการทดลองได้ 83.38/82.53 แสดงให้เห็นว่าชุดเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะการฝึกเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

เกรียงไกร เมธาวิรวงศ์ (2543 : 75) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการสร้างคู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมเพื่อการพัฒนา หลักสูตรอบรมการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ผลการศึกษวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของคู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมเพื่อการพัฒนา หลักสูตรอบรมการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้ค่าประสิทธิภาพ 88.00/92.95 แสดงว่าค่าประสิทธิภาพ E1 เท่ากับ 88.00 หมายถึงเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมมีความสามารถในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมได้มากขึ้น และค่าประสิทธิภาพ E2 ที่วัดผลสำเร็จของพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ได้ค่าประสิทธิภาพ 92.95 หมายถึงคู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมสามารถ เป็นคู่มือในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมในแต่ละขั้นตอน ซึ่งทำให้การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมได้ผลสำเร็จ

อลงกรณ์ กุสุจิริต (2543 : 60) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาหนังสือการ์ตูนเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองชุด การทำมาหากิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษวิจัยพบว่า หนังสือการ์ตูนเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองชุด การทำมาหากิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 95.24/91.50 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยของผู้เรียนรู้ด้วยตนเองชุด การทำมาหากิน ชุดนี้อยู่ในระดับดี

จรัพร ศรวงค์ (2544 : 68) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาฝึกอบรมด้วยตนเอง สำหรับข้าราชการบรรจุใหม่ของกรมที่ดิน ผลการศึกษวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง สำหรับข้าราชการบรรจุใหม่ของกรมที่ดิน มีประสิทธิภาพโดยรวม 90.63/90.66 โดยเรื่องโครงสร้างของกรมที่ดินมีประสิทธิภาพเป็น 91.33/91.33 และเรื่องสิทธิประโยชน์เกี่ยวกับ และสวัสดิการข้าราชการมีประสิทธิภาพเป็น

90.33/90.33 โดยที่ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคของการพัฒนาฝึกอบรมด้วยตนเอง สำหรับข้าราชการบรรจุใหม่ของกรมที่ดิน เรื่องโครงสร้างของกรมที่ดิน และเรื่องสิทธิประโยชน์เกื้อกูลและสวัสดิการข้าราชการ มีคุณภาพระดับดีมาก

สุวรรณมาลี นาคเสน (2544 : 90) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอน Group Investigation เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอน Group Investigation เรื่อง วงกลม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 86.49/85.07 ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้รูปแบบการสอน Group Investigation สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาคร อัจฉกร (2545 : 120) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนา แบบปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมในโรงเรียนพระปริยัติธรรม ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การหาประสิทธิภาพสื่อ และเครื่องมือวัดประเมินผล โดยมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.88/81.77 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ระดับ 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพระพุทธศาสนา แบบปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมในโรงเรียนพระปริยัติธรรม ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เจมส์ (James. 1975 : 609A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ 7 และระดับ 8 จากนักเรียนจำนวน 341 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาค้นคว้าว่า นักเรียนระดับ 7 มีความรู้ทางวิชาการแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กล่าวคือ แต่ละกลุ่มทดลองมีประสบการณ์ที่มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับนักเรียนระดับ 8 ประสบการณ์ของกลุ่มควบคุมมากกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความรู้ทางวิชาการแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ไอเซนคราฟ (Eisenkraft. 1986 : 3724A) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการปฏิบัติการทดลองตามปกติในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการเปรียบเทียบคะแนนภาคปฏิบัติ และคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรม ผลการศึกษาค้นคว้าว่า นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนจากการทดลองตามปกติ ส่วนความสามารถในการปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สตาร์นิก และมาร์โลเน (Stranite and Malone. 1987 : 60) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับ และความคงทนของความรู้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม จากการเรียนโดยผู้สอนผู้สอน และการเรียนด้วยตนเอง โดยศึกษากับผู้เรียนวิทยาลัยผู้สอน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มหนึ่งใช้การสอนแบบปกติ และไม่มีมีการลงปฏิบัติ อีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนด้วยตนเอง และมีการปฏิบัติ ผลปรากฏว่า ผู้ที่เรียนด้วยตนเองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนกับผู้สอนผู้สอน และพบว่ามีคะแนนความคงทนของความรู้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

แมค คิวรี (Cury. 1988 : 1108A) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในการฝึกและปฏิบัติ ในการแก้ปัญหาในระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนฟิสิกส์ทั่วไปกลุ่มทดลองจะฝึกและปฏิบัติ โดยฝึกและปฏิบัติจากการใช้อุปกรณ์ตามปกติภายในระยะเวลาเท่าๆกัน มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติเมื่อจบบทเรียน ได้ข้อสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์แตกต่าง

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สรุปได้ว่า เมื่อคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ได้ถูกนำไปทดลองใช้งานตามกระบวนการต่างๆ ของการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง และสามารถหาประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียงนั้น เป็นหนังสือคู่มือการเรียนรู้ที่แนะแนวทางในการดำเนินปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้ด้วยคามมั่นใจ และมีประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ มีคุณค่าสูง สามารถทำให้ผู้ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอกสารต่างๆ มาเป็นแนวทางในการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ฝึกปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง เกิดความเชี่ยวชาญในงานตามสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สายวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม และมีทักษะวิชาชีพ ความสามารถของการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้สำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัย โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย
3. วิธีการทดลอง
4. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 นักเรียน จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. การสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.1.1 เตรียมการด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะของการเขียนคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง จากเอกสาร และตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาของงานปฏิบัติประกอบเครื่องขยายเสียง และได้ติดต่อปรึกษาผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านคู่มือการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยศึกษาโครงสร้างของหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องเสียง ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ คำอธิบายของรายวิชาเครื่องเสียง โดยคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงที่ได้พัฒนาขึ้น จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์

เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา วิธีการปฏิบัติตามขั้นตอน ทดสอบ การประเมินผลงานปฏิบัติที่นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ แต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

2.1.2 ดำเนินการด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ในงานปฏิบัติประกอบเครื่องขยายเสียง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนการสอน สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง การประเมินผลงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากหนังสือ ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาของการประกอบเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง

2.1.3 ดำเนินการสร้างกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหา และลำดับของเนื้อหาวิชา การประกอบเครื่องขยายเสียง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยจัดเตรียมการ และเขียนรูปแบบการกำหนดวิธีการสอน กิจกรรมของผู้เรียน การกำหนด และเลือกสื่ออุปกรณ์ที่จำเป็น ที่มีอยู่ในรายการเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองของการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ของวิชาเครื่องเสียง ที่สามารถหาได้ และสร้างแบบทดสอบระหว่างการให้ และหลังการใช้กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วย

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองศึกษาวิจัย คือ กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.2.1 แบบทดสอบระหว่างการใช้ของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.2.2.2 แบบทดสอบหลังการใช้ของกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.3 การพัฒนากลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3.1 การพัฒนากลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนภาคปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง สำหรับนักเรียนชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาเครื่องเสียง แบบทดสอบระหว่างการใช้ และหลังการใช้กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ในการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

2.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุง และเสนอแนะคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง

2.3.3 สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง สำหรับผู้ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

2.3.4 นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ได้พัฒนาขึ้น เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ที่ผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ประเมินคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงแล้ว มาทดลองใช้กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จะได้ข้อมูล ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับเนื้อหา ในการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง กิจกรรมการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน นักเรียน แบบทดสอบระหว่างการใช้ และหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล การวัดประเมินผลการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

2.3.5 นำเอาข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปรับปรุง โดยให้เนื้อหา การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล เป็นไปตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องเสียง แล้วจัดพิมพ์หนังสือคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงที่ผ่านการทดลองใช้แล้ว

ในการดำเนินงานผู้วิจัยได้พัฒนา และทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนภาคปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง สำหรับนักเรียนชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้ดำเนินการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

2.4 การประเมินคุณภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.4.1 การประเมินคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ในการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง จากผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สามารถประเมินคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงได้ โดยกำหนดผลการประเมินพิจารณาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ดังนี้

ถูกต้องสมบูรณ์	ให้เท่ากับ +1
ไม่แน่ใจ	ให้เท่ากับ 0
ไม่ถูกต้องสมบูรณ์	ให้เท่ากับ -1

ผลการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (INDEX OF CONSISTENCY : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินELLI และแฮมเบิลตัน (ROWINELLI AND HAMBLETON) ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ถือว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง สามารถนำมาใช้เรียนภาคปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้

2.4.2 การสร้างแบบสอบถาม ในการสร้างแบบสอบถามสำหรับผู้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับคุณภาพของ คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถาม สามารถแบ่งได้ 2 ส่วน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

3. วิธีการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยได้ทดลองหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

3.1 การทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเบื้องต้น ครั้งที่ 1 เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ซึ่งผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน ระหว่างการทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์นักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และได้จัดบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง

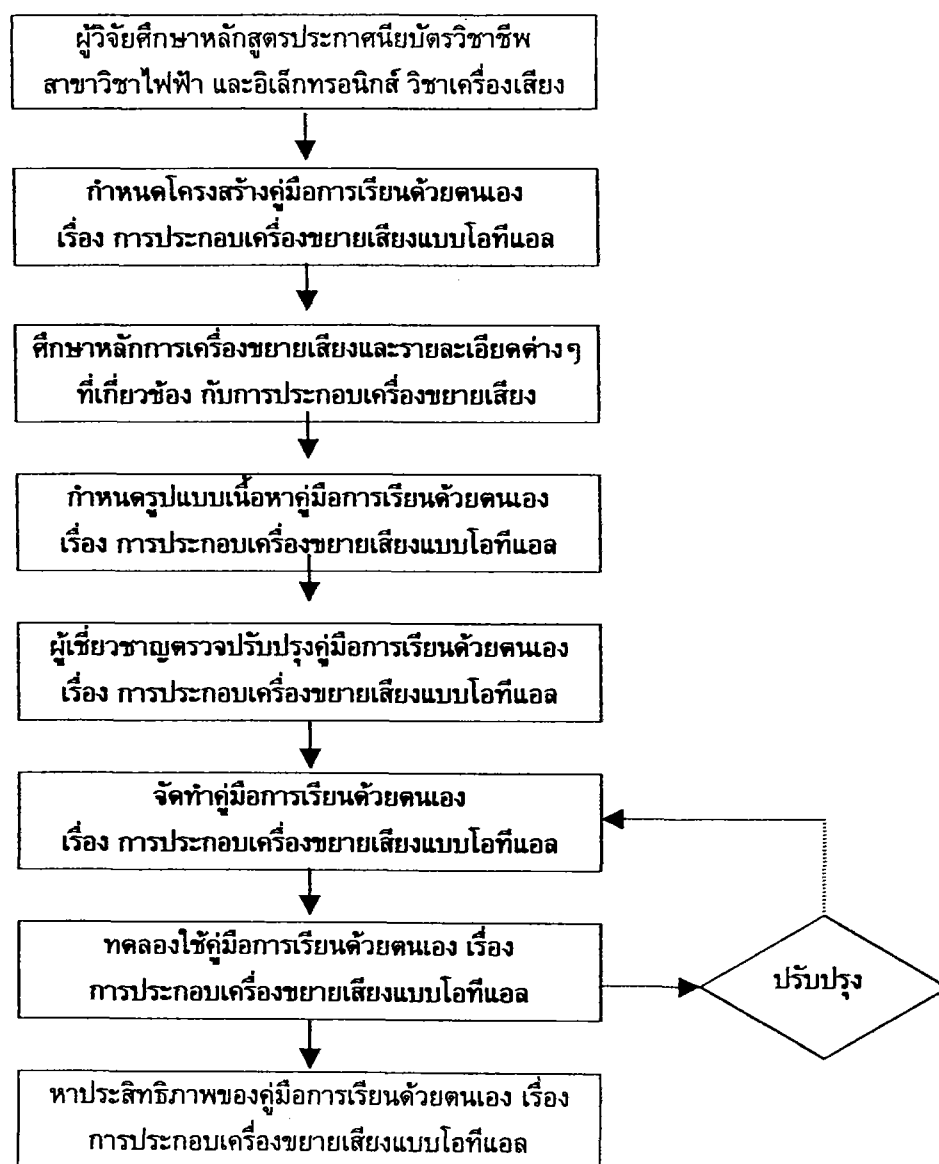
3.2 การทดลองคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเบื้องต้น ครั้งที่ 2 เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงที่ผ่านแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ ดี ปานกลาง และอ่อน ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และได้จัดบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ก่อนนำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาเครื่องเสียงมาใช้ทดลองจริง

3.3 ทดลองคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจริง ผู้วิจัยได้ติดต่ออาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ปฏิบัติงานการประกอบเครื่องขยายเสียงของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ทดลองการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม โดยทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ออกหนังสือขอความอนุเคราะห์การเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัยทดลองการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล จากนั้นผู้วิจัยได้นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มาดำเนินการทดลองใช้กับนักเรียนสาขา

วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยให้นักเรียนใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ระหว่างการใช้ และหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล แล้วนำผลที่ได้จากการทดลอง คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

3.4 การประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ระหว่างที่นักเรียนกำลังใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผู้วิจัยได้นำเอาแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงระหว่างการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มาทดสอบนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง แล้วเก็บผลการทดสอบไว้ หลังจากการใช้คู่มือเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ครอบคลุมคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มาทำการทดสอบนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำคะแนนการทดสอบปฏิบัติจากการประกอบเครื่องขยายเสียง มาหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง

4. การดำเนินการสร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ภาพประกอบ 31 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ในการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพคำดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง โดยใช้วิธีของโรวินลีย์และแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 42) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของคู่มือการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5.2 สถิติการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง (กรมวิชาการ. 2544 : 162) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad E1 = \left[\frac{\sum X1/N}{A} \right] \times 100$$

$$\text{สูตร} \quad E2 = \left[\frac{\sum X2/N}{B} \right] \times 100$$

E1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการดำเนินการกิจกรรมตามคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

E2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของการดำเนินการกิจกรรมตามคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

X1 แทน คะแนนประเมินความสามารถในแต่ละกระบวนการ

X2 แทน คะแนนประเมินความสามารถในผลลัพธ์

A แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินความสามารถแต่ละขั้นตอนในการดำเนินการกิจกรรม

B แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินการทดสอบหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

N แทน จำนวนนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาวิจัยในการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู โดยวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน
2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน
3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน

นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ และแบบสอบถาม เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ไปทดลอง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 1 คน คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู ที่มีผลการเรียนระดับปานกลาง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และนำมาปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ได้ผลการพิจารณา ดังนี้

ตาราง 1 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน

แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน	1	80	53	66.25	75
คะแนนทดสอบหลังเรียน	1	80	58	72.50	75

จากตาราง 1 ผลปรากฏว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล นักเรียนทำแบบการทดสอบระหว่างเรียนได้ 53 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.25 และทำแบบการทดสอบหลังเรียนได้ 58 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.50 คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 66.25 / 72.50 จากนั้นผู้วิจัยนำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ไปปรับปรุงให้ดีขึ้น ก่อนนำไปใช้ทดลองสอนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน

นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ และแบบสอบถาม เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 3 คน คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู ที่มีผลการเรียนระดับ ดี ปานกลาง และอ่อน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและนำมาปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ได้ผลการพิจารณา ดังนี้

ตาราง 2 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน

แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน	3	240	186	77.50	75
คะแนนทดสอบหลังเรียน	3	240	195	81.25	75

จากตาราง 2 ผลปรากฏว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล นักเรียนทำแบบการทดสอบระหว่างเรียนได้ 186 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 240 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.50 และทำแบบการทดสอบหลังเรียนได้ 195 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 240 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.25 คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.50/81.25 จากนั้นผู้วิจัยนำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ไปปรับปรุงให้ดีขึ้น ก่อนนำไปใช้ทดลองสอนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน

นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล และแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 25 คน คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ได้ผลการพิจารณา ดังนี้

ตาราง 3 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้
กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน

แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ			คะแนนประเมินผลชิ้นงาน		
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	E1(%)	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	E2(%)
1	250	201	80.40	250	203	81.20
2	250	210	84.00	250	210	84.00
3	250	182	72.80	250	197	78.80
4	250	166	66.40	250	192	76.80
5	250	158	63.20	250	194	77.60
6	250	190	76.00	250	197	78.80
7	250	180	72.00	250	207	82.80
8	250	200	80.00	250	206	82.40
รวม	2000	1487	74.35	2000	1606	80.30

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ประสิทธิภาพระหว่างคะแนนรวมแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ระหว่างเรียน (E1) ต่อคะแนนรวม แบบการทดสอบหลังเรียน (E2) ของแต่ละแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ มีดังนี้

1. หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.40/81.20
2. การเขียนแบบวงจรบนแผ่นปริ้นท์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.00/84.00
3. การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์และเจาะรูหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 72.80/78.80
4. การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 66.40/76.80
5. การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 63.20/77.60
6. การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.00/78.80
7. การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 72.00/82.80
8. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.00/82.40

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ประกอบด้วยเนื้อหาแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 8 ขั้นตอน โดยผลการศึกษาประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยรวมมีประสิทธิภาพ 74.35/80.30 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะการวิจัย

การศึกษางานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ความมุ่งหมายการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง

สมมติฐานการวิจัย

คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่ได้พัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองขึ้นนี้ นักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์สามารถนำไปใช้เรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยได้ทดลองหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

3.1 การทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเบื้องต้น ครั้งที่ 1 เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ซึ่งผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน ระหว่างการทดลองใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมสัมภาษณ์นักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และได้จัดบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง

3.2 การทดลองคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองเบื้องต้น ครั้งที่ 2 เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงที่ผ่านแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ ดี ปานกลาง และอ่อน ของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และได้จัดบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อปรับ

ปรังคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ก่อนนำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาเครื่องเสียงมาใช้ทดลองจริง

3.3 กาททดลองคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจริง ผู้วิจัยได้ติดต่ออาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ปฏิบัติงานการประกอบเครื่องขยายเสียงของนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ทดลองการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม โดยทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ออกหนังสือขอความอนุเคราะห์การเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัยทดลองการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล จากนั้นผู้วิจัยได้นำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มาดำเนินการทดลองใช้กับนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยให้นักเรียนใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติระหว่างการใช้ และหลังการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

3.4 การประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระหว่างที่นักเรียนกำลังใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้นำเอาแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงระหว่างการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มาทดสอบนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง แล้วเก็บผลการทดสอบไว้ หลังจากการใช้คู่มือเรียนรู้ด้วยตนเองครบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบ มาทำการทดสอบนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำคะแนนการทดสอบภาคปฏิบัติการประกอบเครื่องขยายเสียง มาหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษางานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง สำหรับการเรียนรู้ปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบโครงสร้างของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ คำแนะนำ ลักษณะรายวิชา เครื่องเสียง หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วิธีตัดแผ่นปริ้นท์ การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์ รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การระบายความร้อนของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การติดตั้งสายไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง การติดตั้งสายลำโพง สายสัญญาณ อุปกรณ์ประเภทแฉก อุปกรณ์ประเภทข้อต่อ และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

ดังนั้น การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยรูปแบบของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วสรุปผลการพิจารณา คือ เนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความถูกต้องสมบูรณ์ตามแบบประเมินความเที่ยงตรง

เชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสรุปผลการพิจารณาประเมินเนื้อหาโครงสร้างคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความเที่ยงตรง และความถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนที่ใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความรู้ความเข้าใจ สามารถนำไปปฏิบัติงานสำหรับการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

2. การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง มีประสิทธิภาพดังนี้ คือ แบบการทดสอบที่ 1 หลักการเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.40/81.20 แบบการทดสอบที่ 2 การเขียนแบบวงจรลงแผ่นปริ้นท์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.00/84.00 แบบการทดสอบที่ 3 การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์ และเจาะรูขั้วอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.80/78.80 แบบการทดสอบที่ 4 การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 66.40/76.80 แบบการทดสอบที่ 5 การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 63.20/77.60 แบบการทดสอบที่ 6 การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.00/78.80 แบบการทดสอบที่ 7 การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.00/82.80 แบบการทดสอบที่ 8 การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/82.40 และประสิทธิภาพของแบบการทดสอบรวมทั้งหมด 8 แบบการทดสอบ ดังนั้น การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล โดยรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.35/80.30 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง สำหรับการเรียนรู้ปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง โดยมีรูปแบบของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย ดังนี้ คือ คำชี้แจงการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วัตถุประสงค์ ลักษณะรายวิชาเครื่องเสียง หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วิธีตัดแผ่นปริ้นท์ การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์ รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การติดตั้งสายไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง การติดตั้งสายลำโพงของเครื่องขยายเสียง สายสัญญาณ อุปกรณ์ประเภทจัด อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

2. การหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผลการศึกษาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู ปรากฏว่าประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 สำหรับการเรียนรู้ภาคปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง เมื่อนักเรียนศึกษาจากคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองจะมีรูปแบบการนำเสนอที่เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงที่ชัดเจน โดยระหว่างปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง นักเรียนได้ทำแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล จำนวน 8 ขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ความสามารถเข้าใจ กิจกรรมการเรียนรู้ภาคปฏิบัติวิชาเครื่องเสียง เตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงานวิชาเครื่องเสียง มีความรู้ เทคนิคและวิธีการ

ปฏิบัติงาน สามารถใช้บำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องทดสอบและอุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินงานตามขั้นตอน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ เจตคติและมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ประสิทธิภาพตรงในการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี และพร้อมที่จะประกอบอาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยผลการศึกษาวิจัย ประสิทธิภาพคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ผู้วิจัยได้พัฒนา และหาประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยรวมมีประสิทธิภาพ 74.35/80.30 เป็นไปตามเกณฑ์ มาตรฐาน 75/75

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เกรียงไกร เมธาวังศ์ (2543 : 75) ได้สร้างคู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม เพื่อพัฒนาหลักสูตรการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ของบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ผลการวิจัยพบว่า คู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม มีประสิทธิภาพ 88.00/92.95 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ สะเทือน ภาคิเกตุ (2543 : 39) ได้สร้างสื่อสถานการณ์จำลองทดสอบโปรแกรมควบคุม สำหรับการฝึกอบรม หลักสูตรโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อสถานการณ์จำลองทดสอบโปรแกรม ควบคุม มีประสิทธิภาพ 82.20/84.94 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ สุธิรา คงสมนาม (2543 : 56) ได้พัฒนาชุดประลองไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลอง วิชาวงจร ไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองไฟฟ้า กระแสตรง มีประสิทธิภาพ 81.56/83.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ สุมณ กล้าหาญ (2543 : 99) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่อง โครงสร้างชิ้นส่วน และหลักการทำงานของ เครื่องยนต์ วิชา ช 0252 ช่างซ่อมรถจักรยานยนต์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 88.44/86.10 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ อนันท์ อนันตสมบุรณ์ (2544 : 107) ได้สร้างคู่มือการบำรุงรักษา เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง สำหรับพนักงานช่างเทคนิคของฝ่ายโทรศัพท์นครหลวง องค์การโทรศัพท์แห่ง ประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการบำรุงรักษา มีประสิทธิภาพ 82.80/85.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ ประภาศรี โพธิ์ทอง (2545 : 66) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาการออกแบบลวดลายเครื่องหนัง หลักสูตรศิลปบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 82.27/86.38 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยของ เบญจพร ผ่องแผ้ว (2545 : 50) ได้สร้างคู่มือการจัดกิจกรรมโฮมรูม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการจัดกิจกรรมโฮมรูม มีประสิทธิภาพ 77.14/78.57 สูงกว่าเกณฑ์ 60/60 และสอดคล้องผลการวิจัยของถวิล นิลสม (2545 : 37) ได้สร้างคู่มือการใช้ กล้องสำรวจประมวลผล ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ช่วยช่างสำรวจ ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการใช้กล้อง สสำรวจประมวลผล มีประสิทธิภาพ 84.83/93.83 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ดังนั้น คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง มีวิธีการปฏิบัติงาน ด้วยเครื่องมือ และวัสดุ อุปกรณ์ในการทำงาน เทคนิค ทักษะกระบวนการ ได้รับประสบการณ์ตรงวิชาชีพ ด้านงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเตรียมความพร้อมที่จะออกไปประกอบอาชีพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. จากผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้สำหรับการเรียนปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ช่วยส่งเสริมนักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พื้นฐานในด้านเทคนิควิธีการปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ควรเพิ่มเนื้อหาเรื่องเฉพาะรายละเอียดในกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้นำไปใช้สำหรับผู้สนใจทั่วไป สามารถปฏิบัติงานถูกต้องตามลำดับขั้นตอน และทักษะพื้นฐานในงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้

2. การจัดทำคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นตอนการปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียง ให้มีความสมบูรณ์ ควรศึกษาข้อมูลของผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์เรื่องเฉพาะด้าน เพื่อให้กลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสมบูรณ์มากขึ้น

3. การจัดซื้อวัสดุฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง สำหรับนักเรียนต้องจัดซื้อวัสดุฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลำตัว เพราะงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่เพียงพอ เนื่องจากผู้เรียนต้องทำงานปฏิบัติในวิชาอื่น ส่งอาจารย์ผู้สอนพร้อมกัน ดังนั้น สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ควรจัดวางแผนงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในแต่ละภาคการศึกษา ให้กับนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดซื้อวัสดุฝึกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนรู้ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการวิจัยคู่มือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านวิชาชีพเฉพาะสาขาช่างอุตสาหกรรม สำหรับการเรียนรู้ปฏิบัติงาน ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาอื่น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนปฏิบัติงานในการเริ่มประกอบอาชีพช่างอุตสาหกรรม

2. ควรศึกษาพัฒนารูปแบบคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับการเรียนรู้ภาคปฏิบัติงานวิชาชีพเฉพาะสาขา และส่งเสริมกิจกรรมภาคปฏิบัติด้านคุณลักษณะส่วนตัวในการทำงานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ เช่น ความอดทน ความขยันหมั่นเพียร ตรงต่อเวลา มนุษยสัมพันธ์ที่ดี และมีจรรยาบรรณในวิชาชีพ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานด้านการปฏิบัติงาน เทคนิค ทักษะในการพัฒนาตนเองให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการประกอบอาชีพช่างอุตสาหกรรม

3. ควรศึกษาการสร้างคู่มือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบบูรณาการ ที่ระดับเนื้อหาประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาเฉพาะส่วนที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ผูกคิควินิจฉัย แก้ปัญหา และการตัดสินใจในสถานการณ์ที่นักเรียนอาจพบขณะปฏิบัติงานช่าง และสามารถประยุกต์ใช้งานด้านวิชาชีพงานช่างอุตสาหกรรม

4. ควรศึกษาวิจัยการประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน มาตรวจสอบพิจารณา เพื่อหาจุดที่จะพัฒนาและสร้างรูปแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงคุณลักษณะ เป็นผลจากการเรียนรู้ เพื่อที่จะสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ กรณีที่เกิดข้อบกพร่องในระหว่างปฏิบัติงานช่างอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เวียงสุวรรณ. (2541). หนังสือคู่มือการเรียนการสอน กลุ่มวิชาการงานและอาชีพ งานช่างพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : บริษัท อักษรเจริญทัศน์ จำกัด.
- กานดา พูนลาภทวี. (2530). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน จำกัด อรุณการพิมพ์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2543). การจัดการเครือข่าย กลยุทธ์สำคัญสู่ความสำเร็จของการปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด.
- เกรียงไกร เมธาวังศ์. (2543). การสร้างคู่มือเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จूरพร ศรวงศ์. (2544). การพัฒนาชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง สำหรับข้าราชการบรรจุใหม่ของกรมที่ดิน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยวัฒน์ ลิ้มพจรจิตวิไล. (2538). คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ชูศักดิ์ เปลี่ยนคู่. (2536). เอกสารประกอบการสอนการประชุมปฏิบัติการพัฒนาต้นแบบคู่มือการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1-2 ภาควิชาครูศาสตร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2535). สรุปรายงานการวิจัย เรื่อง การจัดฝึกภาคปฏิบัติให้มีความสามารถในการทำงานสอดคล้อง กับ ของความต้องการตลาดแรงงาน. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี.
- _____. (2537). สรุปรายงานการวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพการอาชีวศึกษาประสิทธิภาพระบบการผลิต. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี.
- _____. (2545). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2549). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี.
- ถวิล นิลสม. (2545). การสร้างคู่มือการใช้กล้องสำรวจประมวลผล ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ช่วยช่างสำรวจ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2539). การเขียนหนังสือส่งเสริมการอ่าน และหนังสือการอ่านเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ : บริษัท ดันอ้อ แกรมมี จำกัด.
- ธนากร ศิริพิทักษ์. (2542). ทฤษฎีเครื่องเสียง. กรุงเทพฯ : บริษัท สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.
- ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. รศ.ดร. (2542). การบริหารอาชีวศึกษา และเทคนิคการศึกษาเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นิภา เมธาวิชัย. (2536). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : พิธีการพิมพ์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). การวัด และประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์.

- เบญจพร ผ่องแผ้ว. (2545). การสร้างคู่มือการจัดกิจกรรมโฮมรูม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม). ปริญญาโท กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประกาศรี โพธิ์ทอง. (2545). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย วิชาการออกแบบวาดลายเครื่องหนัง หลักสูตรศิลปบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.ปริญญาโท กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปานเพชร ชินินทร. (2544). วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมราชวมงคล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- ปรีชา ช่างขวัญยืน. (2539). เทคนิคการเขียน และการผลิตคำขวัญ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2542). การจัดการ และบริหารอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). หลักการวัด และการประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- พันธุ์ศักดิ์ พุฒินาคนพวงศ์. (2535). ทฤษฎีเครื่องเสียง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ส่งเสริมอาชีวศึกษา.
- _____. (2538). ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- _____. (2538). ปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ไพโรจน์ เบาใจ. (2545). คณะกรรมการนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2545 (เรื่อง เทคโนโลยีทางด้านจริยธรรม). กรุงเทพฯ : ทุ ที ฟรินดิง.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2543). การประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : บริษัท อักษรภาพพิมพ์ จำกัด.
- มนัส ประเทืองจิตร. (2542). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกราฟิกเบื้องต้น สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข. ปริญญาโท กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิชาการ,กรม. (2544). ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- วีระ สุภากิจ. (2545). คณะกรรมการนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2545 (เรื่อง เส้นทางสู่ มหามัณฑิต ดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ : ทุ ที ฟรินดิง.
- วันเพ็ญ วรวงศ์พงศา. (2545). คณะกรรมการนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2545 (เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการ). กรุงเทพฯ : ทุ ที ฟรินดิง.
- ศึกษาธิการ,กระทรวง. (2545). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศึกษานิเทศก์,หน่วย. (2545). แนวทางการตรวจสอบ ทบทวน และปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร.
- สมปราชญ์นา วงศ์บุญหนัก. (2541). การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2536). หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ว016 สังกัด
อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- สาคร อัมจักร. (2545). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนา แบบปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม
ร่วมในโรงเรียนพระปริยัติธรรม. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สะท้อน ภาทิเกตุ. (2543). การสร้างสื่อสถานการณ์จำลองทดสอบโปรแกรมควบคุม สำหรับการฝึกอบรม
หลักสูตรโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2527). เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- สุทธิดา คงสมนาม. (2543). การพัฒนาชุดประลองไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ สำหรับการสอน
ปฏิบัติ การทดลอง วิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมณ กล้าหาญ. (2543). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่อง โครงสร้างชิ้นส่วน
และหลักการทำงานของเครื่องยนต์ วิชา ช 0252 ช่างซ่อมรถจักรยานยนต์ หลักสูตรมัธยมศึกษา
ตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). ปรินิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณมาลี นาคเสน. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอน Group
Investigatin เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- อนันท์ อนันตสมบุรณ์. (2544). การสร้างคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง สำหรับพนักงาน
ช่างเทคนิคของฝ่ายโทรศัพท์นครหลวง องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย. ปรินิพนธ์ กศ.ม.
(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อลงกรณ์ กุสุจิต. (2543). การพัฒนาหนังสือการ์ตูนเพื่อการเรียนด้วยตนเอง ชุดการทำมาหากิน สำหรับนัก
เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์มณี. (2544). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นเลิศ. กรุงเทพฯ : บริษัท ธนัทธการ
พิมพ์จำกัด.
- Eisenkraft,A.J.(1986,August). "The Effect of Computer Simulation Experiments and Traditional
Laboratory Experiments on Subsequent Transfer Tasks in High School Physics Course,"
Abstracts International : 3724A.
- James,stone. (1975,June). "The Effect Of Individualized Learning Activity Package In Mathematics on
The Academic Achievement of Seven Grade Student In The Demopolis City School,"
Abstracts International : 609A.

- Mc Curry, E.N. (1988, March). *"The Effect of Microcomputer Drill and Practice on Achievement and Attitude in General Physics Class at Two Year Liberal Arts College,"* Abstracts International : 1108A.
- Stranitz and Malone. (1987, May). *"Preservice Teachers Acquisition and Retention of Integrated Science Process Skill : A Comparison of Teachers Directed and Self-Instructional Strategies,"* Journal of Research in Teaching : 60.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายชื่อ และหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

1. นายสมภพ เพ็งเพ่งพิศ
ตำแหน่ง วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา
การศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถานที่ทำงาน บริษัท แอลจีมีตร อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
2. อาจารย์สุรพงษ์ ศรีวินิจ
ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ 7 วิชาชีพ
การศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
สถานที่ทำงาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ
3. อาจารย์ประเสริฐ ลิ้มสุขวัฒน์
ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ 7 วิชาชีพ
การศึกษา ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ
4. อาจารย์ดาวรุ่ง โตใหญ่
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
การศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์
สถานที่ทำงาน คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู
5. อาจารย์เอกชัย ม่วงรอดภัย
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
การศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถานที่ทำงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคโนโลยีธนบุรี



ที่ ทม 1012/4646

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท แอลจีเมโทร อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายสมภพ เพ็งเพ่งพิศ วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแบบทดสอบแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL แผนการสอน วิชาเครื่องเสียง และแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน ให้ นายอำนาจ ผ่องศรี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731



ที่ ทม 1012/๕๕๕๗

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาเอกชน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายสุรพงษ์ ศรีวินิจ ศิษยานิเทศก์ 7 วิชาชีพ และ นายประเสริฐ ลิ้มสุขวัฒน์ ศิษยานิเทศก์ 7 วิชาชีพ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง และแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน ให้ นายอำนาจ ผ่องศรี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4454322 มือถือ 01-5604717



ที่ ทม 1012/ค 648

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ดาวรุ่ง โคใหญ่ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง และแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน ให้ นายอำนาจ ผ่องศรี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

ที่ ทม 1012/4649



71

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 มิถุนายน 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีธนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เอกชัย ม่วงรอดภัย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ แบบการทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง และแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียง แบบ OTL

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ แผนการสอน และแบบประเมิน ให้ นายอำนาจ ผ่องศรี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4454322 มือถือ 01-5604717

ภาคผนวก ข.

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการพัฒนาเครื่องมือ และการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ที่ ทม 1012/ 5269



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

// กรกฎาคม 2546

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แบบสอบถาม แผนการสอน และแบบหลักเกณฑ์การประเมิน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอใช้สถานที่ทดลองสอน วิชาเครื่องเสียงกับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งเป็นกลุ่มตัวอย่างทดสอบภาคปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล และตอบแบบสอบถามคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล และขอให้อาจารย์ผู้สอนกรอกแบบหลักเกณฑ์การประเมินให้คะแนน ในระหว่างเดือนสิงหาคม - กันยายน 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายอำนาจ ผ่องศรี ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4454322 มือถือ 01-5604717

ที่ ศธ 0519.12/6541



บัณฑิตวิทยาลัย

74

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๙ กันยายน 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแผนการสอน

เนื่องด้วย นายอำนาจ ผ่องศรี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอใช้สถานที่สอนวิชาเครื่องเสียง กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ภาคปกติ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ห้องเรียน และทำแบบทดสอบ ภาคนปฏิบัติ เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบ OTL ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2546 – กุมภาพันธ์ 2547

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายอำนาจ ผ่องศรี ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4454322 มือถือ 01-5604717

ภาคผนวก ค.
แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

คำชี้แจง

1. สิ่งที่น่ามาใช้ประเมินคือ แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง
2. การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล ของวิชาเครื่องเสียง โดยให้ท่านแสดงความคิดเห็นต่อรายการเนื้อหาวิชาเครื่องเสียง ซึ่งสามารถจำแนกผลของการพิจารณาได้ดังนี้

ถูกต้องสมบูรณ์	ให้เท่ากับ +1
ไม่แน่ใจ	ให้เท่ากับ 0
ไม่ถูกต้องสมบูรณ์	ให้เท่ากับ -1

โดยการใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการพิจารณารายการเนื้อหาที่จะประเมินตามคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุต	.....	.....	.....	
	1.2 ภาคปรีแอมป์	.....	.....	.....	
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	.....	.....	.....	
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	.....	.....	.....	
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	.....	.....	.....	
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	.....	.....	.....	
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์				
3.	วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์				
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์				
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์				
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์				
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ				
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์				
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า				
10.	การติดตั้งสายลำโพง				
11.	สายสัญญาณ				
12.	อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค				
13.	อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ				
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง				

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

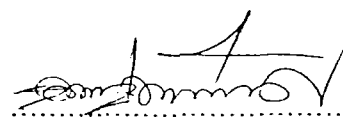
(.....)

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุท	✓	.....	.....	
	1.2 ภาคปริแอมป์	✓	.....	.....	
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	✓	.....	.....	
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	✓	.....	.....	
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	✓	.....	.....	
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	✓	.....	.....	
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
3.	วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์	✓			
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์	✓			
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		✓		
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า	✓			
10.	การติดตั้งสายลำโพง	✓			
11.	สายสัญญาณ	✓			
12.	อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค	✓			
13.	อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ	✓			
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	✓			

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อ



(นายสมภพ เพ็งเพ่งพิศ)

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุท	✓			
	1.2 ภาคปริแอมป์	✓			
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	✓			
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	✓			
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	✓			
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	✓			
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
3.	วิธีการจัดแผ่นปริ้นท์	✓			
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์	✓			
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓			
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์		✓		
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า	✓			
10.	การติดตั้งสายลำโพง	✓			
11.	สายสัญญาณ	✓			
12.	อุปกรณ์ประเภทแฉีก	✓			
13.	อุปกรณ์ประเภทเชื่อมต่อ	✓			
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	✓			

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ปณ ๒๖ กองช่าง และ ๒๐๖๖๖๖.

ลงชื่อ
(อาจารย์สุรพงษ์ ศรีวินิจ)

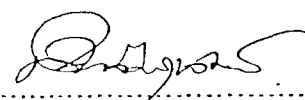
แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุท	✓			
	1.2 ภาคปริแอมป์	✓			
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	✓			
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	✓			
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	✓			
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	✓			
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
3.	วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์	✓			
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์		✓		
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓			
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า	✓			
10.	การติดตั้งสายลำโพง	✓			
11.	สายสัญญาณ	✓			
12.	อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค		✓		
13.	อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ	✓			
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	✓			

เสนอแนะอื่นๆ

พบข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Software) ไม่พบข้อผิดพลาดของ
ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ไม่พบข้อผิดพลาดของเนื้อหาที่จัดทำขึ้นในคู่มือ
พบข้อผิดพลาดเล็กน้อย 1 ข้อ

ลงชื่อ



(อาจารย์ประเสริฐ ลิ้มสุขวัฒน์)

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุต	✓			
	1.2 ภาคปริแอมป์	✓			
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	✓			
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	✓			
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	✓			
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	✓			
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์		✓		
3.	วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์	✓			
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์	✓			
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	✓			
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓			
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	✓			
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า	✓			
10.	การติดตั้งสายลำโพง	✓			
11.	สายสัญญาณ	✓			
12.	อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค	✓			
13.	อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ	✓			
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	✓			

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ



(อาจารย์ดาวรุ่ง โตใหญ่)

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลำดับที่	เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		ถูกต้อง สมบูรณ์	ไม่แน่ใจ	ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์	
1.	หลักการทำงานของระบบเครื่องขยายเสียง				
	1.1 ภาคอินพุท	.....✓.....	.....	.....	
	1.2 ภาคปริแอมป์	.....✓.....	.....	.....	
	1.3 ภาคโทนคอนโทรล	.....✓.....	.....	.....	
	1.4 ภาคไดร์เวอร์	.....	.....✓.....	.....	
	1.5 ภาคเพาเวอร์แอมป์	.....✓.....	.....	.....	
	1.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	.....✓.....	.....	.....	
2.	การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	.....✓.....	.....	.....	
3.	วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์	.....✓.....	.....	.....	
4.	การเขียนลายทองแดงลงบนแผ่นปริ้นท์	.....✓.....	.....	.....	
5.	รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	.....	.....✓.....	.....	
6.	การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	.....✓.....	.....	.....	
7.	การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	.....✓.....	.....	.....	
8.	การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	.....✓.....	.....	.....	
9.	การติดตั้งสายไฟฟ้า	.....✓.....	.....	.....	
10.	การติดตั้งสายลำโพง	.....✓.....	.....	.....	
11.	สายสัญญาณ	.....✓.....	.....	.....	
12.	อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค	.....✓.....	.....	.....	
13.	อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ	.....	.....✓.....	.....	
14.	อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	.....	.....✓.....	.....	

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ในคู่มือจะขาดข้อมูลการเดินสายจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าเครื่อง
ในคู่มือที่หน้า ๑๔ จะขาดการไปเดินเพิ่มเส้นได้ เพื่อความเข้าใจให้ชัดเจนว่าสายสัญญาณ

ลงชื่อ เอกชัย ม่วงรอดภัย
(อาจารย์เอกชัย ม่วงรอดภัย)

ผลรวมการประเมินคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน⁸³
ที่ได้พิจารณา คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

เนื้อหาที่ประเมิน	ผลการประเมิน			ผลรวม	IOC	เกณฑ์	
	+1	0	-1			ผ่าน	ไม่ผ่าน
ภาคอินพุท	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
ภาคปริแอมป์	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
ภาคทรคอนโทรล	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
ภาคไดร์เวอร์	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
ภาคเพาเวอร์แอมป์	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
ภาคแหล่งจ่ายไฟ	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
การเขียนแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
วิธีการตัดแผ่นปริ้นท์	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
การเขียนลายทองแดงบนแผ่นปริ้นท์	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
รายการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
การระบายความร้อนอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
การติดตั้งสายไฟฟ้า	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
การติดตั้งสายลำโพง	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
สายสัญญาณ	5	-	-	5	1.0	ผ่าน	-
อุปกรณ์ประเภทแจ๊ค	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
อุปกรณ์ประเภทขั้วต่อ	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-
อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง	4	1	-	4	0.8	ผ่าน	-

ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้พิจารณา ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะ คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียง โดยผลการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) และการวิเคราะห์ข้อมูลตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบลตัน (Rowinelli and Habletion)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของคู่มือการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ถือว่า คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล วิชาเครื่องเสียงสามารถนำมาใช้เรียนภาคปฏิบัติงานประกอบเครื่องขยายเสียงได้

ภาคผนวก ง.
แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง

แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

สัปดาห์ที่	เนื้อหารายละเอียด	เวลาเรียน	กิจกรรมอาจารย์	กิจกรรมนักศึกษา	สื่ออุปกรณ์	การวัด และประเมินผล
1	ชี้แจงการเรียนการสอนวิชาเครื่องเสียง	150 นาที	บรรยาย	1. ฟังบรรยาย 2. สนทนาซักถาม	1. แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง	1. ความสนใจ 2. ความตั้งใจ
2	ลักษณะของเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ	150 นาที	บรรยายลักษณะของเครื่องขยายเสียงแบบต่างๆ	1. ฟังบรรยาย 2. สนทนาซักถาม 3. ร่วมแสดงความคิดเห็น	1. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเครื่องเสียง	1. ความสนใจ 2. ถามตอบ 3. แบบการทดสอบ
3	ระบบการทำงานเครื่องขยายเสียง	150 นาที	บรรยายระบบการทำงานเครื่องขยายเสียง	1. ฟังบรรยาย 2. สนทนาซักถาม 3. ร่วมแสดงความคิดเห็น	1. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเครื่องเสียง	1. ความสนใจ 2. ถามตอบ 3. แบบการทดสอบ
4	ระบบการทำงานเครื่องขยายเสียง	150 นาที	บรรยายระบบการทำงานเครื่องขยายเสียง	1. ฟังบรรยาย 2. สนทนาซักถาม 3. ร่วมแสดงความคิดเห็น	1. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเครื่องเสียง	1. ความสนใจ 2. ถามตอบ 3. แบบการทดสอบ

แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับที่	เนื้อหารายละเอียด	เวลาเรียน	กิจกรรมอาจารย์	กิจกรรมนักศึกษา	สื่ออุปกรณ์	การวัด และประเมินผล
5	การเลือกวงจรขยายแบบต่างๆ	150 นาที	บรรยายการเลือก วงจรขยายแบบต่างๆ	1. ฟังบรรยาย 2. สนทนาซักถาม 3. ร่วมแสดงความคิดเห็น	1. เอกสารประกอบการ เรียนวิชาเครื่องเสียง	1. ความสนใจ 2. ถามตอบ 3. แบบการทดสอบ
6	การเขียนแบบวงจรเครื่องขยายเสียง แบบโอทีแอล	150 นาที	1. บรรยาย 2. มอบหมายงาน	1. ปฏิบัติงาน 2. สนทนาซักถาม 3. ร่วมแสดงความคิดเห็น	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. อุปกรณ์การเขียนแบบ วงจร	1. แบบวงจร 2. ถามตอบ 3. แบบการทดสอบ
7	การออกแบบลายวงจรเครื่องขยายเสียง แบบโอทีแอล และภาคจ่ายไฟ	150 นาที	1. บรรยาย 2. มอบหมายงาน	1. ปฏิบัติงาน 2. สนทนาซักถาม 2. ตรวจสอบแบบวงจร	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. อุปกรณ์การเขียนแบบ	1. แบบวงจร 2. แบบการทดสอบ
8	การบัดบัดบัดลายวงจรภาคจ่ายไฟและ วงจรเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล	150 นาที	1. บรรยาย 2. มอบหมายงาน	1. ปฏิบัติงาน 2. สนทนาซักถาม 2. ตรวจสอบแบบวงจร	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมืออุปกรณ์	1. แบบวงจรแผ่นปริ้นท์ 2. แบบการทดสอบ

แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

สัปดาห์ที่	เนื้อหารายละเอียด	เวลาเรียน	กิจกรรมอาจารย์	กิจกรรมนักศึกษา	สื่ออุปกรณ์	การวัด และประเมินผล
9	การเจาะรูขุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นปริ้นท์	150 นาที	1. บรรยาย 2. มอบหมายงาน 3. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงาน 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือการเจาะรูขุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1. แบบวงจรแผ่นปริ้นท์ 2. แบบการทดสอบ
10	การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานการตรวจวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือวัด	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
11	การบัดกรีขุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานการลงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. อุปกรณ์การบัดกรี	1. แบบวงจร 2. แบบการทดสอบ
12	การทดสอบวงจรแหล่งจ่ายไฟ	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานทดสอบวงจรภาควงจรแหล่งจ่ายไฟ 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือวัด	1. แบบวงจร 2. ระบบแบบการทดสอบ

แผนการสอนวิชาเครื่องเสียง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

สัปดาห์ที่	เนื้อหารายละเอียด	เวลาเรียน	กิจกรรมอาจารย์	กิจกรรมนักศึกษา	สื่ออุปกรณ์	การวัด และประเมินผล
13	การทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์แบบโอทีแอล	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานทดสอบวงจร 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือวัด	1. วงจรเพาเวอร์แอมป์ 2. แบบการทดสอบ
14	การทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล 30 วัตต์	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานทดสอบ 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือวัด	1. คุณสมบัติเครื่องเสียง 2. แบบการทดสอบ
15	การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเสียง	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานการติดตั้ง 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือการติดตั้ง	1. ติดตั้งอุปกรณ์ 2. แบบการทดสอบ
16	ทดสอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล	150 นาที	1. มอบหมายงาน 2. ให้คำแนะนำ	1. ปฏิบัติงานการทดสอบ 2. ตรวจสอบ	1. คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. เครื่องมือวัด	1. ทดสอบเครื่องเสียง 2. แบบการทดสอบ

ภาคผนวก จ.

เกณฑ์การประเมินผลแบบการทดสอบ และภาคปฏิบัติวิชาเครื่องเสียง

เกณฑ์การประเมินผลแบบการทดสอบวิชาเครื่องเสียง

แบบการทดสอบที่ 1
เรื่อง หลักการเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเขียนบล็อกไดอะแกรม	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. การแยกรายการอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
3. อธิบายลักษณะการทำงานของวงจรเรกติไฟร์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
4. เขียนบล็อกไดอะแกรม และอธิบายการทำงาน	10-9 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 8-7 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 6-5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 4-3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 2-1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

แบบการทดสอบที่ 2
เรื่อง การเขียนแบบวงจรลงแผ่นปริ๊นท์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายหลักการเขียนลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้องเลย
2. อธิบายขั้นตอนการจัดแผ่นปริ๊นท์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้องเลย
3. อธิบายวิธีการเลย์เอาต์ไดอะแกรม	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้องเลย
4. อธิบายขั้นตอนการเขียนแบบลายวงจรปริ๊นท์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้องเลย

แบบการทดสอบที่ 3
เรื่อง การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์ และเจาะรูอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายหลักในการใช้กรดกัดปริ้นท์ของลายทองแดง	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. อธิบายวิธีการกำหนดตำแหน่งขาในการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. ไตโอด	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. ซีเนอร์ไตโอด	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
3. คาปาซิเตอร์	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
4. ทหรานซิสเตอร์	4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

แบบการทดสอบที่ 5
เรื่อง การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายหลักในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลงแผ่นปริ้นท์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. อธิบายขั้นตอนในการวางอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

แบบการทดสอบที่ 6
เรื่อง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายขั้นตอนการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. อธิบายขั้นตอนของเทคนิคการบัดกรี	10-9 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 8-7 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 6-5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 4-3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 2-1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
3. อธิบายขั้นตอนการถอดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	5 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แสดงเหตุผลถูกต้องเล็กน้อย 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

แบบการทดสอบที่ 7
เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. วิธีการหาค่ากำลังเอาต์พุตของ เครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล	4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทาง จะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. การวัดค่าความต้านทานอินพุท	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
3. การวัดค่ากำลังเอาต์พุท	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
4. การวัดผลตอบสนองความถี่	2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

แบบการทดสอบที่ 8
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายขั้นตอนการเดินสายไฟในเครื่องขยายเสียง	4 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกบ้าง แต่ได้แสดงแนวทางจะนำไปสู่คำตอบ 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
2. อธิบายขั้นตอนการเดินสายลำโพงของเครื่องขยายเสียง	3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย
3. อธิบายการตรวจสอบการทำงานของลำโพง	3 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกชัดเจน แสดงเหตุผลถูกต้อง 2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูก แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้คำตอบ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

เกณฑ์การประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาเครื่องเสียง

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 1
เรื่อง หลักการเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเขียนบล็อกไดอะแกรม	2 คะแนน หมายถึง เขียนบล็อกไดอะแกรมถูกต้อง และชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง เขียนบล็อกไดอะแกรมถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบ หรือเขียนบล็อกไดอะแกรม ไม่ถูกต้องเลย
2. การแยกส่วนประกอบภาคต่างๆ	3 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกส่วนประกอบภาคต่างๆ ถูกต้อง และชัดเจน 2 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกส่วนประกอบภาคต่างๆ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกส่วนประกอบภาคต่างๆ ถูกต้องบ้าง 0 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกส่วนประกอบภาคต่างๆ ไม่ถูกต้องเลย
3. อธิบายการทำงานภาคต่างๆ	3 คะแนน หมายถึง คำตอบอธิบายการทำงานภาคต่างๆ ถูกต้อง และชัดเจน 2 คะแนน หมายถึง คำตอบอธิบายการทำงานภาคต่างๆ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 1 คะแนน หมายถึง คำตอบอธิบายการทำงานภาคต่างๆ ถูกต้องบ้าง 0 คะแนน หมายถึง คำตอบอธิบายการทำงานภาคต่างๆ ไม่ถูกต้องเลย
4. การแยกรายการอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกรายการอุปกรณ์ ถูกต้อง และชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกรายการอุปกรณ์ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง คำตอบแยกรายการอุปกรณ์ ไม่ถูกต้องเลย

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 2
เรื่อง การเขียนแบบวงจรลงแผ่นปริ๊นท์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเตรียมอุปกรณ์ในการเขียนแบบวงจรลงแผ่นปริ๊นท์	2 คะแนน หมายถึง เตรียมกระดาษเขียนแบบ ดินสอเขียนแบบ ปากกาเขียนแบบ ชุดวงเวียน ยางลบ เทมเพลตสัญลักษณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทปใส และแผ่นปริ๊นท์ 1 คะแนน หมายถึง เตรียมกระดาษเขียนแบบ ดินสอเขียนแบบ ยางลบ เทมเพลตสัญลักษณ์อิเล็กทรอนิกส์ และแผ่นปริ๊นท์ 0 คะแนน หมายถึง ไม่เตรียมกระดาษเขียนแบบ ดินสอเขียนแบบ ปากกาเขียนแบบ ชุดวงเวียน ยางลบ เทมเพลตสัญลักษณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทปใส และแผ่นปริ๊นท์
2. ลักษณะลายเส้นแบบวงจร	2 คะแนน หมายถึง ลักษณะลายเส้นแบบวงจรชัดเจน ถูกต้อง 1 คะแนน หมายถึง ลักษณะลายเส้นแบบวงจรชัดเจน ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ลักษณะลายเส้นแบบวงจรไม่ถูกต้อง
3. ความสะอาดของแบบวงจร	2 คะแนน หมายถึง ความสะอาดของแบบวงจร เรียบร้อยอยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ความสะอาดของแบบวงจร เรียบร้อย อยู่ในระดับพอใช้ 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสะอาดและความเรียบร้อยของแบบวงจร
4. ความถูกต้องของแบบวงจร	3 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความถูกต้อง ความประณีต อยู่ในระดับดีมาก 2 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความถูกต้อง ความประณีต อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความถูกต้อง ความประณีต อยู่ในระดับพอใช้ 0 คะแนน หมายถึง ผลงานไม่มีความถูกต้อง ความประณีตของแบบวงจร
5. ทำงานเสร็จตามกำหนดเวลา	1 คะแนน หมายถึง เมื่อได้ส่งผลการทำงานเสร็จตามกำหนดเวลา 0 คะแนน หมายถึง ไม่ส่งผลการทำงานเสร็จตามกำหนดเวลา

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 3
เรื่อง การใช้กรดกัดแผ่นปริ้นท์ และเจาะรูอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเตรียมอุปกรณ์	1 คะแนน หมายถึง เตรียมแผ่นปริ้นท์ กรดกัดแผ่นปริ้นท์ สว่านเจาะรู ดอกสว่าน 0 คะแนน หมายถึง ไม่เตรียมแผ่นปริ้นท์ กรดกัดแผ่นปริ้นท์ สว่านเจาะรู ดอกสว่าน
2. วิธีการใช้เครื่องมือ	2 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และ สอดคล้องกับวิธี การใช้ ถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และ สอดคล้องกับวิธี การใช้ ถูกต้อง แต่ยังมี ข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม และ ไม่สอดคล้องกับวิธี การใช้
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	3 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องชัดเจน 2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้อง แต่ยัง มีข้อผิดพลาดบ้าง 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง
4. ความสะอาดของชิ้นงาน	2 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความสะอาด และเรียบร้อย อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความสะอาด และเรียบร้อย อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ผลงานไม่มีความสะอาด
5. ความถูกต้องของชิ้นงาน	2 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความถูกต้องของชิ้นงาน และ เรียบร้อย อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ผลงานมีความถูกต้องของชิ้นงาน และ เรียบร้อย อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ผลงานไม่มีความถูกต้องของชิ้นงาน

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 4
เรื่อง การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเตรียมอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง เตรียมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ครบ มัลติมิเตอร์ ไฟโตเบอร์ด และสายคียบอุปกรณ์ 1 คะแนน หมายถึง เตรียมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ครบ มัลติมิเตอร์ ไฟโตเบอร์ด และสายคียบอุปกรณ์ 0 คะแนน หมายถึง ไม่เตรียมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มัลติมิเตอร์ ไฟโตเบอร์ด และสายคียบอุปกรณ์
2. การใช้เครื่องมือ	2 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และ สอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และ สอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้อง แต่ยังมี ข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม และ ไม่สอดคล้องกับวิธีการใช้
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้อง แต่ยังมี ข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง
4. การตรวจสอบอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ถูกต้อง
5. ความถูกต้องของอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มี ความถูกต้อง อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มี ความถูกต้อง อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มี ความถูกต้อง

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 5
เรื่อง การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเตรียมอุปกรณ์	1 คะแนน หมายถึง เตรียมหัวแร้งแบบแช่ ขนาด 30 วัตต์ คีมตัดขนาดเล็ก คีมจับปากยาว คีมจับปากสั้น ตะกั่วบัดกรี เครื่องดูดตะกั่วบัดกรี 0 คะแนน หมายถึง ไม่เตรียมหัวแร้งแบบแช่ ขนาด 30 วัตต์ คีมตัดขนาดเล็ก คีมจับปากยาว คีมจับปากสั้น ตะกั่วบัดกรี เครื่องดูดตะกั่วบัดกรี
2. วิธีการใช้เครื่องมือ	2 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกับวิธีการใช้
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง
4. การจัดวางอุปกรณ์	3 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับดีมาก 2 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับพอใช้ 0 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ถูกต้อง
5. ความถูกต้องการวางอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้อง อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้อง อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มี ความถูกต้อง

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 6
เรื่อง การบัตกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. วิธีการใช้เครื่องมือ	2 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกับวิธีการใช้
2. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง
3. ความสวยงามของจุดบัดกรี	2 คะแนน หมายถึง ความสวยงามของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ความสวยงามของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้องอยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ความสวยงามของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีความถูกต้อง
4. ความสะอาดของจุดบัดกรี	2 คะแนน หมายถึง ความสะอาดของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ความสะอาดของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้องอยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ความสะอาดของจุดบัดกรี ที่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีความถูกต้อง
5. ความถูกต้องการวางอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้อง อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีความถูกต้อง อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีความถูกต้อง

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 7
เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเตรียมอุปกรณ์	1 คะแนน หมายถึง เตรียมเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียง ออสซิลโลสโคป มัลติมิเตอร์ ตัวต้านทานโหลด และสายคียบอุปกรณ์ 0 คะแนน หมายถึง ไม่เตรียมเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียง ออสซิลโลสโคป มัลติมิเตอร์ ตัวต้านทานโหลด และสายคียบอุปกรณ์
2. วิธีการใช้เครื่องมือ	2 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือเหมาะสม และสอดคล้องกับวิธีการใช้ ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกับวิธีการใช้
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้องชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง
4. การทดสอบคุณสมบัติ	3 คะแนน หมายถึง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง อยู่ในระดับดีมาก 2 คะแนน หมายถึง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง อยู่ในระดับพอใช้ 0 คะแนน หมายถึง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่องขยายเสียง ไม่ถูกต้อง
5. ความถูกต้อง	2 คะแนน หมายถึง ทดสอบคุณสมบัติวงจรเครื่องขยายเสียง มีความถูกต้อง อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง ทดสอบคุณสมบัติวงจรเครื่องขยายเสียง อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง ทดสอบคุณสมบัติวงจรเครื่องขยายเสียง ไม่มีความถูกต้อง

แบบการประเมินผลปฏิบัติงานที่ 8
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเจาะรูกล่อง	2 คะแนน หมายถึง การเจาะรูกล่องมีตำแหน่งที่เหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก 1 คะแนน หมายถึง การเจาะรูกล่องมีตำแหน่งที่เหมาะสม อยู่ในระดับดี 0 คะแนน หมายถึง การเจาะรูกล่องมีตำแหน่งไม่เหมาะสม
2. การจัดวางอุปกรณ์	2 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับพอใช้ 0 คะแนน หมายถึง การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ถูกต้อง
3. การติดตั้งสายไฟฟ้า	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายไฟฟ้าถูกต้อง ชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายไฟฟ้าถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
4. การติดตั้งสายลำโพง	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายลำโพงถูกต้อง ชัดเจน อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายลำโพงถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายลำโพงถูกต้อง ไม่ถูกต้อง
5. การติดตั้งสายสัญญาณ	2 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายสัญญาณถูกต้อง ชัดเจน อยู่ในระดับดี 1 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายสัญญาณ แต่ยัง มีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง 0 คะแนน หมายถึง ขั้นตอนการติดตั้งสายสัญญาณ ไม่มี ความถูกต้อง

ภาคผนวก จ.

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ
คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 คน

คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องเสียง										
ระหว่างเรียน(คะแนนเต็ม)										หลังเรียน(คะแนนเต็ม)
คนที่	1(10)	2(10)	3(10)	4(10)	5(10)	6(10)	7(10)	8(10)	รวม(80)	รวม(80)
1	7	8	4	8	5	6	7	8	53	58

ประสิทธิภาพของแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนวิชาเครื่องเสียง

$$E_1 = \left[\frac{\frac{53}{1}}{80} \right] \times 100\%$$

$$E_1 = 66.25\%$$

ประสิทธิภาพของแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ หลังเรียนวิชาเครื่องเสียง

$$E_2 = \left[\frac{\frac{58}{1}}{80} \right] \times 100\%$$

$$E_2 = 72.50\%$$

ดังนั้น คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 66.25/72.50 จากนั้นได้ปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองและทดลองสอนปฏิบัติ กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนและหลังเรียนวิชาเครื่องเสียง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 คน

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องเสียง									
	ระหว่างเรียน(คะแนนเต็ม)								หลังเรียน(คะแนนเต็ม)	
	1(10)	2(10)	3(10)	4(10)	5(10)	6(10)	7(10)	8(10)	รวม(80)	รวม(80)
1	9	10	8	9	6	7	8	9	66	65
2	7	8	5	9	6	8	7	8	58	62
3	8	9	7	7	6	7	10	8	62	68
รวม	24	27	20	25	18	22	25	25	186	195
เฉลี่ย	8.00	9.00	6.67	8.33	6.00	7.33	8.33	8.33	61.99	65.01

ประสิทธิภาพของแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ ระหว่างเรียนวิชาเครื่องเสียง

$$E_1 = \left[\frac{\frac{186}{3}}{80} \right] \times 100\%$$

$$E_1 = 77.50\%$$

ประสิทธิภาพของแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ หลังเรียนวิชาเครื่องเสียง

$$E_2 = \left[\frac{\frac{195}{3}}{80} \right] \times 100\%$$

$$E_2 = 81.25\%$$

ดังนั้น คู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.50/81.25 จากนั้นได้ปรับปรุงคู่มือการเรียนรู้ด้วยตนเองและทดลองสอนปฏิบัติ กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 25 คน

ตาราง 6 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	7	8
2	8	8
3	9	8
4	9	10
5	8	8
6	8	7
7	8	7
8	8	10
9	8	9
10	9	10
11	7	7
12	9	10
13	8	8
14	6	7
15	8	7
16	8	9
17	8	7
18	8	8
19	9	8
20	6	8
21	8	7
22	9	8
23	9	8
24	9	8
25	7	8
รวม	201	203
ประสิทธิภาพ	$E1 = (201/250) \times 100 = 80.40$	$E2 = (203/250) \times 100 = 81.20$

ตาราง 7 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การเขียนแบบวงจรถงบนแผ่นปริ้นท์

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	10	8
2	8	8
3	9	10
4	9	10
5	10	8
6	8	8
7	9	7
8	7	10
9	8	9
10	9	10
11	10	7
12	10	8
13	7	8
14	7	7
15	8	8
16	8	8
17	8	7
18	8	7
19	9	9
20	9	10
21	9	7
22	8	10
23	9	8
24	7	9
25	6	9
รวม	210	210
ประสิทธิภาพ	$E1 = (210/250) \times 100 = 84.00$	$E2 = (210/250) \times 100 = 84.00$

ตาราง 8 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 3 เรื่อง การใช้กรดกัดปรอทและเจาะรูหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	7	7
2	7	8
3	8	10
4	7	9
5	8	8
6	7	8
7	8	8
8	7	9
9	8	9
10	10	9
11	7	7
12	6	8
13	7	7
14	5	6
15	7	7
16	8	8
17	7	6
18	7	6
19	8	9
20	5	8
21	7	7
22	7	9
23	8	8
24	8	8
25	8	8
รวม	182	197
ประสิทธิภาพ	$E1 = (182/250) \times 100 = 72.80$	$E2 = (197/250) \times 100 = 78.80$

ตาราง 9 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 4 เรื่อง การตรวจวัดคุณลักษณะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	7	7
2	6	7
3	8	9
4	9	9
5	8	8
6	6	7
7	7	7
8	6	7
9	7	8
10	7	9
11	7	7
12	6	8
13	6	8
14	5	7
15	6	8
16	8	8
17	6	7
18	5	7
19	5	8
20	6	8
21	6	7
22	6	8
23	8	8
24	8	8
25	7	7
รวม	166	192
ประสิทธิภาพ	$E1 = (166/250) \times 100 = 66.40$	$E2 = (192/250) \times 100 = 76.80$

ตาราง 10 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 5 เรื่อง การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	7	9
2	5	8
3	6	7
4	8	10
5	8	8
6	5	8
7	6	7
8	6	9
9	8	8
10	8	8
11	7	7
12	6	8
13	4	9
14	4	7
15	5	8
16	8	7
17	6	6
18	6	6
19	5	8
20	7	8
21	4	7
22	6	8
23	8	8
24	8	8
25	7	7
รวม	158	194
ประสิทธิภาพ	$E1 = (158/250) \times 100 = 63.20$	$E2 = (194/250) \times 100 = 77.60$

ตาราง 11 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 6 เรื่อง การบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	9	10
2	6	8
3	8	7
4	9	9
5	8	9
6	6	7
7	7	7
8	7	8
9	9	9
10	8	8
11	8	7
12	9	8
13	8	8
14	7	8
15	8	8
16	8	8
17	6	8
18	7	8
19	6	8
20	6	8
21	7	6
22	8	8
23	10	7
24	7	8
25	8	7
รวม	190	197
ประสิทธิภาพ	$E1 = (190/250) \times 100 = 76.00$	$E2 = (197/250) \times 100 = 78.80$

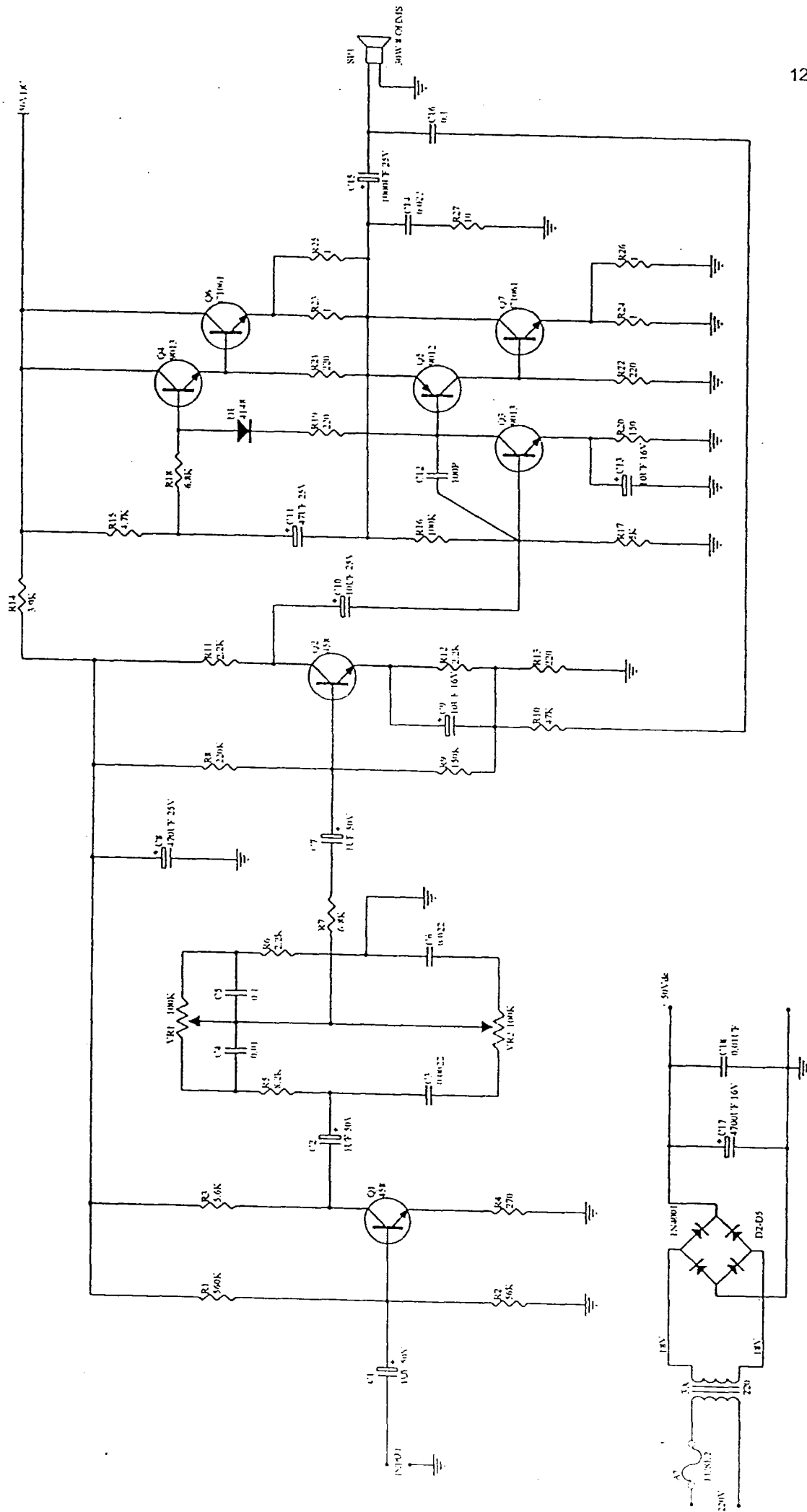
ตาราง 12 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 7 เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติของวงจรเครื่อง
ขยายเสียง

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	7	8
2	8	7
3	7	9
4	9	10
5	7	8
6	5	8
7	7	8
8	8	10
9	8	9
10	8	10
11	7	7
12	9	9
13	8	7
14	6	9
15	7	8
16	7	9
17	6	7
18	6	8
19	7	8
20	6	9
21	8	7
22	7	8
23	8	8
24	7	8
25	7	8
รวม	180	207
ประสิทธิภาพ	$E1 = (180/250) \times 100 = 72.00$	$E2 = (207/250) \times 100 = 82.80$

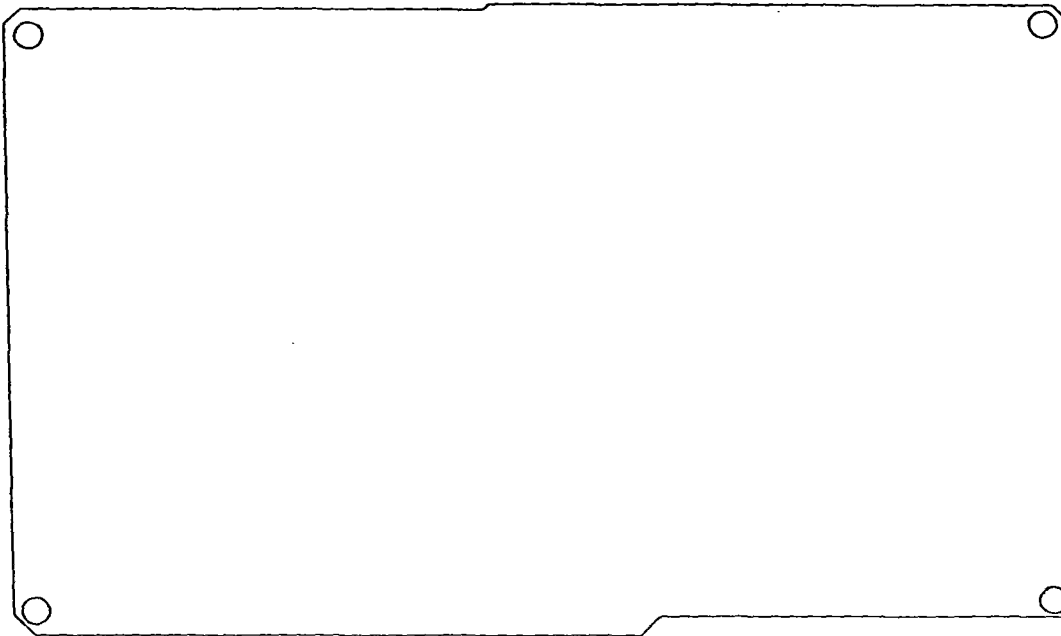
ตาราง 13 แสดงคะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติที่ 8 เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

คนที่	คะแนนแบบการทดสอบภาคปฏิบัติ	คะแนนประเมินผลชิ้นงาน
	X (10 คะแนน)	X (10 คะแนน)
1	9	8
2	7	8
3	9	10
4	9	10
5	9	9
6	7	7
7	8	7
8	9	9
9	9	8
10	8	10
11	8	8
12	8	10
13	9	9
14	6	7
15	7	7
16	8	8
17	7	7
18	7	7
19	7	8
20	7	8
21	9	7
22	8	9
23	9	8
24	8	9
25	8	8
รวม	200	206
ประสิทธิภาพ	$E1 = (200/250) \times 100 = 80.00$	$E2 = (206/250) \times 100 = 80.40$

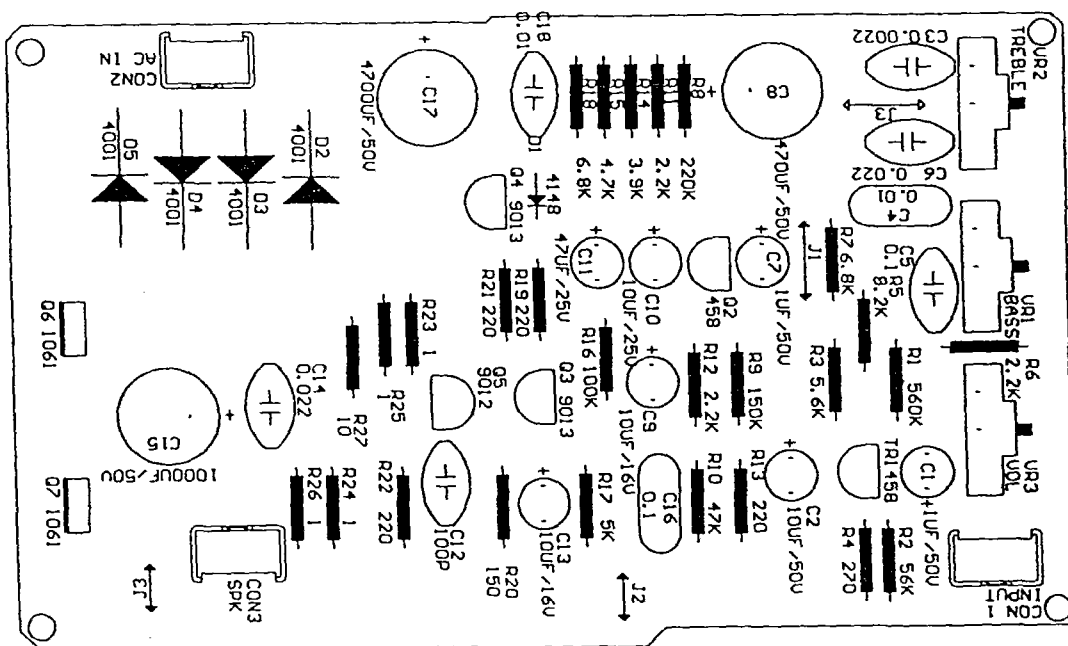
ภาคผนวก ข.
แบบวงจรเครื่องขยายเสียงแบบโอทีแอล



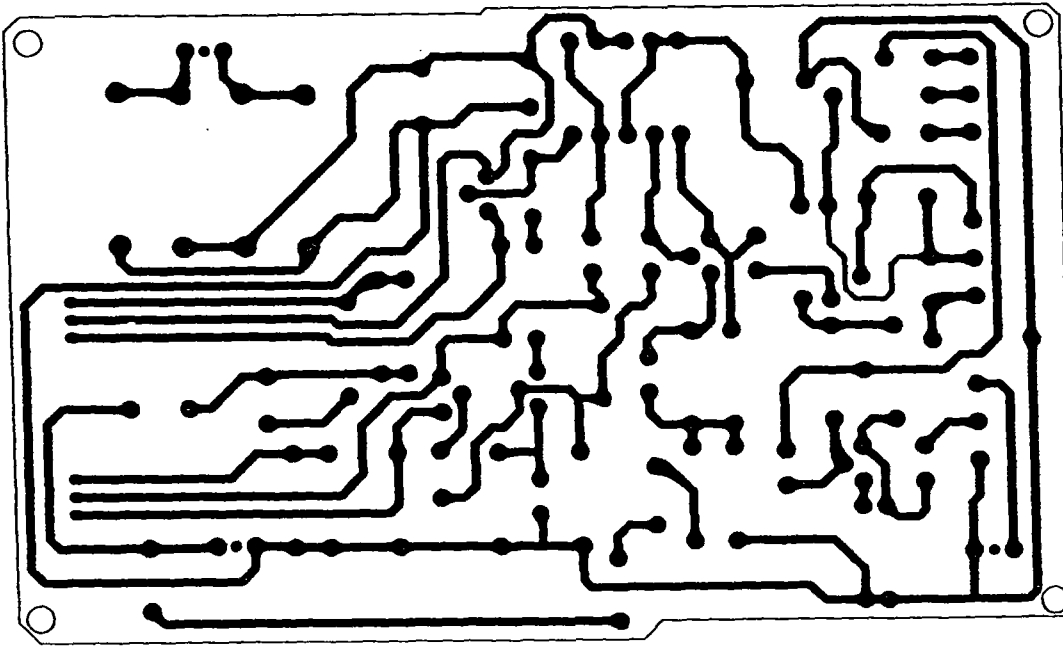
ภาพประกอบ 1 วงจรเครื่องขยายเสียง แบบโอทีแอล 30 วัตต์



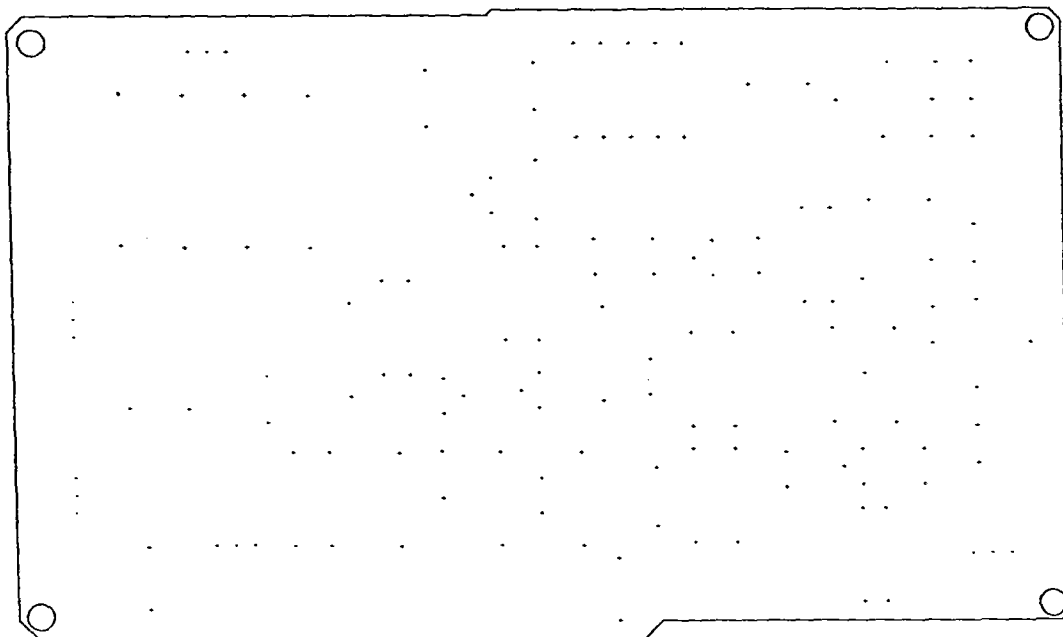
ภาพประกอบ 2 ขนาดของแผ่นปริ้นท์



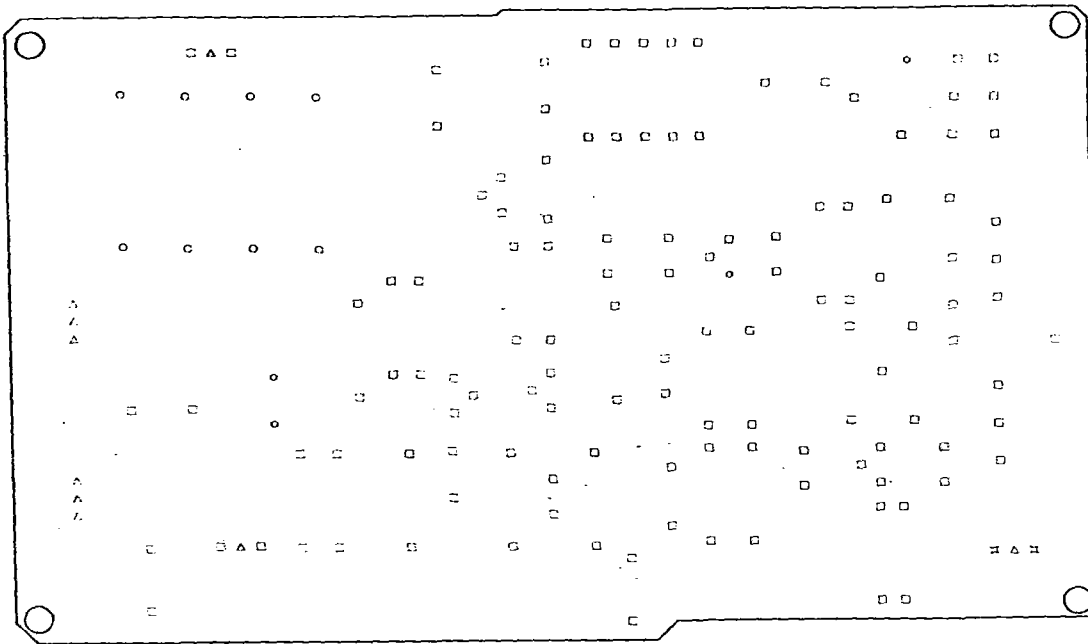
ภาพประกอบ 3 การจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



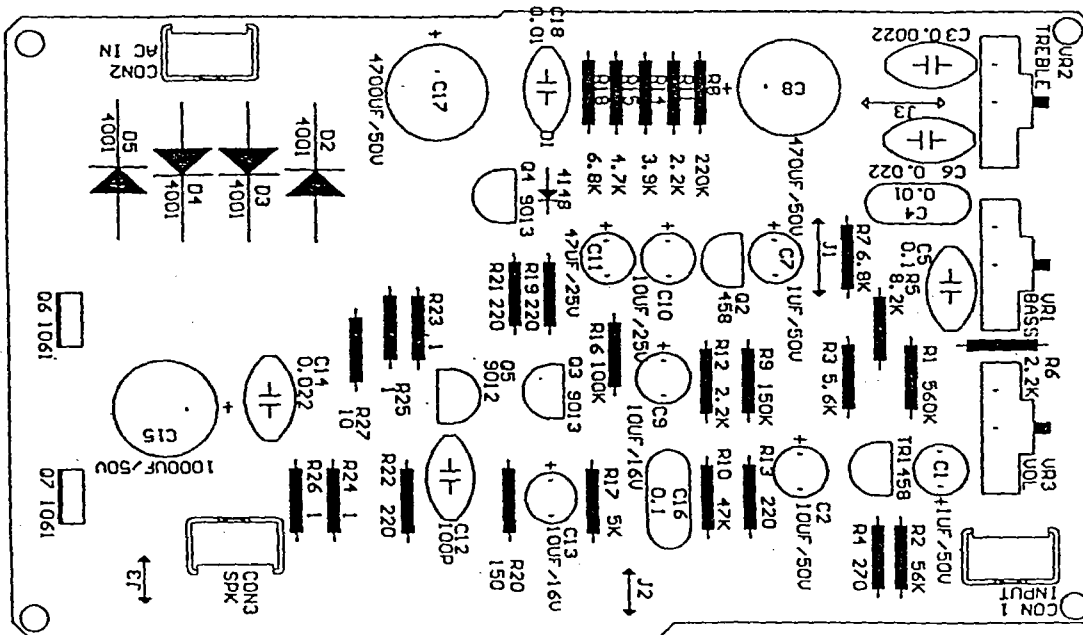
ภาพประกอบ 4 ลายทองแดงของวงจรขยายเสียง แบบโอทีแอล 30 วัตต์



ภาพประกอบ 5 ตำแหน่งที่สว่านเจาะรูปกรณือิเล็กทรอนิกส์



ภาพประกอบ 6 รูเจาะสำหรับใส่ขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพประกอบ 7 การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นปริ้นท์

รายการอุปกรณ์

ตัวต้านทาน 1/2 วัตต์ $\pm 5\%$

R1	560 k Ω	เขียว	น้ำเงิน	เหลือง	ทอง
R2	56 k	เขียว	น้ำเงิน	ส้ม	ทอง
R3	5.6 k	เขียว	น้ำเงิน	แดง	ทอง
R4	270 Ω	แดง	ม่วง	น้ำตาล	ทอง
R5	8.2 k Ω	เทา	แดง	แดง	ทอง
R6	2.2 k Ω	แดง	แดง	แดง	ทอง
R7	6.8 k Ω	น้ำเงิน	เทา	แดง	ทอง
R8	220 k Ω	แดง	แดง	เหลือง	ทอง
R9	150 k Ω	น้ำตาล	เขียว	เหลือง	ทอง
R10	47 k Ω	เหลือง	ม่วง	ส้ม	ทอง
R11	2.2 k Ω	แดง	แดง	แดง	ทอง
R12	2.2 k Ω	แดง	แดง	แดง	ทอง
R13	220 Ω	แดง	แดง	น้ำตาล	ทอง
R14	3.9 k Ω	ส้ม	ขาว	แดง	ทอง
R15	4.7 k Ω	เหลือง	ม่วง	แดง	ทอง
R16	100 k Ω	น้ำตาล	ดำ	เหลือง	ทอง
R17	5 k Ω	เขียว	ดำ	แดง	ทอง
R18	6.8 k Ω	น้ำเงิน	เทา	แดง	ทอง
R19	220 Ω	แดง	แดง	น้ำตาล	ทอง
R20	150 Ω	น้ำตาล	เขียว	น้ำตาล	ทอง
R21	220 Ω	แดง	แดง	น้ำตาล	ทอง
R22	220 Ω	แดง	แดง	น้ำตาล	ทอง
R23	1 Ω	น้ำตาล	ดำ	ทอง	ทอง
R24	1 Ω	น้ำตาล	ดำ	ทอง	ทอง
R25	1 Ω	น้ำตาล	ดำ	ทอง	ทอง
R26	1 Ω	น้ำตาล	ดำ	ทอง	ทอง
R27	10 Ω	น้ำตาล	ดำ	ดำ	ทอง

ตัวเก็บประจุ

C1 : 1UF 50V

C2 : 10UF 50V

C3 : 0.022

C4 : 0.01

C5 : 0.1

C6 : 0.022

C7 : 1UF 50V

C8 : 470UF 25V

C9 : 10UF 16V

C10 : 10UF 25V

C11 : 47UF 25V

C12 : 100P

C13 : 10UF 16V

C14 : 0.022

C15 : 1000UF 50V

C16 : 0.1

อิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์

ไมลาร์

ไมลาร์

ไมลาร์

ไมลาร์

อิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์

เซรามิค

อิเล็กโทรไลต์

ไมลาร์

อิเล็กโทรไลต์

ไมลาร์

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (ทรานซิสเตอร์)

Q1 : 458

Q2 : 458

Q3 : 9013

Q4 : 9013

Q5 : 9012

Q6 : C1061

Q7 : C1061

อื่นๆ

VR1 : A100K

VR2 : B100K

VR3 : B100K

CONNET 2 ขั้ว แบบยึดปริ้นท์

แผ่นระบายความร้อน

แผ่นไมก้า

สกรู / ยางกันขีด / น็อต

ไดโอด

D1 : 4148

อุปกรณ์ชุดจ่ายไฟ

T1 : 18V - 0V - 18V

D2 : 1N 4001

D3 : 1N 4001

D4 : 1N 4001

D5 : 1N 4001

C17 : 4700UF 50V

C18 : 0.01 UF

อิเล็กโทรไลต์

ไมลาร์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายอำนาจ ผ่องศรี
วันเดือนปีเกิด	24 มกราคม 2520
สถานที่เกิด	เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	6 หมู่ 6 แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร 10160.
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	เลขานุการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานคณะกรรมการชุมชนรักเจริญ เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2532	ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวีรสุนทร
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 3 (อังกฤษ - พละนามัย) จากโรงเรียนปัญญาวรรคุณ
พ.ศ. 2538	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู
พ.ศ. 2542	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
พ.ศ. 2547	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2543	อาจารย์พิเศษโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ราชบุรี
พ.ศ. 2546	ผู้ช่วยนักวิจัย
ทุนการศึกษา	
พ.ศ. 2545	ทุนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2546	ทุนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ