ใบงาน

วิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

จัดทำโดย

นายเมาลี กลิ่นหอม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

ใบงาน

วิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Practice)

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

จัดทำโดย

นายเมาลี กลิ่นหอม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

เอกสารใบงาน วิชาเครื่องเสียง รหัสวิชา 2105-2008 จัดทำขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ใช้วิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Practice) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผสมผสานระหว่างทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหลังจากที่ได้รับการอธิบายและสาธิตจากผู้สอนแล้ว การเรียนการสอนในรายวิชานี้ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ เสนอภาพรวมก่อนการเสนอส่วนย่อย เน้นการฝึกลงมือปฏิบัติตามใบงาน โดยใช้วงจรเครื่องเสียงที่ได้จากการออกแบบขึ้นเองจากผู้จัดทำ ให้เป็นวงจรที่ง่ายต่อการเรียนรู้และได้สาระสอดคล้องกับหลักสูตร เป็นประโยชน์ในงานอาชีพ

ลำดับขั้นการปฏิบัติตามใบงานเรียนรู้วิชาเครื่องเสียง เริ่มจากการมองเครื่องขยายเสียงจากภายนอก หน้าที่หลักของเครื่องขยายเสียง ศึกษาหน้าที่ของปุ่มปรับต่าง ๆ ขั้วต่ออินพุทและเอาท์พุท การต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ แล้วศึกษาลงลึกไปสู่ส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายในเครื่องขยายเสียง หน้าที่การทำงานของส่วนประกอบ สร้างส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายในเครื่องขยายเสียง เช่น วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย วงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์ สร้างแท่นเครื่องเสียงและประกอบลงแท่นเครื่องเสียง ประกอบตู้ลำโพง ประเมินผลงาน/ผลผลิตที่ได้

ผู้จัดทำใบงานวิชาเครื่องเสียงเล่มนี้ ตั้งใจให้ได้เอกสารที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามรูปแบบมากที่สุด ให้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนที่สุด และเป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจที่จะศึกษาเครื่องเสียงด้วย จะแต่อย่างไรก็ตามหากยังมีส่วนหนึ่งส่วนใดของเอกสารที่ยังไม่สมบูรณ์และยังไม่ตรงตามรูปแบบ ผู้จัดทำยินดีน้อมรับ และจะปรับปรุงแก้ไขใบงานวิชาเครื่องเสียง ให้สมบูรณ์ตรงตามรูปแบบในโอกาสต่อไป

เมาลี กลิ่นหอม

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1 - 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 4 หน้า

<u>สาระสำคัญของใบงาน</u>

ลำดับขั้นการเรียนรู้วิชาเครื่องเสียงเริ่มจากการมองเครื่องขยายเสียงจากภายนอก หน้าที่หลักของเครื่องขยายเสียง ศึกษาหน้าที่ของปุ่มปรับต่าง ๆ ขั้วต่ออินพุทและเอาท์พุท การต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ เช่น ลำโพง เครื่องเล่น CD DVD TUNER TV เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ฯลฯ เป็นต้น แล้วศึกษาลงลึกลงไปสู่ส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายในเครื่องขยายเสียง หน้าที่การทำงานของประกอบเหล่านั้น ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ โดยฝึกปฏิบัติ สร้างส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายในเครื่องขยายเสียง เช่น วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (แหล่งจ่ายไฟ) วงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์ สร้างแท่นเครื่องเสียงและประกอบลงแท่นเครื่องเสียง ประกอบตู้ลำโพง และท้ายที่สุดประเมินค่าโดยสรุปและประเมินผลงาน/ผลผลิตที่ได้

การเรียนรู้วิชาเครื่องเสียงมองเครื่องขยายเสียงจากภายนอก แบ่งออกเป็นใบงานย่อย ดังนี้

ใบงานที่ 1.1 ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ

ใบงานที่ 1.2 ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถต่อใช้งานเครื่องขยายเสียงกับอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้อง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถใช้งาน ปรับแต่งเสียง เครื่องขยายเสียงได้ถูกต้องตามความต้องการ และตามสมดุลเสียง [Tonal Balance] (ด้านทักษะพิสัย)
3. สามารถต่อใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ (ด้านทักษะพิสัย)
4. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
5. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

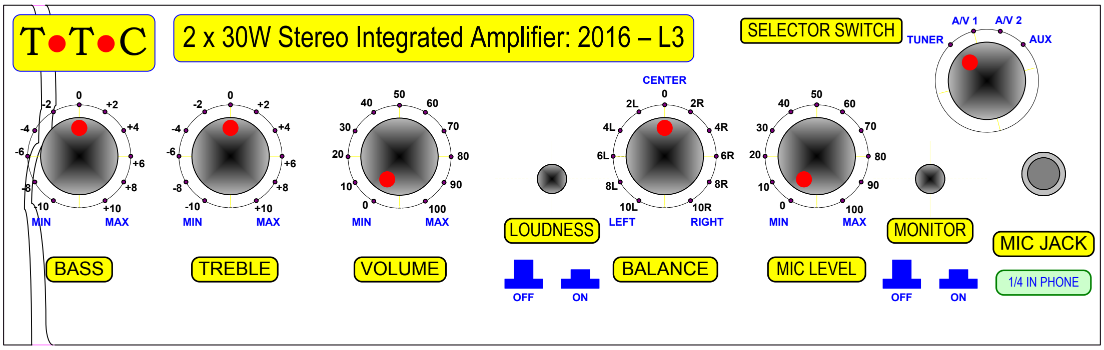
<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการใช้งานเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้อง
2. ต่อใช้งานเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้องตามคู่มือและตามสถานการณ์
3. อธิบายการใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
4. ต่อใช้งานเครื่องเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ถูกต้องตามคู่มือและตามสถานการณ์

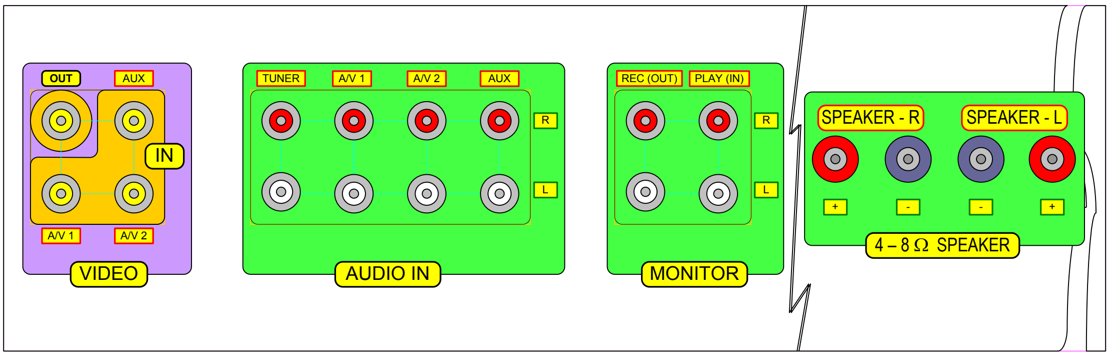
	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1 - 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 4 หน้า

ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

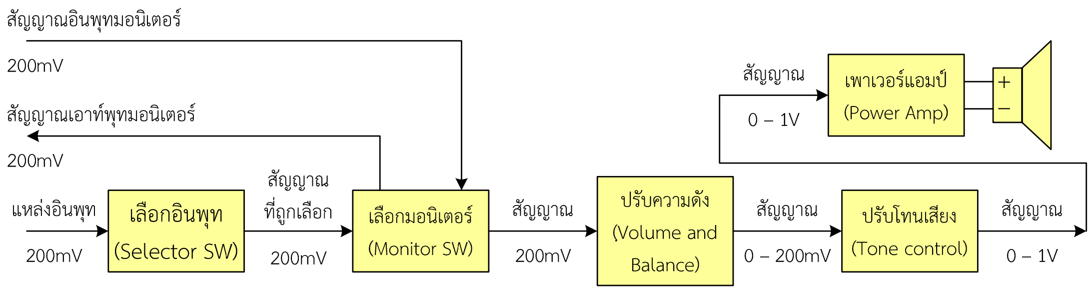
วงจรเครื่องเสียงต่อเอาท์พุทของวงจรหนึ่งไปยังอินพุทของวงจรหนึ่งเท่านั้น ต้องไม่มีการต่อเอาท์พุทกับเอาท์พุทเข้าด้วยกัน รูปที่ 1.1 ถึง 1.9 แสดงไดอะแกรมและวงจร ให้สังเกตวงจรคร่าว ๆ



รูปที่ 1.1 หน้าปัดด้านหน้า ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

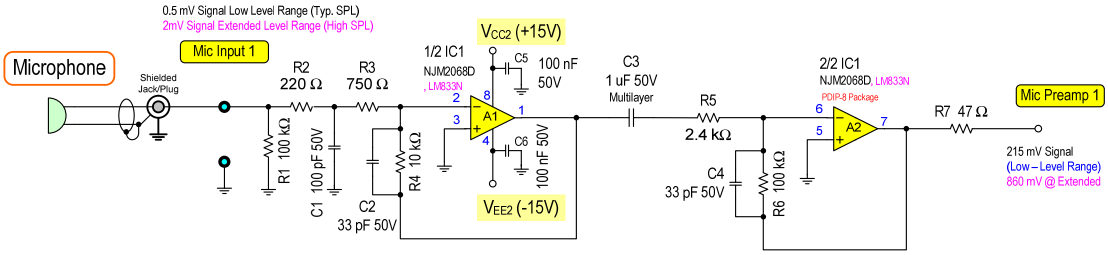


รูปที่ 1.2 หน้าปัดด้านหลัง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

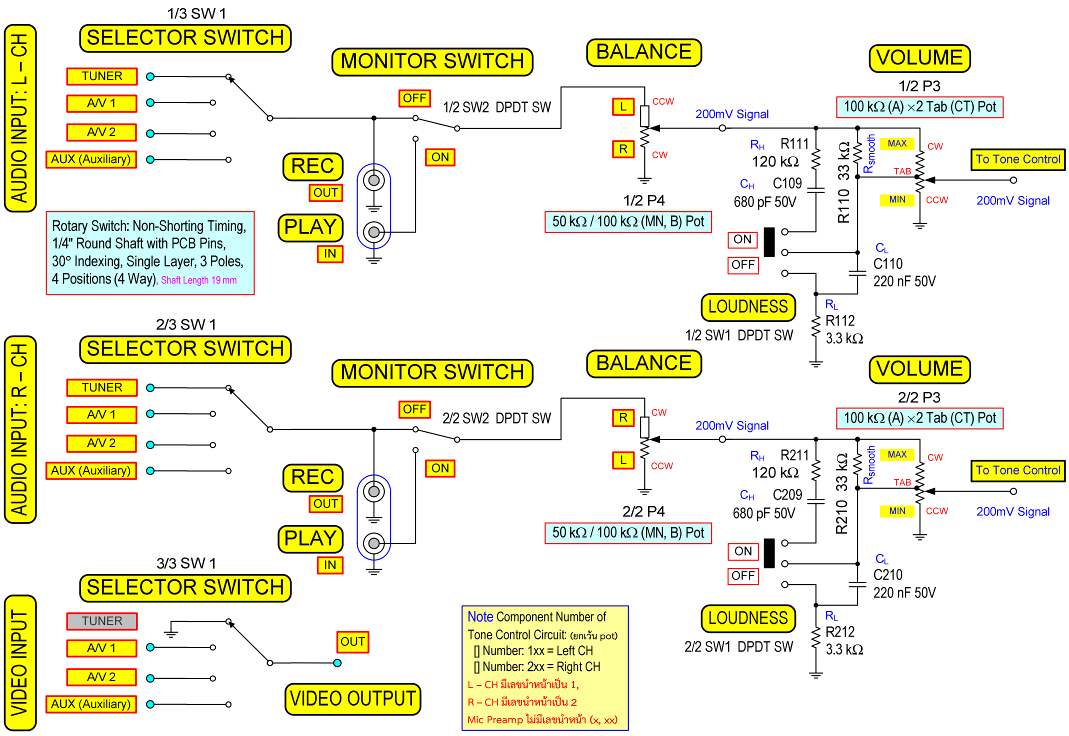


รูปที่ 1.3 บล็อกไดอะแกรมสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

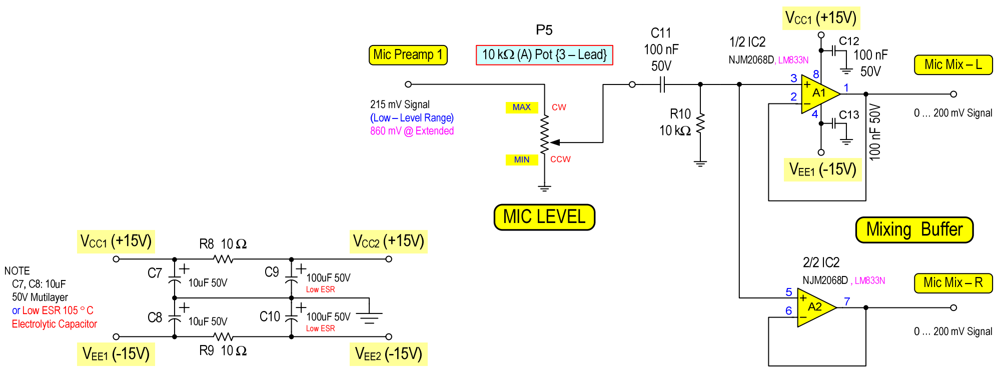
	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1 - 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 4 หน้า



รูปที่ 1.4 วงจรปรีไมค์ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

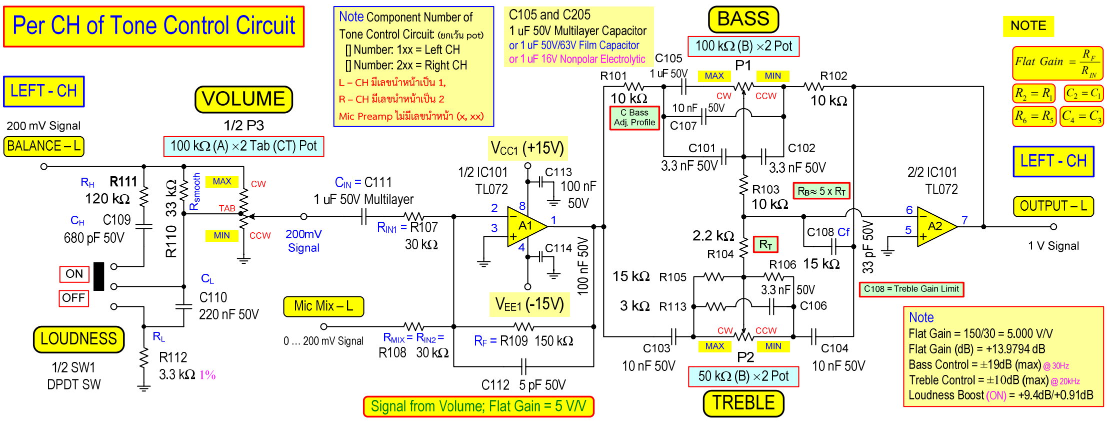


รูปที่ 1.5 วงจรโทนคอนโทรลส่วนจัดการสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

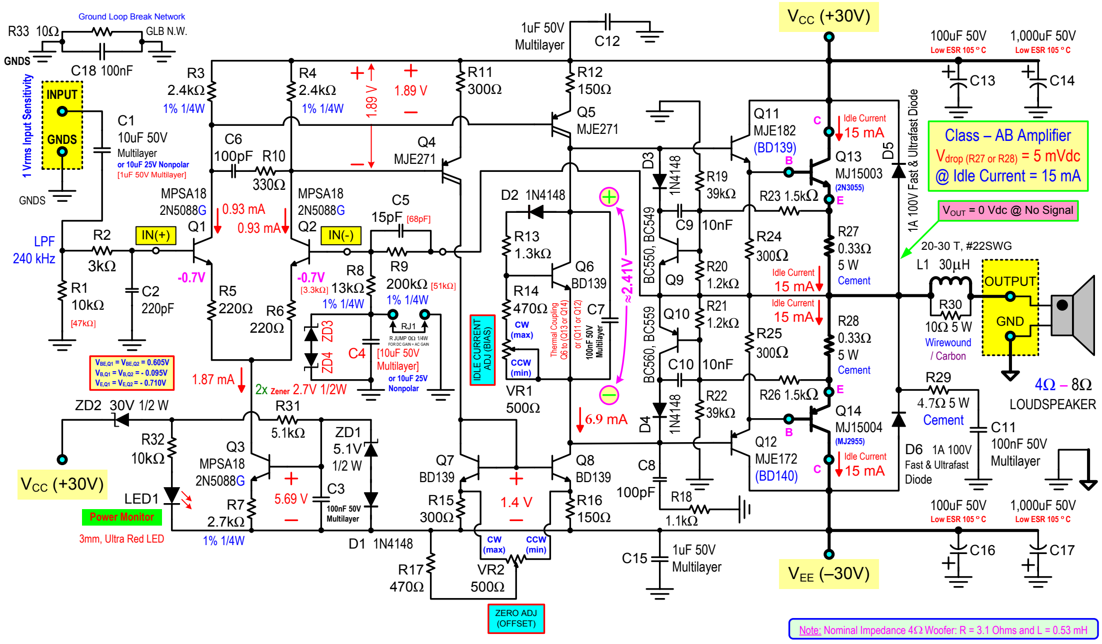


รูปที่ 1.6 วงจรปรีไมค์ส่วนบัพเฟอร์และแหล่งจ่ายไฟ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

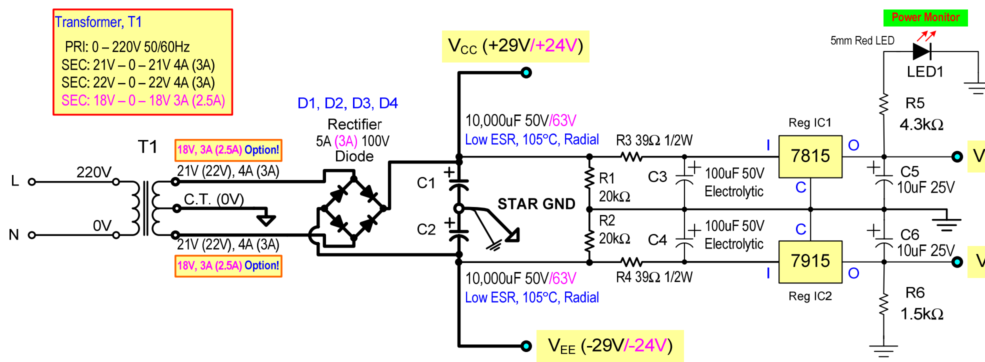
	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1 - 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 4 หน้า



รูปที่ 1.7 วงจรโทนคอนโทรลส่วนปรับโทนเสียง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3



รูปที่ 1.8 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์



รูปที่ 1.9 วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถต่อใช้งานเครื่องขยายเสียงกับอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้อง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถใช้งาน ปรับแต่งเสียง เครื่องขยายเสียงได้ถูกต้องตามความต้องการ และตามสมดุลเสียง [Tonal Balance] (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการใช้งานเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้อง
2. ต่อใช้งานเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบได้ถูกต้องตามคู่มือและตามสถานการณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แบบตัวอย่าง 30W Stereo Integrated Amplifier	1 เครื่อง
2.	ลำโพงแบบมาตรฐาน จำนวน	1 คู่
3.	แหล่งกำเนิดเสียง เครื่องเล่น CD DVD TUNER โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ	1 ชนิด
4.	สายลำโพง 2 แกน (Core) ยาวประมาณ 2.0 – 2.5 เมตร จำนวน	2 เส้น
5.	สายสัญญาณ 3.5mm Stereo (TRS) – to – RCA Jack	1 เส้น
6.	สายสัญญาณ Stereo RCA – to – RCA Jack	1 เส้น

คำแนะนำ

1. ให้เลือกใช้เต้ารับที่มีช่องเสียบแน่น (ปลั๊กตัวเมีย/เอาท์เลท/AC Outlet) สายไฟไม่มีรอยรั่ว ให้เสียบปลั๊กและดึงปลั๊ก (ปลั๊กตัวผู้ /AC Plug) ที่ตัวปลั๊ก ไม่ดึงปลั๊กที่สายไฟ
2. เสียบสายและดึงสายแจ๊ค ด้วยแรงพอเหมาะที่ตัวแจ๊ค ไม่ดึงสายแจ๊คที่สายสัญญาณ

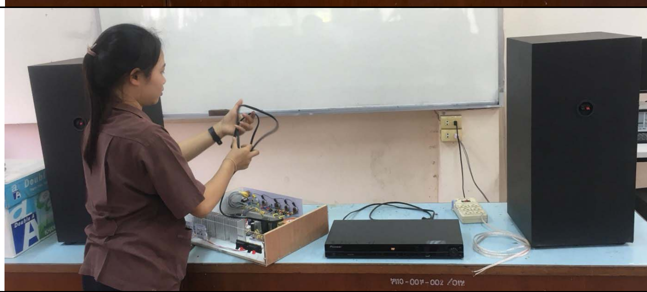
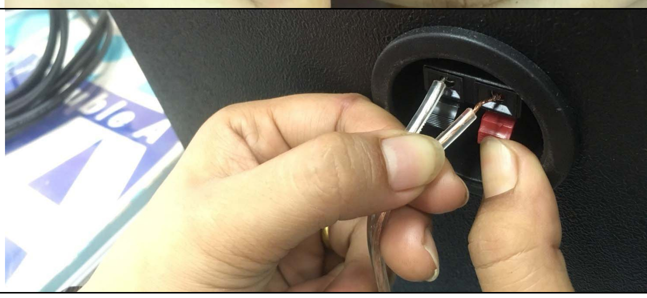
ข้อควรระวัง

1. ใช้งานปลั๊กพ่วงด้วยความระมัดระวัง และเมื่อเลิกใช้งานงานต้องถอดปลั๊กและจัดเก็บในที่จัดเก็บให้ถูกต้อง สะอาด เรียบร้อย

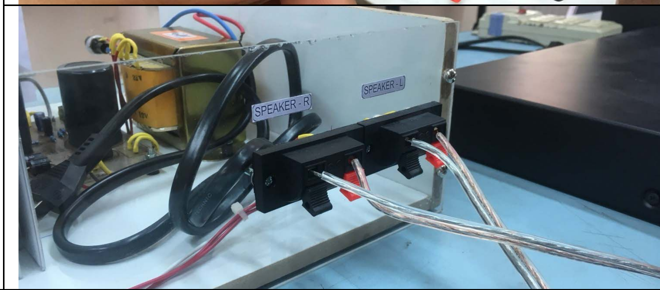
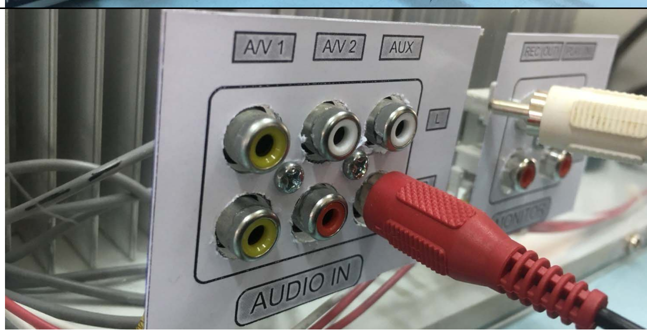
	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

2. ให้ต่อสายสัญญาณจากเอาท์พุทเข้ากับอินพุท ห้ามต่อเอาท์พุทเข้ากับเอาท์พุทเด็ดขาด
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

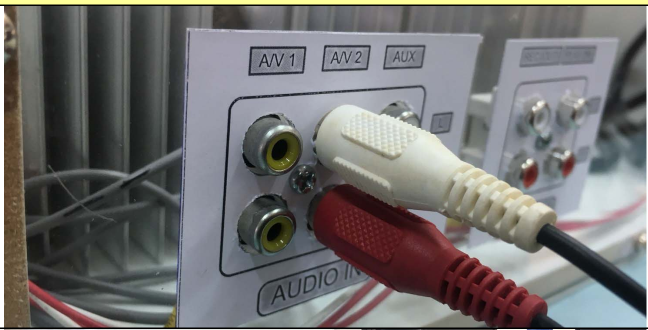
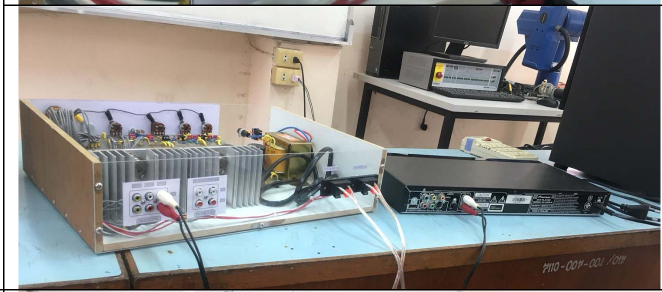
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดวาง สเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) แผ่น CD หรือเครื่องเล่น MP3 พร้อมสายลำโพง และสายสัญญาณ RCA	
2	เตรียมต่อ ต่อสายลำโพงและสายสัญญาณ โดยให้หมุนหันด้านหลังของเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบมาทางด้านผู้ต่อสายระบบเครื่องเสียง	
3	สายลำโพงให้ปลอกฉนวนหุ้มสายยาวประมาณ 10mm และบิดตีเกลียวตัวนำ	
4	ต่อสายลำโพงกับขั้วลำโพงของตู้ลำโพงให้ถูกต้องตรงกับขั้วตามเครื่องหมาย หรือรหัสสี โดยสีแดงขั้วบวก สีดำขั้วลบ	

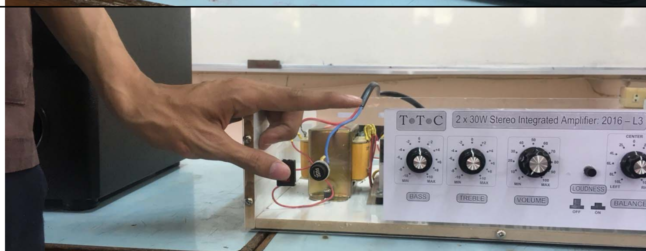
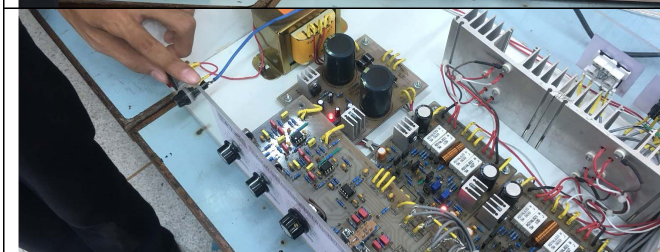
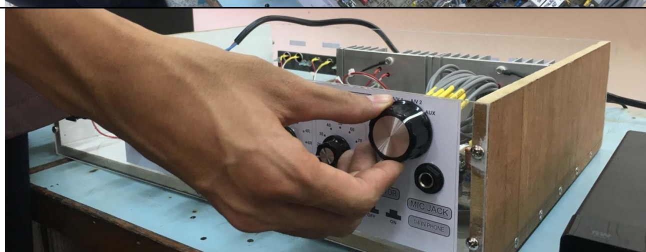
	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	ต่อสายลำโพงกับขั้วลำโพงของสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ให้ถูกต้องตรงกับขั้วตามเครื่องหมาย หรือรหัสสี โดยสีแดงขั้วบวก สีดำขั้วลบ และแชนแนลซ้าย-ขวา	 
6	ต่อสายสัญญาณ RCA กับขั้ว RCA ของแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3 ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนลหรือรหัสสี โดยสีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	 
7	ต่อสายสัญญาณ RCA กับขั้ว RCA อินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนล หรือรหัสสี โดย	

	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
7 (ต่อ)	สีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	 
8	จัดวาง สเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง ไปทิศทางผู้รับฟัง การจัดวางตู้ลำโพงเบื้องต้นให้วางห่างกัน 1.6 m และวางห่างจากผนังห้องด้านหลัง 1 ใน 3 ของระยะลึก	
9	สวิทช์เพาเวอร์ของอินทริเกรตแอมป์ อยู่ที่ตำแหน่ง “OFF” และ VOLUME ต่ำสุด MIC LEVEL ต่ำสุด เสียบปลั๊กไฟเข้าเต้ารับ (เอาท์เลท) แล้วเปิดจ่ายไฟจากปลั๊กพ่วง (ปลั๊กราง)	 

	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

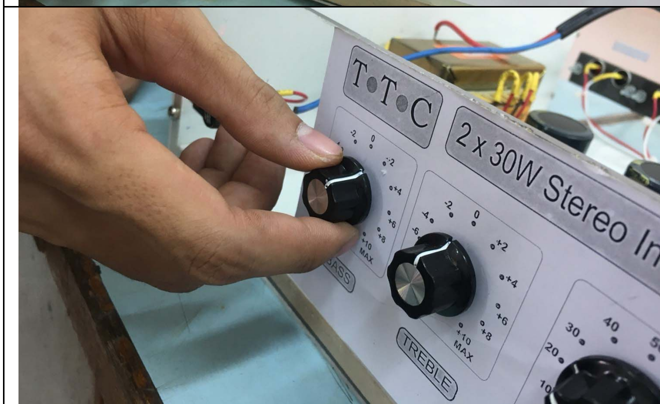
ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
10	เปิดไฟ “ON” สวิทช์เพาเวอร์ของแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3	
11	เปิดสัญญาณ/เลือก (เล่นเพลง/PLAY) แหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3	
12	เปิดไฟ “ON” สวิทช์เพาเวอร์ของอินทริเกรตแอมป์	 
13	เลือกรับอินพุทของอินทริเกรตแอมป์ ให้สอดคล้องกับช่องรับสัญญาณแจ๊ค RCA ด้านหลังเครื่องด้วยปุ่ม SELECTOR	
14	ค่อย ๆ ปรับเพิ่ม VOLUME	

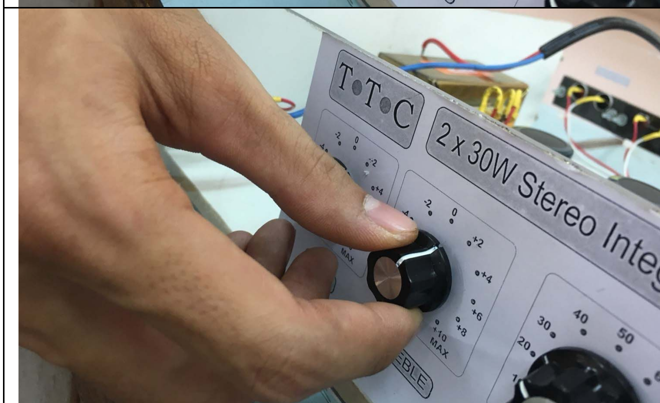
<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 1.1</td><td>หน่วยที่ 1</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 1</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง</td><td>ใบงานรวม 7 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>ลำดับ</th><th>ขั้นตอนการปฏิบัติงาน</th><th>รูปประกอบการปฏิบัติงาน</th></tr>
<tr><td>14
(ต่อ)</td><td>ศึกษาการใช้งานปุ่มปรับ:
- SELECTOR
- VOLUME
- BALANCE
- LOUDNESS
- BASS
- TREBLE
- MONITOR SWITCH

<u>บันทึก</u> การใช้งานปุ่มปรับ

--------------------------------------</td><td>




</td></tr>
<tr><td>15</td><td>ปรับแต่งเสียง เครื่องขยายเสียงได้ถูกต้องตามความต้องการ และตามสมดุลเสียง [Tonal Balance]</td><td></td></tr>
</table>

	ใบงาน ที่ 1.1	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 1
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับอุปกรณ์ประกอบ		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
16	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผล ให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงาน</u> <u>และส่งตรวจสาธิตการวัด</u>	
17	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. การต่อใช้งานเครื่องเสียงและอุปกรณ์ประกอบ ทำอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
   ....
   ....
2. การปรับแต่งเสียงตามสมดุลเสียง [Tonal Balance] ทำอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
   ....
   ....

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถต่อใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
2. ต่อใช้งานเครื่องเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ถูกต้องตามคู่มือและตามสถานการณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แบบตัวอย่าง 30W Stereo Integrated Amplifier	1 เครื่อง
2. ลำโพงแบบมาตรฐาน จำนวน	1 คู่
3. แหล่งกำเนิดเสียง เครื่องเล่น CD DVD TUNER โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ	1 ชนิด
4. ไมโครโฟนชนิดไดนามิกส์ พร้อมสายและ Jack	1 ชุด
5. มิกเซอร์	1 เครื่อง
6. อีควอไลเซอร์	1 เครื่อง
7. สายลำโพง 2 แกน (Core) ยาวประมาณ 2.0 – 2.5 เมตร จำนวน	2 เส้น
8. สายสัญญาณ 3.5mm Stereo (TRS) – to – RCA Jack	1 เส้น
9. สายสัญญาณ XLR3 Female (ตัวเมีย) เป็น RCA	2 เส้น
10. สายสัญญาณ XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA	2 เส้น
11. สายสัญญาณ 1 /4" Phone Jack (TS) (ตัวผู้) เป็น RCA	2 เส้น
12. สายสัญญาณ Stereo RCA – to – RCA Jack	1 เส้น

คำแนะนำ

1. ให้เลือกใช้เต้ารับที่มีช่องเสียบแน่น (ปลั๊กตัวเมีย/เอาท์เลท/AC Outlet) สายไฟไม่มีรอยรั่ว ให้เสียบปลั๊กและดึงปลั๊ก (ปลั๊กตัวผู้ /AC Plug) ที่ตัวปลั๊ก ไม่ดึงปลั๊กที่สายไฟ

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

2. เสียบสายและดึงสายแจ๊ค ด้วยแรงพอเหมาะที่ตัวแจ๊ค ไม่ดึงสายแจ๊คที่สายสัญญาณ

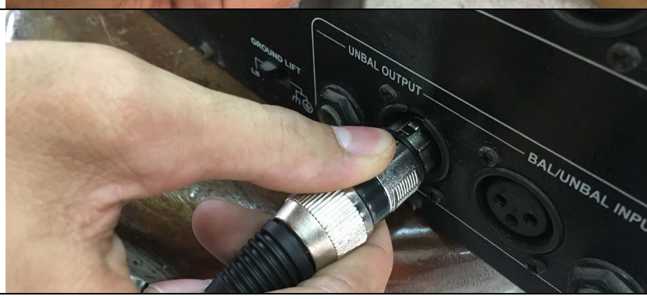
ข้อควรระวัง

1. ใช้งานปลั๊กพ่วงด้วยความระมัดระวัง และเมื่อเลิกใช้งานงานต้องถอดปลั๊กและจัดเก็บในที่จัดเก็บให้ถูกต้อง สะอาด เรียบร้อย
2. ให้ต่อสายสัญญาณจากเอาท์พุทเข้ากับอินพุท ห้ามต่อเอาท์พุทเข้ากับเอาท์พุทเด็ดขาด
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

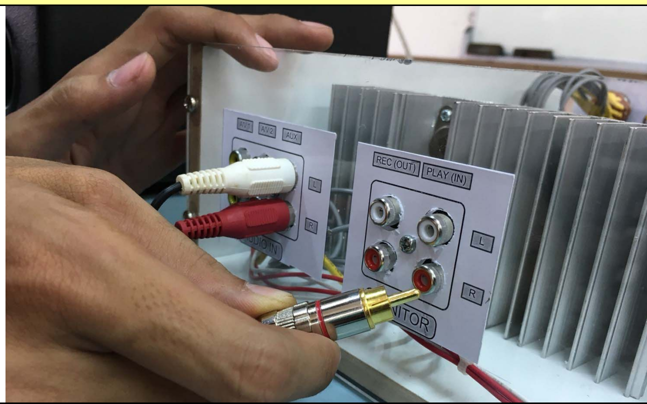
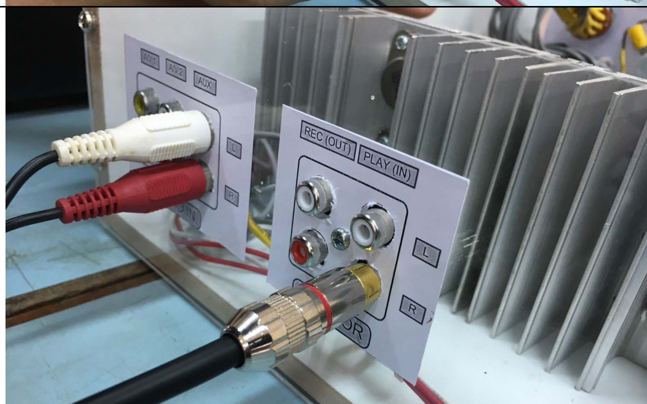
ลำดับขั้นการปฏิบัติ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	ต่อเครื่องเสียง สเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือ เครื่องเล่น MP3 ให้พร้อมใช้งานตามปกติ (ใบงานที่ 1.1)	
2	เตรียมไมโครโฟน	
3	<u>เสียบแจ๊คสายไมค์</u> ระวัง ก่อนเสียบแจ๊คสายไมค์ ให้ลด VOLUME และ MIC LEVEL ลงให้ต่ำสุดก่อนเสมอ MIC SW = “OFF”	

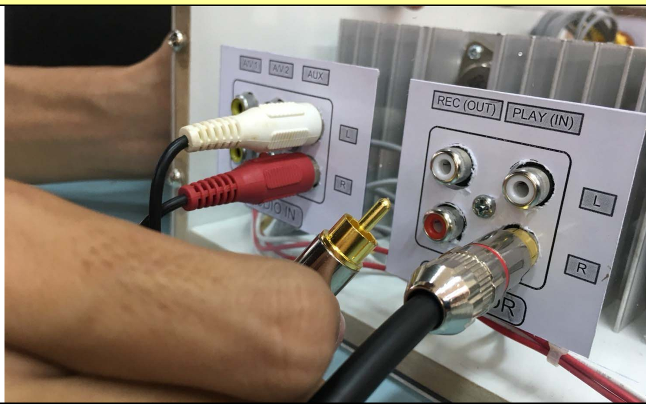
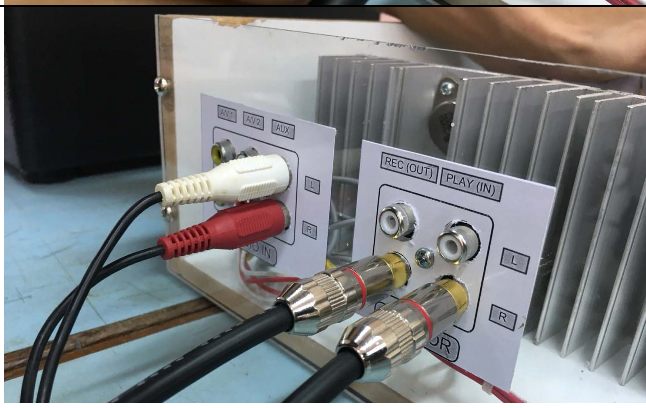
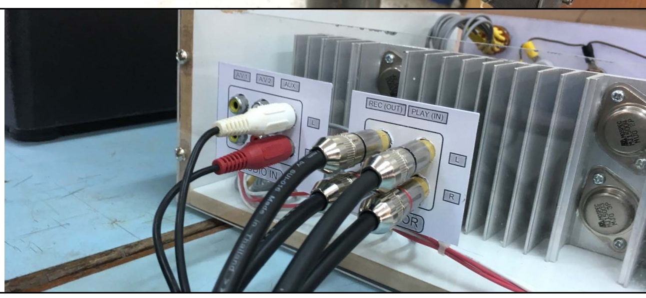
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4	<u>ทดสอบเสียงไมโครโฟน</u> ทดสอบปรับแต่งเสียง และระดับความดัง <u>บันทึกผลสังเกต</u> คุณสมบัติการใช้งาน -- -- --	
5	เตรียมอีควอไลเซอร์ (EQ) พร้อมสายแปลง XLR3 Female (ตัวเมีย) เป็น RCA จำนวน 2 เส้น และ XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA จำนวน 2 เส้น	
6.1	<u>ต่อเอาท์พุทอีควอไลเซอร์เข้ากับอินพุท PLAY (IN) ของอินทริเกรตแอมป์</u> ต่อสาย XLR3 Female (ตัวเมีย) เป็น RCA ฝั่ง XLR เข้ากับเอาท์พุท UNBALANCE OUTPUT ของอีควอไลเซอร์	 

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6.2	<u>ต่อเอาท์พุทอีควอไลเซอร์เข้ากับอินพุท PLAY (IN) ของอินทริเกรตแอมป์</u> ต่อสาย XLR3 Female (ตัวเมีย) เป็น RCA ฝั่ง RCA เข้ากับอินพุท PLAY (IN) ของอินทริเกรตแอมป์	 
7.1	<u>ต่ออินพุทอีควอไลเซอร์เข้ากับเอาท์พุท REC (OUT) ของอินทริเกรตแอมป์</u> ต่อสาย XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA ฝั่ง XLR เข้ากับอินพุท BAL/UNBALANCE INPUT ของอีควอไลเซอร์	 

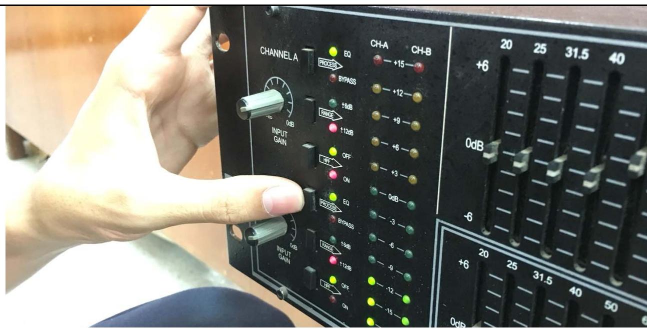
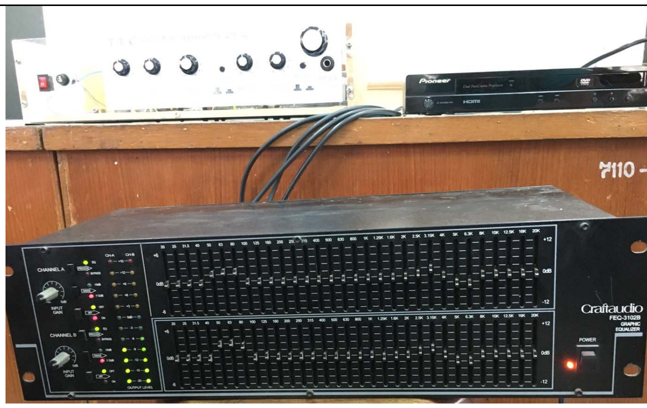
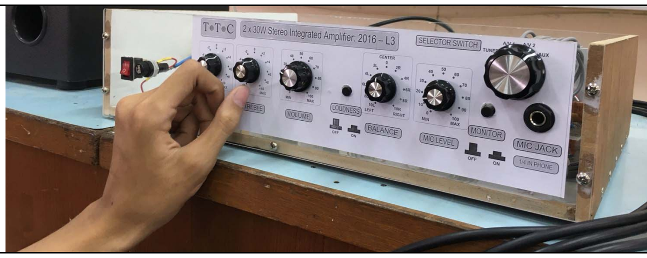
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
7.2	<u>ต่ออินพุทอีควอไลเซอร์เข้ากับเอาท์พุท REC (OUT) ของอินทริเกรตแอมป์</u> ต่อสาย XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA ฝั่ง RCA เข้ากับเอาท์พุท REC (OUT) ของอินทริเกรตแอมป์	 
8	ต่อสายอีควอไลเซอร์ (EQ) กับอินทริเกรตแอมป์ เพื่อใช้งานร่วมกัน โดยผ่านทางขั้วแจ๊ค REC (OUT) และ PLAY (IN) ให้ครบทั้ง 2 CH ได้โดยให้ MONITOR SWITCH อยู่ที่ตำแหน่ง “ON” จากปกติอยู่ที่ตำแหน่ง “OFF”	 

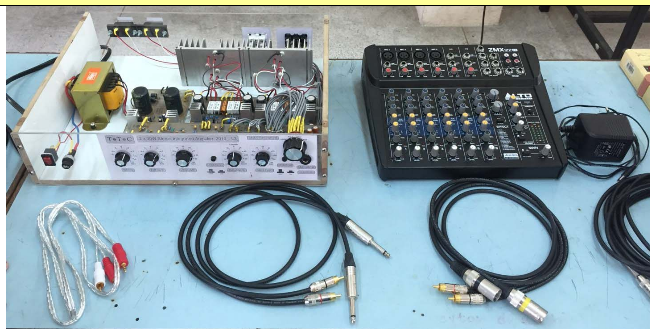
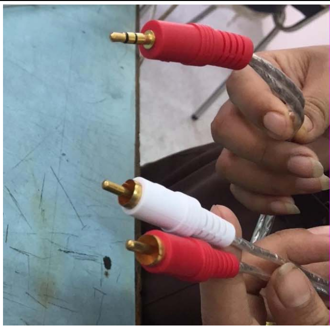
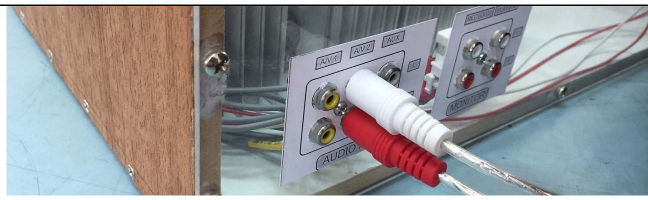
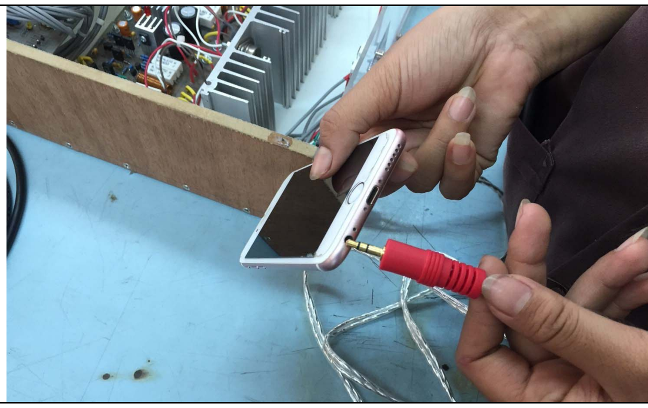
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
9	ปรับ INPUT GAIN ของ CHANNEL A และ B ของอีควอไลเซอร์ (EQ) ซึ่งจะสอดคล้องกับสัญญาณ CH-L และ CH-R (ตามรูป แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกต่อใช้งาน) ให้ได้สัญญาณระดับเดียวกันกับกรณีไม่ได้ต่อใช้งาน EQ และปุ่มควบคุมการทำงานอื่น: - INPUT GAIN = -∞ to 0dB - PROCESS = EQ/BYPASS - RANGE = ±6dB/±12dB - HPF = OFF/ON - ปุ่มปรับ Gain แต่ละความถี่ จาก 20Hz ถึง 20kHz รวม 31 BAND (แยก CH-A, CH-B)	   

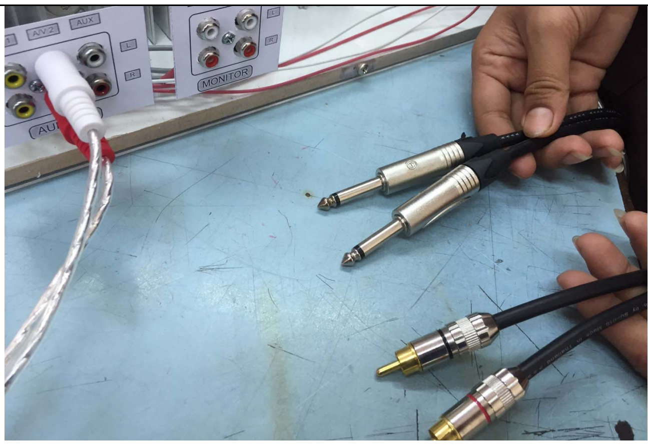
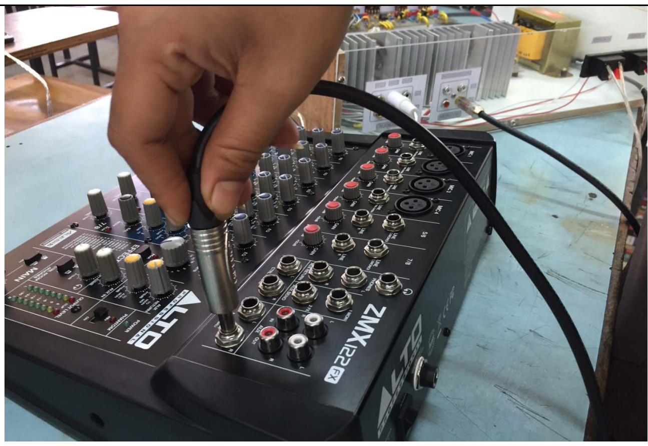
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
9 (ต่อ)	การใช้งานอีควอไลเซอร์ (EQ): - INPUT GAIN = -∞ to 0dB - PROCESS = EQ/BYPASS - RANGE = ±6dB/±12dB - HPF = OFF/ON <u>บันทึก</u> การใช้งานปุ่มปรับ EQ --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- --------------------------------------- ---------------------------------------	   

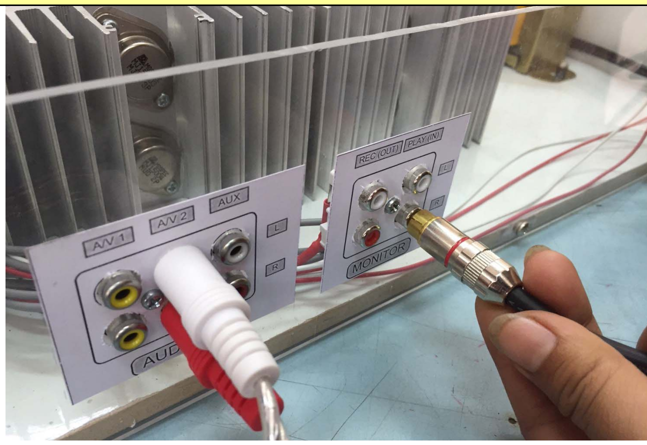
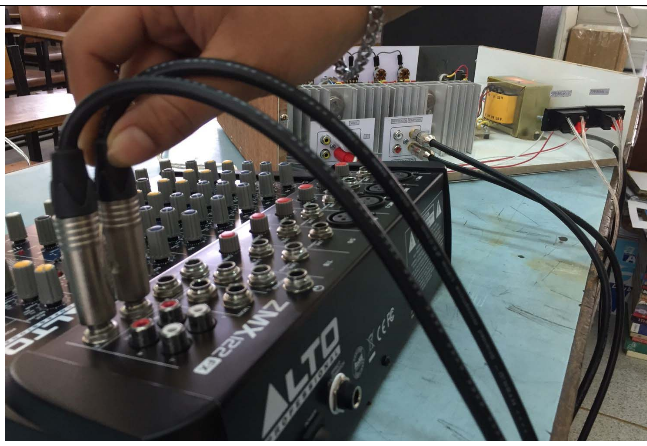
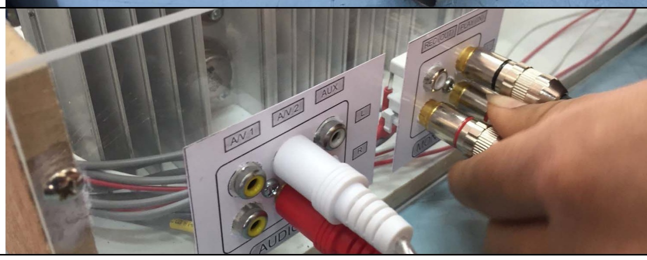
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
10	เตรียมมิกเซอร์ (MIXER) และเครื่องเล่น MP3 (โทรศัพท์มือ-ถือ) พร้อมสายแปลง XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA จำนวน 2 เส้น, สายสัญญาณ 3.5mm Stereo (TRS) – to – RCA Jack และสายสัญ - ญาณ 1 /4” Phone Jack (TS) (ตัวผู้) เป็น RCA 2 เส้น	
11	ต่อสายเครื่องเล่น MP3 (โทรศัพท์มือถือ) เข้ากับอินทริ-เกรตแอมป์ เพื่อใช้งานร่วมกันเข้าทางอินพุท A/V2 โดยใช้สายสัญญาณ 3.5mm Stereo (TRS) – to – RCA Jack ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนล หรือรหัสสี โดยสีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	   

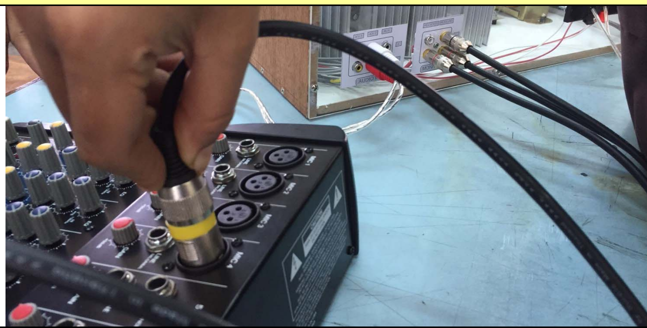
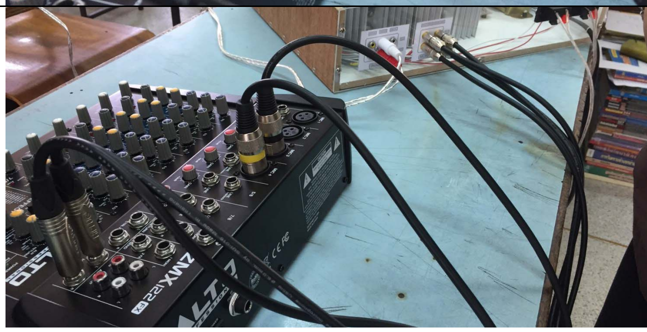
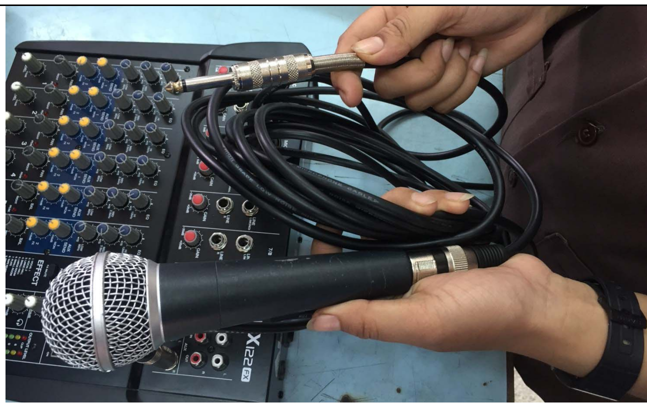
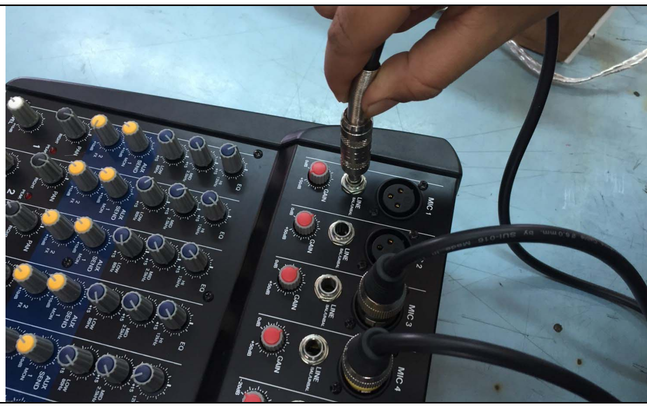
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
12	ต่อสายมิกเซอร์ (MIXER) กับอินทริเกรตแอมป์ เพื่อใช้งานร่วมกัน โดยผ่านทางขั้วแจ๊ค REC (OUT) และ PLAY (IN) ให้ครบทั้ง 2 CH ได้โดยให้ MONITOR SWITCH อยู่ที่ตำแหน่ง “ON” จากปกติอยู่ที่ตำแหน่ง “OFF” โดยใช้สายสัญญาณ 1 /4” Phone Jack (TS) (ตัวผู้) เป็น RCA ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนล หรือรหัสสี โดยสีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	 
13	ต่อสายสัญญาณ 1 /4” Phone Jack (TS) (ตัวผู้) เป็น RCA เป็น RCA ฝั่ง Phone Jack เข้ากับเอาท์พุทของมิกเซอร์ (MIXER) และปลายด้าน RCA ต่อเข้ากับ PLAY (IN) ของอินทริเกรตแอมป์ ให้ครบทั้ง CH-L และ CH-R	

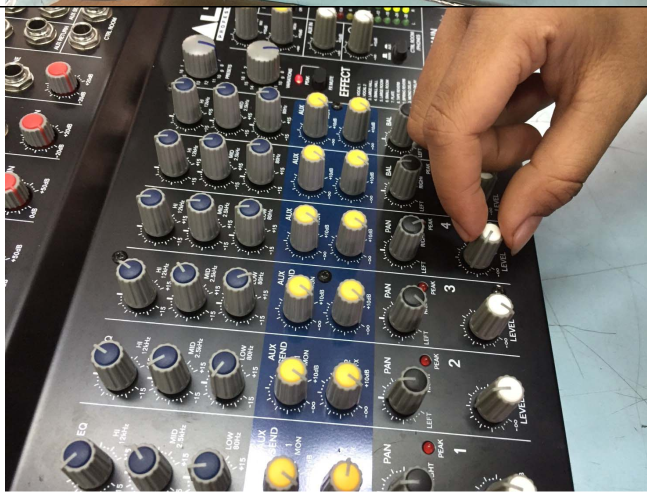
	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13 (ต่อ)	ต่อสายมิกเซอร์ (MIXER) กับอินทริเกรตแอมป์ (ต่อ)	
		
14	ต่อสาย XLR3 Male (ตัวผู้) เป็น RCA โดยให้ต่อฝั่ง XLR เข้ากับ CH Mix Input และฝั่ง RCA เข้ากับเอาท์พุท REC (OUT) ของอินทริเกรตแอมป์	
		

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
14 (ต่อ)	ต่อสายมิกเซอร์ (MIXER) กับอินทริเกรตแอมป์ (ต่อ)	 
15	ต่อใช้ไมโครโฟน Mix สัญญาณกับสัญญาณที่ถูกเลือกจากอินพุทของอินทริเกรตแอมป์โดยผ่านการเลือกใช้จาก SELECTOR SWITCH เพื่อเลือกแหล่งสัญญาณอินพุทที่ต้องการ เช่น TUNER, A/V1, A/V2 และ AUX เป็นต้น	 

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
15 (ต่อ)	ต่อสายมิกเซอร์ (MIXER) กับอินทริเกรตแอมป์ (ต่อ)	
16	ใช้งานมิกเซอร์ (MIXER) โดยผ่านทางมอนิเตอร์สวิตซ์ของอินทริเกรตแอมป์ <u>บันทึก</u> การใช้งานปุ่มปรับ MIX -------------------------------------- -------------------------------------- -------------------------------------- -------------------------------------- --------------------------------------	
16	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงานและสาธิต</u>	ไม่มีรูปประกอบ
17	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

	ใบงาน ที่ 1.2	หน่วยที่ 1
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การใช้งานเครื่องขยายเสียง		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง ต่อและใช้งานเครื่องขยายเสียงร่วมกับระบบอื่น ๆ		

สรุปและอภิปรายผล

1. การต่อใช้งานไมโครโฟน โดยใช้มิกเซอร์ภายในของสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์เอง ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. การต่อใช้งานอีควอไลเซอร์กับสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ โดยให้สัญญาณผ่านทาง MONITOR SWITCH ทำอย่างไร ....
....
....
....
....
3. การต่อใช้งานมิกเซอร์กับสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ โดยให้สัญญาณผ่านทาง MONITOR SWITCH ทำอย่างไร ....
....
....
....
....
4. การต่อใช้งานเครื่องเล่น MP3 (โทรศัพท์มือถือ) เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณกับสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ทำได้อย่างไร ....
....
....
....
....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 2</td><td>หน่วยที่ 2</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 3 – 4</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 6 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย</td><td>ใบงานรวม 5 หน้า</td></tr>
</table>

สาระสำคัญของใบงาน

ใบงาน หน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจ สร้างและทดสอบ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3 (หรือ 30W - Integrated Amp 2016-L3) ทำหน้าที่จ่ายไฟ ±30V DC ให้กับวงจรเพาเวอร์แอมป์ ขนาด 30W (รุ่น Power Amp - 30W V2018-Iso-L3) จำนวน 2 ข้าง (2 CH หรือ 2 บอร์ด) และจ่ายไฟ ±15V DC ให้กับวงจรปรีโทนบักซัลดาลแบบสเตอริโอพร้อมปรีไมโครโฟน รุ่น V2016-L3 (หรือ Baxandall Tone Ctrl - V2016-L3) จำนวน 1 บอร์ด แบ่งออกเป็นใบงานย่อย ดังนี้

ใบงานที่ 2.1 สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

ใบงานที่ 2.2 ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

ใบงานที่ 2.3 วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
3. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
4. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
5. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

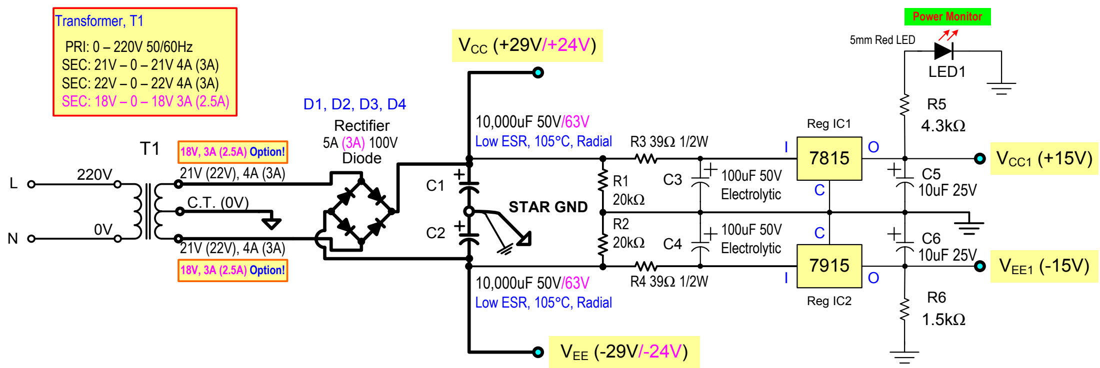
สมรรถนะ

1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
2. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
3. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
4. สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
5. ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
6. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้

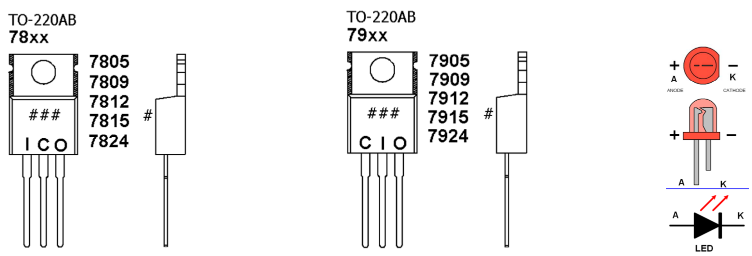
	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3 – 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 5 หน้า

<u>ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ</u>

หม้อแปลง T1 เป็นหม้อแปลงชนิดมีเซ็นเตอร์แท็ป 21-0-21V 4A (หรือ 22-0-22V 4A) ไฟเข้า 220V (AC 50Hz) ต่อเข้าไดโอดบริดจ์ (D1, D2, D3, D4) แล้วฟิลเตอร์ด้วยตัวคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่ 10,000uF (C1, C2) เพื่อกรองแรงดันไฟตรงด้านออกให้เรียบ โดยที่ขั้วเซ็นเตอร์แท็ปของหม้อแปลงต่อลง GND ทำให้ได้เป็นแหล่งจ่ายไฟคู่ (Dual Power Supply) จ่ายแรงดันไฟตรง ±30V DC เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรเพาเวอร์แอมป์ 30W แบบสเตอริโอ โดยมี R1 และ R2 ทำหน้าที่คายประจุที่ค้างในตัวคาปาซิเตอร์ออกเมื่อปิดไฟแล้ว พร้อมทั้งจ่ายไฟให้ส่วนของวงจรเร็กกูเลทแรงดัน มี R3 ร่วมกับ C3 และ R4 ร่วมกับ C4 เป็นวงจรกรองแรงดันริพเพิล (Ripple Voltage) และแรงดันกระเพื่อมจากการทำงานแบบกระชากกระแสของวงจรเพาเวอร์แอมป์ ขนาด 30W จ่ายไฟอินพุทให้กับไอซีเร็กกูเลเตอร์แรงดัน ซีกบวกเป็นไอซี #7815 และซีกลบเป็น #7915 ได้เป็นแหล่งจ่ายไฟคู่ (Dual Power Supply) จ่ายแรงดันไฟตรง ±15V DC แรงดันเรียบแต่จ่ายกระแสได้ต่ำ เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรปรีโทนแบบสเตอริโอ โดยมี LED1 เป็นเพาเวอร์มอนิเตอร์แสดงสถานะไฟเลี้ยง

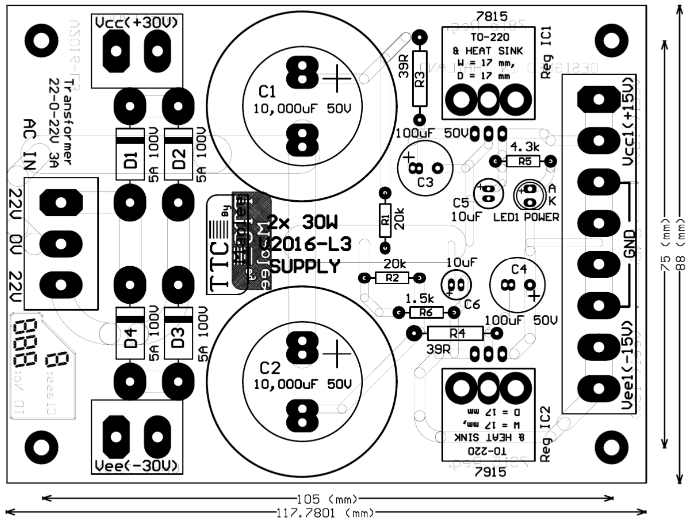


รูปที่ 2.1 วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

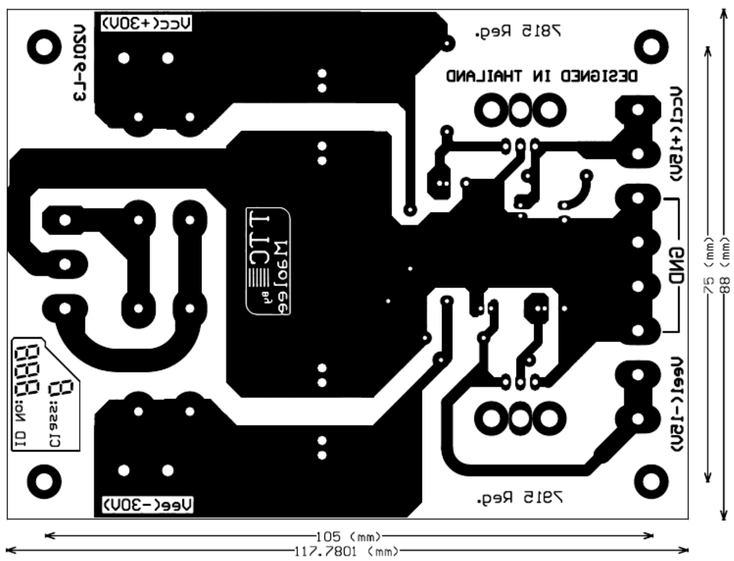


รูปที่ 2.2 แสดงขาของบางส่วนของอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3 – 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 5 หน้า

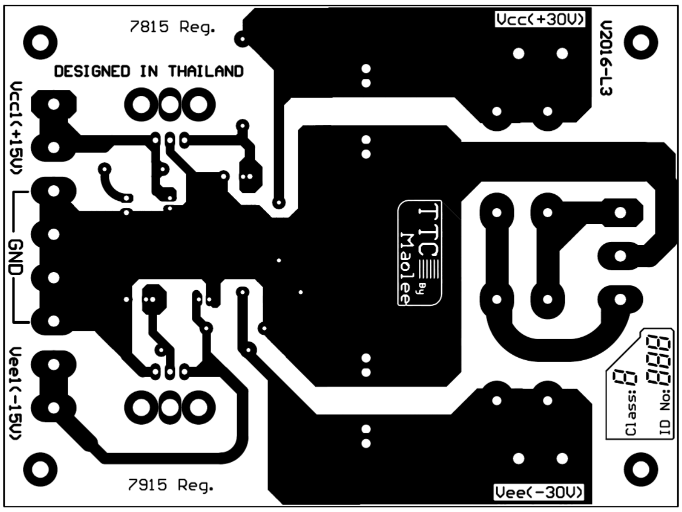


รูปที่ 2.3 แสดงมุมมองด้านบนของลายวางอุปกรณ์พร้อมลาย PCB แบบเส้นร่าง ของวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 2.4 แสดงมุมมองด้านบนของลาย PCB (มองทะลุผ่านแผ่นฉนวน) ของวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3 – 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 5 หน้า



รูปที่ 2.5 แสดงมุมมองด้านล่างของลาย PCB ของวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับตรวจสอบและแต่งเส้นลาย PCB ที่ได้จากการรีดปริ๊นท์ (Toner Transfer Method) ให้ถูกต้อง

ตารางที่ 2.1 รายการอุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
C1	10,000uF 50V (35V) Electrolytic Capacitor, Low ESR	C Radial D22mm PCM 10mm, 15mm
C2	10,000uF 50V (35V) Electrolytic Capacitor, Low ESR	C Radial D22mm PCM 10mm, 15mm
C3	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 10.2 mm
C4	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 10.2 mm
C5	10uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 1.8 mm
C6	10uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 1.8 mm
D1	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D2	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D3	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D4	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
ตาไก่ ทุกตัว	ตาไก่ทองเหลือง 2.0 mm	รวม จำนวน 12 ตัว
LED1	5mm Red LED ตัวถังกลมสีแดง	LED 5mm PACKAGE ตัวถังกลม
R1	20kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R2	20kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R3	39Ω 1/2W Film Resistor	R 1/2 W, Axial; L = 10.0 mm

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3 – 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 5 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
R4	39Ω 1/2W Film Resistor	R 1/2 W, Axial; L = 10.0 mm
R5	4.3kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R6	1.5kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
Reg IC1	Regulator IC # 7815 (+15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
Reg IC2	Regulator IC # 7915 (-15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
Heatsink Reg IC1	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17	ไม่ใช้ ฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/แผ่นไมล่า
Heatsink Reg IC2	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17	ไม่ใช้ ฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/แผ่นไมล่า
T1	หม้อแปลง Transformer 21-0-21V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 22-0-22V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 18-0-18V 3A (2.5A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
กระบอกฟิวส์เล็ก	ชนิดยึดแท่น Fuse Holder For 5x20 mm. Fuses	สำหรับ ฟิวส์เล็กสั้น 1 ตัว
ลูก Fuse	ฟิวส์หลอดแก้ว 5mm x 20mm ชนิด ฟิวส์เล็กสั้น 1A 250VAC	ขนาด 1A 250VAC จำนวน 1 กล่อง
สาย AC	สาย AC 2A - 5A 250V ยาว 2m แบบมี Plug ในตัว	1 เส้น
ยางร้อยสาย	สำหรับสายไฟ AC กันรูแท่นบาดสายไฟ	1 ตัว
เสารอง PCB	PCB Standoff Spacer (Plastic) for M3	เสารอง PCB ชนิดสั้น พลาสติกสีดำ 4 ตัว
น๊อต - สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 15mm	4 ตัว
สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 8mm	2 ตัว
สกรู	สกรูเงินเกลียวปล่อย 2.5mm, ยาว 6mm	4 ตัว

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 2.1</td><td>หน่วยที่ 2</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 3</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย</td><td>ใบงานรวม 13 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย</td></tr>
</table>

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
2. สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	ไฟล์แบบสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (.pdf)	1 ไฟล์
2.	แผ่นปริ๊นท์ (PCB) ชนิดฟินอลิค (Phenolic) หรือ อีพ็อกซี่ (Epoxy) แบบหน้าเดียว ขนาด 118mm x 88mm หรือ ขนาด 1 ฟุต x 1 ฟุต	1 แผ่น
3.	กระดาษ Glossy Paper (กระดาษโฟโต้ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 160 gm/180 gm	1 แผ่น
4.	เครื่องพิมพ์เลเซอร์ / เครื่องปริ้นเลเซอร์ (laser printer) ขาว ดำ	1 เครื่อง
5.	แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2)	1 แผ่น
6.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
7.	ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
8.	เตารีดไฟฟ้า	1 เครื่อง
9.	แผ่นใยขัด สก๊อตช์-ไบรต์ (Scotch-Brite) สะอาด (สีเขียว)	1 อัน
10.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
11.	ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)	1 ด้าม
12.	สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก	1 เครื่อง

	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

13. ดอกสว่านเจาะเหล็ก 1 ชุด
    ใช้ขนาด 0.7mm, 0.9mm, 1mm, 1.6mm, 2mm และ 3mm
14. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W 1 ชุด
    หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W 1 ตัว
15. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand) 1 ตัว
16. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) / น้ำยากัดปริ๊นท์แบบน้ำ 1 ขวด
    หรือแบบก้อน 1 ถุง
17. น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ หรือ ยางสนก้อนพร้อมขวดบรรจุ 1 ขวด
18. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux) 1 ตลับ
19. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์ 1 ขวด
20. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40 0.1 ปอนด์
21. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น 1 ชิ้น
22. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
23. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

<u>คำแนะนำ</u>

1. การแต่งลายเส้น PCB จะต้องถูกต้องตรงตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย และตัวเลข S/N (เลขรหัส) จะต้องตรงกับเลขรหัสนักศึกษา 3 ตัว ท้าย ก่อนนำไปกัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3)
2. การกัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) ควรใช้กับภาชนะพลาสติก

	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

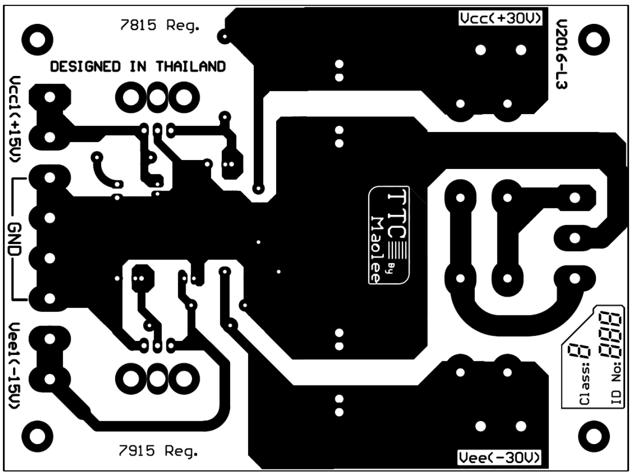
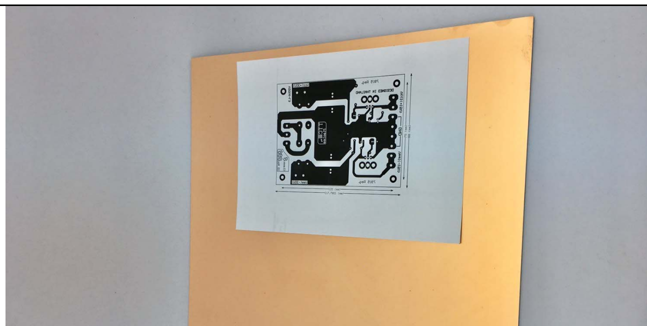
3. เส้นกรอบขอบเขต (KeepOutLayer) ใช้สำหรับตัดแผ่น PCB ในขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมแล้วเป็นปกติ แต่ในการทำ PCB ด้วยมือจะทำให้เกิดเป็นทองแดงตัวนำลาย PCB ชอร์ทลายวงจรอื่น ๆ ให้ใช้มีดคัตเตอร์กรีดขูดเส้นกรอบ PCB ออก
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
5. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

ข้อควรระวัง

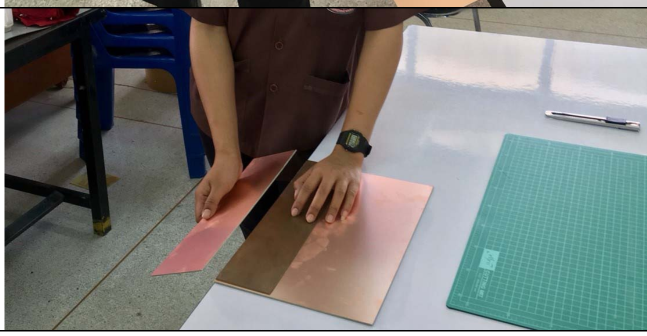
1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุด และเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: $FeCl_3$) / น้ำยากัดปริ๊นท์ ใช้งานต้องระมัดระวังไม่ให้สกปรกกับพื้นที่ปฏิบัติงาน เมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องจัดเก็บให้ปลอดภัย หรือหากใช้การไม่ได้แล้วจะต้องกำจัดของเสียให้มีมลพิษน้อยที่สุด
3. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
4. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
6. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
7. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

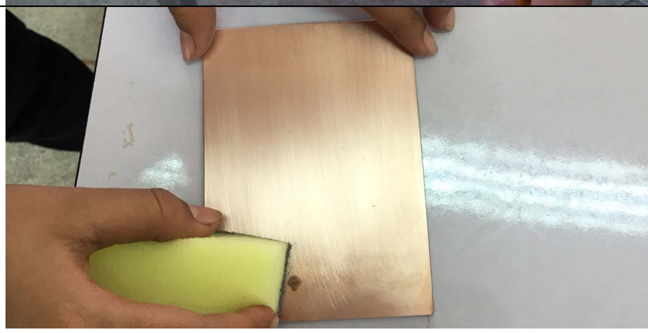
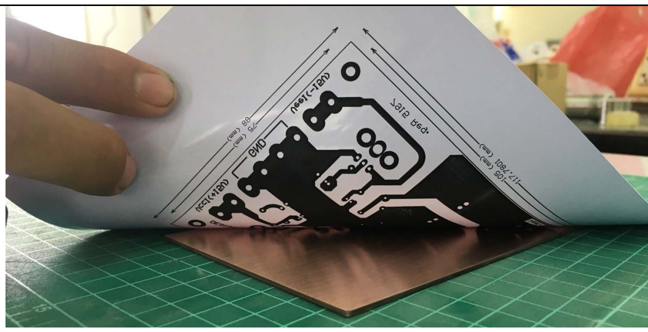
ลำดับขั้นการปฏิบัติ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	พิมพ์ ไฟล์แบบสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (.pdf) 100% บนกระดาษ Glossy Paper กันน้ำ ด้านผิวมัน ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาว ดำ <u>หมายเหตุ</u> (มุมมองด้านล่าง) PCB: Supply 2x30W V2016-L3 (Mirror Bottom)	
2	ตัดกระดาษ Glossy ที่พิมพ์ลาย PCB แล้ว ให้ขนาดใหญ่กว่ากรอบลาย PCB เล็กน้อย	
3	เตรียม/ตัดแผ่นปริ้นท์ (PCB) ชนิดฟีนอลิค (Phenolic) หรือ อีพ็อกซี่ (Epoxy) ขนาด 118mm x 88mm	

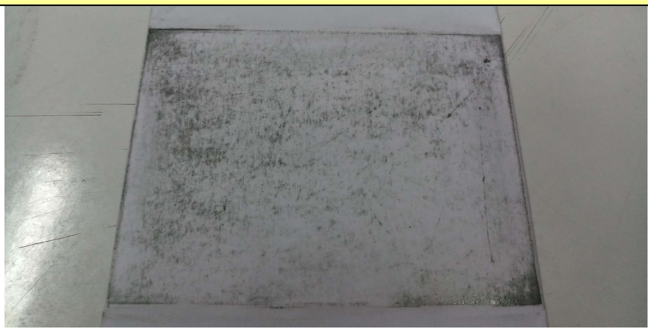
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	- โดยใช้มีดคัตเตอร์กรีด PCB ทั้งสองด้านให้ยาวตลอดและรอยกรีดสองด้านตรงกันทั้ง	 
	- หักแผ่น PCB ตามแนวที่กรีดไว้กับขอบโต๊ะโลหะ - แล้วดัดแผ่น PCB ให้ตรง ตรวจสอบโดยวางทาบกับพื้นผิวเรียบ เช่นแผ่นกระจก	 

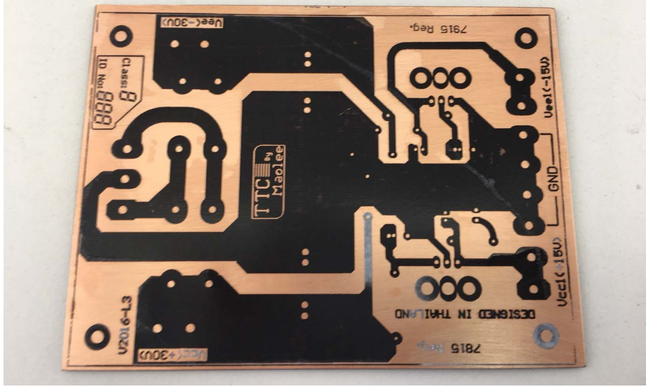
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4	ลบคมขอบ PCB ทุกด้าน ด้วยมีดคัตเตอร์และกระดาษทราย	
5	ทำความสะอาดผิว PCB ด้านทองแดง โดยขัดด้วยแผ่นใยขัดสก๊อตช์-ไบรต์ ให้สะอาดมันเงา โดยการขัดถูเบา ๆ ซ้ำหลายครั้งให้ทั่วแผ่น PCB และปัดฝุ่นออกให้สะอาด	
6	นำกระดาษ Glossy ที่มีลาย PCB วางทาบทับแผ่น PCB วางให้ตรงที่สุด ใช้เตารีดวางตรงกลางก่อนเพื่อให้หมึกละลายยึดแผ่นกระดาษป้องกันไม่ให้เคลื่อนที่จากแผ่น PCB	
7	ใช้เตารีดตั้งไฟความร้อนปานกลาง มารีดทับด้านกระดาษ Glossy ที่วางซ้อนทับ PCB ใช้เวลารีดประมาณ 4 นาที	

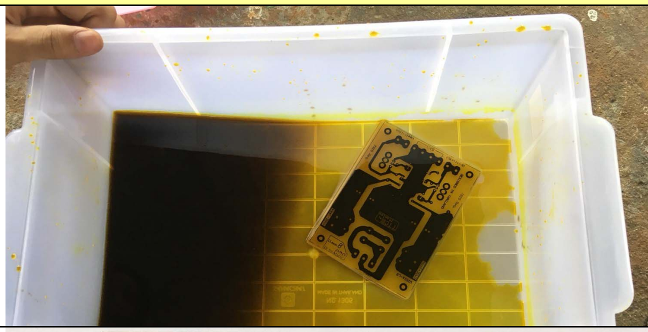
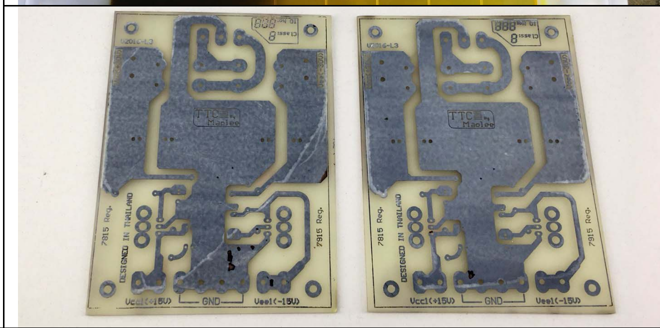
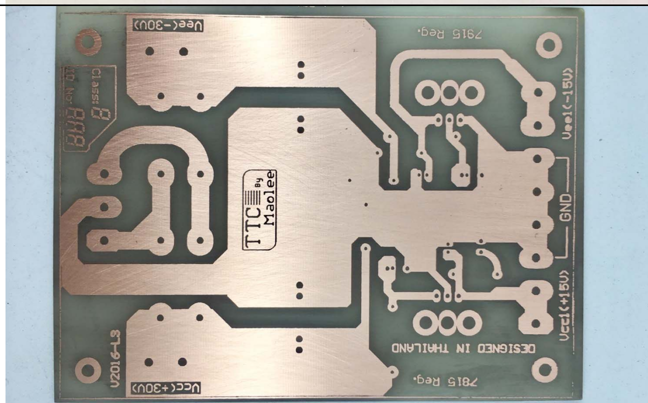
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
8	หมึกจากรูป PCB ในกระดาษละลายย้ายไปสู่ผิวทองแดง (Toner Transfer Method) ครบถ้วนทุกลายเส้นแล้ว จะได้ชิ้นงานที่ยังมีความร้อนอยู่ ให้ปฏิบัติขั้นต่อไปทันที	
9	นำแผ่น PCB พร้อมกระดาษนี้ ทำให้เย็นด้วยน้ำไหลผ่านเบาๆ เน้นที่ด้านแผ่น PCB ก่อน ใช้เวลาประมาณ 2 นาที หมึกจากกระดาษจะย้ายมาที่ PCB (ระมัดระวังในการถือชิ้นงานที่มีความร้อน และต้องไม่ให้กระดาษแบบหลุดจาก PCB)	
10	ลอกกระดาษแบบออกจากแผ่น PCB และแช่ทิ้งไว้ในน้ำ ให้กระดาษที่ติดค้างเปื่อย ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ใช้มือขัดถูลอกกระดาษออกเบา ๆ เฉพาะบริเวณลายเส้นวงจรที่มีกระดาษติดซอร์ทเส้นอยู่	

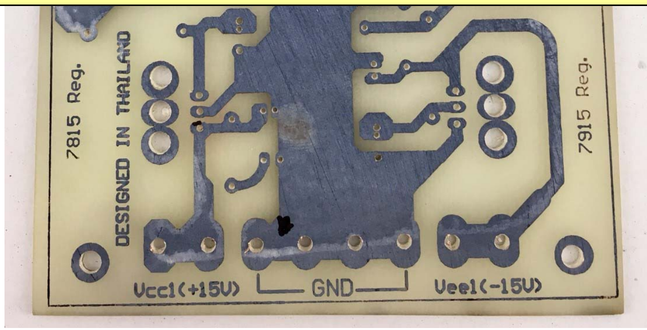
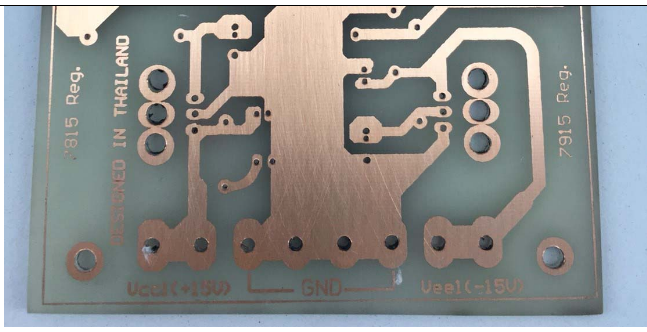
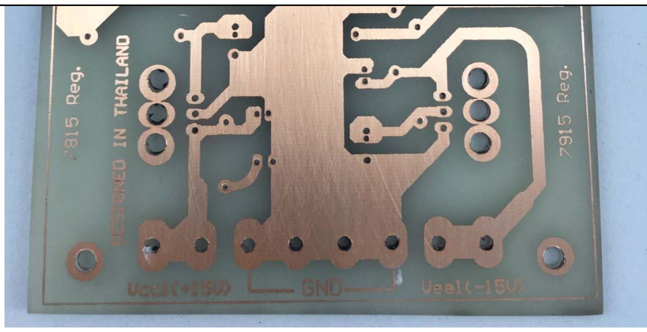
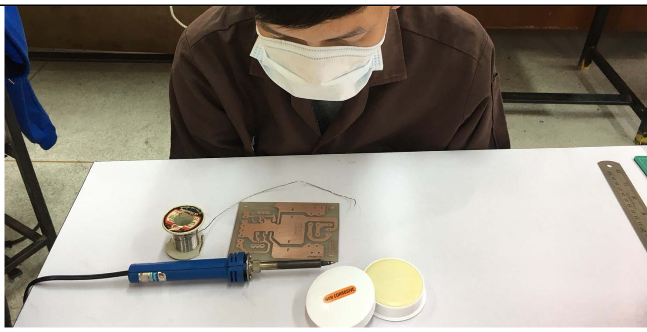
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
11	นำแผ่น PCB ที่ขึ้นลายวงจรนี้มาแต่งเส้นให้ถูกต้องตามแบบ หากมีเส้นชอร์ทใช้มีดคัตเตอร์กรีดขูดออก หากเส้นขาดหรือขอบเส้นไม่สวยงามใช้ปากกาเคมีกันน้ำ(Permanent) แต่งเส้น และใช้มีดคัตเตอร์กรีดขูด<u>เส้นกรอบ PCB ออก</u> และกรีดขูดเลข S/N ให้ตรงกับเลขรหัสนักศึกษา 3 ตัว ท้าย	
12	กัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: $FeCl3$) ในภาชนะพลาสติกที่ถูกเขย่าให้น้ำยากัดทองแดงไหลไปมาตลอดเวลา ให้หงาย PCB ด้านทองแดงขึ้น ใช้เวลากัดปริ๊นท์ประมาณ 5 – 10 นาที	 

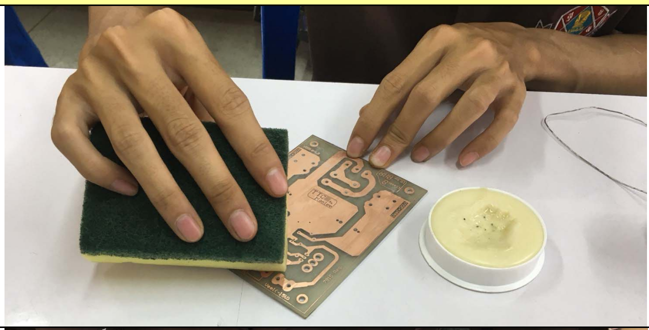
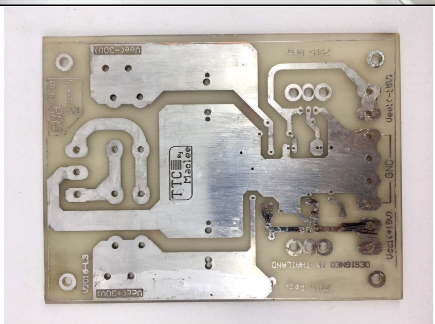
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	เมื่อกัดทองแดงของแผ่น PCB ส่วนที่ไม่ต้องการออกหมดแล้ว ให้ทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำสะอาด และทำให้แห้ง	 
14	กรณีที่ต้องการทำความสะอาดลายวงจรที่ได้จากการรีดปริ้นท์ ให้ล้างออกด้วยทินเนอร์ และทำความสะอาด	
15	เจาะรูแผ่น PCB ตามขนาดรู ด้วยสว่านไฟฟ้า ด้วยความเร็วหมุนสว่าน Speed สูง	

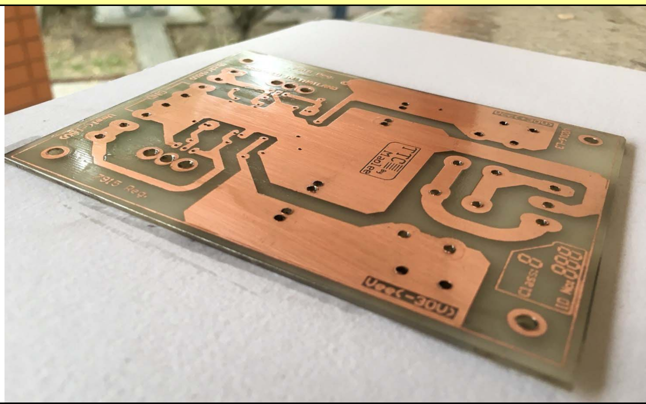
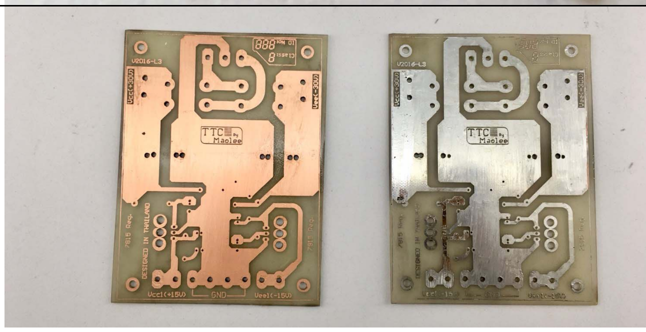
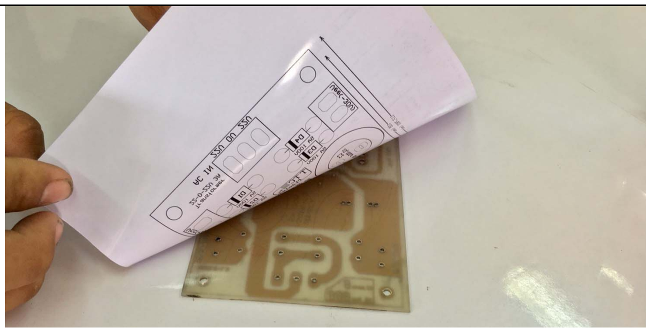
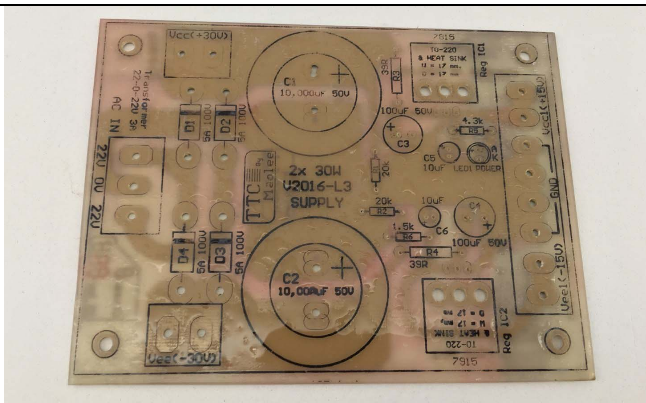
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
16	แผ่น PCB ที่ได้จากการเจาะรูเสร็จแล้ว สำหรับกรณีที่แผ่น PCB ยังไม่ได้ทำความสะอาดลายวงจรที่ได้จากการรีดปริ๊นท์ก่อนเจาะรู	
17	แผ่น PCB ที่ได้จากการเจาะรูเสร็จแล้ว สำหรับกรณีที่แผ่น PCB ถูกทำความสะอาดลายวงจรที่ได้จากการรีดปริ๊นท์ก่อนเจาะรู แล้วขัดด้วยแผ่นใยขัด สก๊อตซ์-ไบรต์ ให้สะอาดมันเงา และปัดฝุ่นให้สะอาด	
18	ทำความสะอาดลายวงจรที่ได้จากการรีดปริ๊นท์แผ่น PCB โดยล้างออกด้วยทินเนอร์ ทำให้แห้ง แล้วขัดด้วยแผ่นใยขัดสก๊อตซ์-ไบรต์ ให้สะอาดมันเงาและปัดฝุ่นออกให้สะอาด	
19	กรณีใช้ตะกั่วเคลือบผิว PCB	ไม่มีรูปประกอบ
19.1	จัดเตรียม - แผ่น PCB สะอาดมันเงา - หัวแร้งบัดกรี จ่ายไฟพร้อมใช้ - ตะกั่วบัดกรีเส้น 0.8-1.2mm - ฟลั๊กซ์/ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive)	

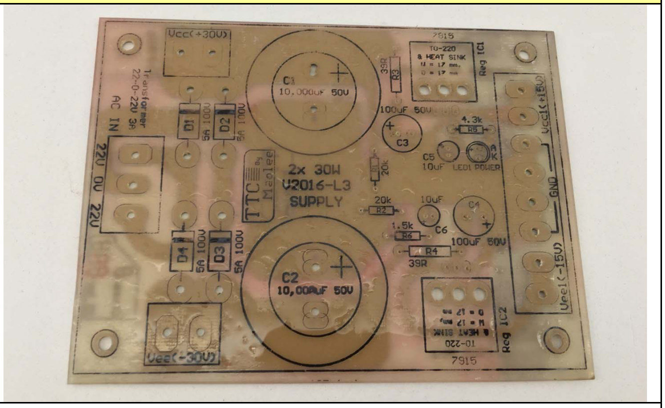
	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
19.2	ทาฟลั๊กซ์/ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive) ที่ด้านลายทองแดงของแผ่น PCB ให้ทั่ว โดยทาบาง ๆ	
19.3	ใช้หัวแร้งบัดกรี พร้อมป้อนตะกั่วบัดกรี เพื่อเคลือบ PCB ด้วยตะกั่ว บาง ๆ ให้ทั่ว	
19.4	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ที่ถูกเคลือบด้วยตะกั่ว ให้ตรวจสอบรูใส่ขาอุปกรณ์ทุกรูต้องไม่มีตะกั่วอุดตัน หากมีรูอุดตันให้แก้ไข	
20	กรณีใช้ยางสนเคลือบผิว PCB	ไม่มีรูปประกอบ
20.1	จัดเตรียม - แผ่น PCB สะอาดมันเงา - น้ำยาเคลือบแผ่นปริ้นท์ หรือ ยางสนก้อนพร้อมขวดบรรจุ - ทินเนอร์ - อุปกรณ์ทาน้ำยาเคลือบ PCB	

	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
20.2	ผสมน้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ โดยใช้ยางสนก้อน + ทินเนอร์ หรือน้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์สำเร็จรูปมาผสมกับทินเนอร์ให้เจือจางในอัตราส่วน 1 : 2 ทาด้านทองแดงของแผ่น PCB ให้ทั่ว แล้วทำให้แห้งด้วยลมอุ่น	
21	รูปเปรียบเทียบผลงาน PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลายที่ได้ มุมมองด้านล่างของ PCB โดยรูปซ้ายมือใช้วิธีเคลือบ PCB ด้วยยางสนหรือน้ำยาเคลือบ รูปขวามือเคลือบด้วยตะกั่ว	
22	นำกระดาษ Glossy ที่มีลายรูปวางอุปกรณ์ วางทาบทับแผ่น PCB ด้านบน ให้ตรงที่สุด ใช้เตารีดตั้งไฟความร้อนปานกลาง รีดทับบนด้านกระดาษ ใช้เวลารีดประมาณ 4 นาที	
23	ด้วยวิธีเช่นเดียวกันกับด้านลายทองแดง คือนำแผ่น PCB ทำให้เย็นด้วยน้ำไหลผ่านก่อน เพื่อให้หมึกจากกระดาษย้ายมาที่ PCB แช่น้ำให้กระดาษเปื่อย ขัดถูลอกกระดาษออก จะได้รูปวางอุปกรณ์ด้านบน	

	ใบงาน ที่ 2.1	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 3
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 13 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
24	ทำความสะอาดแผ่น PCB และทำให้แห้ง <u>ส่งตรวจผลงาน</u>	
25	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทำแผ่นปริ้นท์ ด้วยวิธีละลายหมึกจากกระดาษให้ย้ายไปสู่ผิวทองแดง (Toner Transfer Method) โดยใช้การรีด ทำอย่างไร ....
....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วิธีการเคลือบแผ่นปริ้นท์ด้วยตะกั่ว กับการเคลือบด้วยยางสนหรือน้ำยาเคลือบ ทำอย่างไร ....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
2. ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.1)	1 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ตามรายการแนบท้ายในงาน	1 ชุด
3.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
4.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
5.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
6.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
7.	ที่ดัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมือ (ดัดขา R และ C)	1 ตัว
8.	ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
9.	คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
10.	คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
11.	ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm)	1 ตัว
12.	บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
13.	ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
14.	หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

15. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
16. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

เทคนิคการบัดกรีที่ดีปลายหัวแร้งบัดกรีต้องสะอาดและเปียกตะกั่วอยู่เสมอ บัดกรีแต่ละครั้งให้จี้ปลายหัวแร้งบัดกรีค้างไว้ที่จุดบัดกรีเพื่อให้ความร้อนให้เพียงพอ เวลาที่ใช้แต่ละจุดขึ้นอยู่กับขนาดความจุความร้อนของจุดบัดกรี โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 วินาที ตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ แต่หากใช้เวลาน้อยเกินไปตะกั่วจะประสานไม่ดี หากนานเกินไปผิวตะกั่วบัดกรีจะไม่เงางามเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกไปมาก และหากนานเพิ่มขึ้นอีกในที่สุดอาจถึงขั้นตะกั่วประสานไม่ดี และผิวตะกั่วบัดกรีไม่มีเงาเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกจนหมด และยังเป็นเหตุให้ความร้อนที่จุดบัดกรีสูงมาก ความร้อนนี้จะไหลผ่านโลหะตัวนำไปสู่ภายในอุปกรณ์อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

<u>คำแนะนำ</u>

1. ประกอบอุปกรณ์ตามลำดับความสูง โดยเรียงจากต่ำไปสูง เช่นเรียงจาก ตัวต้านทาน ตาไก่ทองเหลือง ไดโอด แอลอีดี ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
2. ประกอบไอซีเร็กกูเลเตอร์ Reg IC1 และ Reg IC2 ต้องระวังมิให้สลับที่กัน และต้องยึดไอซีเร็กกูเลเตอร์เข้ากับแผ่นระบายความร้อน (Heatsink) ให้แน่นก่อนบัดกรีลง PCB
3. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

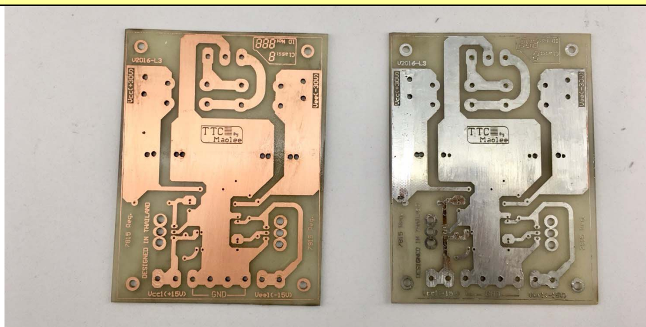
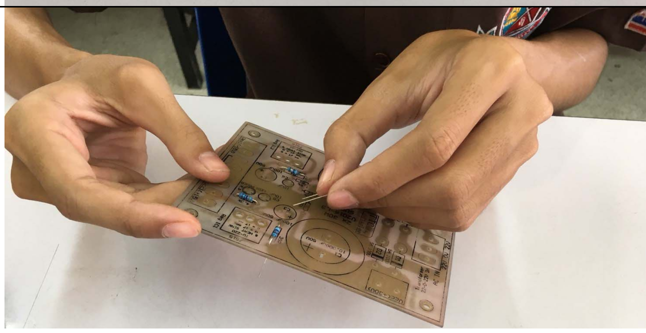
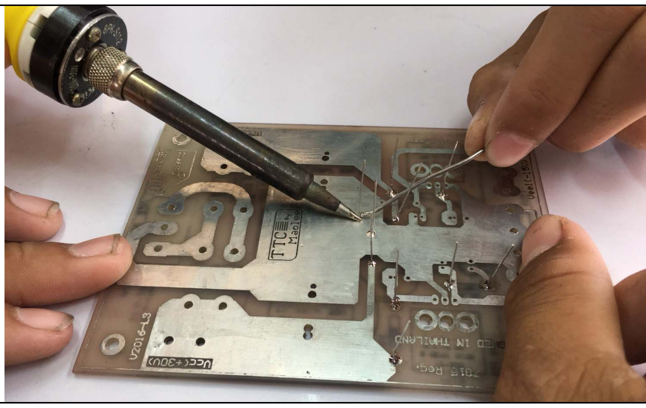
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การประกอบอุปกรณ์ที่มีขั้วขาให้ตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เช่น ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติก ไดโอด และแอลอีดี เป็นต้น
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อนขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น

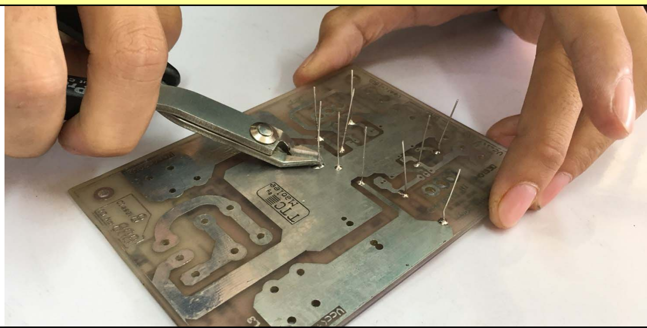
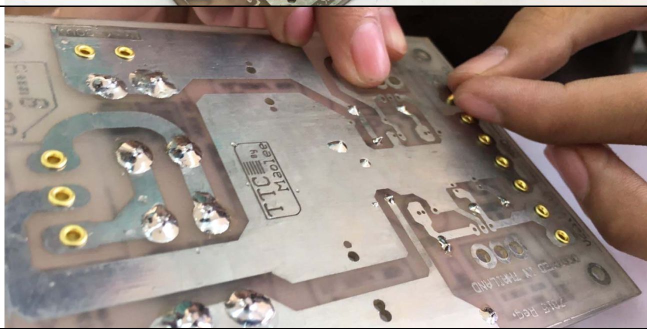
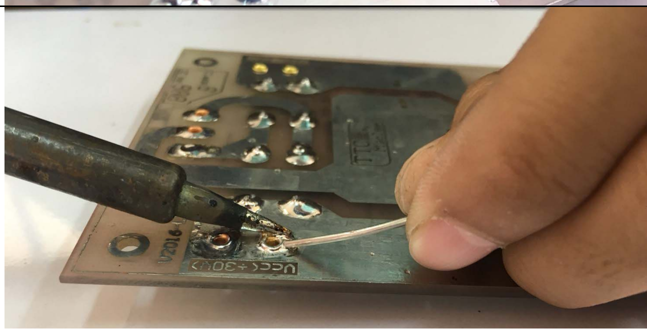
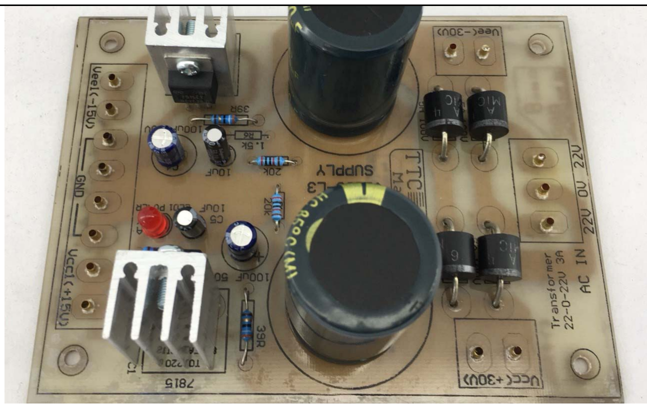
	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
5. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

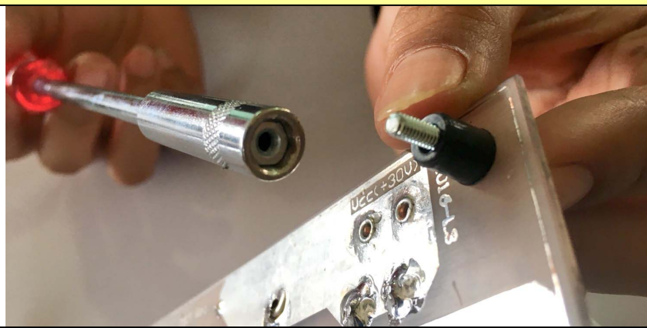
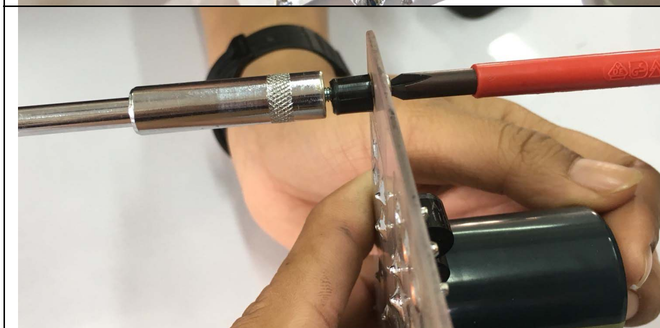
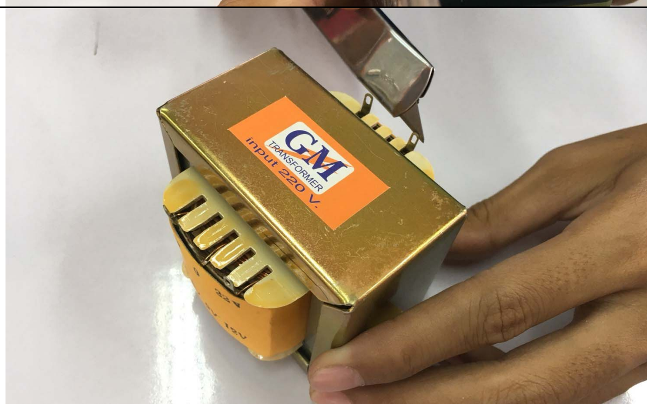
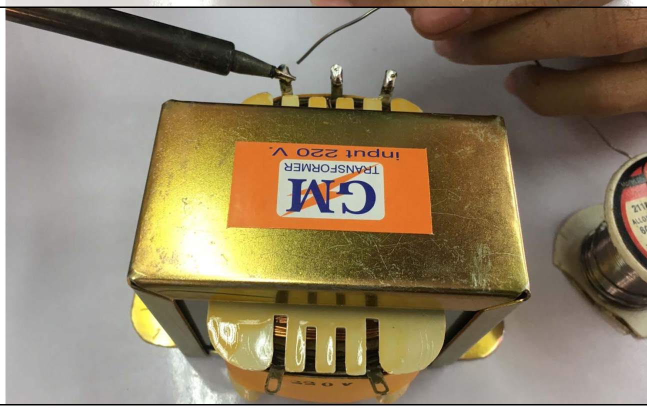
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.1) และอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายตามแนบท้ายใบงาน	
2	ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย เรียงจากลำดับต่ำไปสูง โดยดัดขาอุปกรณ์ตัวที่ต้องดัดขา และสอดขาอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้อง สวยงาม	
3	บัดกรีขาอุปกรณ์ โดยปลายหัวแร้งบัดกรีสะอาดและเปียกตะกั่วบาง ๆ ให้ความร้อนกับจุดบัดกรี โดยใช้ปลายหัวแร้งอยู่ตรงบริเวณขาอุปกรณ์และ PCB เท่า ๆ กัน ป้อนตะกั่วตรงปลายหัวแร้งพอประมาณ	

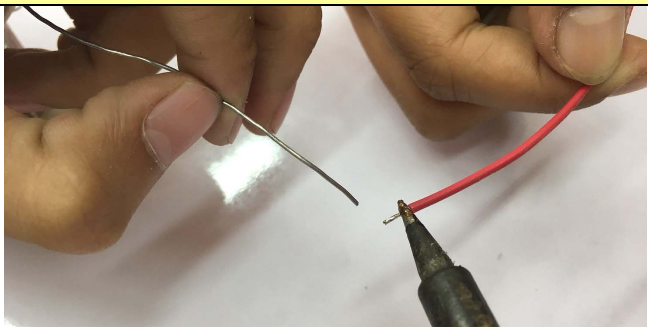
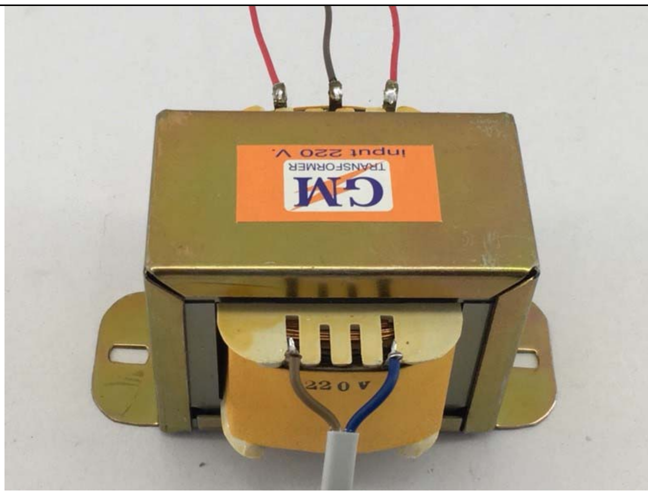
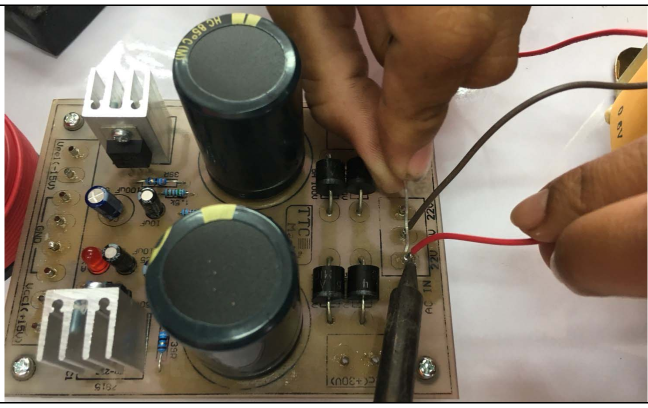
	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
4	เมื่อบัดกรีขาอุปกรณ์แล้ว ให้ตัดขาอุปกรณ์ ระมัดระวังขาที่ถูกตัดออกให้ใส่ลงในภาชนะถังใส่เศษวัสดุ เพื่อให้เกิดความสะอาดและปลอดภัย	
5	ประกอบตาไก่ทองเหลืองขนาด 2.0 mm ลง PCB คั่นก่อนประกอบอุปกรณ์ตัวสูง ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ให้ถูกต้อง	
6	บัดกรีตาไก่ทองเหลือง โดยใช้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วบาง ๆ ใช้ปลายหัวแร้งอยู่ตรงขอบตาไก่และ PCB เท่า ๆ กัน ป้อนตะกั่วตรงปลายหัวแร้ง ลากตะกั่ววนให้รอบขอบตาไก่ แล้วค้างหัวแร้งไว้อีก 2 วินาที	
7	ประกอบอุปกรณ์ที่เหลือให้ครบถ้วน โดยไอซีเร็กกูเลเตอร์ Reg IC1 และ Reg IC2 ต้องยึดไอซีเร็กกูเลเตอร์เข้ากับแผ่นระบายความร้อน (Heatsink) และยึดแผ่นระบายความร้อนเข้ากับ PCB ด้วยสกรูให้แน่นก่อนบัดกรีขา Reg IC ลง PCB	

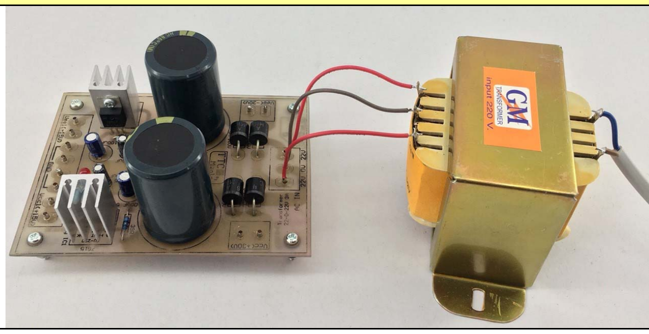
	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
8	ประกอบเสารองแผ่น PCB ทุกรู เพื่อใช้ประคองวางแผ่น PCB และให้ด้านล่าง PCB ลอยสูงจากพื้น ป้องกันมิให้เศษโลหะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงานชอร์ท กับวงจรด้านล่างของแผ่น PCB เมื่อวงจรเพาเวอร์ซัพพลายนี้ ถูกจ่ายไฟเข้าวงจรสำหรับวัดและทดสอบการทำงาน ตามใบงานที่ 2.3	 
9	ทำความสะอาดขั้วต่อสายไฟของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยใช้มีดคัตเตอร์ขูดและใช้กระดาษทรายขัดเหล็กขัดเพื่อทำความสะอาดเอาน้ำยาวานิชออกจากขั้วต่อสายไฟ ทุกขั้วที่ใช้งาน	
10	เคลือบตะกั่วขั้วต่อสายไฟ ทุกขั้วที่ใช้งาน	

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
11	ตัดสายไฟสำหรับต่อสายจากขั้วหม้อแปลงไปยังตาไก่แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย และสายไฟ AC พร้อมปลั๊ก ปอกปลายสายไฟยาว 5 mm และ<u>เคลือบตะกั่วปลายสายไฟ</u>	
12	บัดกรีสายไฟที่ขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า - ที่ขั้วหม้อแปลงทางด้านขดทุติยภูมิ (Secondary) ใช้สายไฟสำหรับต่อไปแผ่น PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย - ที่ขั้วหม้อแปลงทางด้านขดปฐมภูมิ (Primary) ใช้สายไฟ AC พร้อมปลั๊ก	
13	บัดกรีสายไฟที่มาจากขั้วหม้อแปลงทางด้านขดทุติยภูมิ (ขั้วจ่ายไฟออก) จากขั้วแรงดัน 21-0-21V หรือ 22-0-22V ไปยังขั้วไฟ AC ด้านไฟเข้า (Input) ของ PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย	

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	ทำความสะอาดชุดวงจรเพาเวอร์ซัพพลายเตรียม-พร้อมวัดและทดสอบการทำงานของวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย <u>ส่งตรวจผลงาน</u>	
25	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การใส่ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วิธีการบัดกรีขาอุปกรณ์ การบัดกรีตาไก่ทองเหลือง ทำอย่างไร ....
....
....
....
3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การต่อสายจากหม้อแปลงไปยัง PCB วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ทำอย่างไร ....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ตารางที่ 1 จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

จำนวนตัว	Comment	Case / Footprint
2	10,000uF 50V Electrolytic Capacitor, Low ESR	C Radial D22mm PCM 10mm, 15mm
2	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 10.2 mm
2	10uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 1.8 mm
4	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
12 ตัว	ตาไก่ทองเหลือง 2.0 mm	รวม จำนวน 12 ตัว
1	LED 5mm Red LED ตัวถังกลมสีแดง	LED 5mm PACKAGE ตัวถังกลม
2	20kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
1	4.3kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
1	1.5kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
2	39Ω 1/2W Film Resistor	R 1/2 W, Axial; L = 10.0 mm
1	Regulator IC # 7815 (+15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
1	Regulator IC # 7915 (-15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
2	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17	ไม่ใช้ ฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/ แผ่นไมล่า
T1	หม้อแปลง Transformer 21-0-21V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 22-0-22V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 18-0-18V 3A (2.5A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
1 ตัว	แท่นยึดกระบอกฟิวส์เล็ก Fuse Holder For 5x20 mm. Fuses	สำหรับ ฟิวส์เล็กสั้น 1 ตัว
1 กล่อง	ลูก Fuse ฟิวส์หลอดแก้ว 5mm x 20mm ชนิด ฟิวส์เล็กสั้น 1A 250VAC	ขนาด 1A 250VAC จำนวน 1 กล่อง
1 เส้น	สาย AC 2A - 5A 250V ยาว 2m แบบมี Plug ในตัว	สาย AC
1 ตัว	สำหรับสายไฟ AC กันรูแท่นบาดสายไฟ	ยางร้อยสาย
4 ตัว	เสารอง PCB หรือ PCB Standoff Spacer (Plastic) for M3	เสารอง PCB ชนิดสั้น พลาสติกสีดำ
น๊อต - สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 15mm	4 ตัว
สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 8mm	2 ตัว
สกรู	สกรูเงินเกลียวปล่อย 2.5mm, ยาว 6mm	4 ตัว

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ตารางที่ 2 รายการอุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
C1	10,000uF 50V (35V) Electrolytic Capacitor, Low ESR	C Radial D22mm PCM 10mm, 15mm
C2	10,000uF 50V (35V) Electrolytic Capacitor, Low ESR	C Radial D22mm PCM 10mm, 15mm
C3	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 10.2 mm
C4	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 10.2 mm
C5	10uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 1.8 mm
C6	10uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial PCM = 1.8 mm
D1	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D2	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D3	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
D4	5A 100V Rectifier Diode	DIODE - CASE DO-201 9.5 5.3MM
ตาไก่ ทุกตัว	ตาไก่ทองเหลือง 2.0 mm	รวม จำนวน 12 ตัว
LED1	5mm Red LED ตัวถังกลมสีแดง	LED 5mm PACKAGE ตัวถังกลม
R1	20kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R2	20kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R3	39Ω 1/2W Film Resistor	R 1/2 W, Axial; L = 10.0 mm
R4	39Ω 1/2W Film Resistor	R 1/2 W, Axial; L = 10.0 mm
R5	4.3kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R6	1.5kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
Reg IC1	Regulator IC # 7815 (+15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
Reg IC2	Regulator IC # 7915 (-15V 1A, 1.5A)	TO-220 (T), {Case 221A}
Heatsink Reg IC1	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17	ไม่ใช้ ฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/แผ่นไมล่า
Heatsink Reg IC2	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17	ไม่ใช้ ฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/แผ่นไมล่า
T1	หม้อแปลง Transformer 21-0-21V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 22-0-22V 4A (3A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
หรืออาจใช้ T1	หม้อแปลง Transformer 18-0-18V 3A (2.5A)	ไฟเข้า PRI = 0 - 220V
กระบอกฟิวส์เล็ก	ชนิดยึดแท่น Fuse Holder For 5x20 mm. Fuses	สำหรับ ฟิวส์เล็กสั้น 1 ตัว
ลูก Fuse	ฟิวส์หลอดแก้ว 5mm x 20mm ชนิด ฟิวส์เล็กสั้น 1A 250VAC	ขนาด 1A 250VAC จำนวน 1 กล่อง

	ใบงาน ที่ 2.2	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 1 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
สาย AC	สาย AC 2A - 5A 250V ยาว 2m แบบมี Plug ในตัว	1 เส้น
ยางร้อยสาย	สำหรับสายไฟ AC กันรูแท่นบาดสายไฟ	1 ตัว
เสารอง PCB	PCB Standoff Spacer (Plastic) for M3	เสารอง PCB ชนิดสั้น พลาสติกสีดำ 4 ตัว
น๊อต - สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 15mm	4 ตัว
สกรู	น๊อต - สกรู 3mm, ยาว 8mm	2 ตัว
สกรู	สกรูเงินเกลียวปล่อย 2.5mm, ยาว 6mm	4 ตัว

	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้อง
2. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	ชุดวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ที่เตรียมพร้อมวัดและทดสอบการทำงาน (ผลงานจากใบงานที่ 2.2)	1 ชุด
2.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
3.	ออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) พร้อมสายวัดและสาย AC	1 ตัว
4.	กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
5.	สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์ดิจิตอล จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) อ่านค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวเลขบนหน้าปัดพร้อมเครื่องหมาย (±) เช่น 15V หรือ +15V, –15 V เป็นต้น

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์เข็ม จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนตามปกติอ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขบวกตามปกติ เช่น 15V, 31V เป็นต้น หรือระบุพร้อมเครื่องหมายบวก (+) เช่น +15V, +24V เป็นต้น แต่หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนย้อนกลับ (เข็มตีกลับ) ให้สลับสายวัดจากปกติ อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขลบ เช่น –15 V, –30 V, –31 V เป็นต้น

	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

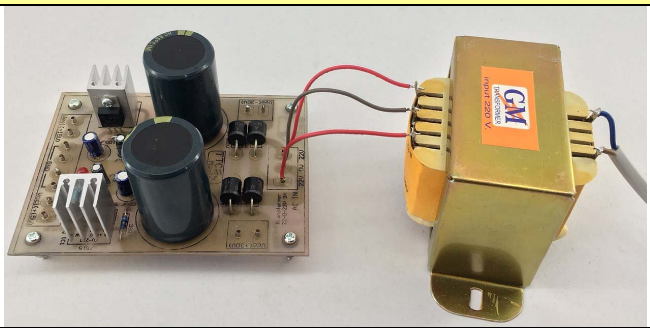
<u>คำแนะนำ</u>

1. สังเกต/ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนวัดเสมอ
2. การใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปวัดที่จุดวัด ต้องกดให้ปลายแหลมของสายวัดหรือโพรบ (Probe) ให้จิกลงบนจุดวัดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยสะดวก หรือวัดกับพื้นผิวตัวนำสะอาด
3. จุดบัดกรีที่ดีตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ และฟลักซ์ยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ดังนั้นการใช้สายวัดหรือโพรบ (Probe) ที่จุดบัดกรีต้องจิกวัดให้ผ่านทะลุลงไปถึงส่วนของโลหะตัวนำไฟฟ้า

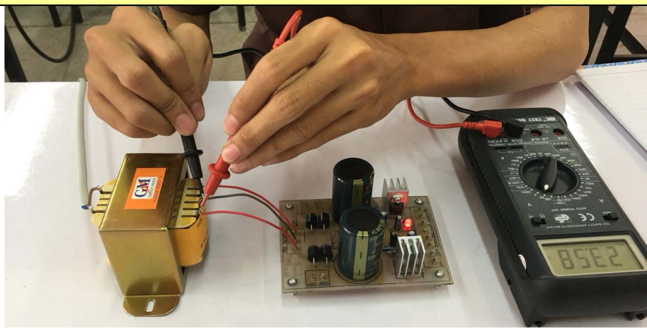
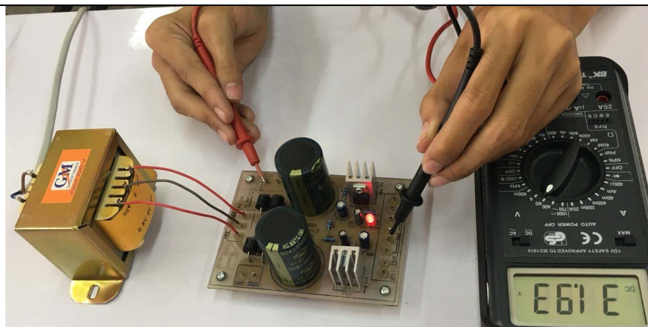
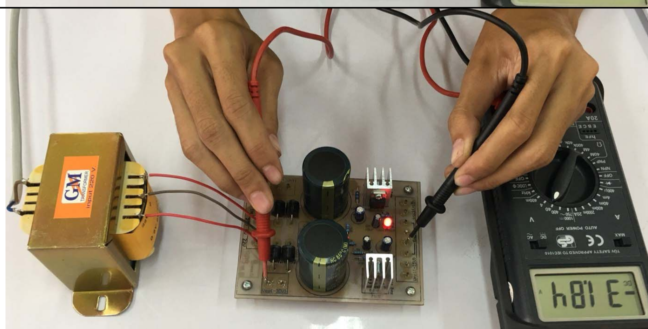
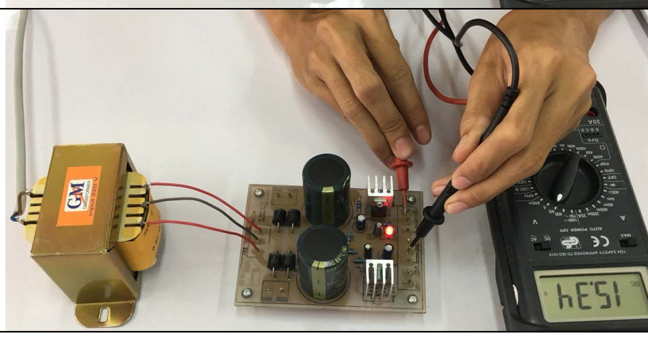
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยสายตา ด้านบนและด้านล่างของ PCB และการบัดกรีสายต่าง ๆ ให้ปกติ
2. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ระมัดระวังด้านล่างของ PCB ให้ลอยสูงจากพื้น และระวังมิให้เศษโลหะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงานชอร์ทด้านล่างของแผ่น PCB ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายกับงานต้นแบบนี้ได้
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

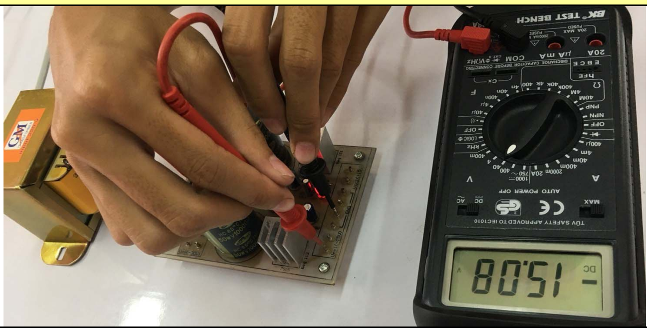
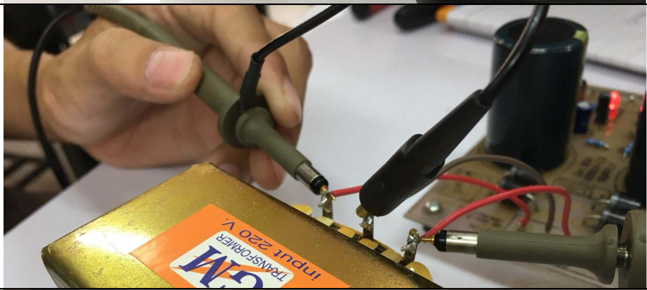
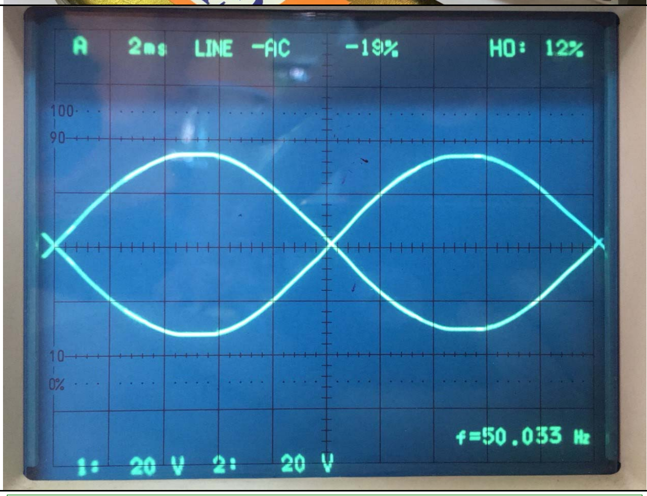
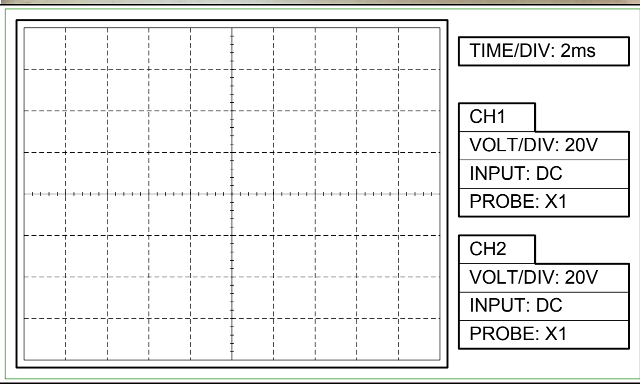
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม ชุดวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ที่เตรียมพร้อมวัดและทดสอบการทำงาน (ผลงานจากใบงานที่ 2.2)	

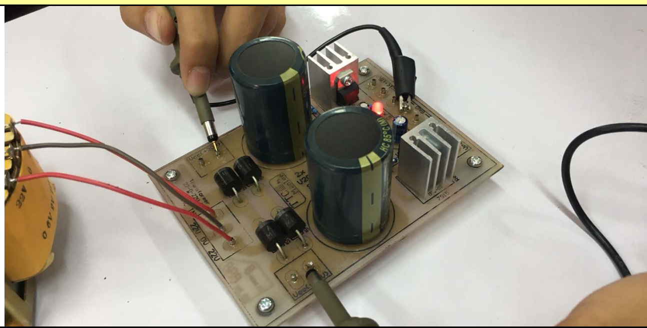
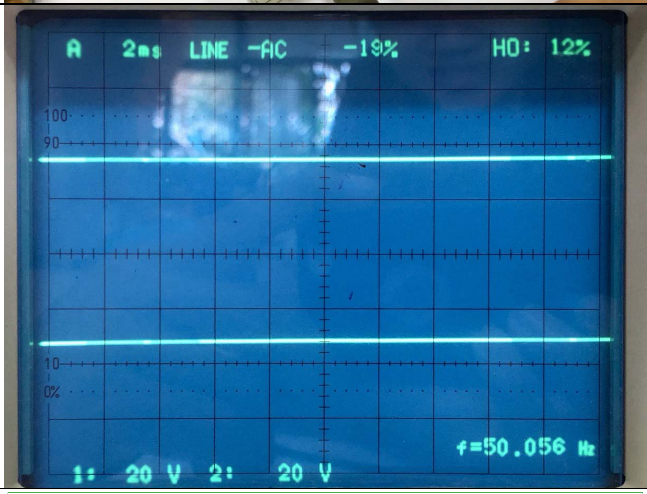
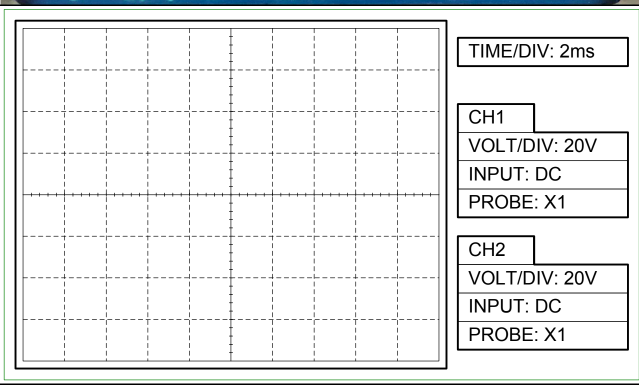
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า แล้ววัดแรงดัน AC ที่ขั้วหม้อแปลงด้านขดทุติยภูมิที่ขั้วไฟออกเทียบกับจุดแทปกลาง (Center tap: 0V) <u>บันทึกค่า</u> V_{SEC} =....................V	
3	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า แล้ววัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{CC} เทียบกับจุด GND <u>บันทึกค่า</u> V_{CC} =....................V	
4	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า แล้ววัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{EE} เทียบกับจุด GND <u>บันทึกค่า</u> V_{EE} =....................V	
5	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า แล้ววัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{CC1} เทียบกับจุด GND <u>บันทึกค่า</u> V_{CC1} =....................V	

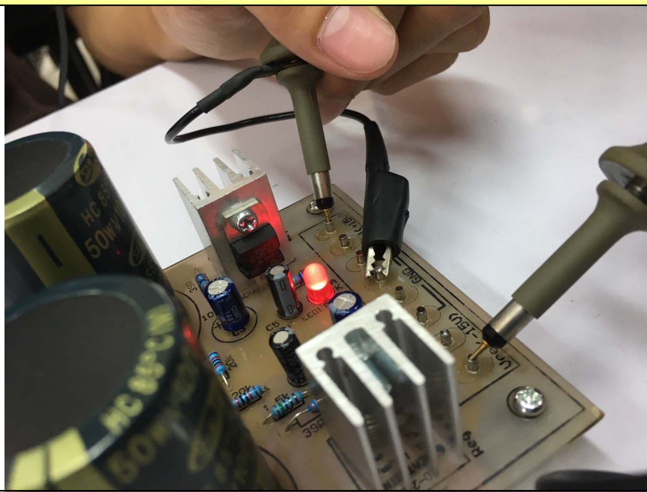
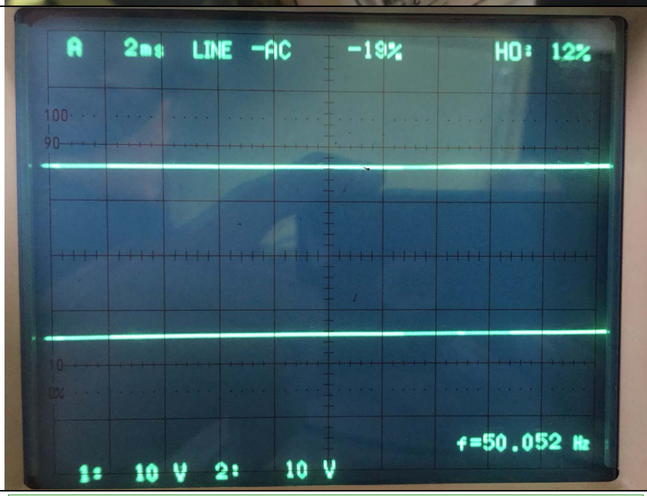
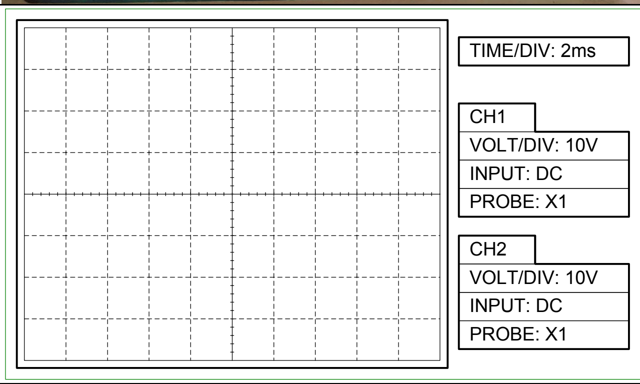
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า แล้ววัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{EE1} เทียบกับจุด GND <u>บันทึกค่า</u> V_{EE1} = ... V	
7	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า วัดแรงดันด้วยออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) ที่ขั้วหม้อแปลงด้านขดทุติยภูมิที่ขั้วไฟออกเทียบกับจุดแทปกลาง (Center tap: 0V) โดยวัด V_{SEC} ทั้งสองขั้วพร้อมกัน ด้วย DC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)	  

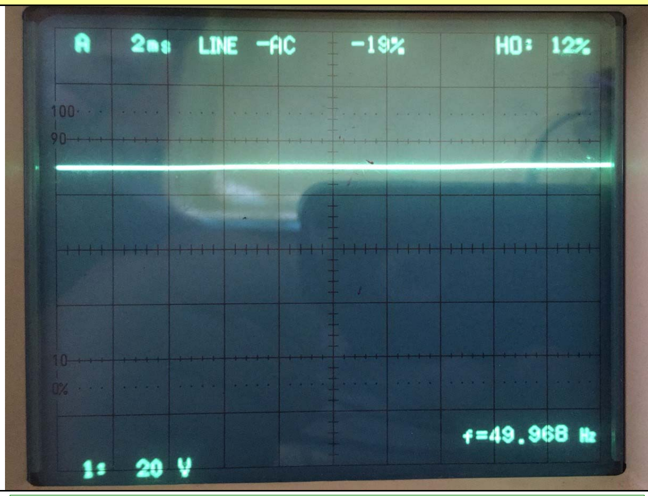
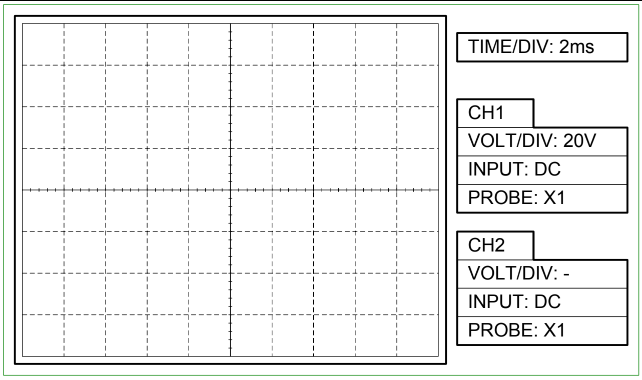
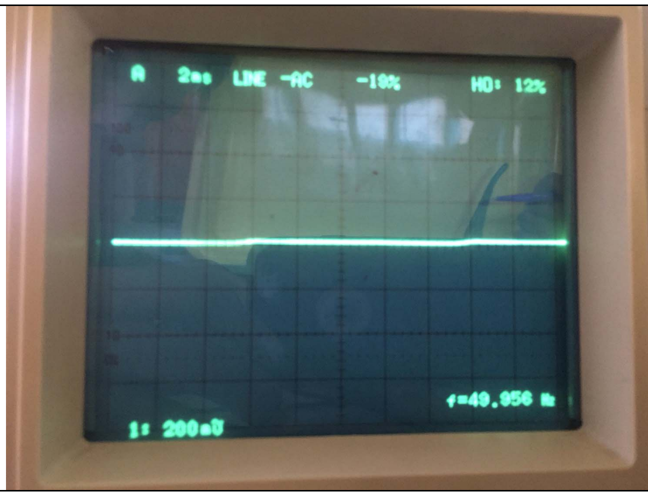
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
8	<u>ทดสอบที่สภาวะ No Load</u> เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า วัดแรงดันด้วยออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) ที่ V_{CC} และ V_{EE} เทียบกับจุด GND ทั้งสองขั้วพร้อมกัน ด้วย DC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)	  

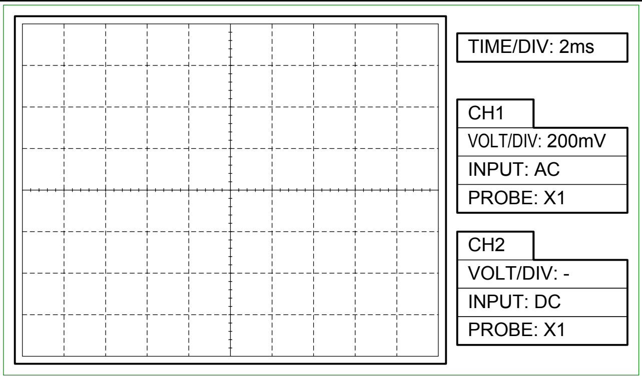
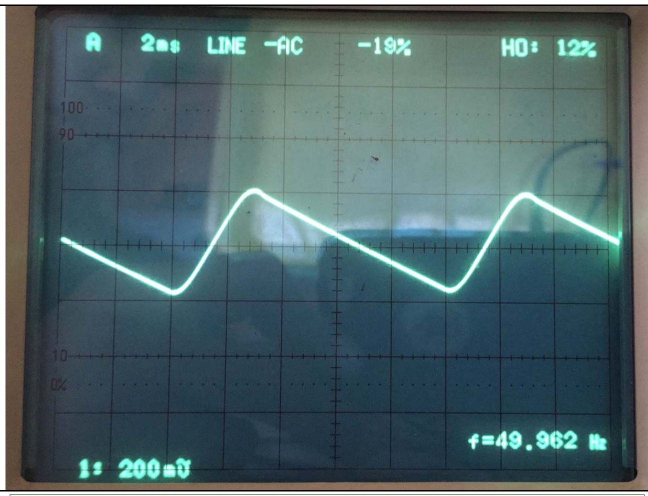
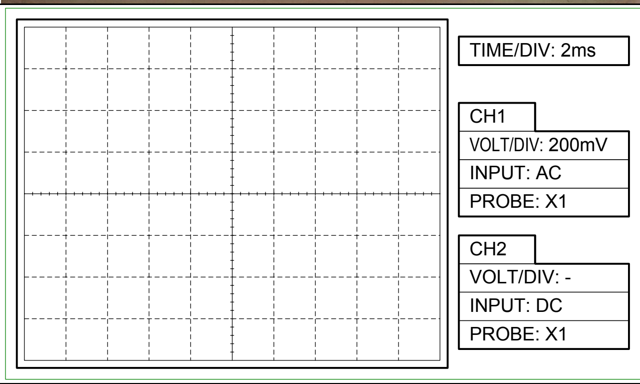
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
9	ทดสอบที่สภาวะ No Load เสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า วัดแรงดันด้วยออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) ที่ V_{CC1} และ V_{EE1} เทียบกับจุด GND ทั้งสองขั้วพร้อมกัน ด้วย DC Input Coupling บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง)	  

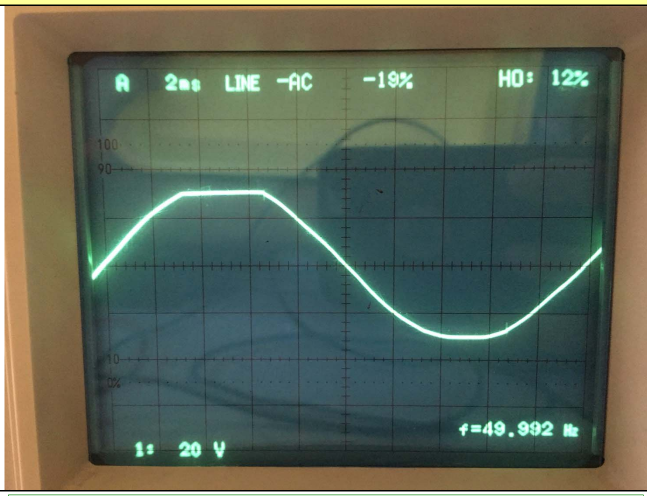
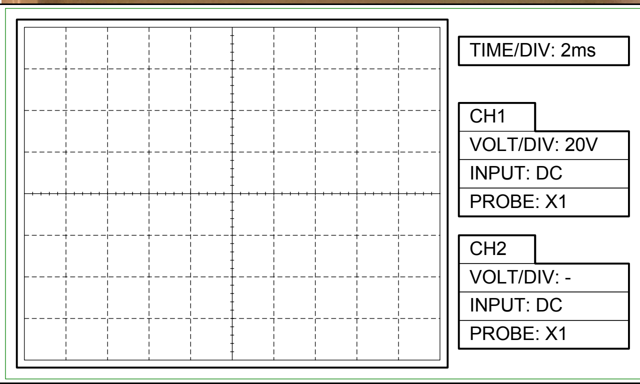
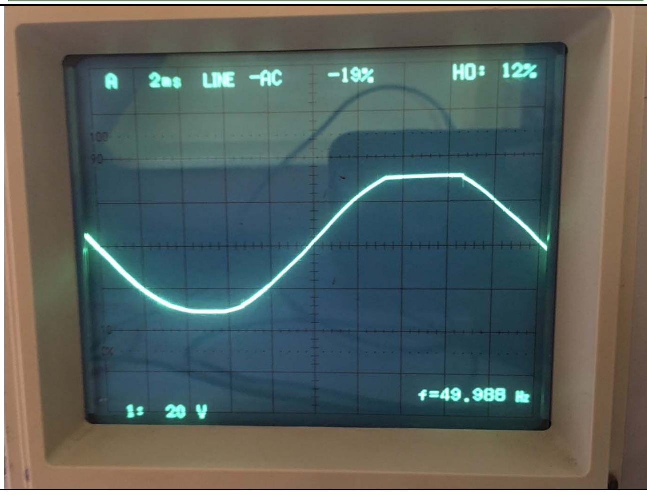
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
10	ทดสอบที่สภาวะ Take Load 1) ต่อ Load = 50 Ω (48 Ω ถึง 56 Ω) ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า 2) วัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{CC} เทียบกับจุด GND บันทึกค่า V_{CC} = ... V 3) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคปที่ V_{CC} เทียบกับจุด GND ด้วย DC Input Coupling บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง)	 
11	ทดสอบที่สภาวะ No Load 1) ปลอด Load ออก แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้าชุดวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย	

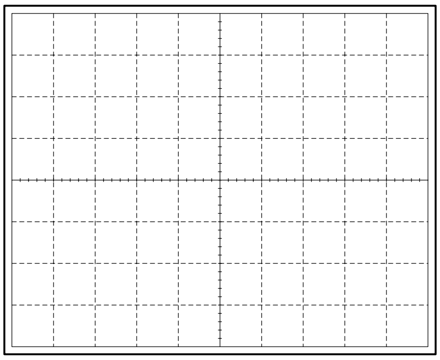
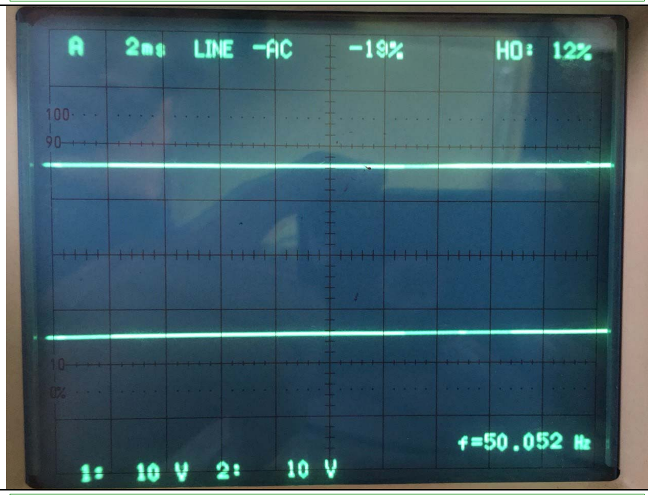
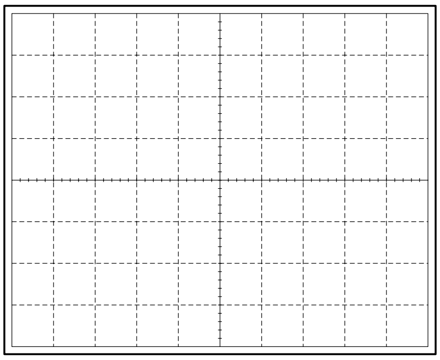
	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	2) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคปที่ V_{CC} เทียบกับจุด GND ด้วย AC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (วัด Ripple Voltage ตามที่วัดได้จริง)	
12	<u>ทดสอบที่สภาวะ Take Load</u> 1) ต่อ Load = 50 Ω (48 Ω ถึง 56 Ω) ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า 2) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคปที่ V_{CC} เทียบกับจุด GND ด้วย AC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (วัด Ripple Voltage ตามที่วัดได้จริง)	 

	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	<u>ทดสอบที่สภาวะ Take Load</u> 1) ต่อ Load = 50 Ω (48 Ω ถึง 56 Ω) ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า 2) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคปที่ V_{SEC} (ขดบวก) เทียบกับจุด GND ด้วย DC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>หมายเหตุ</u> สังเกตยอดคลื่นที่จุด Peak	 
14	<u>ทดสอบที่สภาวะ Take Load</u> 1) ต่อ Load = 50 Ω (48 Ω ถึง 56 Ω) ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า <u>หมายเหตุ</u> สังเกตยอดคลื่นที่จุด Peak	

	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	2) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคปที่ V_{SEC} (ขดลบ) เทียบกับจุด GND ด้วย DC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)	 TIME/DIV: 2ms CH1 VOLT/DIV: 20V INPUT: DC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: - INPUT: DC PROBE: X1
15	<u>ทดสอบที่สภาวะ Take Load</u> 1) ต่อ Load = 50 Ω (48 Ω ถึง 56 Ω) ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND แล้วเสียบปลั๊กสาย AC จ่ายไฟเข้า 2) วัดแรงดัน DC ที่ขั้ว V_{CC1} และ V_{EE1} เทียบกับจุด GND <u>บันทึกค่า</u> V_{CC1} =....................V V_{EE1} =....................V 3) วัดแรงดันด้วยออสซิล-โลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) ที่ V_{CC1} และ V_{EE1} เทียบกับจุด GND ทั้งสองขั้วพร้อมกัน ด้วย DC Input Coupling <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)	  TIME/DIV: 2ms CH1 VOLT/DIV: 10V INPUT: DC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 10V INPUT: DC PROBE: X1

	ใบงาน ที่ 2.3	หน่วยที่ 2
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 4
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
16	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลที่ได้จากการวัดทดสอบ เมื่อทำการทดสอบที่สภาวะ No Load กับ Take Load ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND สังเกตแรงดัน V_{CC} ที่วัดด้วยมิเตอร์เปลี่ยนแปลงอย่างไร
....
....
....
2. จากข้อมูลที่ได้จากการวัดทดสอบ เมื่อทำการทดสอบที่สภาวะ No Load กับ Take Load ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND สังเกตแรงดัน V_{CC} มี Ripple Voltage ต่างกันอย่างไร
....
....
....
3. จากข้อมูลที่ได้จากการวัดทดสอบ เมื่อทำการทดสอบที่สภาวะ No Load กับ Take Load ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND สังเกตแรงดัน V_{SEC} มียอดคลื่นที่จุด Peak ต่างกันอย่างไร
....
....
....
4. จากข้อมูลที่ได้จากการวัดทดสอบ เมื่อทำการทดสอบที่สภาวะ No Load กับ Take Load ที่ขั้ว V_{CC} กับขั้ว GND สังเกตแรงดัน V_{CC1} และ V_{EE1} ที่วัดด้วยมิเตอร์เปลี่ยนแปลงอย่างไร ....
....
....

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

สาระสำคัญของใบงาน

ใบงาน หน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจ สร้างและทดสอบ วงจรเพาเวอร์แอมป์แบบสเตอริโอ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3 (หรือ 30W - Integrated Amp 2016-L3) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากเอาท์พุทของวงจรปรีโทนบักซัลดาลแบบสเตอริโอพร้อมปรีไมโครโฟน รุ่น V2016-L3 (หรือ Baxandall Tone Ctrl - V2016-L3) เพื่อขับลำโพง โดยในการเรียนรู้นี้จะประกอบเป็นวงจรแยกย่อย เพื่อให้สะดวกในการศึกษาเรียนรู้ โดยเริ่มประกอบลง PCB จากวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทเน้นศึกษาการจัดไบอัสและการขยายสัญญาณเอซีของวงจรขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ (ใบงานที่ 3.2) จากนั้นประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันเน้นศึกษาการจัดไบอัสและผลของไดเร็คคัปปลิ้งการปรับกระแส Idle (ใบงานที่ 3.3) จากนั้นประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท โดยจะยังไม่ต่อเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ปรับแรงดันเอาท์พุทให้ได้ศูนย์ แล้วจึงประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ทำการปรับกระแส Idle และตรวจสอบ/ปรับแรงดันเอาท์พุทให้ได้ศูนย์ (ใบงานที่ 3.4) ทดสอบการทำงานการขยายสัญญาณ การขับโหลด (ใบงานที่ 3.5) แบ่งออกเป็นใบงานย่อยได้ ดังนี้

ใบงานที่ 3.1 สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์

ใบงานที่ 3.2 ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน

ใบงานที่ 3.3 ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน

ใบงานที่ 3.4 ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน

ใบงานที่ 3.5 วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท (ด้านทักษะพิสัย)
3. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท (ด้านทักษะพิสัย)
4. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้อง
5. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้อง
6. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
7. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้
8. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน (ด้านทักษะพิสัย)

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

9. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน (ด้านทักษะพิสัย)
10. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท (ด้านทักษะพิสัย)
11. วัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท (ด้านทักษะพิสัย)
12. สามารถวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ (ด้านทักษะพิสัย)
13. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
14. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดี ในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ได้ถูกต้อง
2. สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (จำนวน 2 ชุด) ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้อง
4. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้อง
5. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
6. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้
7. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้อง
8. อธิบายการวัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้อง
9. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
10. วัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้
11. อธิบายการวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ได้ถูกต้อง
12. วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ได้

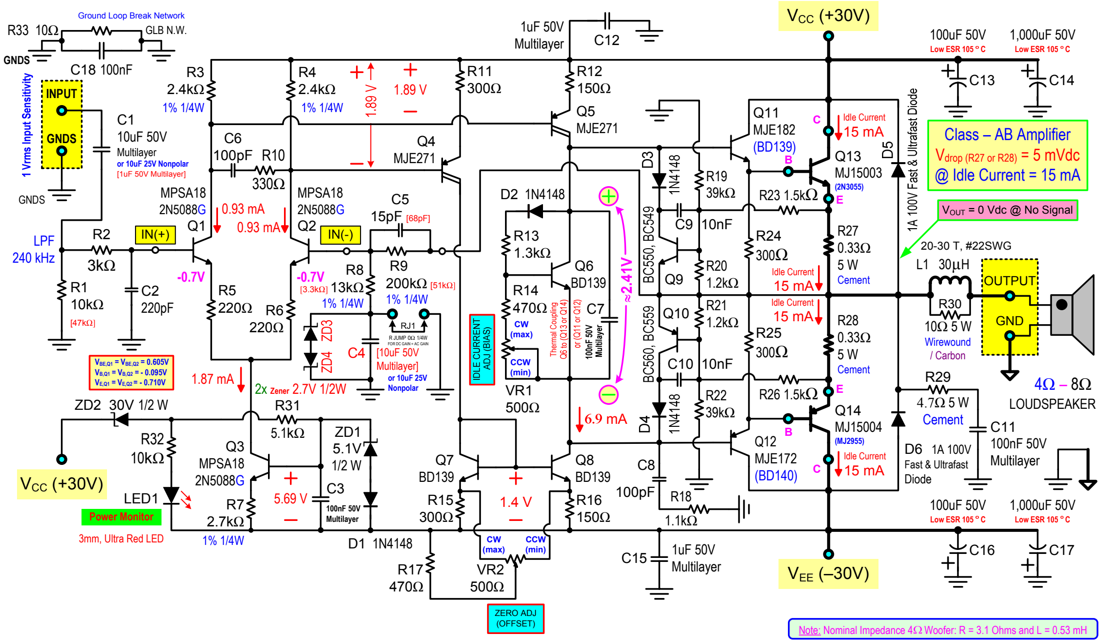
	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

<u>ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ</u>

วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แบ่งออกเป็น 3 ภาค คือ (1) ภาคที่หนึ่ง / ภาคอินพุท (2) ภาคที่สอง / ภาคขยายแรงดัน และ (3) ภาคที่สาม / ภาคเอาท์พุท

ภาคอินพุทเป็นวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ Q1 และ Q2 ทำงานขยายสัญญาณผลต่าง ทำงานร่วมกับ Q3 ทำหน้าที่จ่ายกระแสคงที่ (Constant Current Source) โดยได้รับแรงดันคงที่จากเรกูเลเตอร์แบบขนาน (Shunt regulator) จาก ZD1 และ D1 ร่วมกับตัวต้านทานอนุกรม R31 โดยมี ZD2 ทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันถึงระดับทำงาน ช่วยลดเสียงตุ๊บ (“Pop” noise) ออกลำโพงเมื่อเปิด – ปิด ไฟ

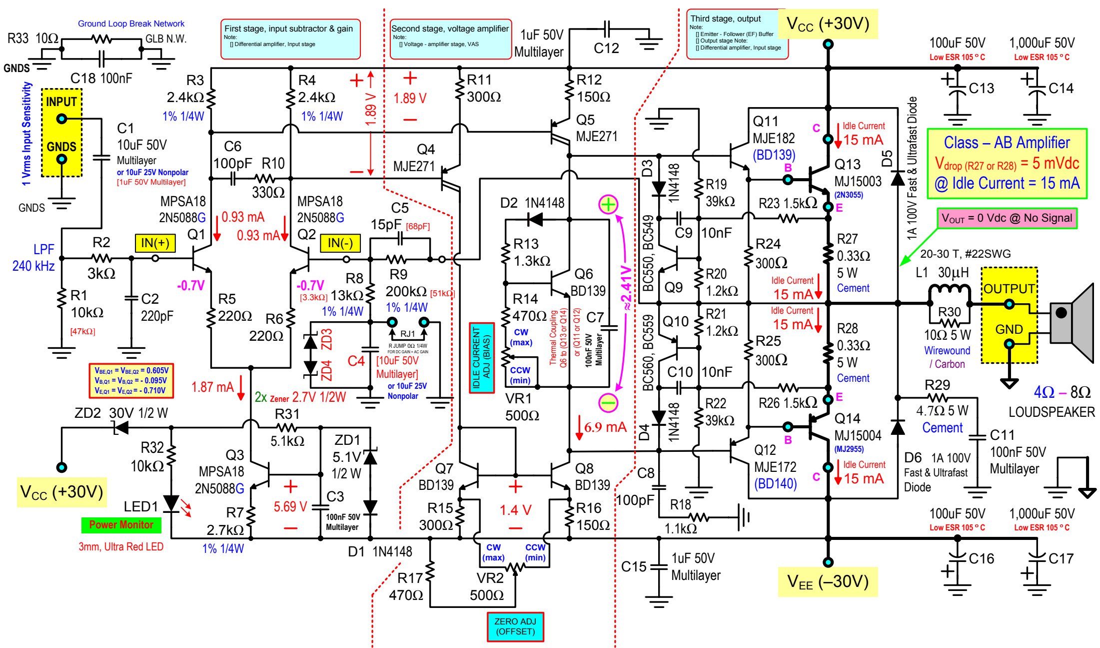
ภาคขยายแรงดันทำหน้าที่ขยายแรงดัน โดยมีอัตราการขยายแรงดันสูงและแรงดันเอาท์พุทสวิงสูงถึงพิกัดแหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้ขับแรงดันภาคเอาท์พุท ประกอบด้วย Q4 ถึง Q8 โดยที่ Q6 ทำงานร่วมกับอุปกรณ์รอบข้างและ VR1 ทำงานเสมือนเป็น Zener Diode แบบปรับค่าแรงดันได้ ใช้ปรับแรงดันไบอัสประมาณ 2.41 V เพื่อปรับกระแส Idle ของภาคเอาท์พุทให้ไหลประมาณ 15mA พร้อมทั้งวงจรขยาย Class - A Push – Pull จาก Q5 กับ Q8 โดยมีตัวปรับการขับสมมาตร VR2 ทำหน้าที่เป็นตัวปรับแรงดันเอาท์พุทดีซี (Zero Adj) ออกลำโพงให้ได้ 0 V (ในขณะไม่ป้อนสัญญาณอินพุท และไม่ต่อลำโพง)



รูปที่ 3.1 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรครบสมบูรณ์

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

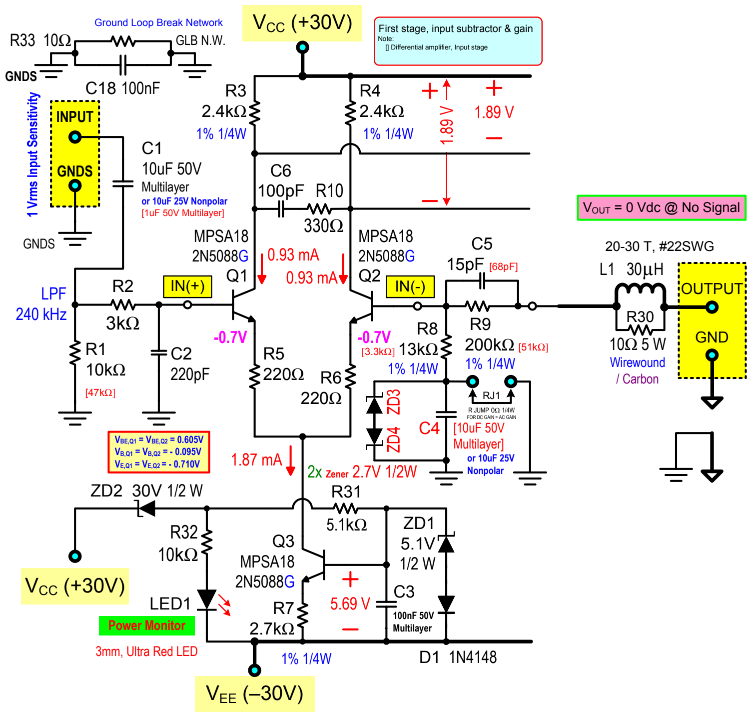
ภาคเอาท์พุททำหน้าที่ขยายกระแส และทำให้ได้อัตราการขยายกำลังสำหรับขับโหลดลำโพง โดยมี Q9 และ Q10 ทำหน้าที่เป็นวงจรป้องกันเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์มิให้เสียหายจากการถูกชอร์ทเอาท์พุทขับลำโพง Q11 และ Q12 เป็นปรีไดรเวอร์สำหรับขับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 ตามลำดับ โดยคู่ Q11 ขับ Q13 และ คู่ Q12 ขับ Q14 เรียกว่าวงจรแบบทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน จะได้อัตราการขยายกระแสรวมประมาณ $\beta_T \cong \beta_1 \times \beta_2$ และการทำงานแบบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันชนิด NPN คู่กับชนิด PNP นี้เรียกว่าวงจรขยายคอมพลีเมนทารี่ซิมเมตรี่หรือวงจรแบบคู่ประกอบสมมาตร [Complementary symmetry (push-pull) amplifier] แต่หากใช้กับภาคเอาท์พุทที่ได้จากเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ชนิดเดียวกัน นั่นคือจะมีซีกหนึ่งเป็นเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน และอีกซีกหนึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ฟีดแบคแพร์ ซิสเตอร์ฟีดแบคแพร์ได้จากทรานซิสเตอร์ต่างชนิดกันมาขับกัน (NPN ขับ PNP ได้ NPN และ PNP ขับ NPN ได้ PNP) ได้อัตราการขยายกระแสรวมประมาณ $\beta_T \cong \beta_1 \times \beta_2$ ภาคเอาท์พุทที่ใช้ซีกหนึ่งเป็นเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันทำงานคู่กับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ฟีดแบคแพร์ เรียกว่าวงจรขยายกำลังแบบควอซี่คอมพลีเมนทารี่หรือวงจรแบบคู่ประกอบกึ่งสมมาตร (Quasi-complementary symmetry amplifier)



รูปที่ 3.2 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรแบ่งเป็น 3 ภาค (Stage)

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

ปรับกระแส Idle ของภาคเอาท์พุทให้ไหลประมาณ 15mA ด้วย VR1 โดยที่ในทางปฏิบัตินิยมวัดกระแสในรูปของแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรม วัดแรงดันดีซีตกคร่อม R27 และ/หรือ R28 .ได้ประมาณ 5mV และใช้ VR2 ทำหน้าที่เป็นตัวปรับแรงดันเอาท์พุทดีซี (Zero Adj) ออกลำโพงให้ได้ 0 V (ในขณะไม่ป้อนสัญญาณอินพุท และไม่ต่อลำโพง)

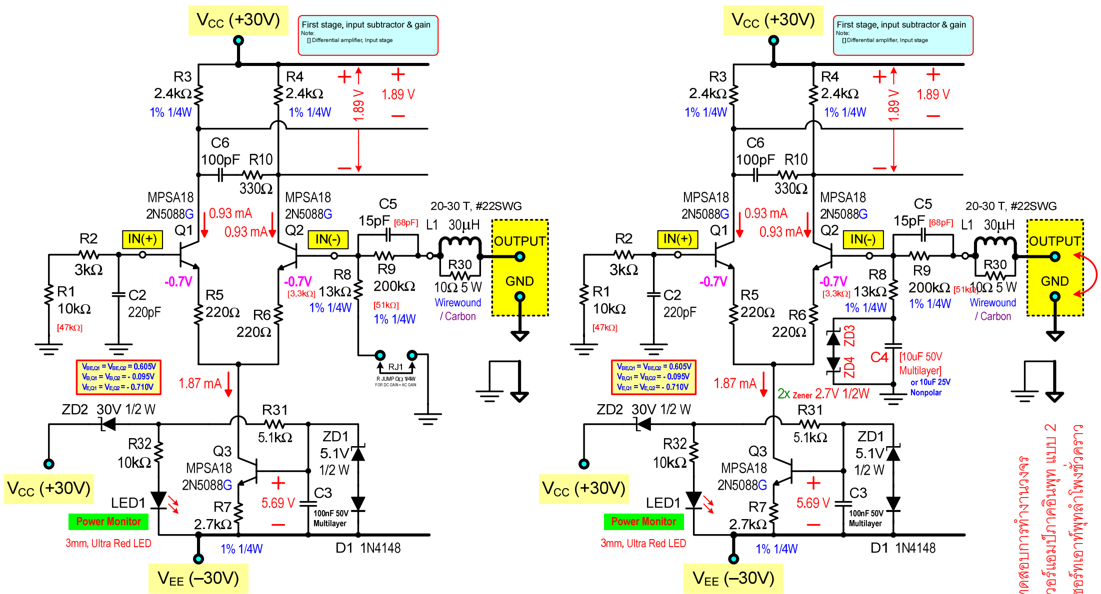


รูปที่ 3.3 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรภาคที่หนึ่ง / ภาคอินพุท สำหรับวงจรเพาเวอร์แอมป์แบบที่ 1 และแบบที่ 2 รวมกัน (เป็นลายวงจรบน PCB)

ตารางที่ 3.1 รายการอุปกรณ์ที่แยกตามแบบสำหรับการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3

อุปกรณ์	วงจรเพาเวอร์แอมป์แบบที่ 1	วงจรเพาเวอร์แอมป์แบบที่ 2
C4	*วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ*	10uF 50V Multilayer / Nonpolar Electrolytic Cap
C5	15pF 50V Ceramic Capacitor	68pF 50V Ceramic Capacitor
R1	10kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor	47kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor
R8	13kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	3.3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor
R9	200kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	51kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor
RJ1	JUMP Jumper R 0 Ω 1/4 W	*วงจรแบบที่ 2 ห้ามประกอบเด็ดขาด*
ZD3	*วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ*	2.7V 1/2W Zener หรืออาจใช้ 3.3V 1/2W Zener
ZD4	*วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ*	2.7V 1/2W Zener หรืออาจใช้ 3.3V 1/2W Zener

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า



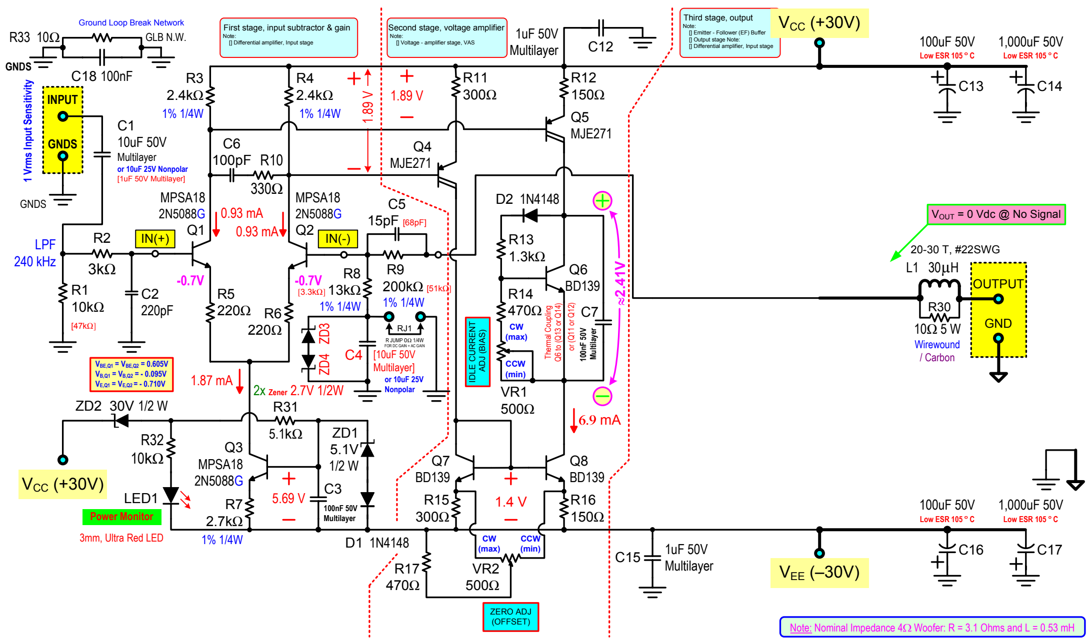
วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1

เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain = AC Gain

วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2

เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain ≠ AC Gain และ DC Gain = 1

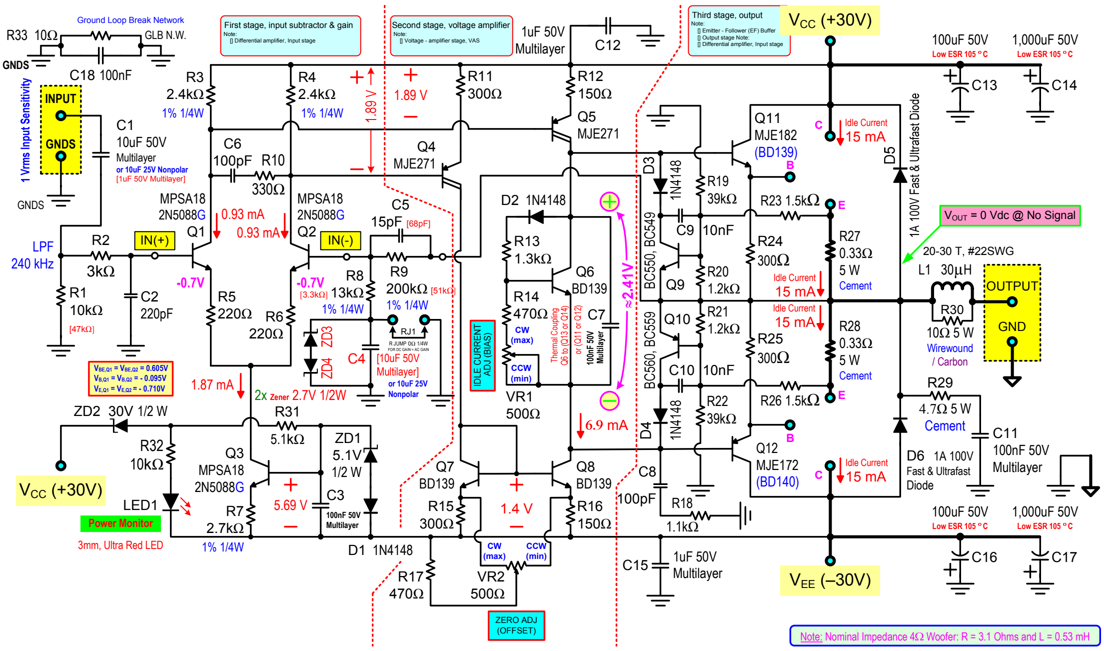
รูปที่ 3.4 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรภาคที่หนึ่ง / ภาคอินพุท แบบที่ 1 และแบบที่ 2



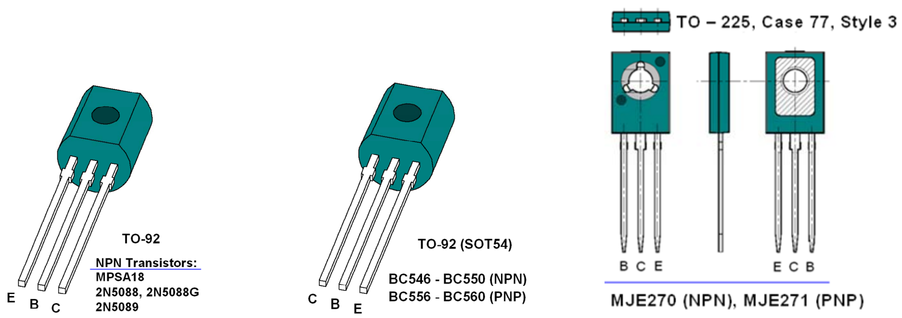
รูปที่ 3.4 วงจรวงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรภาคที่หนึ่ง / ภาคอินพุท

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

และภาคที่สอง / ภาคขยายแรงดัน

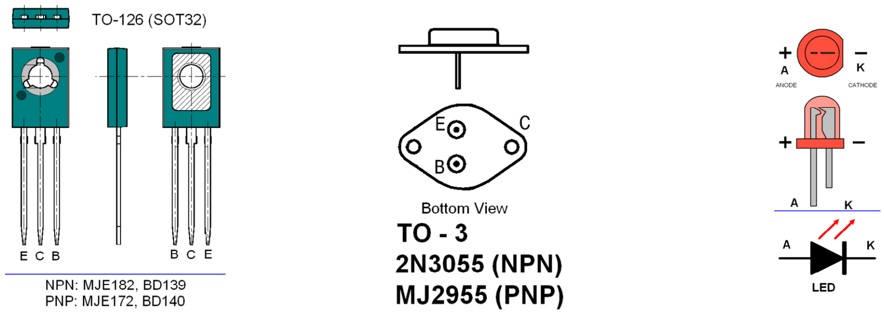


รูปที่ 3.5 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์ แสดงวงจรทั้ง 3 ภาค แต่ยังไม่ได้ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์

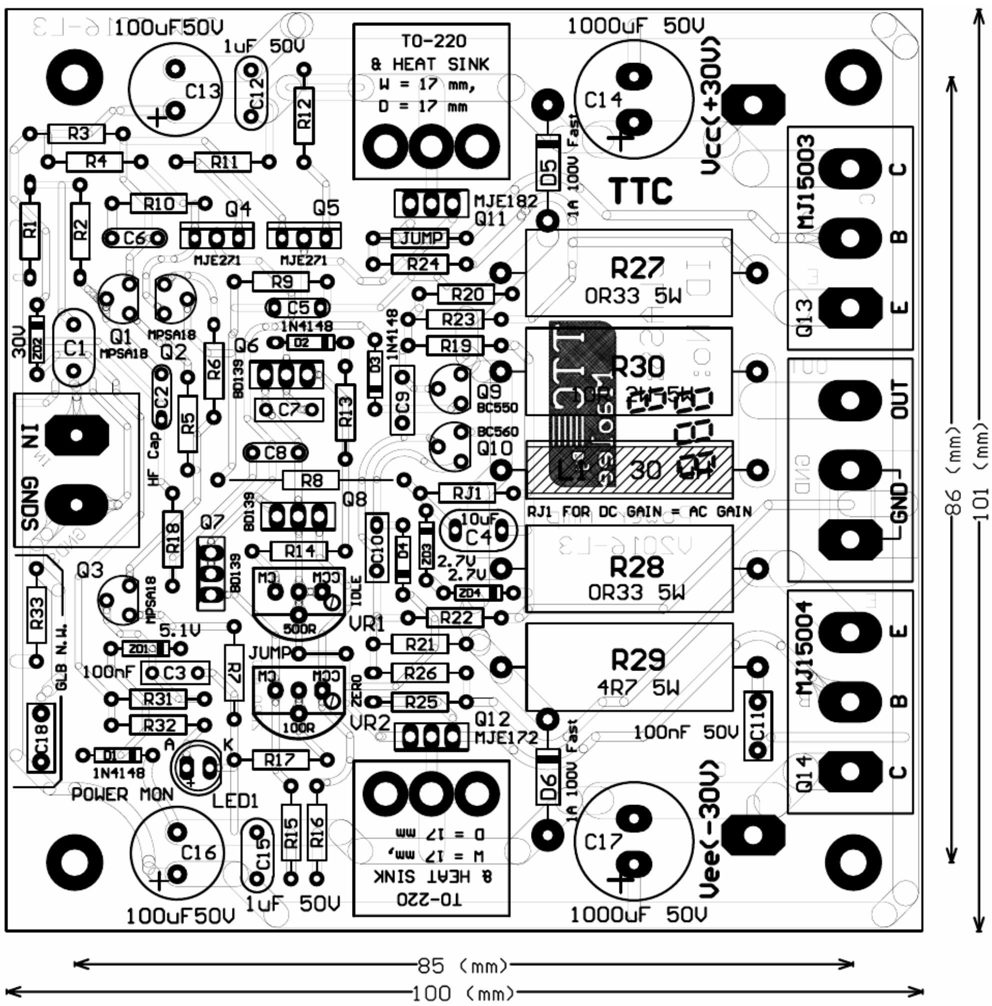


รูปที่ 3.6 แสดงขาของบางส่วนของอุปกรณ์วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

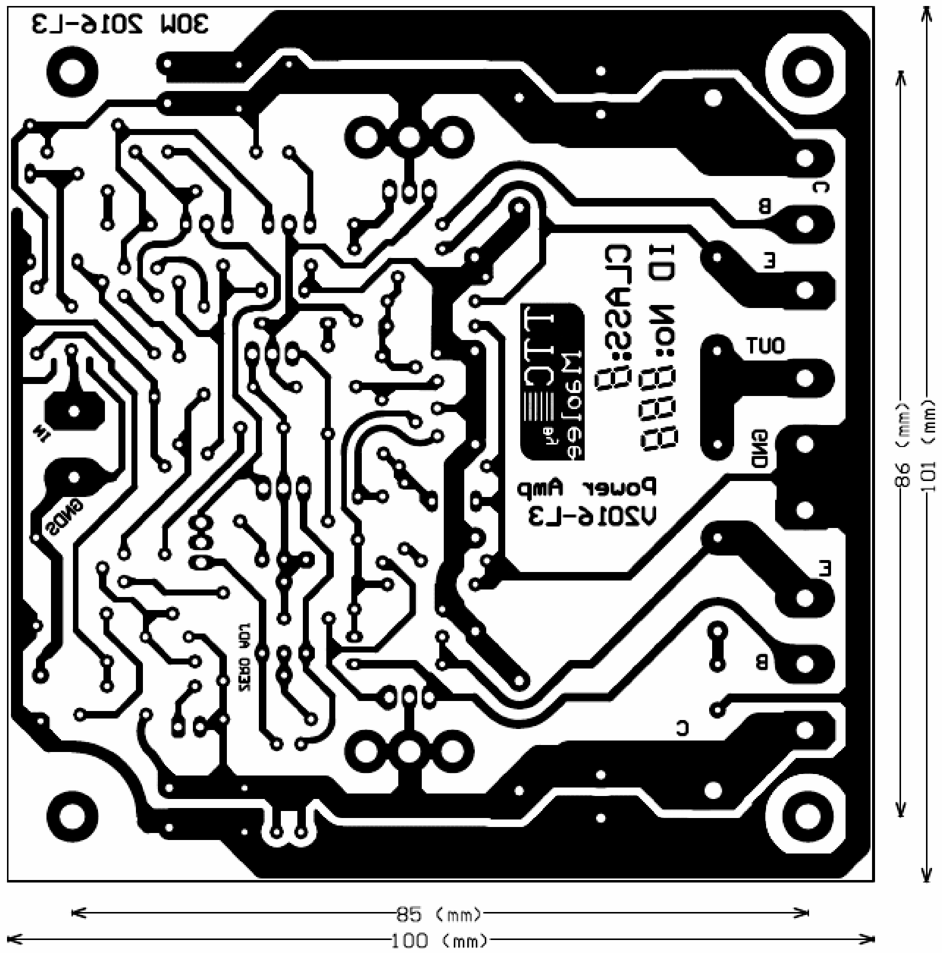


รูปที่ 3.7 แสดงขาของบางส่วนของอุปกรณ์วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3



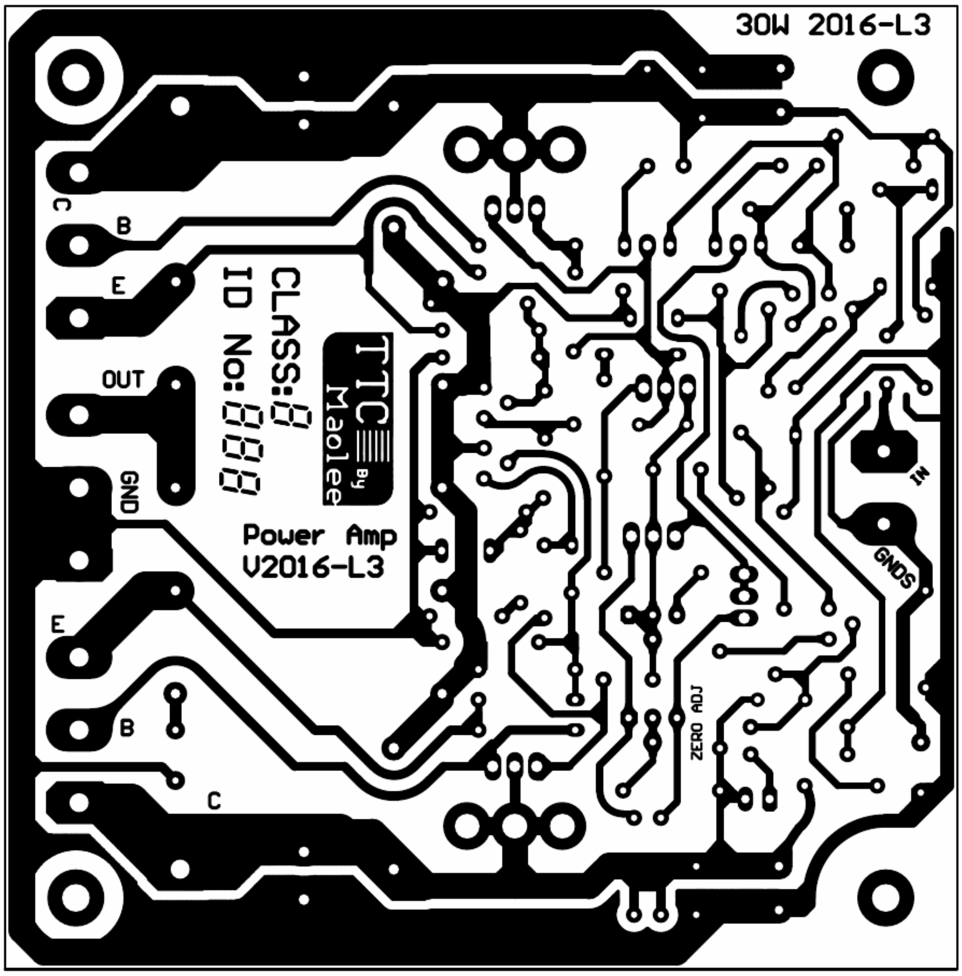
รูปที่ 2.3 แสดงมุมมองด้านบนของลายวางอุปกรณ์พร้อมลาย PCB แบบเส้นร่าง ของวงจร วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า



รูปที่ 2.4 แสดงมุมมองด้านบนของลาย PCB (มองทะลุผ่านแผ่นฉนวน) ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 (ห้ามนำลายวงจรนี้ไปทำแผ่น PCB เพราะจะทำให้ขนาดผิดพลาด)

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า



รูปที่ 2.5 แสดงมุมมองด้านล่างของลาย PCB ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 สำหรับตรวจสอบและแต่งเส้นลาย PCB ที่ได้จากการรีดปริ๊นท์ (Toner Transfer Method) ให้ถูกต้อง

ตารางที่ 3.2 รายการอุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)	Stage
C1	10uF [1uF] 50V Multilayer / Nonpolar Electrolytic Cap	C PCM 5.0, W 3.75 mm	1-st Stage
C2	220pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic PCM = 5 mm	1-st Stage
C3	100nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	1-st Stage
[C4]	10uF 50V Multilayer / Nonpolar Electrolytic Cap **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 2** ***วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ***	C PCM 5.0, W 3.75 mm	1-st Stage

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)	Stage
C5	15pF 50V Ceramic Capacitor **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 1**	C Ceramic PCM = 5 mm	1-st Stage
C5	68pF 50V Ceramic Capacitor **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 2**	C Ceramic PCM = 5 mm	1-st Stage
C6	100pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic PCM = 5 mm	1-st Stage
C7	100nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	2-nd Stage
C8	100pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic PCM = 5 mm	2-nd Stage
C9	10nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	3-rd Stage
C10	10nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	3-rd Stage
C11	100nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	3-rd Stage
C12	1uF 50V Multilayer / Nonpolar Electrolytic Cap	C PCM 5.0, W 2.5 mm	1-st Stage
C13	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial 10.2 mm	3-rd Stage
C14	1000uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial 13 mm	3-rd Stage
C15	1uF 50V Multilayer / Nonpolar Electrolytic Cap	C PCM 5.0, W 2.5 mm	1-st Stage
C16	100uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial 10.2 mm	3-rd Stage
C17	1000uF 50V Electrolytic Capacitor	C Radial 13 mm	3-rd Stage
C18	100nF 50V Multilayer/Ceramic Capacitor	C PCM 5.0, W 2.5 mm	1-st Stage
ตาไก่ ขั้ว INPUT	ตาไก่ทองเหลือง 1.3 mm	รวม จำนวน 2 ตัว สำหรับ 1 PCB	ประกอบก่อน
ตาไก่ ที่เหลือ	ตาไก่ทองเหลือง 2.0 mm	รวม จำนวน 11 ตัว สำหรับ 1 PCB	ประกอบก่อน
D1	1N4148	Axial: SOD27; DO-35	1-st Stage
D2	1N4148	Axial: SOD27; DO-35	2-nd Stage
D3	1N4148	Axial: SOD27; DO-35	3-rd Stage
D4	1N4148	Axial: SOD27; DO-35	3-rd Stage
D5	1A 100V Fast Diode: **Fast Diode = SFR102 - SFR107, 1N4934 - 1N4937, RGP10B/D/G/J/K/M** **Ultrafast Diode: UF4002 - UF4007, MUR110, MUR115, MUR120, MUR130, MUR140, MUR160**	Axial: DO-204AL (D)-41), or DO-15	3-rd Stage
D6	1A 100V Fast Diode: **Fast Diode = SFR102 - SFR107, 1N4934 - 1N4937, RGP10B/D/G/J/K/M** **Ultrafast Diode: UF4002 - UF4007, MUR110, MUR115, MUR120, MUR130, MUR140, MUR160**	Axial: DO-204AL (D)-41), or DO-15	3-rd Stage
L1	30 uH (สร้างได้จากลวดทองแดงอาบน้ำยาพันบนแกนอากาศ)	Axial: L - NARROW	3-rd Stage
LED1	5mm Red LED	LED 5mm PACKAGE ตัวถังกลม	1-st Stage
Q1	MPSA18 (หรืออาจใช้ NPN Tr. # 2N5088G)	TO-92	1-st Stage

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)	Stage
Q2	MPSA18 (หรืออาจใช้ NPN Tr. # 2N5088G)	TO-92	1-st Stage
Q3	MPSA18 (หรืออาจใช้ NPN Tr. # 2N5088G)	TO-92	1-st Stage
Q4	MJE271	TO-225 [Case 77, Style 3]	2-nd Stage
Q5	MJE271	TO-225 [Case 77, Style 3]	2-nd Stage
Q6	BD139	SOT-32, TO-126	2-nd Stage
Q7	BD139	TO-126	2-nd Stage
Q8	BD139	TO-126	2-nd Stage
Q9	BC550, BC549	TO-92	3-rd Stage
Q10	BC560, BC559	TO-92	3-rd Stage
Q11	MJE182 (หรืออาจใช้ NPN Tr. # MJE181, BD139)	TO-225AA [Case 77-09, Style 1]	3-rd Stage
Q12	MJE172 (หรืออาจใช้ PNP Tr. # MJE171, BD140)	TO-225AA [Case 77-09, Style 1]	3-rd Stage
Q13	MJ15003 (หรืออาจใช้ NPN Tr. # 2N3055)	TO-3	เมื่อทดสอบผ่าน
Q14	MJ15004 (หรืออาจใช้ PNP Tr. # MJ2955)	TO-3	เมื่อทดสอบผ่าน
Heatsink 1	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17 (mm)	ไม่ต้องใช้ชุดฉนวน	2-nd Stage
Heatsink 2	TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17X17 (mm)	ไม่ต้องใช้ชุดฉนวน	2-nd Stage
Heatsink 3	TO-3 แบบตัวคู่ พร้อมชุดฉนวนและหางปลา 2 ชุด	Footprint=35X118, สูง 80 (mm)	3-rd Stage
R1	10kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 1**	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R1	47kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 2**	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R2	3kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R3	2.4kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R4	2.4kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R5	220Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R6	220Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R7	2.7kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R8	13kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 1**	R 1/4W (S x2.0), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R8	3.3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 2**	R 1/4W (S x2.0), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R9	200kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 1**	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R9	51kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor **วงจรแบบที่ 2**	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R10	330Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R11	300Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R12	150Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R13	1.3kΩ 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R14	470Ω 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R15	300Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R16	150Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R17	470Ω 1% (5%) 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5 - 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 15 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 13 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)	Stage
R18	1.1kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
R19	39kΩ 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R20	1.2kΩ 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R21	1.2kΩ 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R22	39kΩ 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R23	1.5kΩ 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R24	300Ω 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R25	300Ω 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R26	1.5kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
R27	0.33Ω 5W Cement / Wirwound	R 5W Ceramic (R กระเบื้อง)	3-rd Stage
R28	0.33Ω 5W Cement / Wirwound	R 5W Ceramic (R กระเบื้อง)	3-rd Stage
R29	4.7Ω 5W Cement / Wirwound	R 5W Ceramic (R กระเบื้อง)	3-rd Stage
R30	10Ω 2W-5W Cement / Wirwound	R 5W Ceramic (R กระเบื้อง)	3-rd Stage
R31	5.1kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R32	10kΩ 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
R33	10Ω 1/4W Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	3-rd Stage
RJ1	JUMP Jumper R 0 Ω 1/4 W {**ประกอบเฉพาะ Model 1**} **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 1** ***วงจรแบบที่ 2 ห้ามประกอบเด็ดขาด***	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	1-st Stage
RJ2	JUMP Jumper R 0 Ω 1/4 W	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm	2-nd Stage
VR1	500Ω 25T top adj / 1T Trimpot	VR 1T + 25T-UP	2-nd Stage
VR2	500Ω 25T top adj / 1T Trimpot	VR 1T + 25T-UP	2-nd Stage
ZD1	5.1V 1/2W Zener: 1N5231B, 1N5523, BZX79C5V1, BZX83C5V1, 1N4733A	Axial: SOD27; DO-35 (DO-204AH)	1-st Stage
ZD2	30V 1/2W Zener: 1N5256B, 1N5545, BZX79C30, BZX83C30, 1N4751A	Axial: SOD27; DO-35 (DO-204AH)	1-st Stage
[ZD3]	2.7V 1/2W Zener: 1N5223B, BZX79C2V7, BZX83C2V7, HZ3A2[Renesas] หรืออาจใช้ 3.3V 1/2W Zener: 1N5226B, BZX79C3V3, BZX83C3V3, HZ3C2[Renesas]	Axial: SOD27; DO-35 (DO-204AH) **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 2** ***วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ***	1-st Stage
[ZD4]	2.7V 1/2W Zener: **1N5223B, BZX79C2V7, BZX83C2V7,** **HZ3A2[Renesas]** หรืออาจใช้ 3.3V 1/2W Zener: **1N5226B, BZX79C3V3, BZX83C3V3,** **HZ3C2[Renesas]**	Axial: SOD27; DO-35 (DO-204AH) **ใช้สำหรับวงจรแบบที่ 2** ***วงจรแบบที่ 1 ไม่ต้องประกอบ***	1-st Stage

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ได้ถูกต้อง
2. สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (จำนวน 2 ชุด) ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	ไฟล์แบบสร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (.pdf)	1 ไฟล์
2.	แผ่นปริ๊นท์ (PCB) ชนิดฟีนอลิค (Phenolic) หรือ อีพ็อกซี่ (Epoxy) แบบหน้าเดียว ขนาด 100mm x 101mm หรือ ขนาด 1 ฟุต x 1 ฟุต	2 แผ่น
3.	กระดาษ Glossy Paper (กระดาษโฟโต้ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 160 gm/180 gm	1 แผ่น
4.	เครื่องพิมพ์เลเซอร์ / เครื่องปริ้นเลเซอร์ (laser printer) ขาว ดำ	1 เครื่อง
5.	แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2)	1 แผ่น
6.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
7.	ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
8.	เตารีดไฟฟ้า	1 เครื่อง
9.	แผ่นใยขัด สก๊อตช์-ไบรต์ (Scotch-Brite) สะอาด (สีเขียว)	1 อัน
10.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
11.	ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)	1 ด้าม
12.	สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก	1 เครื่อง

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 3.1</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 5</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์</td><td>ใบงานรวม 7 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์</td></tr>
</table>

13. ดอกสว่านเจาะเหล็ก	1 ชุด
ใช้ขนาด 0.7mm, 0.8mm, 0.9mm, 1mm, 1.1mm, 1.2mm, 1.3mm, 2mm, 2.2mm, 2.4mm, 2.6mm และ 3mm	
14. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °c 220V 60W	1 ชุด
หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
15. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
16. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) / น้ำยากัดปริ๊นท์แบบน้ำ	1 ขวด
หรือแบบก้อน	1 ถุง
17. น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ หรือ ยางสนก้อนพร้อมขวดบรรจุ	1 ขวด
18. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux)	1 ตลับ
19. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์	1 ขวด
20. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
21. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
22. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
23. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

คำแนะนำ

1. การแต่งลายเส้น PCB จะต้องถูกต้องตรงตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย และตัวเลข S/N (เลขรหัส) จะต้องตรงกับเลขรหัสนักศึกษา 3 ตัว ท้าย ก่อนนำไปกัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3)
2. การกัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) ควรใช้กับภาชนะพลาสติก

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

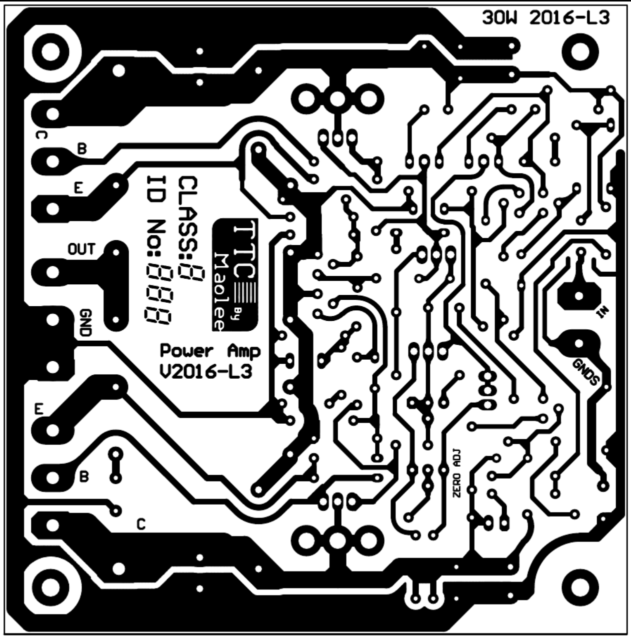
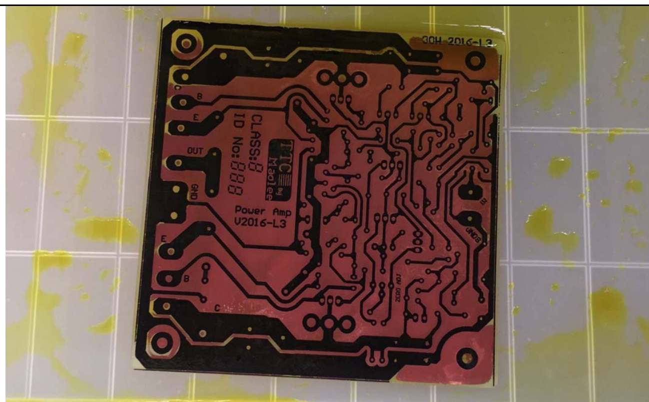
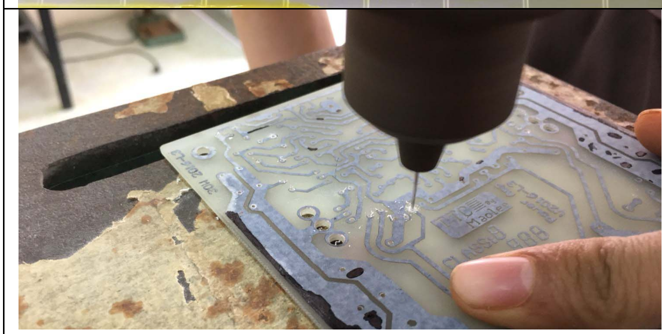
3. เส้นกรอบขอบเขต (KeepOutLayer) ใช้สำหรับตัดแผ่น PCB ในขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมแล้วเป็นปกติ แต่ในการทำ PCB ด้วยมือจะทำให้เกิดเป็นทองแดงตัวนำลาย PCB ชอร์ทลายวงจรอื่น ๆ ให้ใช้มีดคัตเตอร์กรีดขูดเส้นกรอบ PCB ออก
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
5. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

<u>ข้อควรระวัง</u>

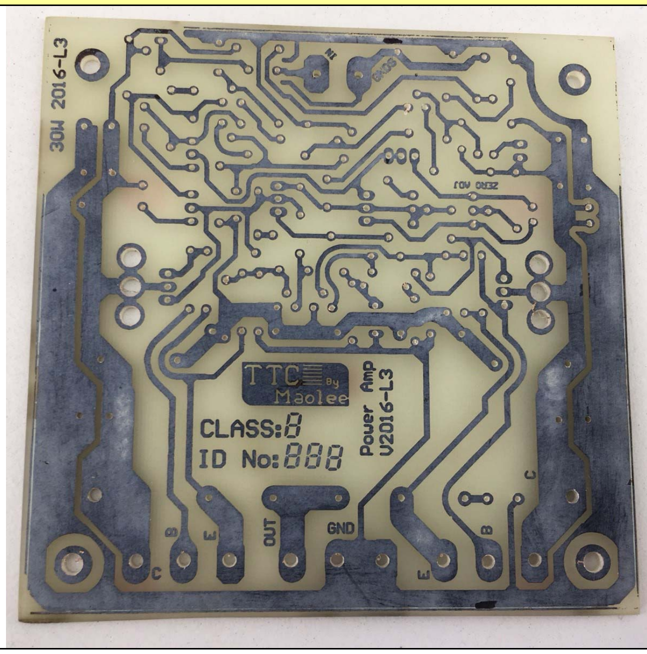
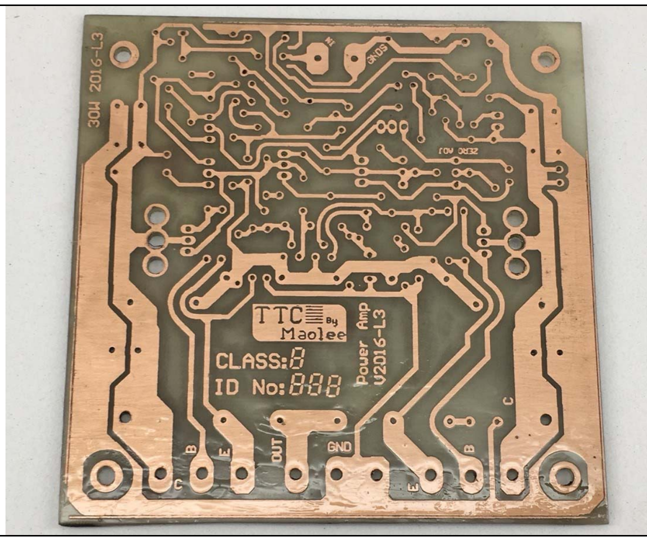
1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุด และเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) / น้ำยากัดปริ๊นท์ ใช้งานต้องระมัดระวังไม่ให้สกปรกกับพื้นที่ปฏิบัติงาน เมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องจัดเก็บให้ปลอดภัย หรือหากใช้การไม่ได้แล้วจะต้องกำจัดของเสียให้มีมลพิษน้อยที่สุด
3. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
4. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
6. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
7. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

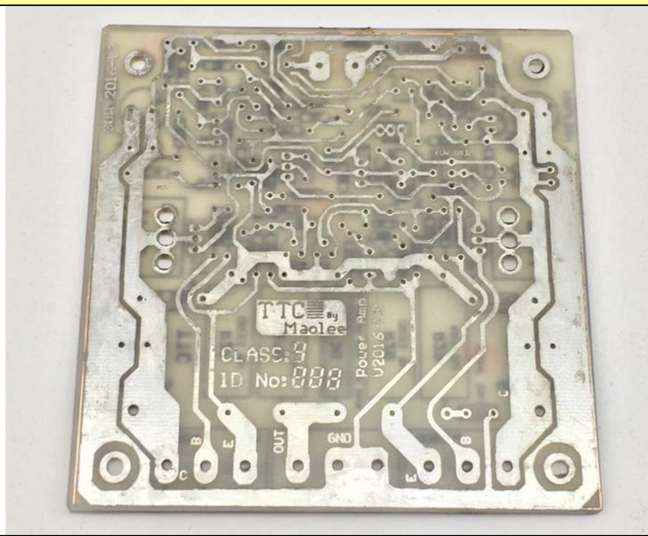
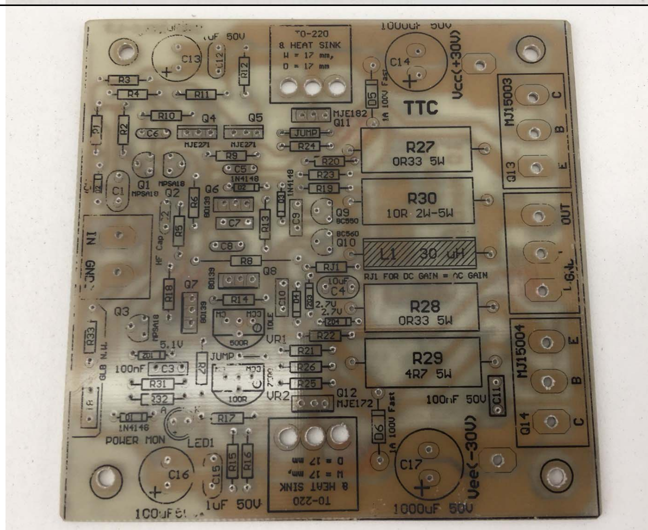
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	พิมพ์ ไฟล์แบบสร้าง PCB สร้างวงจรเพาเวอร์แอมป์ จำนวน 2 ลายวงจร (.pdf) 100% บนกระดาษ Glossy Paper กันน้ำ ด้านผิวมัน ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาว ดำ <u>หมายเหตุ</u> (มุมมองด้านล่าง) PCB: Power Amp 30W V2016-L3 (Mirror Bottom)	
2	สร้าง PCBวงจรเพาเวอร์แอมป์ จำนวน 2 แผ่น ด้วยการรีด (Toner Transfer Method) วิธีใบงาน 2.1 ด้วยแผ่น PCB ขนาด100mm x 101mm จำนวน 2 แผ่น ดังนี้: - ตัดแผ่น PCB จำนวน 2 แผ่น - ขัดแผ่น PCB - รีดลายด้านล่าง (ทองแดง) - แต่งเส้นลาย PCB ที่รีดแล้ว - กัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง - เจาะรู ตามขนาดรู / ล้างลาย - เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง - รีดลายด้านบน (ลายอุปกรณ์)	 

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
3	PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ผ่านขั้นตอน - ตัดแผ่น PCB จำนวน 2 แผ่น - ขัดแผ่น PCB - รีดลายด้านล่าง (ทองแดง) - แต่งเส้นลาย PCB ที่รีดแล้ว - กัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง - เจาะรู ตามขนาดรู	
4	PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ผ่านขั้นตอน - ล้างลาย - เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง เลือกวิธี 4.1 หรือ 4.2	ไม่มีรูปประกอบ
4.1	PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ผ่านขั้นตอน - ล้างลาย - เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง ด้วยน้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์	

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.2	PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ผ่านขั้นตอน - ล้างลาย - เคลือบแผ่น PCB ด้านล่างด้วยตะกั่ว	
5	รีดลายด้านบน (ลายอุปกรณ์) และทำความสะอาดแผ่น PCB และทำให้แห้ง จำนวน 2 แผ่น ส่งตรวจผลงาน	
6	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

	ใบงาน ที่ 3.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 5
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์		

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทำแผ่นปริ๊นท์ ด้วยวิธีละลายหมึกจากกระดาษให้ย้ายไปสู่ผิวทองแดง (Toner Transfer Method) โดยใช้การรีด ทำอย่างไร ....
....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วิธีการเคลือบแผ่นปริ๊นท์ด้วยตะกั่ว กับการเคลือบด้วยยางสนหรือน้ำยาเคลือบ ทำอย่างไร ....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท (ด้านทักษะพิสัย)
2. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดี ในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้อง
2. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้อง
3. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
4. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (ผลงานจากใบงานที่ 3.1)	2 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทตามรายการที่แนบ	2 ชุด
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
5.	ออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) พร้อมสายวัดและสาย AC	1 ตัว
6.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
7.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
8.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 $^{\circ}$C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
9.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
10.	ที่ตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมือ (ตัดขา R และ C)	1 ตัว

	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

11. ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
12. คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
13. คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
14. ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm)	1 ตัว
15. บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
16. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
17. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
18. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
19. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

เทคนิคการบัดกรีที่ดีปลายหัวแร้งบัดกรีต้องสะอาดและเปียกตะกั่วอยู่เสมอ บัดกรีแต่ละครั้งให้จี้ปลายหัวแร้งบัดกรีค้างไว้ที่จุดบัดกรีเพื่อให้ความร้อนให้เพียงพอ เวลาที่ใช้แต่ละจุดขึ้นอยู่กับขนาดความจุความร้อนของจุดบัดกรี โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 วินาที ตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ แต่หากใช้เวลาน้อยเกินไปตะกั่วจะประสานไม่ดี หากนานเกินไปผิวตะกั่วบัดกรีจะไม่เงางามเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกไปมาก และหากนานเพิ่มขึ้นอีกในที่สุดอาจถึงขั้นตะกั่วประสานไม่ดี และผิวตะกั่วบัดกรีไม่มีเงาเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกจนหมด และยังเป็นเหตุให้ความร้อนที่จุดบัดกรีสูงมาก ความร้อนนี้จะไหลผ่านโลหะตัวนำไปสู่ภายในอุปกรณ์อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

<u>คำแนะนำ</u>

1. ประกอบอุปกรณ์ตามลำดับความสูง โดยเรียงจากต่ำไปสูง เช่นเรียงจาก ตัวต้านทาน ตาไก่ทองเหลือง ไดโอด แอลอีดี ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
2. ประกอบซีเนอร์ไดโอดและไดโอด ให้ระมัดระวังทิศทางขั้วขา และแรงดันซีเนอร์ไดโอดหาได้จากการตรวจสอบเบอร์เทียบกับรายการอุปกรณ์ที่แนบมา หรือจาก Datasheet
3. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด

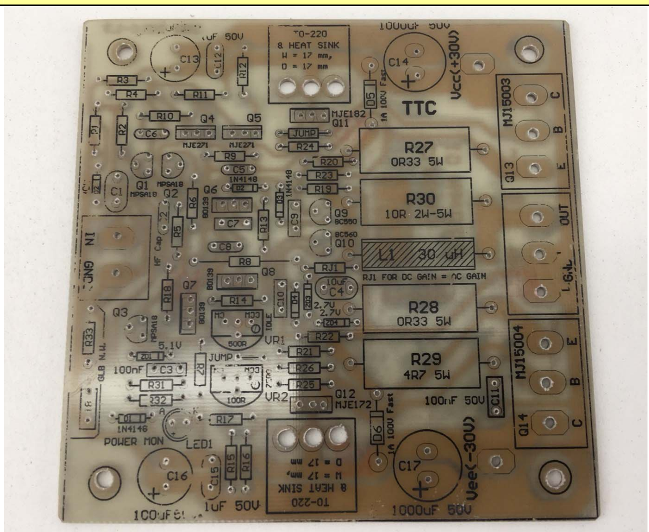
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

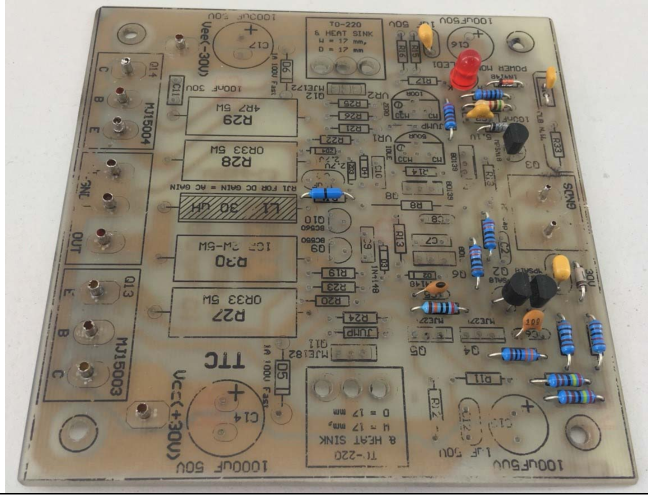
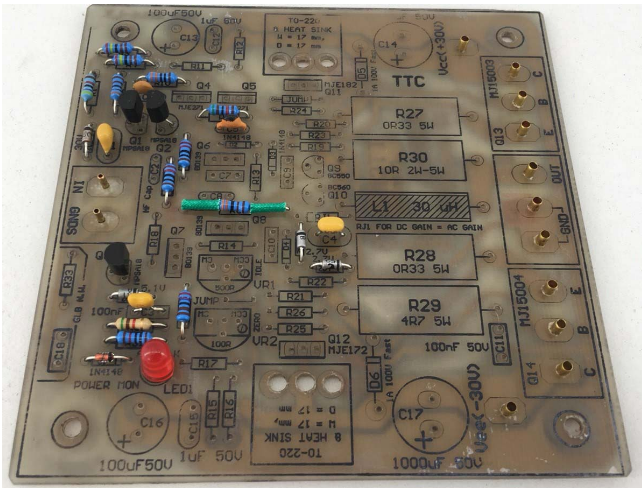
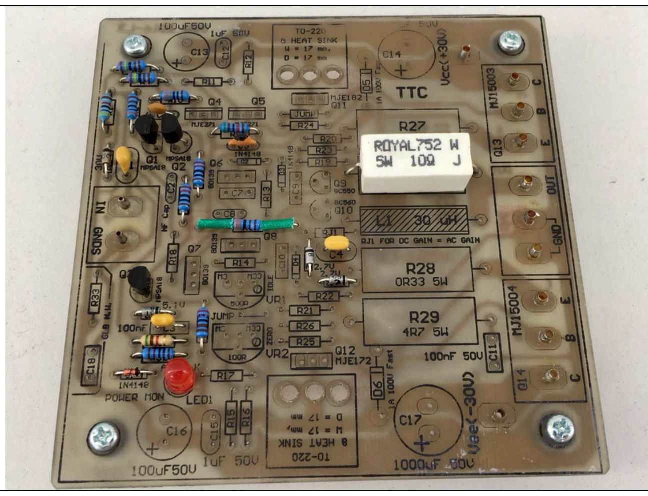
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การประกอบอุปกรณ์ที่มีขั้วขาให้ตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เช่น ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติก ไดโอด และแอลอีดี เป็นต้น
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อนขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
5. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

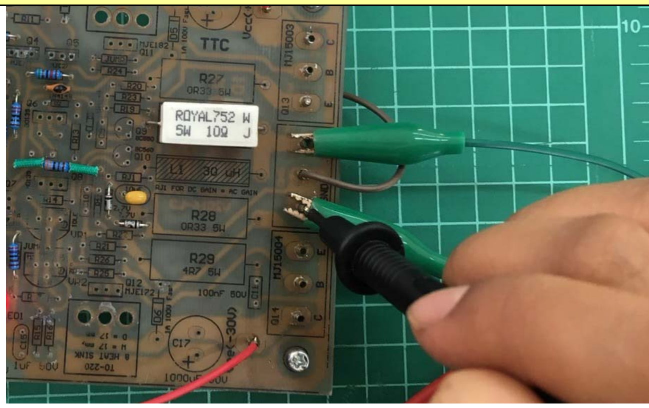
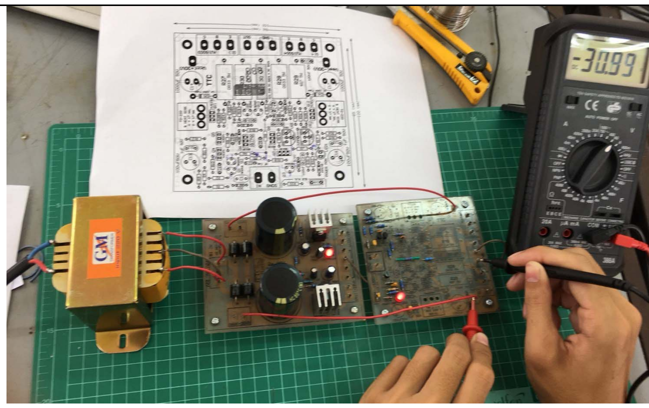
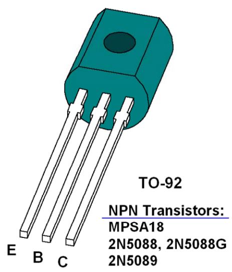
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ จำนวน 2 แผ่น (ผลงานจากใบงานที่ 3.1) และอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทตามแนบท้ายใบงาน	
2	ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1 หรือ แบบ 2	ไม่มีรูปประกอบ

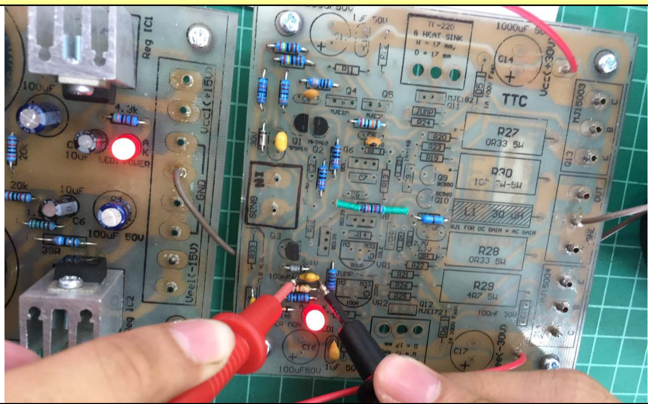
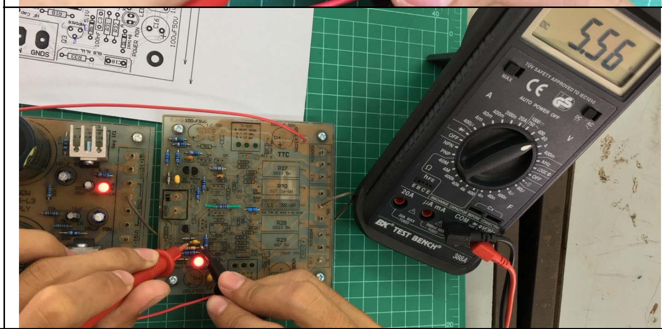
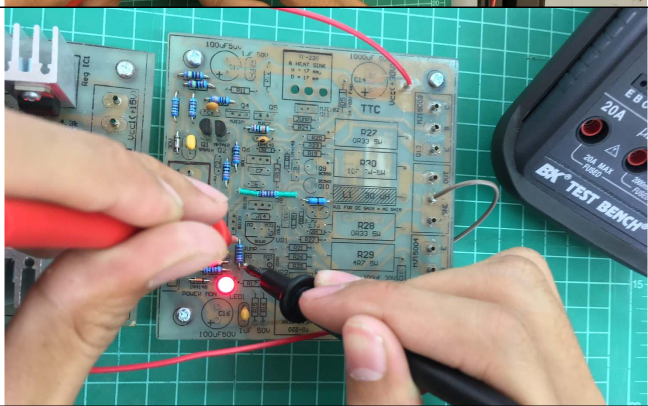
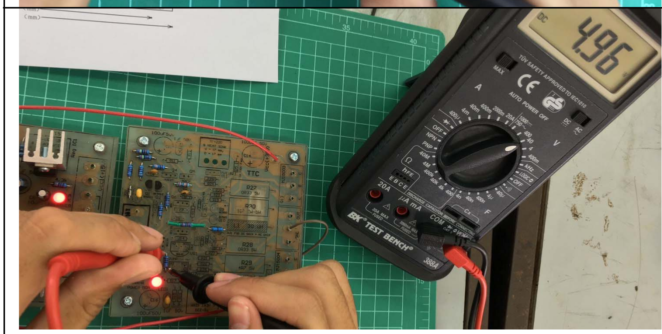
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2.1	<u>วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1</u> ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1 เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain = AC Gain (ภาคที่เหลือห้ามประกอบ)	
2.2	<u>วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2</u> ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2 เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain ≠ AC Gain DC Gain = 1 (ภาคที่เหลือห้ามประกอบ)	
2.3	<u>วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2</u> ให้ประกอบอุปกรณ์เพิ่มเติมจากภาคที่เหลืออีก 1 ตัวลงลง PCB คือ ประกอบ R30 ตัวต้านทาน 10Ω 5W เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไบอัสขณะทดสอบการทำงาน	

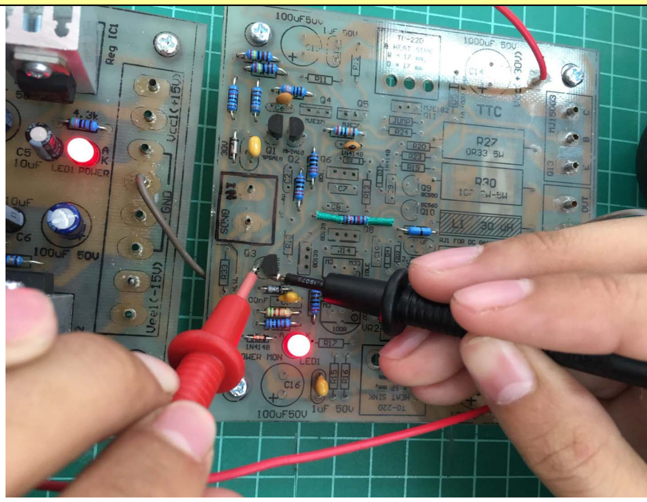
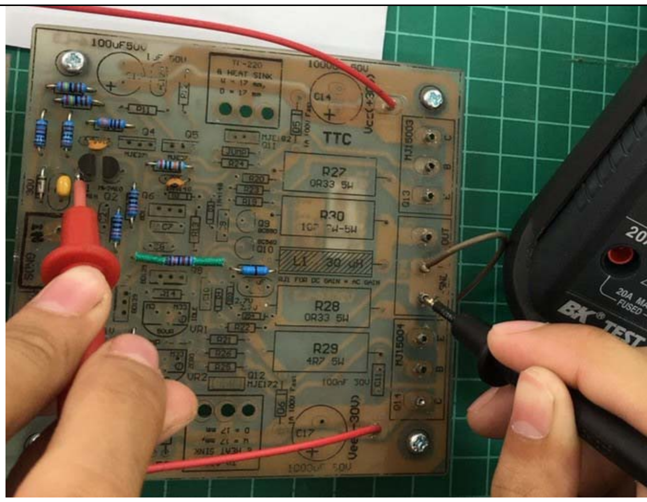
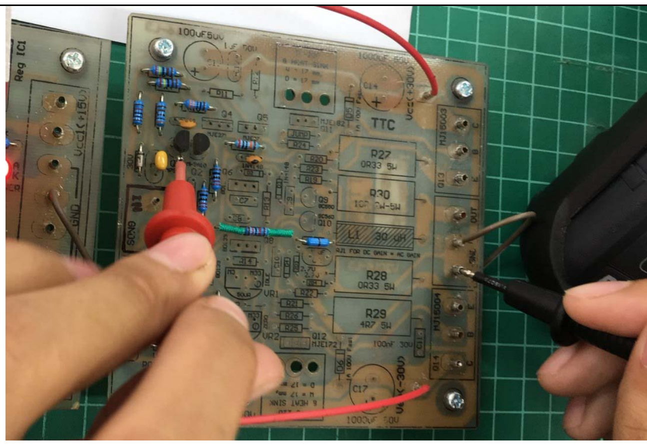
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2.4	วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2 เนื่องด้วยยังไม่มีภาคเอาท์พุท แม้ได้ประกอบ R30 ลง PCB แล้ว จึงต้องทำการชอร์ทขั้วเอาท์พุท (จุดต่อสัญญาณออกขับลำโพง) ลง GND ชั่วคราว เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไบอัสขณะทดสอบการทำงาน	 ให้สังเกต มีการใช้สายคีบทำการชอร์ทขั้วเอาท์พุท (จุดต่อสัญญาณออกขับลำโพง) ลง GND ชั่วคราว เพื่อเตรียมวัดการทำงานของวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท
3	วัดไฟป้อนเข้าวงจรเพาเวอร์ แบบ 1 หรือ แบบ 2 - ต่อไฟจากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายมายังวงจรเพาเวอร์แอมป์ ตามขั้ว V_{CC}, V_{EE} และ GND - วัดแรงดันแหล่งจ่ายไฟที่วงจรเพาเวอร์แอมป์เทียบกับจุด GND บันทึกค่า V_{CC} = ... V V_{EE} = ... V	 หมายเหตุ $\boxed{V_{CC} = 32.2\,V\ \ (Typical)\,@\ No\,load}$ $\boxed{V_{EE} = -32.2\,V\ \ (Typical)\,@\ No\,load}$
4	ขาอุปกรณ์ Q1, Q2 และ Q3 Tr. # MPSA18, 2N5088G	

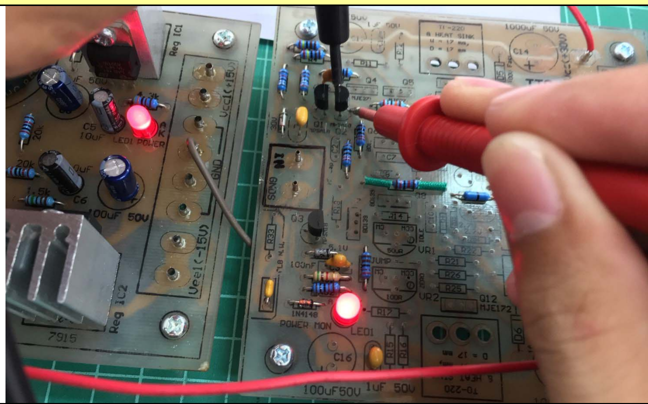
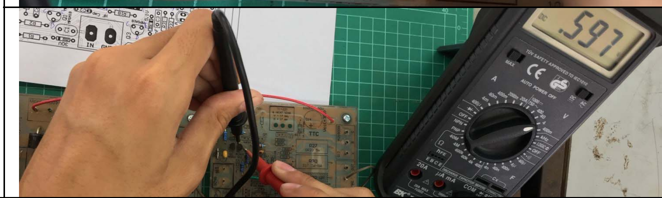
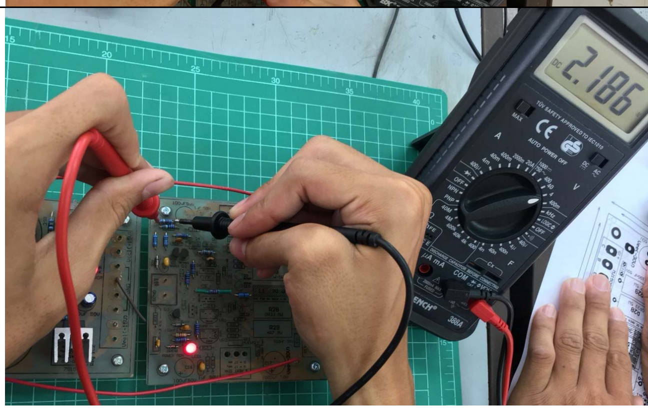
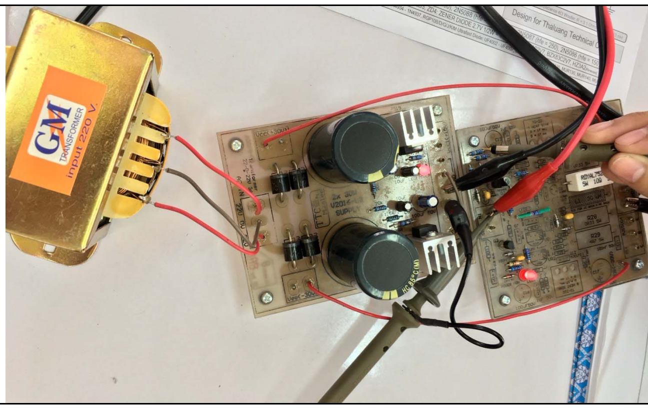
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1 หรือ แบบ 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) วัดแรงดันไบอัสให้ Q3 เทียบกับ V_{EE} โดยวัดเป็นแรงดันคร่อม C3 (เลือกทิศทางค่าแรงดันบวก) ด้วยมิเตอร์ <u>บันทึกค่า</u> (5.55V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta C3} =$ ………………… V <u>หมายเหตุ</u> $\boxed{V_{B,Q3} - V_{EE} = V_{\Delta C3}}$	 
6	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) วัดแรงดันผลการไบอัสให้ Q3 เทียบกับ V_{EE} แรงดันคร่อม R7 = 2.7kΩ ทำให้เกิดกระแสรวมของวงจรขยายคู่ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ $I_X = V_{\Delta R7}/R_7$ โดยวัดเป็นแรงดันคร่อม R7 (เลือกทิศทางค่าแรงดันบวก) <u>บันทึกค่า</u> (4.955V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta R7} =$ ………………… V	 

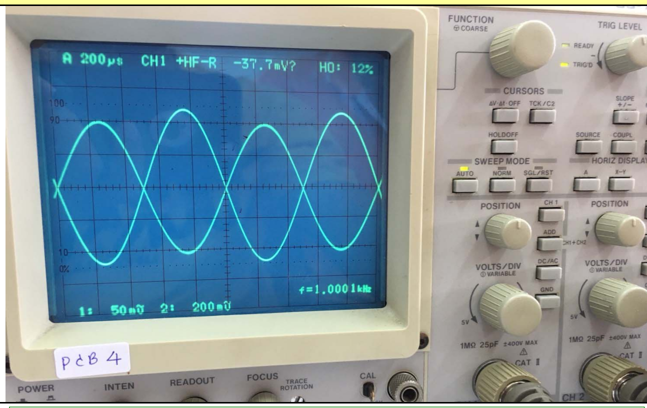
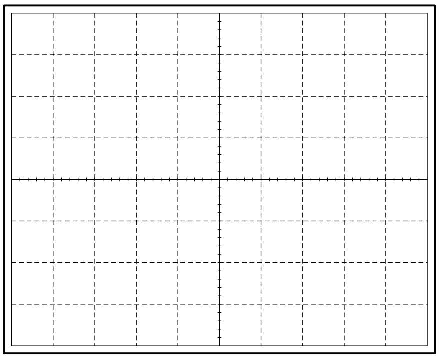
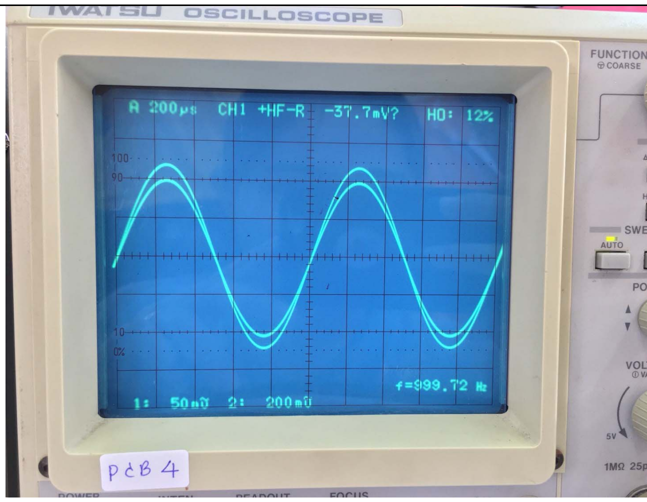
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
7	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) แรงดันไบอัสที่ B-E ของ Q3 ทรานซิสเตอร์ควบคุมกระแสวงจรขยายคู่ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ ด้วยมิเตอร์ บันทึกค่า (0.608V ค่าทั่วไป) $V_{BE,Q3}$ = ...V	
8	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) วัดแรงดันไบอัสที่ B คู่ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมพลิฟายเออร์ Q1 และ Q2 เทียบกับ GND บันทึกค่า (–34.34mV Typ.) $V_{B,Q1}$ = ...V $V_{B,Q2}$ = ...V	
9	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 วัดแรงดันไบอัสที่ E คู่ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมพลิฟายเออร์ Q1 และ Q2 เทียบกับ GND บันทึกค่า (–0.633V ค่าทั่วไป) $V_{E,Q1}$ = ...V $V_{E,Q2}$ = ...V	

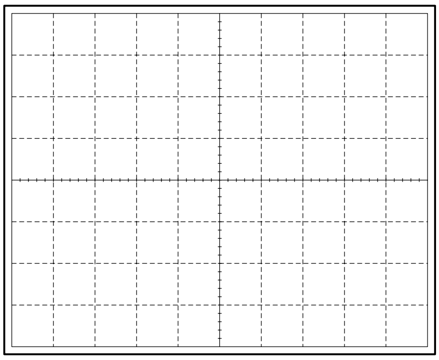
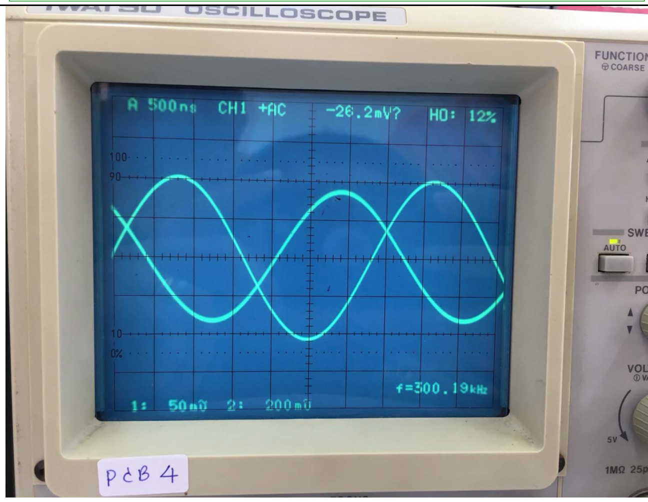
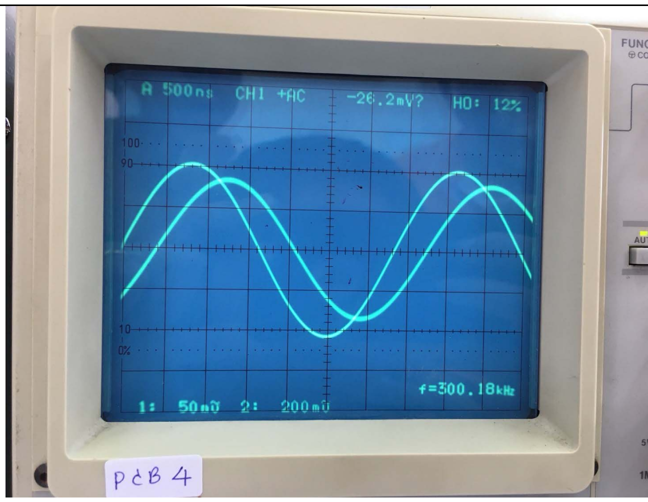
	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
10	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) แรงดันไบอัสที่ B-E ของ Tr. วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ Q1 และ Q2 ด้วยมิเตอร์ <u>บันทึกค่า</u> (0.599V ค่าทั่วไป) $V_{BE,Q1}$ = ...V $V_{BE,Q2}$ = ...V	 
11	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 วัดแรงดัน DC เอาท์พุทของวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ ซีกขั้บวงจรภาคถัดไปคร่อม R3 และ R4 <u>บันทึกค่า</u> (2.202V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta R3}$ = ...V $V_{\Delta R4}$ = ...V	
12	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 วัดการขยายแรงดัน AC ของวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ โดยเอาท์พุทขับวงจรภาคถัดไปอยู่ที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ Q1, Q2	

	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 AC Gain / Amplification: - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - Output: ขา C ของ Q1 <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>บันทึกค่า</u> (–480mV ค่าทั่วไป) $V_{OUT,Q1}$ =..................Vpk <u>หมายเหตุ</u> แรงดันเอาท์พุท - แรงดันบวกหมายถึงอินเฟส - แรงดันติดลบหมายถึงกลับเฟสกับสัญญาณอินพุท	  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
14	<u>วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 AC Gain / Amplification: - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - Output: ขา C ของ Q2 <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>บันทึกค่า</u> (480mV ค่าทั่วไป) $V_{OUT,Q2}$ =..................Vpk	

	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	<u>หมายเหตุ</u> แรงดันเอาท์พุท - แรงดันบวกหมายถึงอินเฟส - แรงดันติดลบหมายถึงกลับเฟสกับสัญญาณอินพุท	 TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
15	<u>ศึกษาการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 Cutoff/corner frequency หรือ Break frequency: - Input: 100mVpk 300kHz Sine wave (แปรความถี่) - Output: ขา C ของ Q1 <u>ผลการทดสอบงานต้นแบบ</u> โดยไม่ต้องทำการทดลอง และไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	
16	<u>ศึกษาการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท</u> แบบ 1, 2 Cutoff/corner frequency: - Input: 100mVpk 300kHz Sine wave (แปรความถี่) - Output: ขา C ของ Q2 <u>ผลการทดสอบงานต้นแบบ</u> โดยไม่ต้องทำการทดลอง และไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	

	ใบงาน ที่ 3.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 6
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 12 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
17	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์ ส่งตรวจผลงาน และส่งตรวจสาธิตการวัด	ไม่มีรูปประกอบ
18	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การใส่ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การต่อสายแหล่งจ่ายไฟ จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายไปยังวงจรเพาเวอร์แอมป์ ทำอย่างไร ....
....
....
3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การวัดแรงดันที่จุดต่าง ๆ ด้วยโวลท์มิเตอร์ทำอย่างไร
....
....
....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 3.2</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 6</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์</td><td>ใบงานรวม 12 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและวัดการทำงาน</td></tr>
</table>

4. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลการไบอัสแรงดันที่จุดต่าง ๆ ของวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ เป็นอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
   ....
5. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลการทดสอบการขยายแรงดัน AC ของวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ (ที่ความถี่ 1 kHz) เป็นอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
   ....

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน (ด้านทักษะพิสัย)
2. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้อง
2. อธิบายการวัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้อง
3. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
4. วัดและทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท (ผลงานจากใบงานที่ 3.2)	2 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันตามรายการที่แนบ	2 ชุด
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
5.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
6.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
7.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
8.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
9.	ที่ตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมือ (ตัดขา R และ C)	1 ตัว
10.	ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

11. คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว
12. คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว
13. ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm) 1 ตัว
14. บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3) 1 ตัว
15. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40 0.1 ปอนด์
16. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น 1 ชิ้น
17. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
18. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

เทคนิคการบัดกรีที่ดีปลายหัวแร้งบัดกรีต้องสะอาดและเปียกตะกั่วอยู่เสมอ บัดกรีแต่ละครั้งให้จี้ปลายหัวแร้งบัดกรีค้างไว้ที่จุดบัดกรีเพื่อให้ความร้อนให้เพียงพอ เวลาที่ใช้แต่ละจุดขึ้นอยู่กับขนาดความจุความร้อนของจุดบัดกรี โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 วินาที ตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ แต่หากใช้เวลาน้อยเกินไปตะกั่วจะประสานไม่ดี หากนานเกินไปผิวตะกั่วบัดกรีจะไม่เงางามเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกไปมาก และหากนานเพิ่มขึ้นอีกในที่สุดอาจถึงขั้นตะกั่วประสานไม่ดี และผิวตะกั่วบัดกรีไม่มีเงาเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกจนหมด และยังเป็นเหตุให้ความร้อนที่จุดบัดกรีสูงมาก ความร้อนนี้จะไหลผ่านโลหะตัวนำไปสู่ภายในอุปกรณ์อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

<u>คำแนะนำ</u>

1. ประกอบอุปกรณ์ตามลำดับความสูง โดยเรียงจากต่ำไปสูง เช่นเรียงจาก ตัวต้านทาน ตาไก่ทองเหลือง ไดโอด แอลอีดี ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
2. ประกอบทรานซิสเตอร์ลง PCB ทรานซิสเตอร์ Q4, Q5 เป็น #MJE271 ตัวถัง TO-225 และ Q6 - Q8 เป็น #BD139 ตัวถัง TO-126 ซึ่งตัวถังมีลักษณะแบน ให้ระมัดระวังในการหันทิศทาง โดยที่ด้านบนของแผ่น PCB มีลายอุปกรณ์แสดงตำแหน่งประกอบ โดยสัญลักษณ์ทรานซิสเตอร์ด้านหลังของตัวถังแสดงด้วยเส้นหนากว่าด้านหน้า

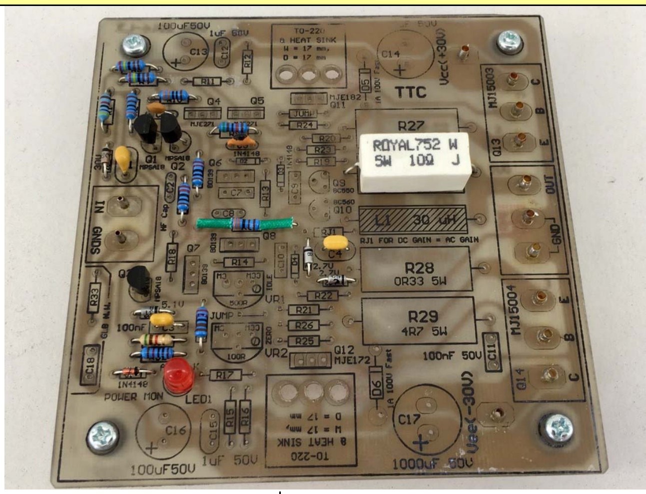
	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

3. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

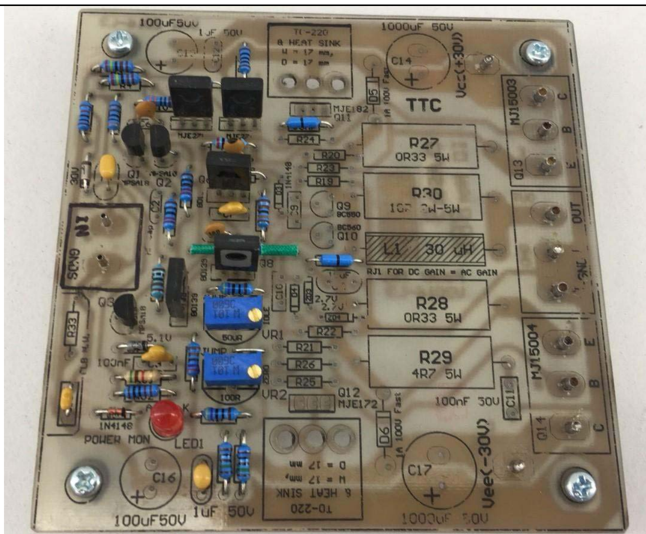
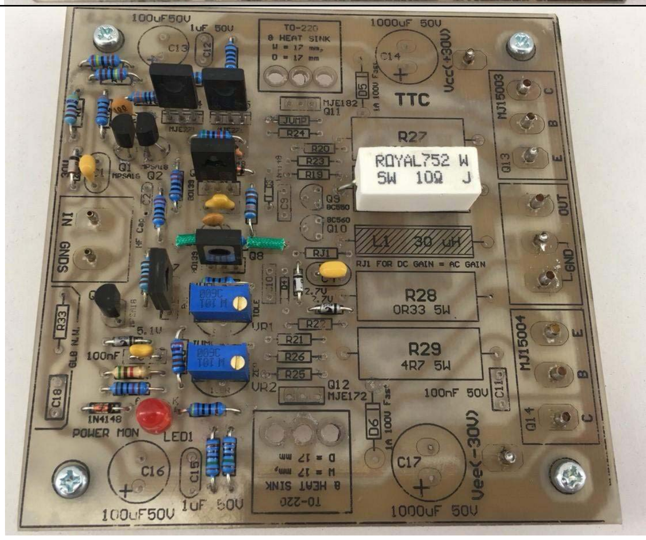
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การประกอบอุปกรณ์ที่มีขั้วขาให้ตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เช่น ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติก ไดโอด และแอลอีดี เป็นต้น
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อนขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
5. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

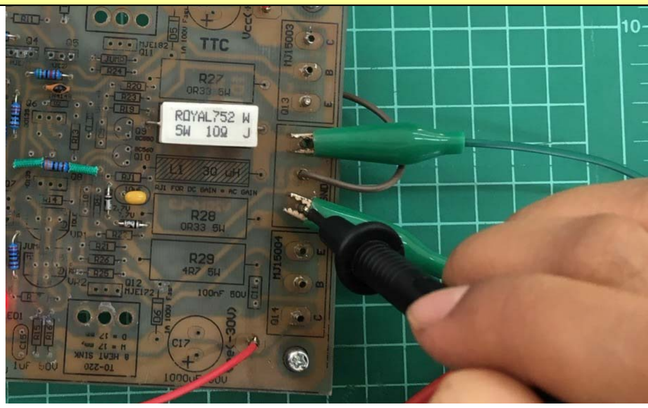
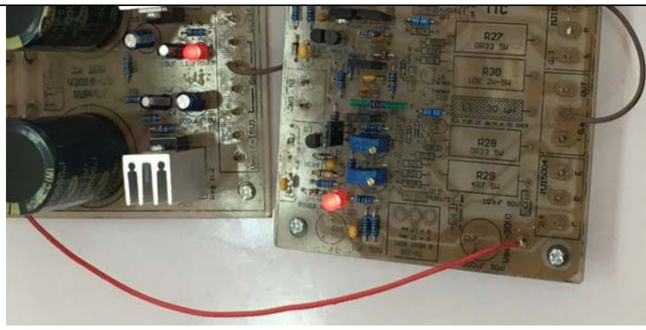
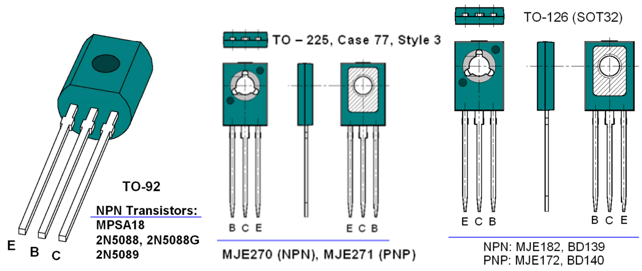
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ประกอบอุปกรณ์วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทแล้ว จำนวน 2 แผ่น (ผลงานจากใบงานที่ 3.2) และอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน ตามรายการแนบท้ายใบงาน	 รูป วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ประกอบอุปกรณ์วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทแล้ว แบบที่ 2

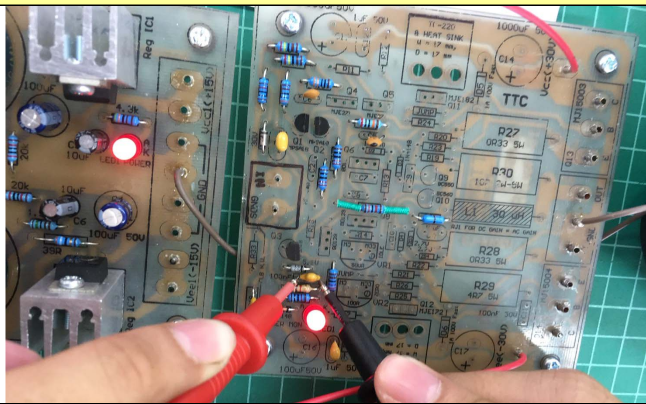
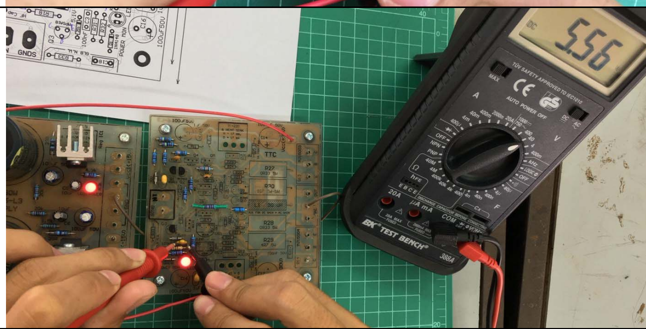
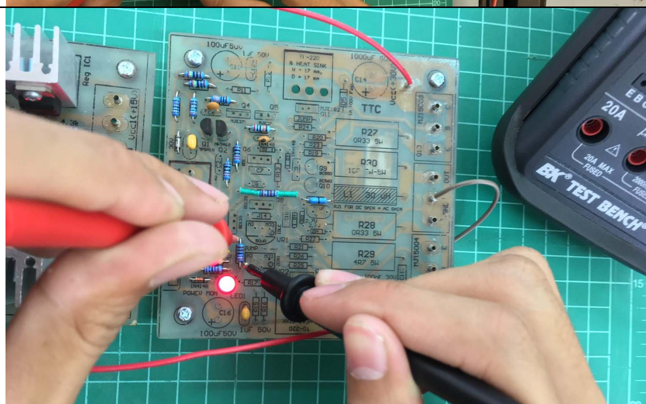
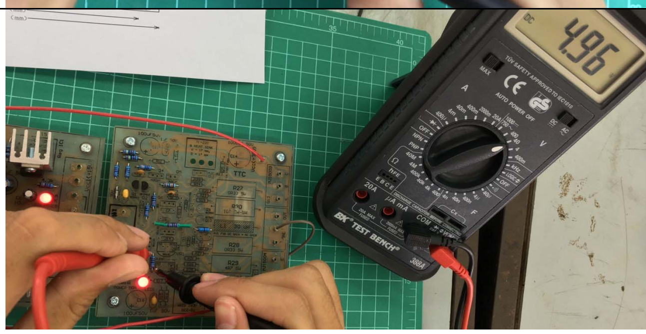
	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	ประกอบอุปกรณ์เพิ่มลง PCB ตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน แบบ 1 หรือ แบบ 2	ไม่มีรูปประกอบ
2.1	<u>วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท + ภาคขยายแรงดัน แบบ 1</u> ประกอบอุปกรณ์เพิ่มลง PCB ตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน แบบ 1 เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain = AC Gain (ภาคที่เหลือห้ามประกอบ)	
2.2	<u>วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท + ภาคขยายแรงดัน แบบ 2</u> ประกอบอุปกรณ์เพิ่มลง PCB ตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน แบบ 2 เพาเวอร์แอมป์แบบ NFB ที่มี DC Gain ≠ AC Gain DC Gain = 1 (ภาคที่เหลือห้ามประกอบ)	

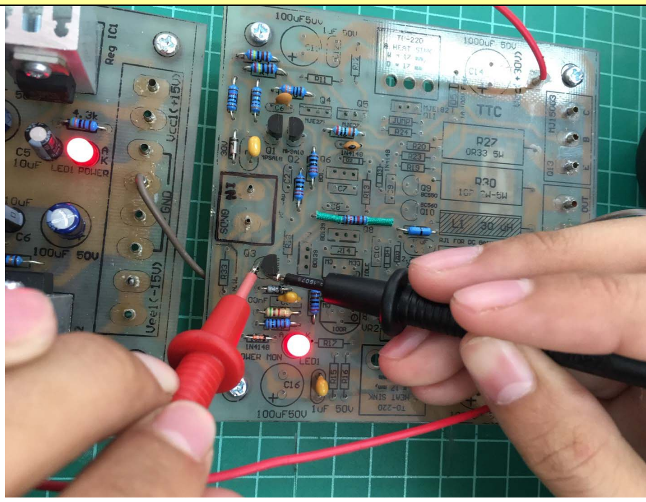
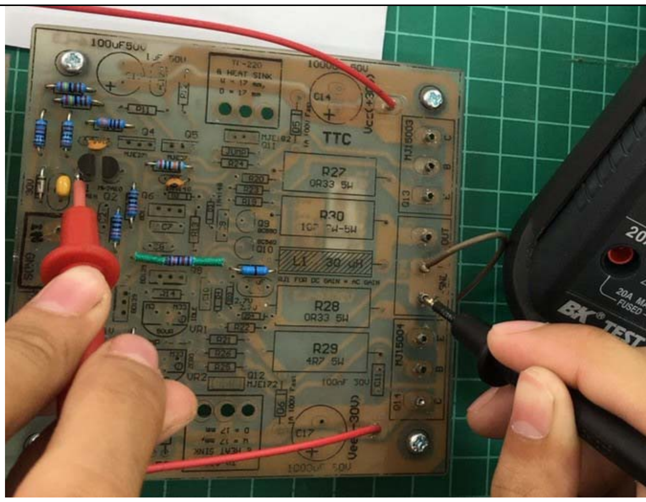
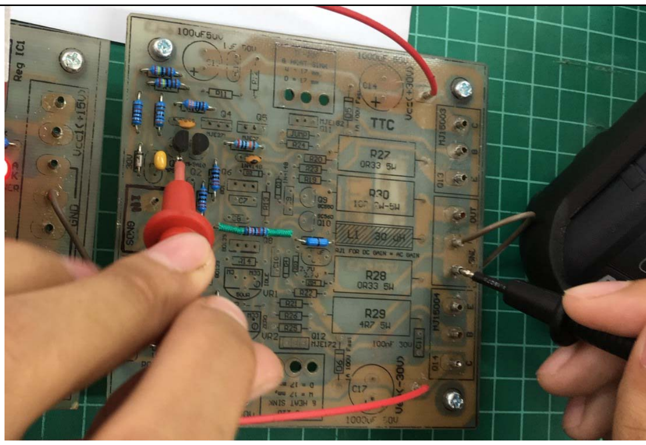
	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2.3	วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 2 เนื่องด้วยยังไม่มีภาคเอาท์พุท แม้ได้ประกอบ R30 ลง PCB แล้ว จึงต้องทำการชอร์ทขั้วเอาท์พุท (จุดต่อสัญญาณออกขับลำโพง) ลง GND ชั่วคราวเพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไบอัสขณะทดสอบการทำงาน	 ให้สังเกต มีการใช้สายคีบทำการชอร์ทขั้วเอาท์พุท (จุดต่อสัญญาณออกขับลำโพง) ลง GND ชั่วคราว เพื่อเตรียมวัดการทำงานของวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท
3	วัดไฟป้อนเข้าวงจรเพาเวอร์ แบบ 1 หรือ แบบ 2 - ต่อไฟจากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายมายังวงจรเพาเวอร์แอมป์ ตามขั้ว V_{CC}, V_{EE} และ GND - วัดแรงดันแหล่งจ่ายไฟที่วงจรเพาเวอร์แอมป์เทียบกับจุด GND บันทึกค่า V_{CC} = ... V V_{EE} = ... V	 หมายเหตุ $\boxed{V_{CC} = 32.2\,V \text{ (Typical) @ No load}}$ $\boxed{V_{EE} = -32.2\,V \text{ (Typical) @ No load}}$
4	ขาทรานซิสเตอร์ Q1 – Q3 = # MPSA18 Q4, Q5 = # MJE271 Q6 – Q8 = # BD139	

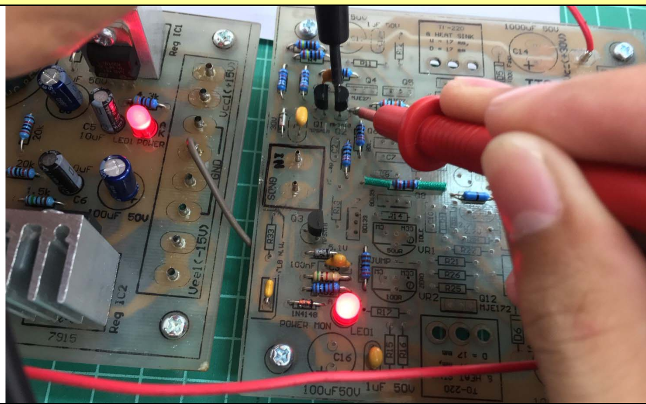
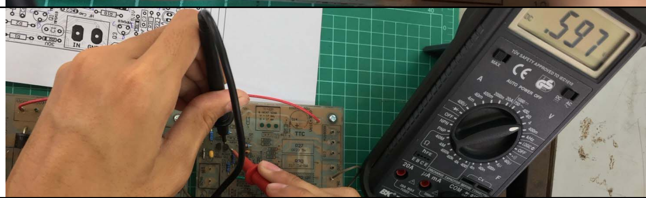
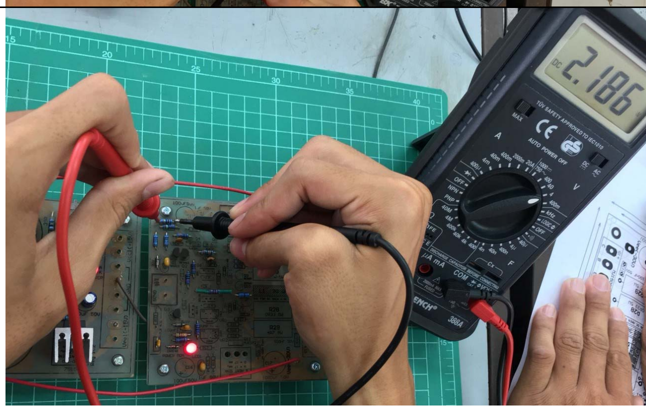
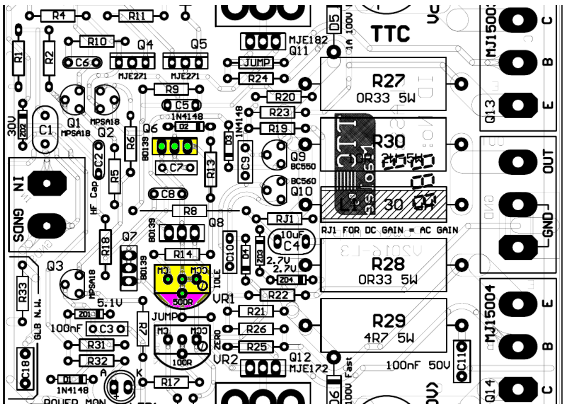
	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1 หรือ แบบ 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) วัดแรงดันไบอัสให้ Q3 เทียบกับ V_{EE} โดยวัดเป็นแรงดันคร่อม C3 (เลือกทิศทางค่าแรงดันบวก) ด้วยมิเตอร์ บันทึกค่า (5.55V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta C3}$ =....................V หมายเหตุ $\boxed{V_{B,Q3} - V_{EE} = V_{\Delta C3}}$	 
6	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) วัดแรงดันผลการไบอัสให้ Q3 เทียบกับ V_{EE} แรงดันคร่อม R7 = 2.7kΩ ทำให้เกิดกระแสรวมของวงจรขยายคู่ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ $I_X = V_{\Delta R7}/R_7$ โดยวัดเป็นแรงดันคร่อม R7 (เลือกทิศทางค่าแรงดันบวก) บันทึกค่า (4.955V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta R7}$ =....................V	 

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
7	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) แรงดันไบอัสที่ B-E ของ Q3 ทรานซิสเตอร์ควบคุมกระแสวงจรขยายคู่ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ ด้วยมิเตอร์ บันทึกค่า (0.608V ค่าทั่วไป) $V_{BE,Q3}$ = ...V	
8	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 วัดแรงดันไบอัสที่ขา B ของทรานซิสเตอร์ คู่ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมพลิฟายเออร์ Q1 และ Q2 เทียบกับ GND บันทึกค่า (–34.34mV Typ.) $V_{B,Q1}$ = ...V $V_{B,Q2}$ = ...V	
9	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 วัดแรงดันไบอัสที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ คู่ DIFF. Q1 และ Q2 เทียบกับ GND บันทึก (–0.633V ค่าทั่วไป) $V_{E,Q1}$ = ...V $V_{E,Q2}$ = ...V	

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
10	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 (ทั้งสองแบบวัดเหมือนกัน) แรงดันไบอัสที่ B-E ของ Tr. วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ Q1 และ Q2 ด้วยมิเตอร์ บันทึกค่า (0.599V ค่าทั่วไป) $V_{BE,Q1}$ =....................V $V_{BE,Q2}$ =....................V	 
11	วัดการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท แบบ 1, 2 วัดแรงดัน DC เอาท์พุทของวงจรขยาย DIFF ซีกขั้วงจรภาคถัดไปคร่อม R3 และ R4 บันทึกค่า (2.202V ค่าทั่วไป) $V_{\Delta R3}$ =....................V $V_{\Delta R4}$ =....................V	
12	ปรับกระแส Idle ไว้ต่ำสุด โดยวัดแรงดัน C – E ของ Q6 ด้วยมิเตอร์ และปรับเพิ่ม-ลด IDLE CURRENT Adj VR1 ให้ได้แรงดันตกคร่อม C – E ต่ำที่สุด $V_{CE,Q6}$ =................V ส่งตรวจผลงาน-สาธิตการวัด	

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผล ให้สมบูรณ์ ส่งตรวจผลงาน และส่งตรวจสาธิตการวัด	ไม่มีรูปประกอบ
14	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การใส่ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลในใบงาน การต่อสายแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายไปยังวงจรเพาเวอร์แอมป์ และการจัดเตรียมดีซีไบอัสสำหรับวงจรคู่ DIFF Q1 และ Q2 ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ แบบ 1 และ แบบ 2 มีข้อแตกต่างกันอย่างไร ....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 3.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 7
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดัน วัดและทดสอบการทำงาน		

3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลการไบอัสแรงดันที่จุดต่าง ๆ ของวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดในกรณีที่ยังไม่ได้ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคขยายแรงดันลง PCB (ข้อมูลใบงานที่ 3.2) เป็นอย่างไร ....
....
....
....
....

4. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การปรับกระแส Idle ไว้ต่ำสุด โดยวัดแรงดัน C – E ของ Q6 ด้วยมิเตอร์ และปรับเพิ่ม-ลด IDLE CURRENT Adj VR1 ให้ได้แรงดันตกคร่อม C – E ต่ำที่สุด ผลการปรับเป็นอย่างไร ....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท (ด้านทักษะพิสัย)
2. วัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้อง
2. อธิบายการวัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้อง
3. ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
4. วัดและปรับแต่งการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทได้ถูกต้องตามแบบและตัดสินสภาพการทำงานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุท+ภาคขยายแรงดัน (ผลงานจาก ใบงานที่ 3.3)	2 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทตามรายการที่แนบ	2 ชุด
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
5.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
6.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
7.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
8.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
9.	ที่ตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมือ (ตัดขา R และ C)	1 ตัว

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

10. ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker) 1 ตัว
11. คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว
12. คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว
13. ไขควงปากแบน (Slotted screwdrivers) ขนาดเล็ก (สกรู 2x0.4 mm) 1 ตัว
14. ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm) 1 ตัว
15. บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3) 1 ตัว
16. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40 0.1 ปอนด์
17. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น 1 ชิ้น
18. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
19. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

เทคนิคการบัดกรีที่ดีปลายหัวแร้งบัดกรีต้องสะอาดและเปียกตะกั่วอยู่เสมอ บัดกรีแต่ละครั้งให้จี้ปลายหัวแร้งบัดกรีค้างไว้ที่จุดบัดกรีเพื่อให้ความร้อนให้เพียงพอ เวลาที่ใช้แต่ละจุดขึ้นอยู่กับขนาดความจุความร้อนของจุดบัดกรี โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 วินาที กรณีจุดบัดกรีขนาดใหญ่เช่นตาไก่ ใช้เวลาบัดกรีนานเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 4 ถึง 6 วินาที ตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ แต่หากใช้เวลาน้อยเกินไปตะกั่วจะประสานไม่ดี หากนานเกินไปผิวตะกั่วบัดกรีจะไม่เงางามเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกไปมาก และหากนานเพิ่มขึ้นอีกในที่สุดอาจถึงขั้นตะกั่วประสานไม่ดี และผิวตะกั่วบัดกรีไม่มีเงาเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกจนหมด และยังเป็นเหตุให้ความร้อนที่จุดบัดกรีสูงมาก ความร้อนนี้จะไหลผ่านโลหะตัวนำไปสู่ภายในอุปกรณ์อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

<u>คำแนะนำ</u>

1. ประกอบอุปกรณ์ตามลำดับความสูง โดยเรียงจากต่ำไปสูง เช่นเรียงจาก ตัวต้านทาน ตาไก่ทองเหลือง ไดโอด แอลอีดี ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
2. ประกอบทรานซิสเตอร์ลง PCB ทรานซิสเตอร์ Q11 เป็น #MJE182 (หรือ BD139), Q12 เป็น #MJE172 (หรือ BD140) ตัวถัง TO-126 (SOT32) ซึ่งตัวถังมีลักษณะแบน

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ให้ระมัดระวังในการหันทิศทาง โดยที่ด้านบนของแผ่น PCB มีลายอุปกรณ์แสดงตำแหน่งประกอบ โดยที่สัญลักษณ์ทรานซิสเตอร์ด้านหลังของตัวถังแสดงด้วยเส้นหนากว่าด้านหน้า ให้ยึดทรานซิสเตอร์ Q11, Q12 ด้วยสกรู 3mm เข้ากับแผ่นระบายความร้อน (Heatsink) แบบ TO-220 / TO-126V with Footprint Area = 17x17 (mm) ยึดโดยตรงให้แน่นโดยที่ไม่ใช้ฉนวนไฟฟ้าใด ๆ และขั้นตอนถัดไปให้ยึดแผ่นระบายความร้อนนี้ด้วยสกรูเกลียวปล่อยกับแผ่น PCB ให้แน่น ก่อนบัดกรีขาทรานซิสเตอร์ลง PCB

3. ประกอบทรานซิสเตอร์ Q13 เป็น #MJ15003 (หรือ 2N3055), Q14 เป็น #MJ15004 (หรือ MJ2955) ตัวถัง TO-3 ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานบิน ให้ระมัดระวังในการหันทิศทางขา B – E สังเกตขาโดยหงายด้านล่างขึ้น (Bottom view) หมุนให้ขาเอียงมาทางด้านซ้าย จะได้ขาด้านบนเป็นขา E และขาด้านล่างเป็นขา B ต้องประกอบทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับแผ่นระบายความร้อน (Heatsink) TO-3 แบบติดตั้งคู่ with Footprint Area = 115x30, High = 80 (mm) ต้องติดตั้งร่วมกับ แผ่นฉนวนไฟฟ้า/แผ่นไมก้า/แผ่นไมล่า/ฉนวนรอง (Isolator) Tr แบบ TO-3 พร้อมใส่ฉนวนรองน๊อต 4mm (Plastic Bush Isolator Bush Isolator) ที่รูยึดทรานซิสเตอร์ทั้งสองรูด้วยน๊อต-สกรู 3mm และติดตั้งหางปลากลมสำหรับยึดสายเข้ากับด้วยน๊อต-สกรูนี้ใช้เป็นขา C
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
5. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

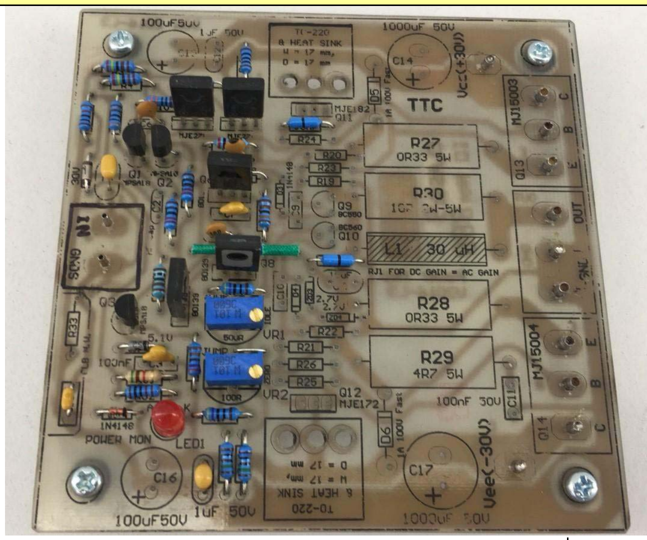
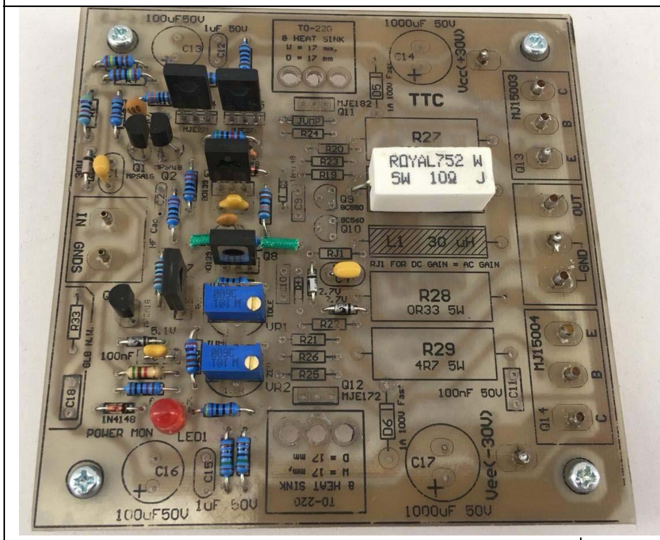
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การประกอบอุปกรณ์ที่มีขั้วขาให้ตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เช่น ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติก ไดโอด และแอลอีดี เป็นต้น
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อนขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

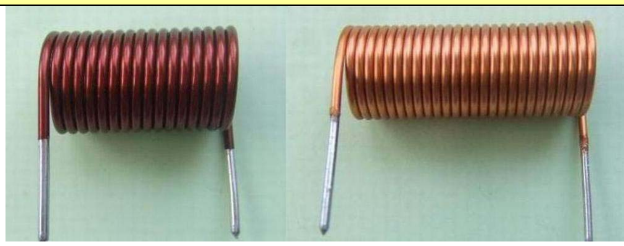
	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

4. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
5. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

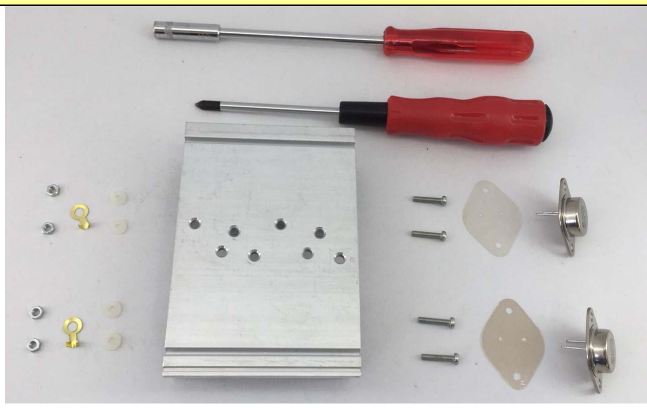
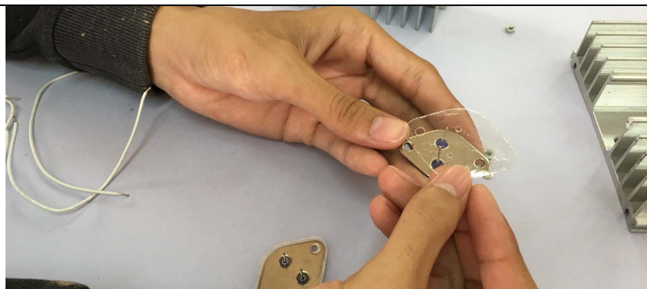
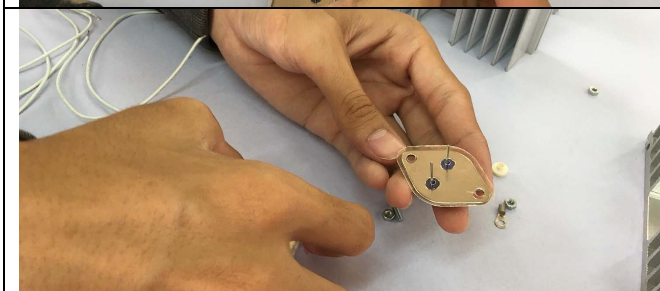
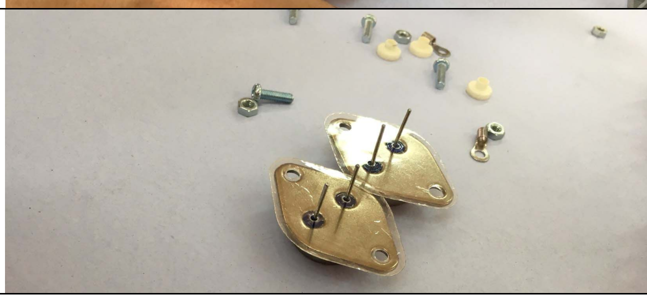
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ที่ประกอบอุปกรณ์วงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคอินพุทและภาคขยายแรงดันแล้ว จำนวน 2 แผ่น (ผลงานจากใบงานที่ 3.1 - 3.3) และอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทตามรายการแนบท้ายใบงาน	 รูป จัดเตรียม PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ แบบที่ 1  รูป จัดเตรียม PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ แบบที่ 2

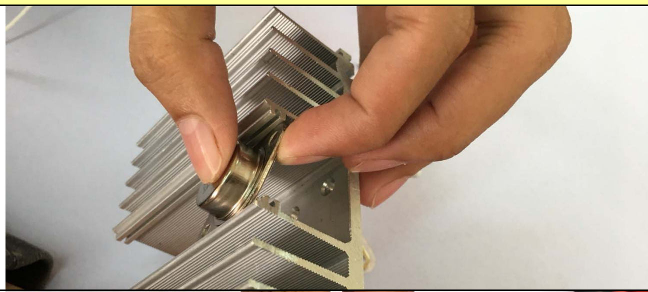
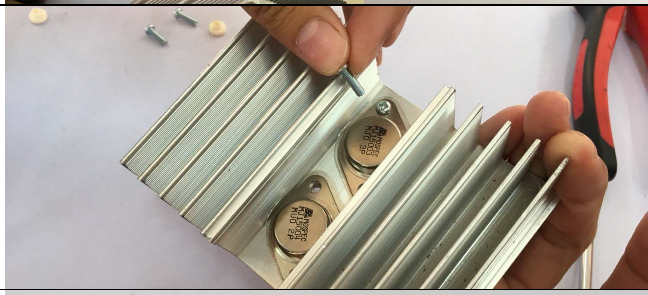
	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	เตรียม L1 = 30uH #22SWG หรือ #21AWG แกนอากาศ จำนวน 2 ตัว หรือสร้างจากลวดทองแดงอาบน้ำยาพันบนแกน DIA = 10mm (ϕ แท่งดินสอ) พันลวดจำนวน 20 ถึง 30 รอบ และขูดปลายลวด	 รูป L1 = 30uH #22 SWG หรือ #21 AWG แกนอากาศที่ผ่านการขูดปลายลวดทองแดงอาบน้ำยาสำหรับใช้เป็นขาและเคลือบเปียกตะกั่วขาทั้งสองด้าน เตรียมพร้อมใช้งาน
3	ประกอบอุปกรณ์เพิ่มลง PCB ตามแบบอุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท โดยจะต้องยังไม่ต่อ Q13 และ Q14 เข้ากับ PCB หมายเหตุ รูป ผลงาน PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ แบบที่ 1 “**ระวังห้ามชอร์ท**ขั้วเอาท์พุทลง GND เด็ดขาด” (ใบงานที่ 3.2 เพื่อไบอัสวงจรแบบที่ 2 ให้ชอร์ทขั้วเอาท์พุทชั่วคราว)	
4	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายตามขั้ว V_{CC} , V_{EE} และ GND และวัดแรงดันเอาท์พุทเทียบ GND และพร้อมปรับ Zero Adj VR2 จนกระทั่งได้แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC ส่งตรวจผลงาน-สาธิตการวัด	 รูป แสดงให้เห็นจุดวัดแรงดันดีซีด้วยโวลท์มิเตอร์ และตำแหน่งที่ปรับ Zero Adj VR2 ด้วยไขควงแบนขนาดเล็ก

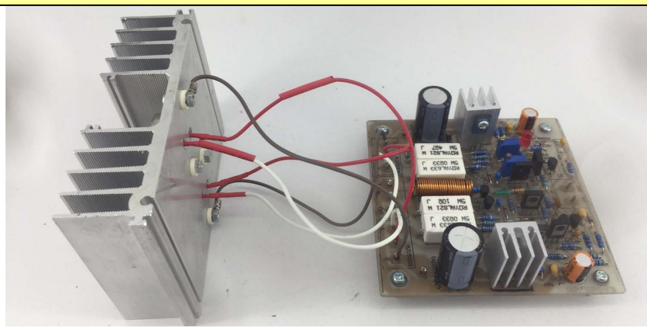
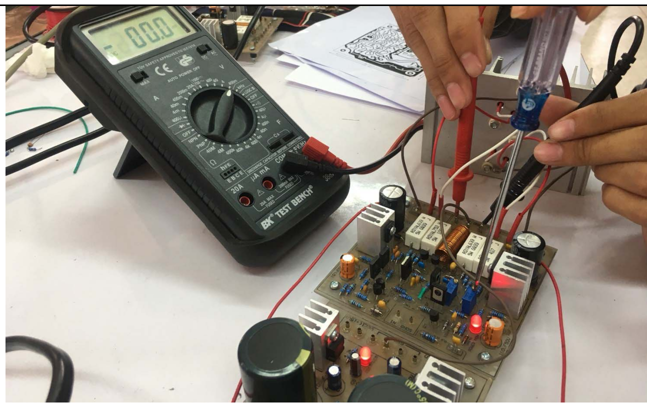
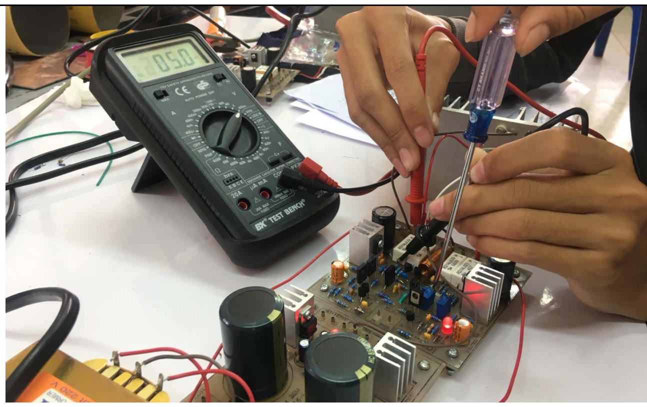
	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	จัดเตรียมประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ - เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 - แผ่นระบายความร้อน TO-3 แบบติดตั้งคู่ - แผ่นฉนวนไฟฟ้าแบบ TO-3 - ฉนวนรองน๊อต 4mm - หางปลากลม - น๊อต-สกรู 3mm	
6	ประกอบเพาเวอร์ทรานซิส - เตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับแผ่นระบายความร้อน TO-3 แบบติดตั้งคู่ ร่วมกับแผ่นฉนวนไฟฟ้า (Isolator) Tr แบบ TO-3 พร้อมใส่ฉนวนรองน๊อต 4mm ที่รูยึดทราน - ซิสเตอร์ทั้งสองรูด้วยน๊อต-สกรู 3mm และติดตั้งหางปลากลมสำหรับยึดสายเข้ากับด้วยน๊อต-สกรูนี้ใช้เป็นขา C	  

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6 (ต่อ)	ประกอบเพาเวอร์ทรานซิส - เตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับแผ่นระบายความร้อน (ต่อ)	 
7	ผลงานประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับแผ่นระบายความร้อน TO-3 แบบติดตั้งคู่ และให้ทดสอบ<u>ทุกขา</u>ของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (C – B – E) เทียบกับแผ่นระบายความร้อนอลูมิเนียมในจุดที่อโนไดซ์ (ฉนวน) ถลอก เช่น บริเวณมุม เป็นต้น (วัดเทียบแผ่นระบายความร้อนด้วยกันเองก่อน) ต้องไม่ชอร์ทกับแผ่นระบายความร้อน อย่างเด็ดขาด <u>ส่งตรวจผลงาน-สาธิตการวัด</u>	 

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
8	<u>ต่อสาย</u>เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 ที่ประกอบเข้ากับแผ่นระบายความร้อนแล้ว กับแผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ตามขั้วขา C – B – E ของ Q13 และ Q14	
9	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ตามขั้ว V_{CC}, V_{EE} และ GND และวัดแรงดันเอาท์พุทเทียบ GND และพร้อมปรับ Zero Adj VR2 จนกระทั่งได้แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC <u>ส่งตรวจผลงาน-สาธิตการวัด</u>	
10	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ตามขั้ว V_{CC}, V_{EE} และ GND และวัดแรงดันเอาท์พุทเทียบ GND และพร้อมปรับ IDLE CURRENT Adj VR1 จนกระทั่งได้แรงดันตกคร่อม R27 และ R28 ≅ 5mV DC <u>ส่งตรวจผลงาน-สาธิตการวัด</u>	 โดย วัดกระแสในรูปของแรงดัน (วัดโดยอ้อม): I = E/R กระแสไอเดิล (Idle current) = 15mA @ No – Input
11	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์	ไม่มีรูปประกอบ

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
11 (ต่อ)	ส่งตรวจผลงานเอกสาร	ไม่มีรูปประกอบ
12	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท (ขณะที่ยังไม่ต่อสายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับ PCB) ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ (ขณะที่ยังไม่ต่อสายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับ PCB) สำหรับปรับ Zero Adj VR2 เพื่อให้ได้แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC ทำอย่างไร ....
....
....
....
3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับ แผ่นระบายความร้อน ทำอย่างไร ....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 3.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 8
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุท วัดและปรับแต่งการทำงาน		

4. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การต่อสายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 ที่ประกอบเข้ากับแผ่นระบายความร้อนเรียบร้อยแล้ว เข้ากับแผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ ทำอย่างไร ....
....
....
....

5. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ (เมื่อต่อสายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับ PCB เรียบร้อยแล้ว) สำหรับปรับ Zero Adj VR2 เพื่อให้ได้แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC ทำอย่างไร ....
....
....
....

6. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ (เมื่อต่อสายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q13 และ Q14 เข้ากับ PCB เรียบร้อยแล้ว) สำหรับปรับกระแสไอเดิล (Idle current) = 15mA วัดกระแสโดยอ้อม ด้วยวิธีการวัดกระแสในรูปของแรงดัน ทำอย่างไร ....
....
....
....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 3.5</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 9</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์</td><td>ใบงานรวม 21 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์</td></tr>
</table>

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ได้ถูกต้อง
2. วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์ได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ที่ประกอบอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว (ผลงานจาก ใบงานที่ 3.4)	2 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ภาคเอาท์พุทตามรายการที่แนบ	2 ชุด
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
5.	ออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) พร้อมสายวัดและสาย AC	1 ตัว
6.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
7.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
8.	ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
9.	คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
10.	คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
11.	บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
12.	ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
13.	หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>**ใบงาน ที่ 3.5**</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 9</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์</td><td>ใบงานรวม 21 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์</td></tr>
</table>

14. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
15. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์ดิจิตอล จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) อ่านค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวเลขบนหน้าปัดพร้อมเครื่องหมาย (±) เช่น 15V หรือ +15V, –15 V เป็นต้น

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์เข็ม จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนตามปกติอ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขบวกตามปกติ เช่น 15V, 31V เป็นต้น หรือระบุพร้อมเครื่องหมายบวก (+) เช่น +15V, +24V เป็นต้น แต่หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนย้อนกลับ (เข็มตีกลับ) ให้สลับสายวัดจากปกติ อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขลบ เช่น –15 V, –30 V, –31 V เป็นต้น

<u>คำแนะนำ</u>

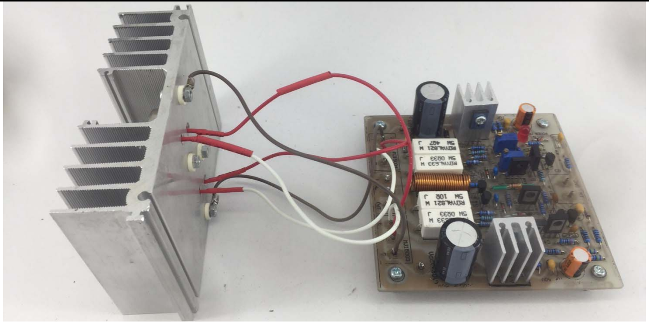
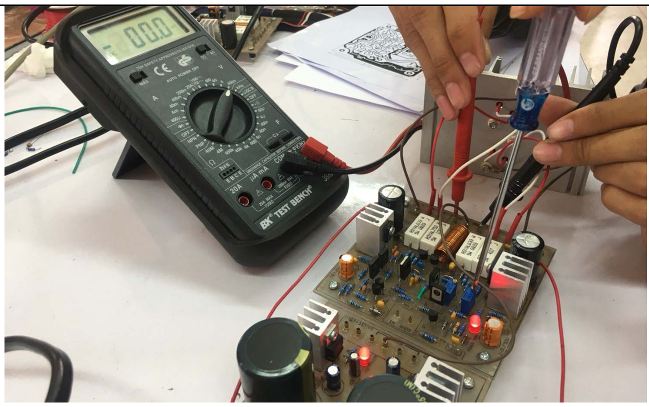
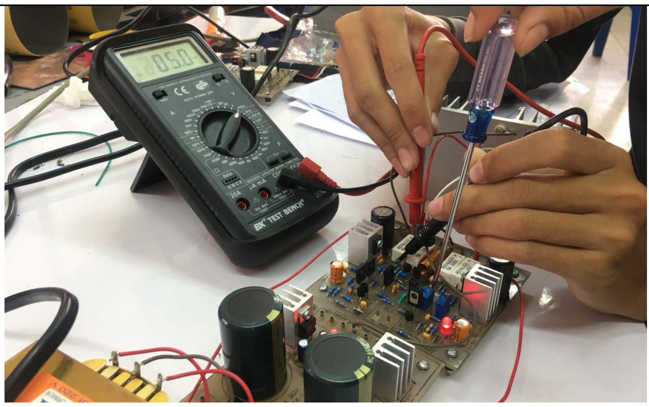
1. สังเกต/ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนวัดเสมอ
2. การใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปวัดที่จุดวัด ต้องกดให้ปลายแหลมของสายวัดหรือโพรบ (Probe) ให้จิกลงบนจุดวัดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยสะดวก หรือวัดกับพื้นผิวตัวนำสะอาด
3. จุดบัดกรีที่ดีตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ และฟลักซ์ยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ดังนั้นการใช้สายวัดหรือโพรบ (Probe) ที่จุดบัดกรีต้องจิกวัดให้ผ่านทะลุลงไปถึงส่วนของโลหะตัวนำไฟฟ้า

<u>ข้อควรระวัง</u>

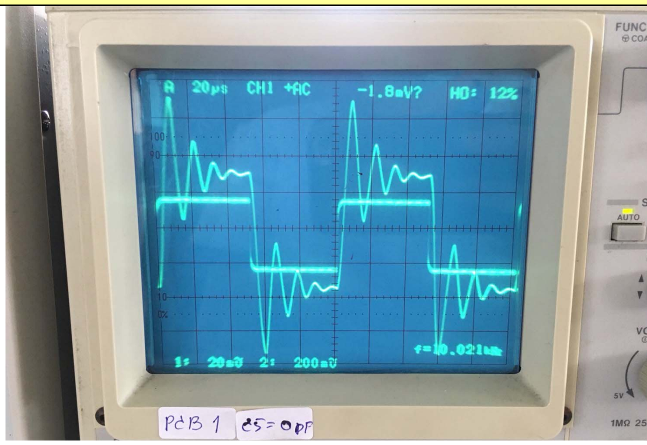
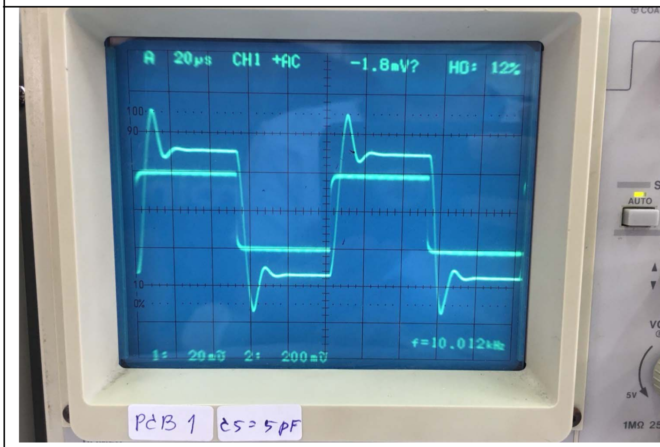
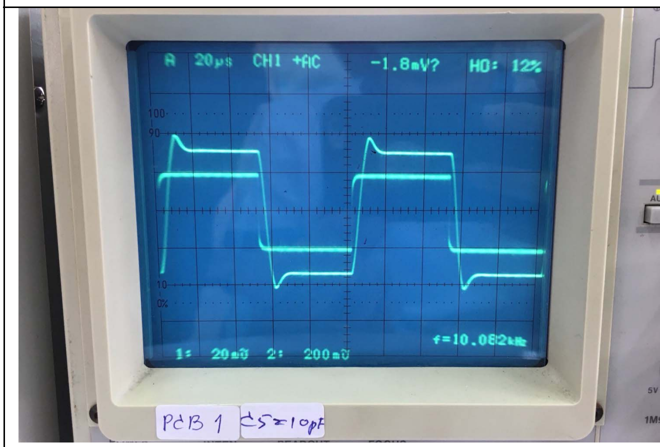
1. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยสายตา ด้านบนและด้านล่างของ PCB และการบัดกรีสายต่าง ๆ ให้ปกติ
2. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ระมัดระวังด้านล่างของ PCB ให้ลอยสูงจากพื้น และระวังมิให้เศษโลหะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงานชอร์ทด้านล่างของแผ่น PCB ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายกับงานต้นแบบนี้ได้
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

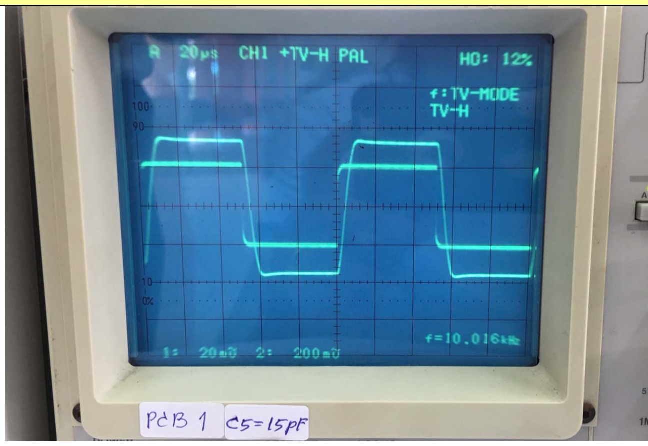
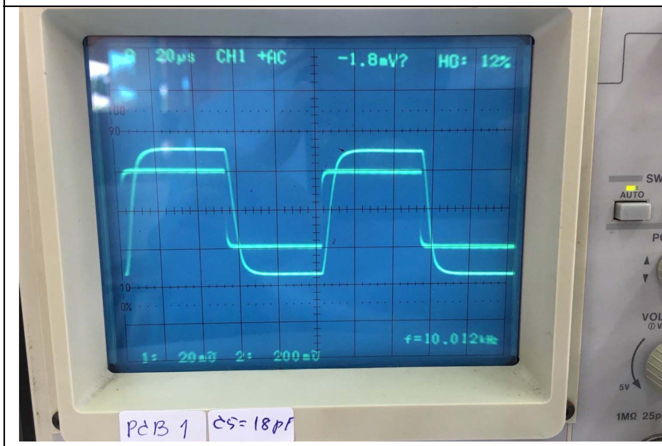
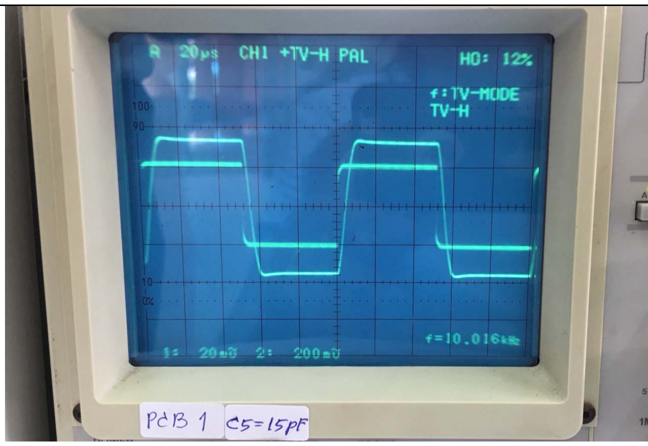
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียมแผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ที่ประกอบอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว จำนวน 2 แผ่น (ผลงานจาก ใบงานที่ 3.4) และโหลดจำลองสำหรับใช้ทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ (Dummy Load) 1 ชุด	
2	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายตามขั้ว V_{CC} , V_{EE} และ GND และวัดแรงดันเอาท์พุทเทียบ GND เพื่อตรวจสอบซ้ำความพร้อมในการทำงานของวงจร โดยที่แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ Zero Adj VR2	
3	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์ตามขั้นตอน ข้อ 2 (ปฏิบัติต่อ) และวัดแรงดันแรงดันตกคร่อม R27 และ R28 ≅ 5mV DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ IDLE CURRENT Adj VR1 <u>หมายเหตุ</u> มีการตรวจสอบซ้ำเนื่องจากเป็นงานต้นแบบ	 โดย วัดกระแสในรูปของแรงดัน (วัดโดยอ้อม): I = E/R กระแสไอเดิล (Idle current) = 15mA @ No – Input

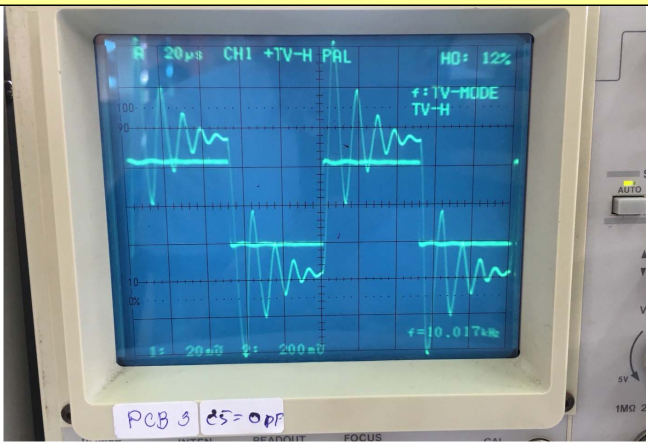
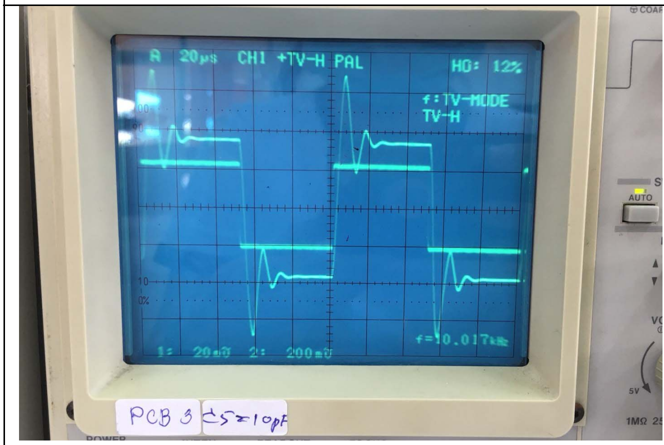
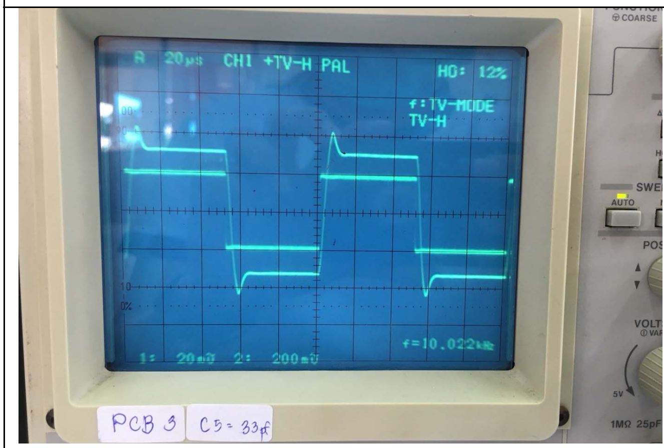
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4	<u>ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1 ก่อนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เข้ากับ PCB โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ แล้วตรวจสอบผลตอบสนองและปรับเปลี่ยนค่าชดเชยชนิดเฟสล้ำหน้า Phase Lead Compensation Capacitor: C5 จนได้ผลตอบสนองที่ดีที่สุด ไม่เกิดการออสซิลเลทต่อเนื่อง ผลตอบสนองเร็วที่สุดและมี Overshoot หรือ Ringing ต่ำที่สุด ดังนี้: - C2 = 220pF: ยังไม่ประกอบ - Input: 20mVpk 10kHz Square wave (ความถี่คงที่) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>ผลการทดสอบงานต้นแบบ</u> โดยไม่ต้องทำการทดลองและไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	 แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 0 pF  แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 5 pF  แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 10 pF

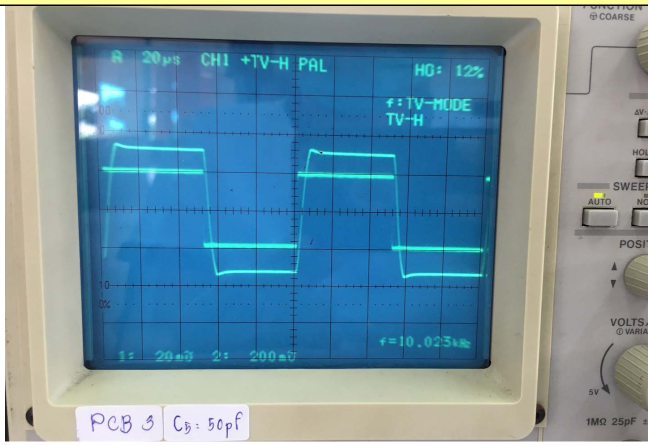
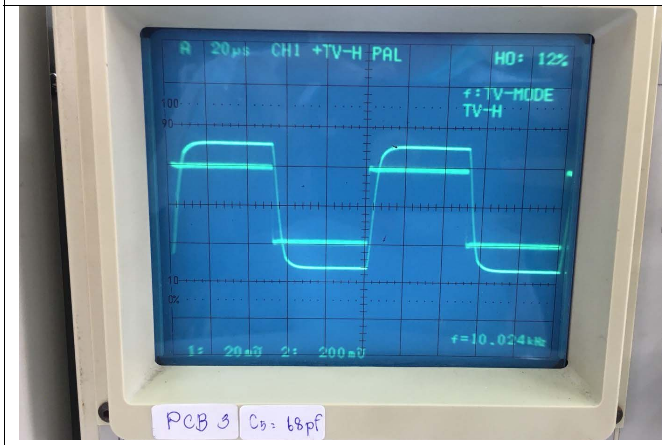
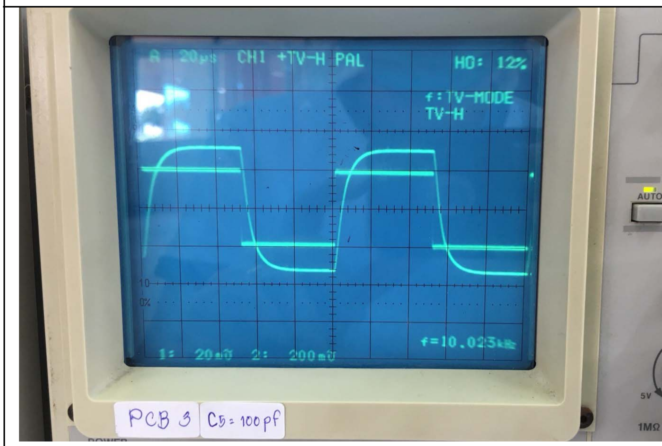
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4 (ต่อ)	<u>ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1 ก่อนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (ต่อ)	แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 15 pF
		แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 18 pF
5	<u>สรุปผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1 ก่อนประกอบเพาเวอร์รานซิสเตอร์ ใช้ตัวชดเชยชนิดเฟสล้ำหน้า Phase Lead Compensation Capacitor: C5 = 15 pF จะให้ผลตอบสนองพอดี (Optimum Response)	แบบ1 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 15 pF

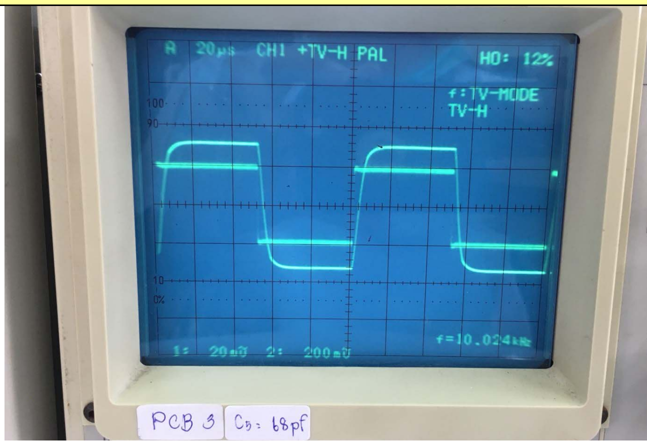
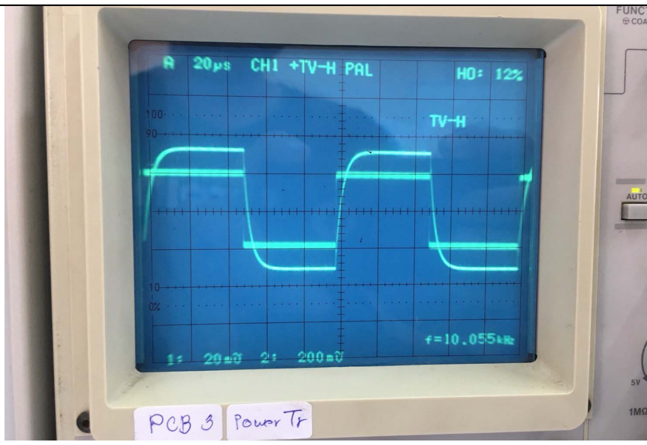
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6	<u>ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 2 ก่อนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เข้ากับ PCB โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ แล้วตรวจสอบผลตอบสนองและปรับเปลี่ยนค่าชดเชยชนิดเฟสล้ำหน้า Phase Lead Compensation Capacitor: C5 จนได้ผลตอบสนองที่ดีที่สุด ไม่เกิดการออสซิลเลทต่อเนื่อง ผลตอบสนองเร็วที่สุดและมี Overshoot หรือ Ringing ต่ำที่สุด ดังนี้: - C2 = 220pF: ยังไม่ประกอบ - Input: 20mVpk 10kHz Square wave (ความถี่คงที่) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>ผลการทดสอบงานต้นแบบ</u> โดยไม่ต้องทำการทดลอง และไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 0 pF  แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 10 pF  แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 33 pF

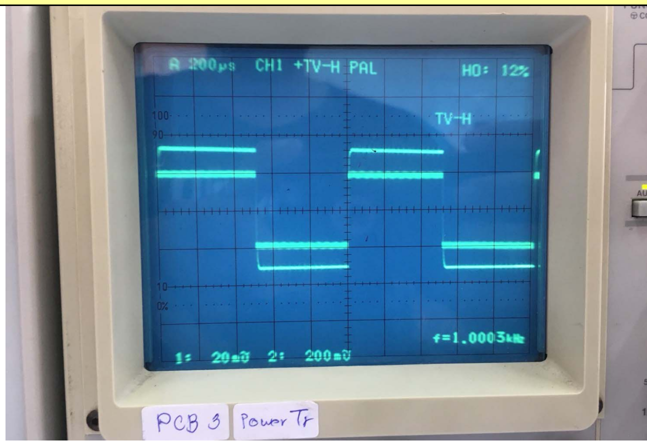
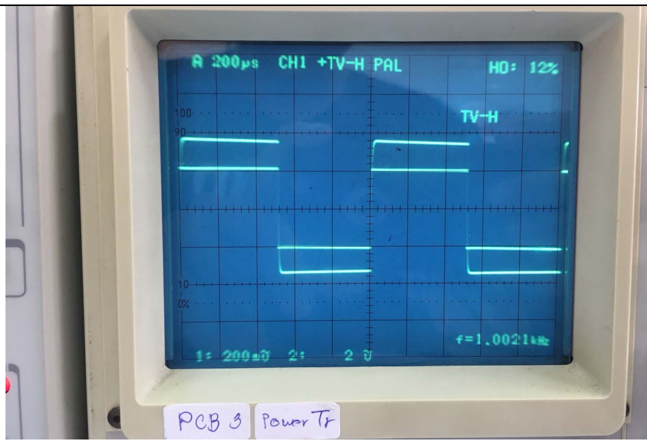
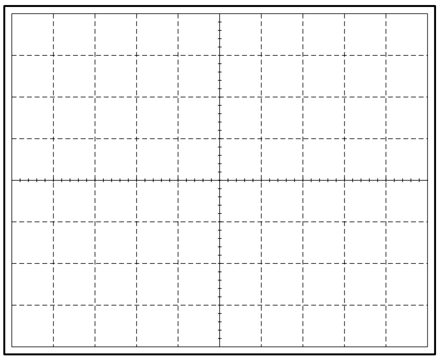
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6 (ต่อ)	<u>ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 2 ก่อนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (ต่อ)	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 50 pF
		 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF
		 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 100 pF

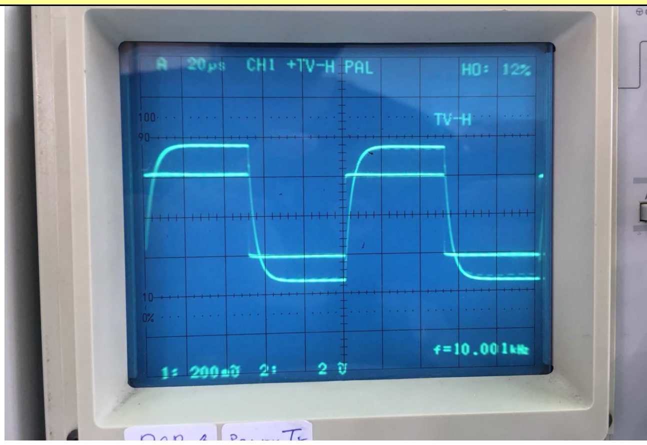
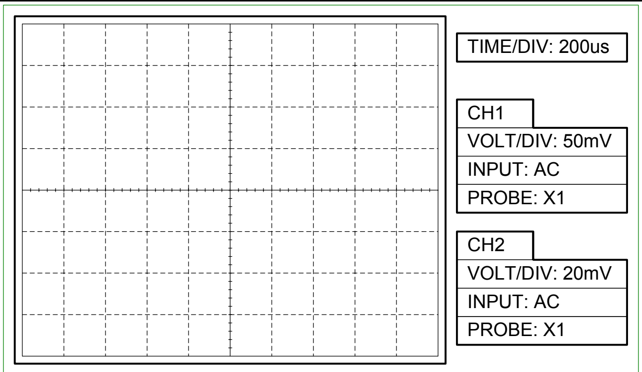
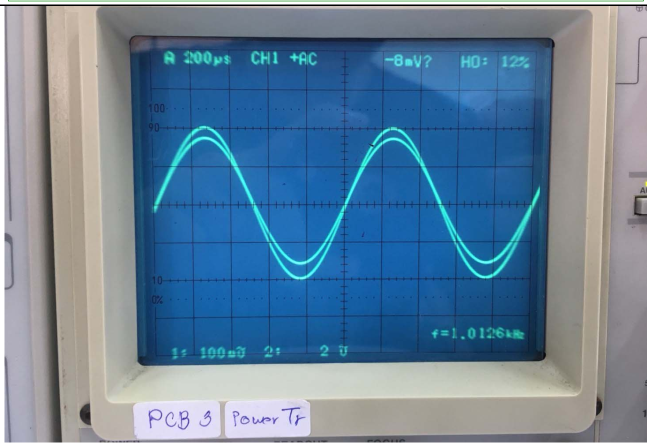
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
7	<u>สรุปผลการศึกษาเสถียรภาพ เชิงความถี่</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 2 ก่อนประกอบเพาเวอร์รานซิสเตอร์ ใช้ตัวชดเชยชนิดเฟสล้ำหน้า Phase Lead Compensation Capacitor: C5 = 68 pF จะให้ผลตอบสนองพอดี (Optimum Response)	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF
8	<u>ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - C2 = 220pF: ถอดออก/ ยังไม่ประกอบ - Input: 20mVpk 10kHz Square wave (ความถี่คงที่) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>ผลการทดสอบงานต้นแบบ</u> โดยไม่ต้องทำการทดลอง และไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 20mVpk 10kHz Input

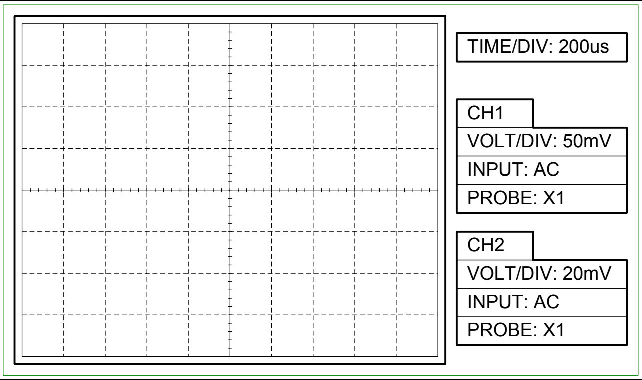
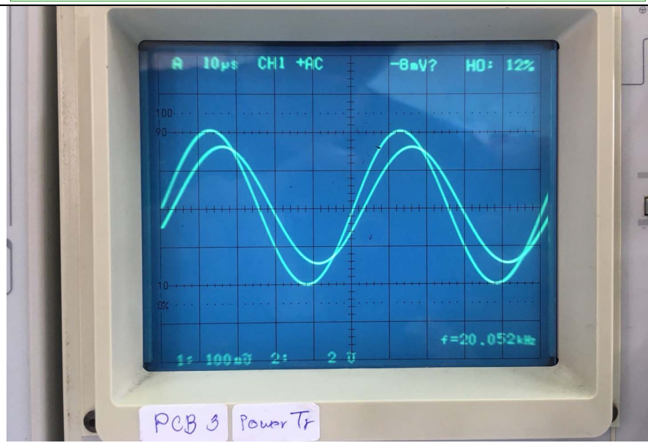
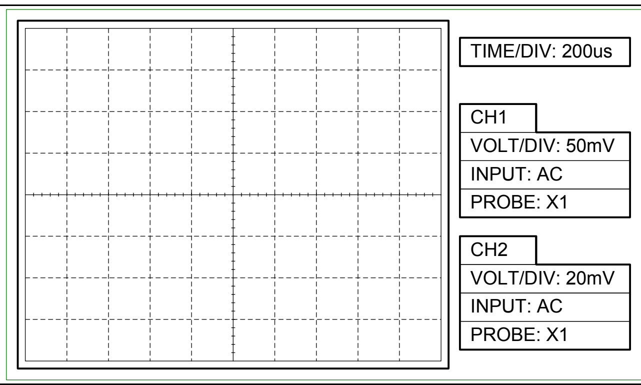
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
9	ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - Input: 20mVpk 1kHz Square wave (ความถี่คงที่) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง ผลการทดสอบงานต้นแบบ โดยไม่ต้องทำการทดลอง และไม่ต้องวาดรูปกราฟนี้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 20mVpk 1kHz Input
10	ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - C2 = 220pF: ถอดออก/ยังไม่ประกอบ - Input: 200mVpk 1kHz Square wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง)	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 200mVpk 1kHz Input  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1

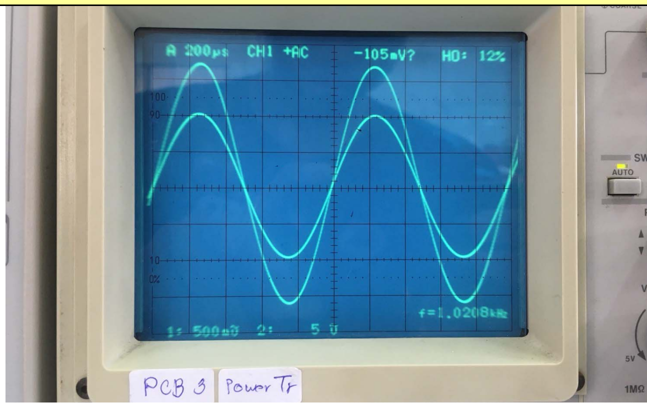
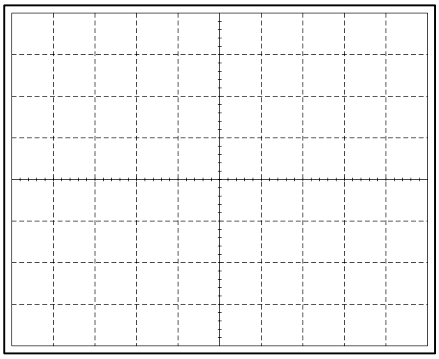
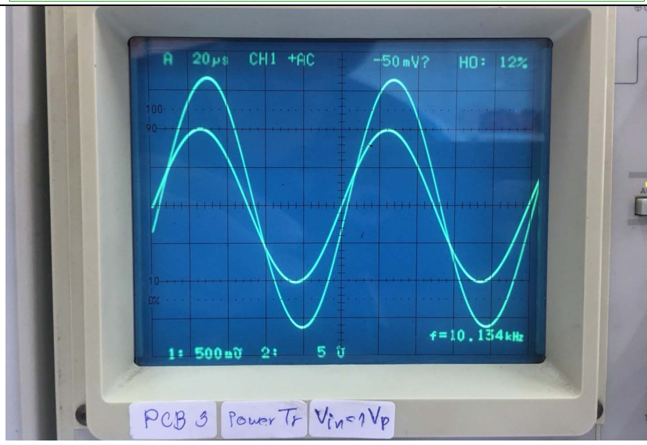
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
11	ศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - C2 = 220pF: ถอดออก/ยังไม่ประกอบ - Input: 200mVpk 10kHz Square wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 200mVpk 10kHz Input
	บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง) เมื่อทดสอบข้อ 11 แล้วเสร็จ ประกอบ C2 = 220pF ให้วงจรครบถ้วนกลับเป็นปกติ	
12	ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 200mVpk 1kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 200mVpk 1kHz Input

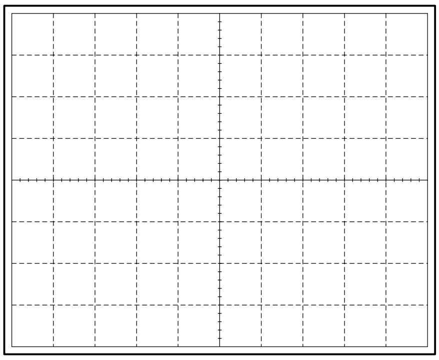
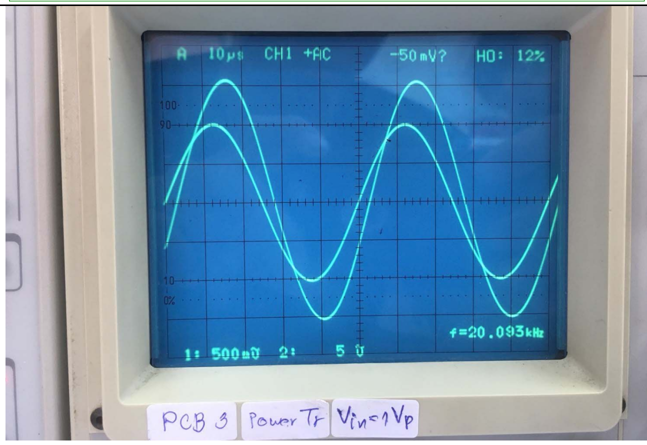
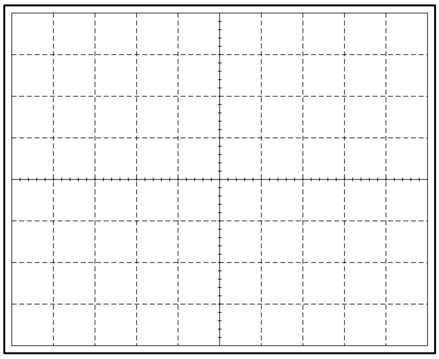
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
12 (ต่อ)	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์: (ต่อ) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ ได้ ☐ ไม่ได้	
13	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 200mVpk 20kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ ได้ ☐ ไม่ได้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 200mVpk 20kHz Input 

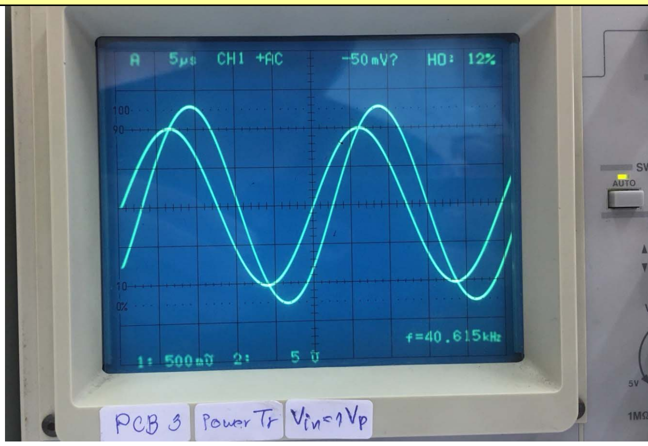
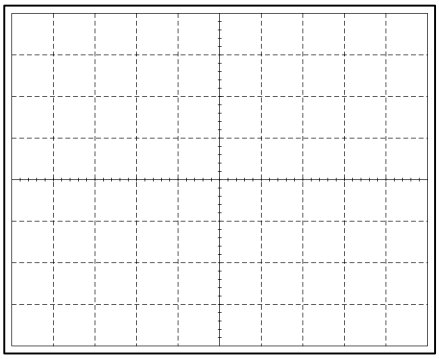
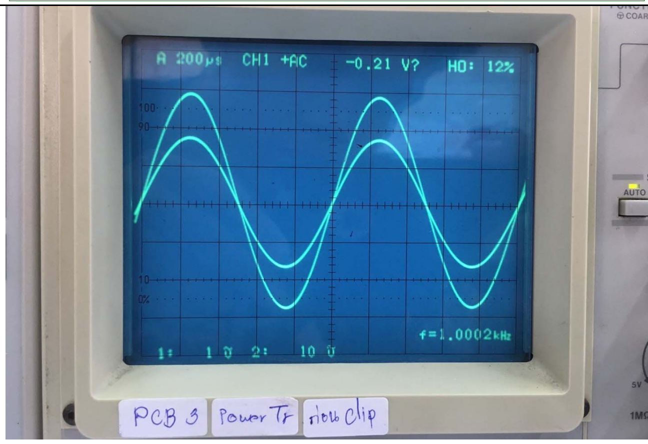
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 1Vpk 1kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ได้ ☐ไม่ได้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 1Vpk 1kHz Input
		 TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
14	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 1Vpk 10kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 1Vpk 10kHz Input

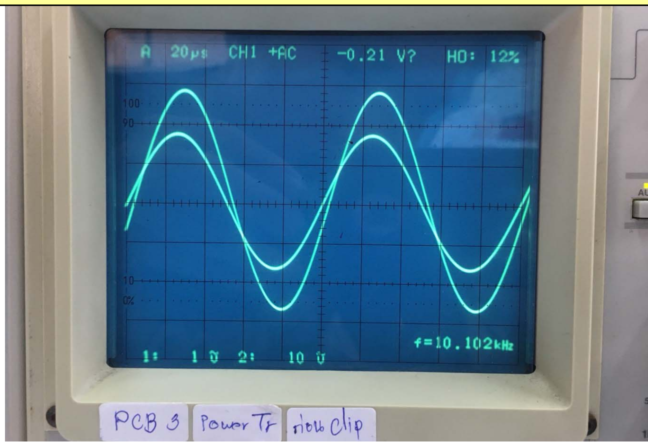
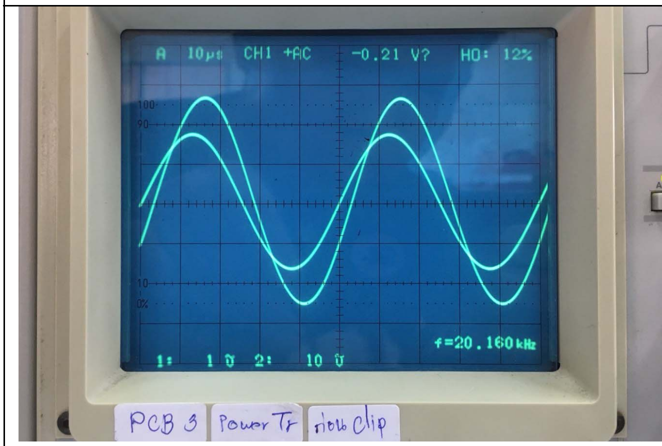
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
14 (ต่อ)	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์: (ต่อ) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ ได้ ☐ ไม่ได้	 TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
15	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 1Vpk 20kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ ได้ ☐ ไม่ได้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 1Vpk 20kHz Input  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
16	ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 1Vpk 40kHz Sine wave - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง) THD สังเกต: ☐ ได้ ☐ ไม่ได้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 1Vpk 40kHz Input  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
17	ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 1kHz, 10kHz, 20kHz Sine wave แรงดันสูงสุดก่อน Clip - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, Input ก่อน Clip 1kHz

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

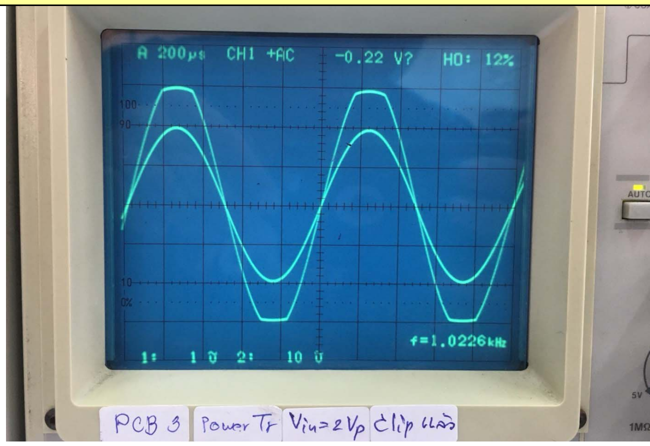
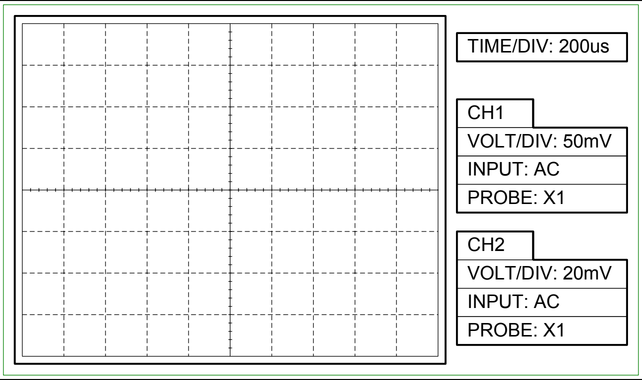
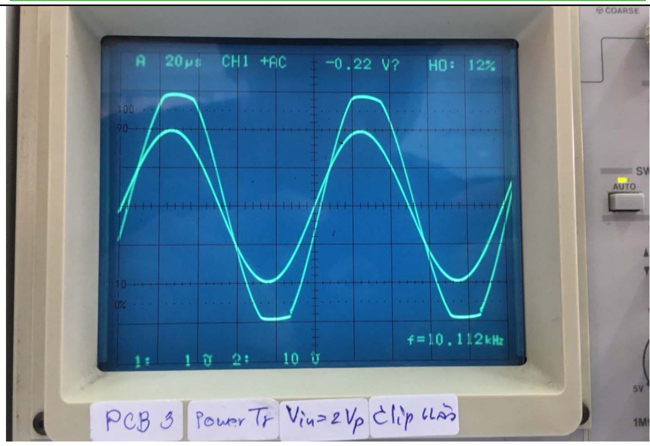
ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
17 (ต่อ)	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u>ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์: (ต่อ) <u>วัดกราฟด้วยออสซิลโลสโคป 2 CH โดยไม่ต้องบันทึกกราฟ</u> (จากที่วัดได้จริง) <u>ความถี่ 1kHz</u> THD สังเกต: □ ได้ □ ไม่ได้ <u>ความถี่ 10kHz</u> THD สังเกต: □ ได้ □ ไม่ได้ <u>ความถี่ 20kHz</u> THD สังเกต: □ ได้ □ ไม่ได้	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, Input ก่อน Clip 10kHz  แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, Input ก่อน Clip 20kHz

<u>ความรู้เพิ่มเติม</u>

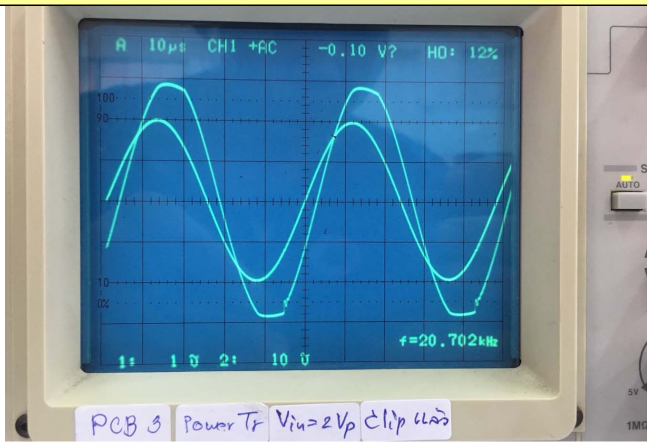
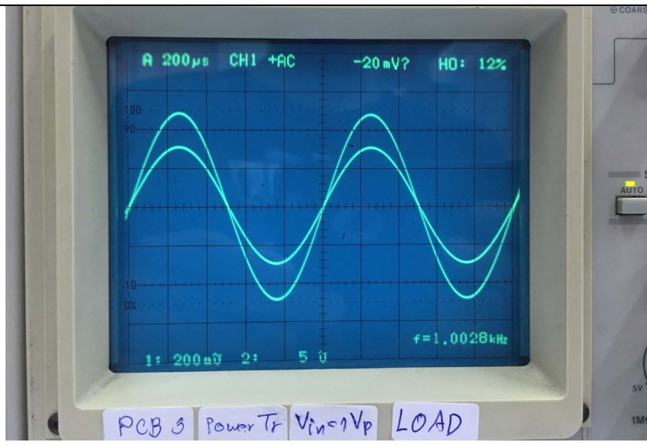
ความเพี้ยนเบื้องต้นการตอบสนองของวงจรเพาเวอร์แอมป์ แบ่งออกเป็น

1) ความเพี้ยนเชิงขนาด (Magnitude Distortion) แต่ละความถี่ตลอดช่วงความถี่ใช้งาน
2) ความเพี้ยนเชิงเฟส (Phase Distortion) แต่ละความถี่ตลอดช่วงความถี่ใช้งาน
3) ความเพี้ยนเชิงฮาร์โมนิกส์ (Harmonic Distortion) เกิดจากความไม่เป็นเชิงเส้น
4) ความเพี้ยนจากการ Clipping เป็นความเพี้ยนที่เกิดจากการใช้ระดับสัญญาณแรงเกิน

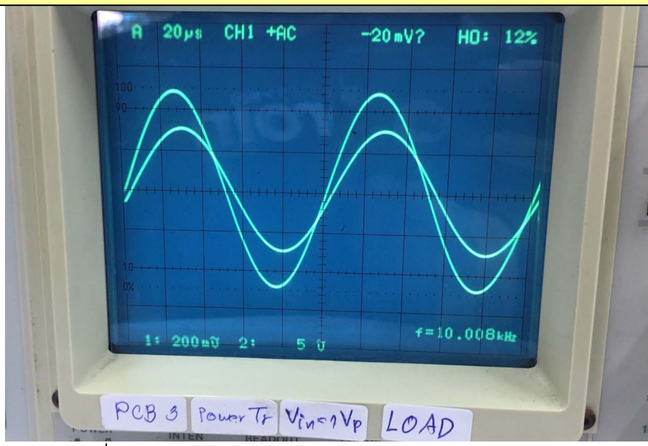
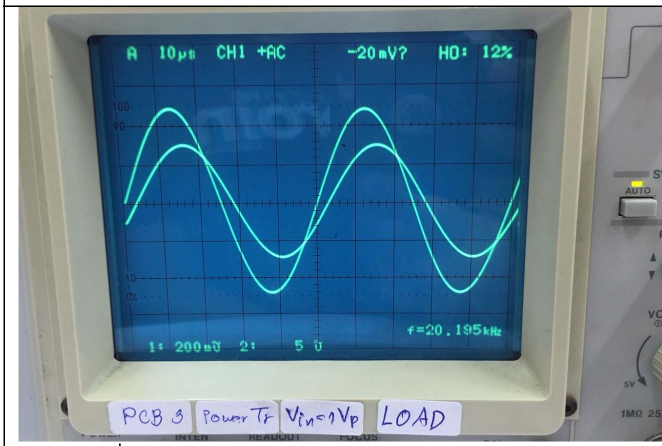
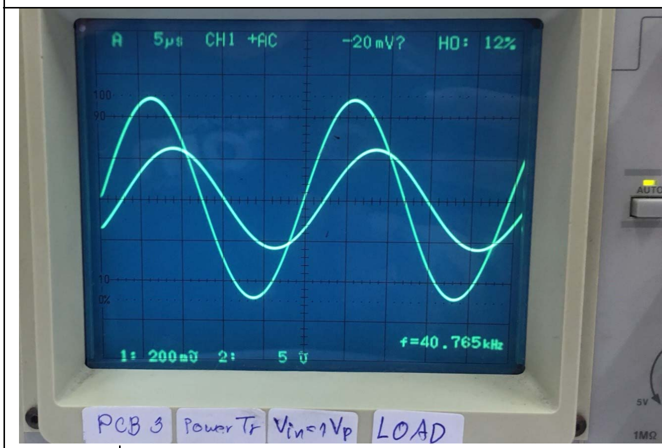
	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
18	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 2Vpk 1kHz Sine wave (Output Clip) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 2Vpk 1kHz Input
	<u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) สังเกต Output Clip บันทึก: $V_{OUT(Sat+)} = ...V$ $V_{OUT(Sat-)} = ...V$	
19	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ No – Load - Input: 2Vpk Sine wave 10kHz, 20kHz (Output Clip) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 2Vpk 10kHz Input

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
19 (ต่อ)	<u>วัดกราฟโดยไม่ต้องบันทึก</u> บันทึกลักษณะ Output Clip: <u>ความถี่ 10kHz</u> ลักษณะเอาท์พุท .... <u>ความถี่ 20kHz</u> ลักษณะเอาท์พุท	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ No – Load, 2Vpk 20kHz Input
20	<u>ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และดิสทอร์ชั่นเบื้องต้น</u> ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ วงจรแบบ 1, 2 ที่สมบูรณ์ ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว: - ทดสอบที่ Take – Load 8Ω - Input: 1Vpk Sine wave 1kHz, 10kHz, 20kHz, 40kHz (Output Clip) - Output: จุดเอาท์พุทลำโพง	 แบบ2 ผลตอบสนอง Sine Response: กรณี C5 = 68 pF ทดสอบที่สภาวะ Take – Load 5Ω, 1Vpk 1kHz Input

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
20 (ต่อ)	วัดกราฟโดยไม่ต้องบันทึก ทดสอบ Take – Load 8Ω ที่ความถี่ต่าง ๆ บันทึกลักษณะ Output: ความถี่ 1kHz ลักษณะเอาท์พุท .... ความถี่ 10kHz ลักษณะเอาท์พุท .... ความถี่ 20kHz ลักษณะเอาท์พุท .... ความถี่ 40kHz ลักษณะเอาท์พุท	 ทดสอบที่สภาวะ Take – Load 5Ω, 1Vpk 10kHz Input  ทดสอบที่สภาวะ Take – Load 5Ω, 1Vpk 20kHz Input  ทดสอบที่สภาวะ Take – Load 5Ω, 1Vpk 40kHz Input

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
21	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผล ให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงาน</u> <u>และส่งตรวจสาธิตการวัด</u>	ไม่มีรูปประกอบ
22	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ก่อนทดสอบวงจรเพาเวอร์แอมป์ต้นแบบ ตรวจสอบความพร้อมในการทำงานของวงจรซ้ำดังนี้ ตรวจสอบขั้นแรก แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ Zero Adj VR2 ตรวจสอบขั้นที่สอง วัดแรงดันแรงดันตกคร่อม R27 และ R28 ≅ 5mV DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ IDLE CURRENT Adj VR1 ทำอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
2. จากข้อมูลตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์ก่อนประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เข้ากับ PCB โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบแบบ Square wave สังเกตผลตอบสนอง Step Response: กรณี C5 มีค่าต่าง ๆ กัน เป็นอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์สมบูรณ์ (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ แบบ Square wave สังเกตผลตอบสนอง Step Response (200mVpk Square wave 1kHz และ 10kHz) กรณี No – Load เป็นอย่างไร

....

....

....

....

4. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์สมบูรณ์ (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบแบบ Sine wave สังเกตผลตอบสนอง Sinusoidal Response (200mVpk Sine wave 1kHz และ 20kHz) กรณี No – Load เป็นอย่างไร

....

....

....

....

5. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์สมบูรณ์ (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบแบบ Sine wave สังเกตผลตอบสนอง Sinusoidal Response (1Vpk Sine wave 1kHz, 10kHz, 20kHz และ 40kHz) กรณี No – Load ที่ความถี่ต่าง ๆ เป็นอย่างไร และเมื่อเปรียบเทียบกับโดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบขนาด 200mV เป็นอย่างไร ....

....

....

....

....

	ใบงาน ที่ 3.5	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 9
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรเพาเวอร์แอมป์		ใบงานรวม 21 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรเพาเวอร์แอมป์		

6. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์สมบูรณ์ (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบแบบ Sine wave ให้มีระดับขนาดเกินปกติและเกิดการคลิบเอาท์พุท (Output Clip) สังเกตผลตอบสนอง Sinusoidal Response (2Vpk Sine wave 1kHz, 10kHz และ 20kHz) กรณี No – Load ที่ความถี่ต่าง ๆ เป็นอย่างไร
....
....
....
....

7. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ตามใบงานที่ 3.5 ผลการศึกษาเสถียรภาพเชิงความถี่ของวงจรเพาเวอร์แอมป์สมบูรณ์ (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) โดยการป้อนสัญญาณอินพุททดสอบแบบ Sine wave สังเกตผลตอบสนอง Sinusoidal Response (1Vpk Sine wave 1kHz, 10kHz, 20kHz และ 40kHz) กรณี Take – Load 8Ω ที่ความถี่ต่าง ๆ เป็นอย่างไร ....
....
....
....
....

8. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ที่สมบูรณ์แล้ว (ประกอบเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แล้ว) มีคุณสมบัติเบื้องต้นอย่างไร (เสถียรภาพเชิงความถี่/ความเพี้ยนรูปคลื่นที่ความถี่ต่าง ๆ ทั้งกรณีไม่มีโหลดและมีโหลด) เป็นอย่างไร ....
....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

สาระสำคัญของใบงาน

ใบงาน หน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจ สร้างและทดสอบ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3 (หรือ 30W - Integrated Amp 2016-L3) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากเอาท์พุทของแหล่งสัญญาณอินพุทหรือสัญญาณจากมอนิเตอร์ พร้อมปรีไมโครโฟนขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (เป็นมิกเซอร์ในตัว) ให้เอาท์พุทออกไปยังอินพุทของวงจรเพาเวอร์แอมป์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น V2016-L3 โดยใช้วงจรส่วนปรับโทนเสียงแบบแอกทีปแบคซัลดัลโทนคอนโทรล (Active Baxandall tone control)

การวัดละทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็นไฟดีซี และการทดสอบด้วยสัญญาณเพื่อศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่ทดสอบด้วยสัญญาณไซน์ และการศึกษาผลตอบสนองเชิงเวลาทดสอบด้วยสัญญาณสแควร์เวฟ ส่วนภาคปรีไมโครโฟนมีอัตราการขยายสูงมากทดสอบเฉพาะไฟดีซีและทดลองการทำงานโดยใช้งานจริงกับไมโครโฟน การเรียนรู้แบ่งออกเป็นใบงานย่อยได้ ดังนี้

ใบงานที่ 4.1 สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน

ใบงานที่ 4.2 ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน

ใบงานที่ 4.3 วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล

ใบงานที่ 4.4 วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
1. สามารถประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถตรวจสอบเบื้องต้นผลงานประกอบวงจรปรีโทน (ด้านทักษะพิสัย)
3. สามารถวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรล (ด้านทักษะพิสัย)
4. สามารถวัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
5. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

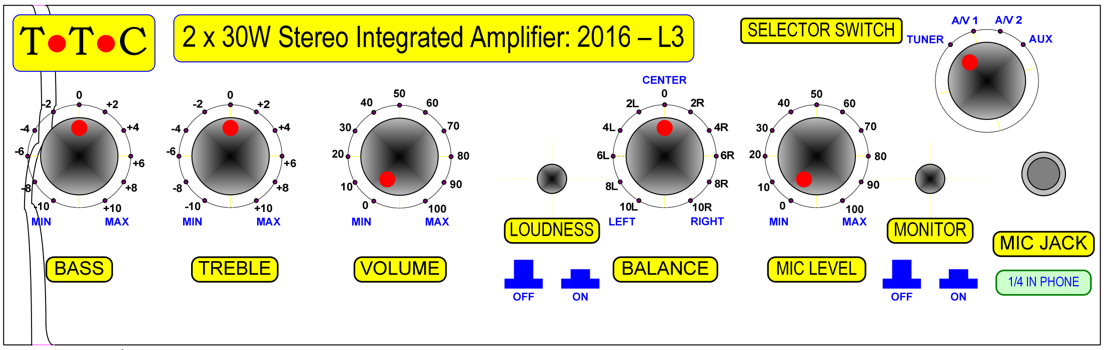
1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
2. สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (จำนวน 1 ชุด) ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

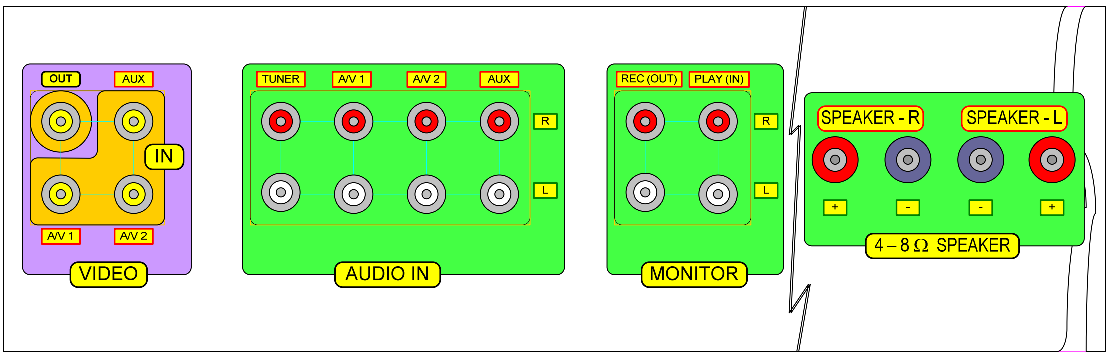
3. อธิบายการประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
4. ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
5. อธิบายวิธีตรวจสอบเบื้องต้นผลงานการประกอบวงจรปรีโทนได้ถูกต้อง
6. ตรวจสอบเบื้องต้นผลงานประกอบวงจรปรีโทนได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
7. อธิบายการวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรลได้ถูกต้อง
8. วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรลได้
9. อธิบายการวัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
10. วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟนได้

ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

วงจรปรีโทนประกอบด้วยวงจรปรับโทนเสียงแบบแอกทีปแบคซัลดัลโทนคอนโทรล (Active Baxandall tone control) วงจรส่วนจัดการสัญญาณ และวงจรปรีไมค์ โดยวงจรปรับโทนเสียงใช้ปรับโทนเสียงด้วย BASS และ TREBLE พร้อมมีวงจรมิกเซอร์สำหรับใช้กับวงจรปรีไมค์ในตัว วงจรส่วนจัดการสัญญาณทำงานด้วย SELECTOR SWITCH, MONITOR SWITCH, BALANCE และ VOLUME พร้อมวงจร LOUDNESS ในตัว

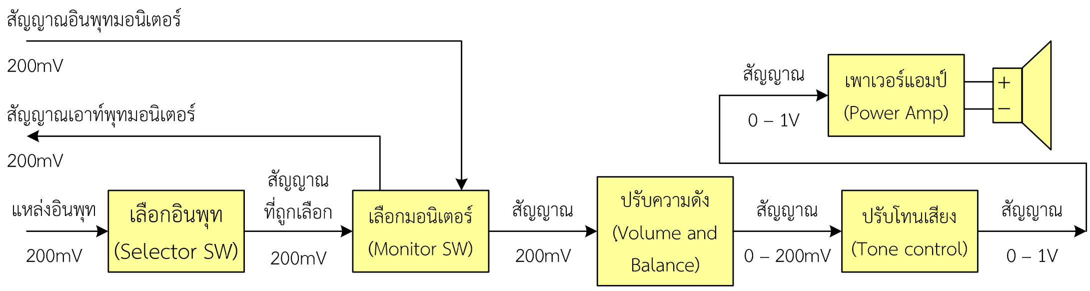


รูปที่ 4.1 หน้าปัดด้านหน้า ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

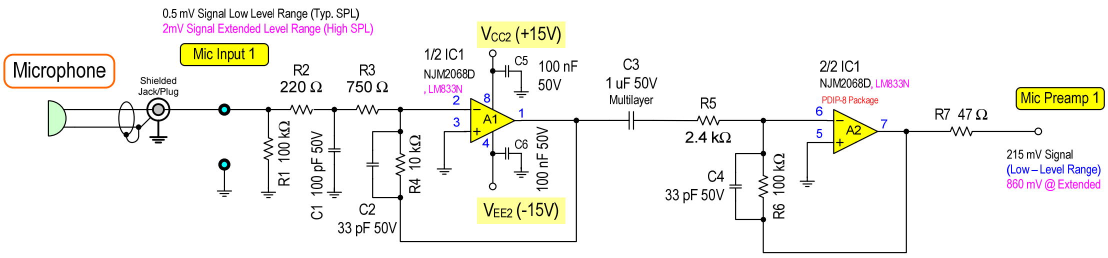


รูปที่ 4.2 หน้าปัดด้านหลัง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

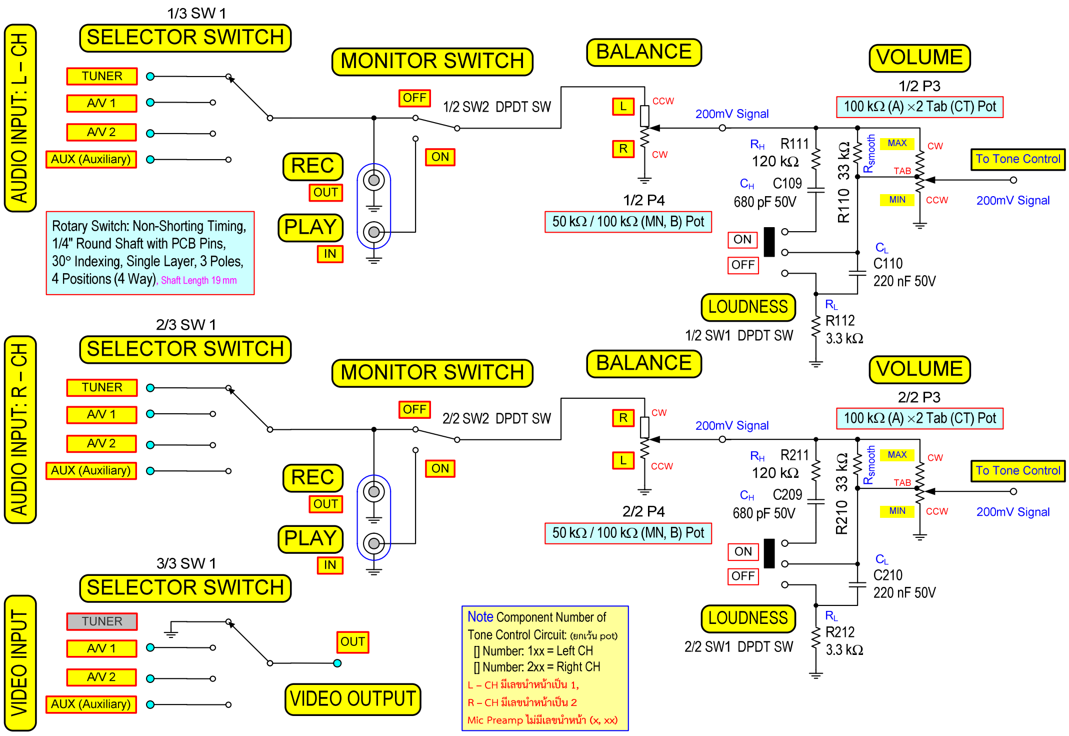
	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า



รูปที่ 4.3 บล๊อกไดอะแกรมสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

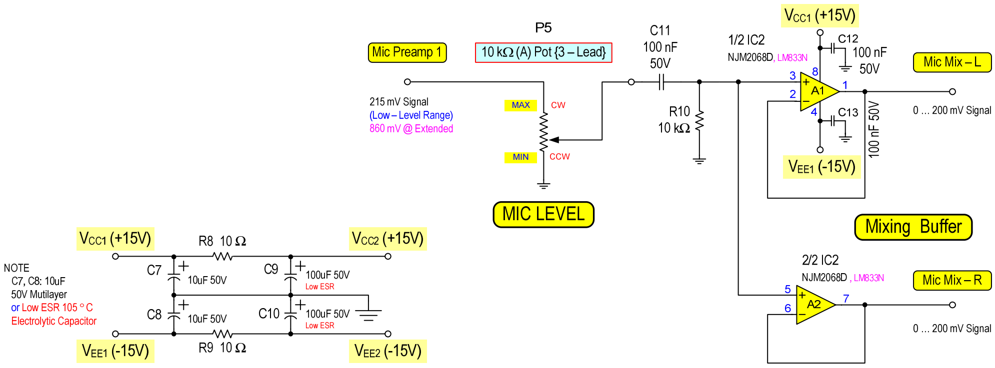


รูปที่ 4.4 วงจรปรีไมค์ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

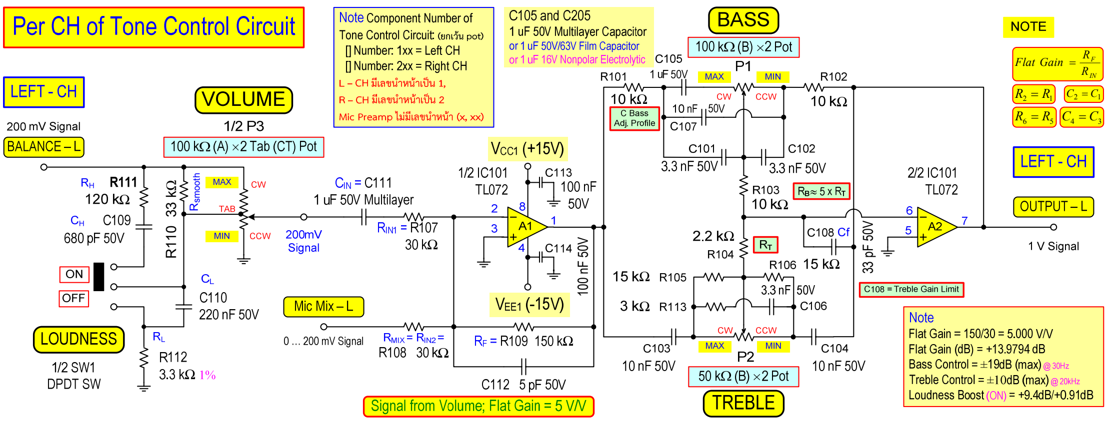


รูปที่ 4.5 วงจรโทนคอนโทรลส่วนจัดการสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

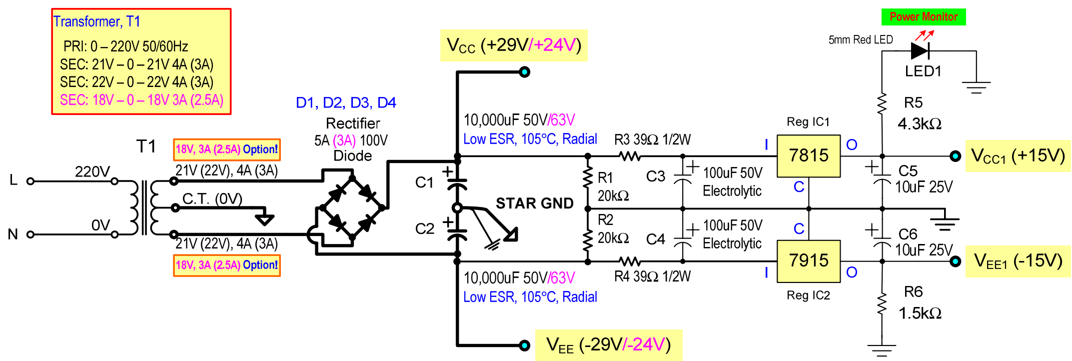
	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า



รูปที่ 4.6 วงจรปรีไมค์ส่วนบัพเฟอร์และแหล่งจ่ายไฟ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

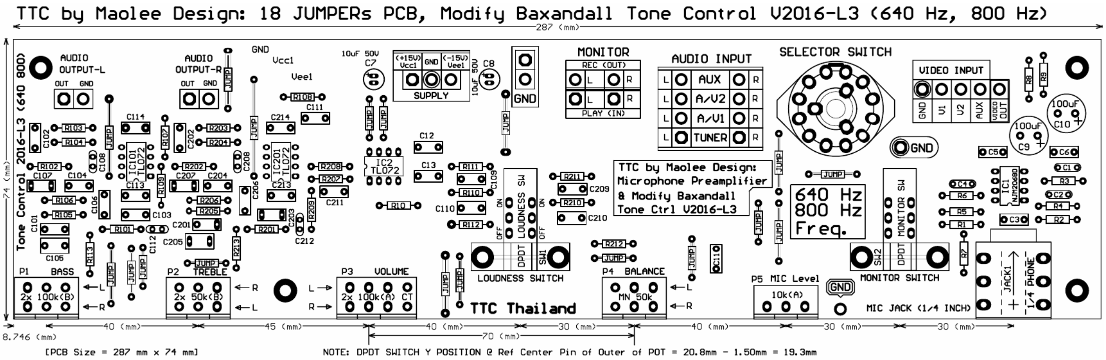


รูปที่ 4.7 วงจรโทนคอนโทรลส่วนปรับโทนเสียง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

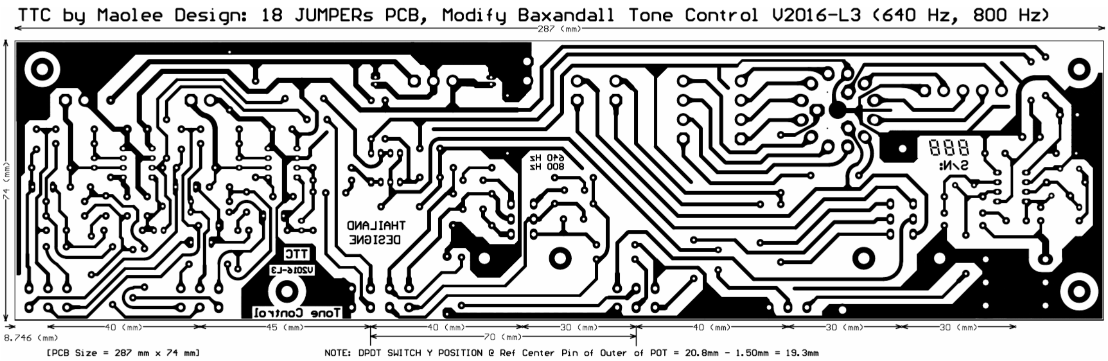


รูปที่ 4.8 วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

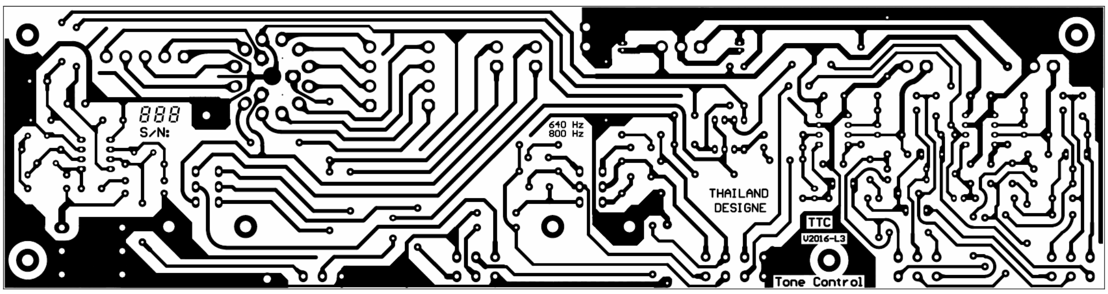
	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า



รูปที่ 2.3 แสดงมุมมองด้านบนของลายวางอุปกรณ์พร้อมลาย PCB แบบเส้นร่าง ของวงจร วงจรปรีโทน รุ่น 2016-L3



รูปที่ 2.4 แสดงมุมมองด้านบนของลาย PCB (มองทะลุผ่านแผ่นฉนวน) ของวงจรปรีโทน รุ่น 2016-L3 (ห้ามนำลายวงจรนี้ไปทำแผ่น PCB เพราะจะทำให้ขนาดผิดพลาด)



รูปที่ 2.5 แสดงมุมมองด้านล่างของลาย PCB ของวงจรปรีโทน รุ่น 2016-L3 สำหรับตรวจสอบและแต่งเส้นลาย PCB ที่ได้จากการรีดปริ๊นท์ (Toner Transfer Method) ให้ถูกต้อง

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

ตารางที่ 4.1 รายการอุปกรณ์สำหรับการประกอบวงจรปรีโทน รุ่น 2016-L3

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
C1	100pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C2	33pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C3	1uF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C SQ Radial, CPM 5 mm
C4	33pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C5	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C6	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C7	10uF 50V Multilayer / Non Polar Electrolytic Capacitor	C Radial +/-, CPM 1.8 mm
C8	10uF 50V Multilayer / Non Polar Electrolytic Capacitor	C Radial +/-, CPM 1.8 mm
C9	100uF 50V 35V Electrolytic Capacitor	C Radial +/-, CPM 10.2 mm
C10	100uF 50V 35V Electrolytic Capacitor	C Radial +/-, CPM 10.2 mm
C11	100nF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C12	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C13	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C101	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C102	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C103	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C104	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C105	1uF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C SQ Radial, CPM 5 mm
C106	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C107	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C108	33pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C109	680pF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C110	220nF 1% 5% 50V Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C111	1uF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C SQ Radial, CPM 5 mm
C112	5pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C113	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C114	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C201	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C202	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C203	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C204	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C205	1uF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C SQ Radial, CPM 5 mm

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
C206	3.3nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C207	10nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C208	33pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C209	680pF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C210	220nF 1% 5% Flim Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C211	1uF 50V Flim/Multilayer Capacitor	C SQ Radial, CPM 5 mm
C212	5pF 50V Ceramic Capacitor	C Ceramic CPM 2.54 mm
C213	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
C214	100nF 50V Multilayer Capacitor	C Film, CPM 5 mm
CON INPUT1	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 4PIN
CON INPUT2	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 4PIN
CON INPUT3	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 2PIN
CON MON1	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 2PIN
CON MON1z	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 2PIN
CON VIDEO	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 5PIN
CON2	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 2PIN
CON2_2	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 2PIN
CON3	ตาไก่ทองเหลือง รูเจาะ 2.0 mm	CONNECTOR 5.08MM - 3PIN
IC1	NJM2068D (อาจจะแทนได้ด้วย LM833N) แบบ PDIP-8	DIP8
IC2	TL072 แบบ PDIP-8	DIP8
IC101	TL072 แบบ PDIP-8	DIP8
IC201	TL072 แบบ PDIP-8	DIP8
IC Socket 1	IC Socket PDIP-8 (8 ขา)	แบบขากลม/แบบขาแบน
IC Socket 2	IC Socket PDIP-8 (8 ขา)	แบบขากลม/แบบขาแบน
IC Socket 101	IC Socket PDIP-8 (8 ขา)	แบบขากลม/แบบขาแบน
IC Socket 201	IC Socket PDIP-8 (8 ขา)	แบบขากลม/แบบขาแบน
JACK1	ST 6.3mm (PCB - 6 Pin) 1/4 Phone Jack [NPE]	PCB 1/4IN PHONE JACK
P1	2x 100k(B) Potentiometer (แบบสองชั้น Stereo 6 ขา) ขนาดแกน 16 mm	POT 16MM STEREO
P2	2x 50k(B) Potentiometer (แบบสองชั้น Stereo 6 ขา) ขนาดแกน 16 mm	POT 16MM STEREO
P3	2x 100k(A) CT, Potentiometer (แบบสองชั้น Stereo 8 ขา) ขนาดแกน 16 mm	POT 16MM 4x2-PIN CT
P4	MN 50k Potentiometer (แบบสองชั้น Stereo MN 6 ขา มีล๊อคกึ่งกลาง) ขนาดแกน 16 mm	POT 16MM
P5	10k(A) Potentiometer (แบบชั้นเดียว Mono 3 ขา) ขนาด	POT 16mm

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
	แกน 16 mm	
R1	100kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R2	220Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R3	750Ω 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R4	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R5	2.4kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R6	100kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R7	47Ω 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R8	10Ω 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R9	10Ω 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R10	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R101	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R102	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R103	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R104	2.2kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R105	15kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R106	15kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R107	30kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R108	30kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R109	150kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R110	33kΩ1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R111	120kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R112	3.3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R113	3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R201	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R202	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R203	10kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R204	2.2kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R205	15kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R206	15kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R207	30kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R208	30kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R209	150kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R210	33kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R211	120kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
R212	3.3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10 – 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	รวมเวลา 12 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 9 หน้า

อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ (Component)	ตัวถัง (Case / Footprint)
R213	3kΩ 1% 1/4W Metal Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ1	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x2.0), Axial; L = 6.8 mm
RJ2	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ3	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x2.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ4	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ5	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ6	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ7	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ8	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S X1.25), Axial; L = 6.8 mm
RJ9	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ10	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ11	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ12	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S X1.25), Axial; L = 6.8 mm
RJ13	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ14	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ15	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S x1.5), Axial; L = 6.8 mm
RJ16	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4W (S X1.25), Axial; L = 6.8 mm
RJ17	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
RJ18	JUMP 0Ω 1/4W Metal/Carbon Film Resistor	R 1/4 W (S), Axial; L = 6.8 mm
Rotary(4Pos)SW1	Rotary Switch: 1/4" Shaft with PCB Pins, Single Layer, 3 Poles, 4 Positions (4Way)	ROTARY SWITCH 12 (OPEN)
SW1	DPDT PCB-Pushbutton Switch	PUSHBUTTON SW - DPDT
SW2	DPDT PCB-Pushbutton Switch	PUSHBUTTON SW - DPDT

	ใบงาน ที่ 4.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 5 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดี ในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
2. สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (จำนวน 1 ชุด) ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	ไฟล์แบบสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (.pdf)	1 ไฟล์
2.	แผ่นปริ๊นท์ (PCB) ชนิดฟีนอลิค (Phenolic) หรือ อีพ็อกซี่ (Epoxy) แบบหน้าเดียว ขนาด 74mm x 278mm หรือ ขนาด 1 ฟุต x 1 ฟุต	2 แผ่น
3.	กระดาษ Glossy Paper (กระดาษโฟโต้ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 160 gm/180 gm	1 แผ่น
4.	เครื่องพิมพ์เลเซอร์ / เครื่องปริ้นเลเซอร์ (laser printer) ขาว ดำ	1 เครื่อง
5.	แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2)	1 แผ่น
6.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
7.	ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
8.	เตารีดไฟฟ้า	1 เครื่อง
9.	แผ่นใยขัด สก๊อตช์-ไบรต์ (Scotch-Brite) สะอาด (สีเขียว)	1 อัน
10.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
11.	ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)	1 ด้าม

	ใบงาน ที่ 4.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 5 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

12. สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก	1 เครื่อง
13. ดอกสว่านเจาะเหล็ก	1 ชุด
ใช้ขนาด 0.7mm, 0.8mm, 0.9mm, 1.2mm, 1.6mm, 2mm, และ 3mm	
14. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
15. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
16. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) / น้ำยากัดปริ้นท์แบบน้ำ	1 ขวด
หรือแบบก้อน	1 ถุง
17. น้ำยาเคลือบแผ่นปริ้นท์ หรือ ยางสนก้อนพร้อมขวดบรรจุ	1 ขวด
18. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux)	1 ตลับ
19. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ้นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์	1 ขวด
20. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
21. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
22. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
23. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ้นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

<u>คำแนะนำ</u>

1. การแต่งลายเส้น PCB จะต้องถูกต้องตรงตามแบบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย และตัวเลข S/N (เลขรหัส) จะต้องตรงกับเลขรหัสนักศึกษา 3 ตัว ท้าย ก่อนนำไปกัดปริ้นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3)
2. การกัดปริ้นท์ในน้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: FeCl3) ควรใช้กับภาชนะพลาสติก

	ใบงาน ที่ 4.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 5 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

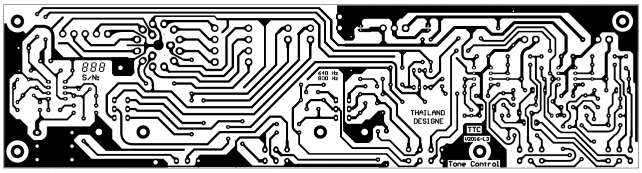
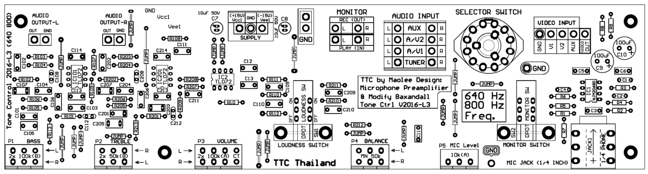
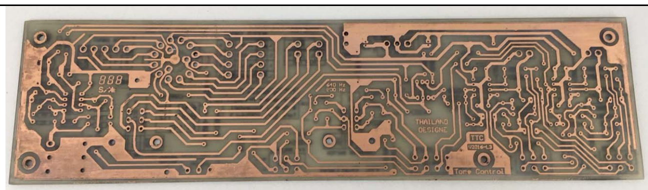
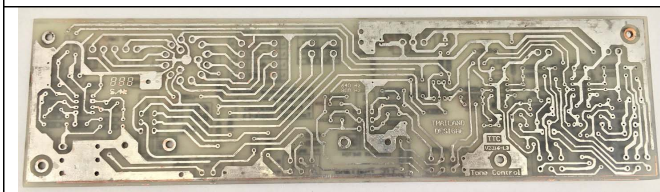
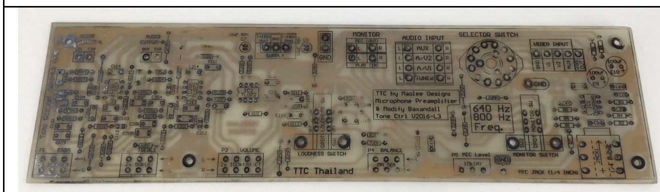
3. เส้นกรอบขอบเขต (KeepOutLayer) ใช้สำหรับตัดแผ่น PCB ในขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมแล้วเป็นปกติ แต่ในการทำ PCB ด้วยมือจะทำให้เกิดเป็นทองแดงตัวนำลาย PCB ชอร์ทลายวงจรอื่น ๆ ให้ใช้มีดคัตเตอร์กรีดขูดเส้นกรอบ PCB ออก
4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
5. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุด และเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. น้ำยากัดทองแดง (Ferric chloride: $FeCl_3$) / น้ำยากัดปริ๊นท์ ใช้งานต้องระมัดระวังไม่ให้สกปรกกับพื้นที่ปฏิบัติงาน เมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องจัดเก็บให้ปลอดภัย หรือหากใช้การไม่ได้แล้วจะต้องกำจัดของเสียให้มีมลพิษน้อยที่สุด
3. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
4. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
6. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
7. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 4.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 5 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับขั้นการปฏิบัติ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	พิมพ์ ไฟล์แบบสร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน จำนวน 1 ลายวงจร (.pdf) 100% บนกระดาษ Glossy Paper กันน้ำ ด้านผิวมัน ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาว ดำ <u>หมายเหตุ</u> (มุมมองด้านล่าง) PCB: Tone V2016 - L3 (100% Mirror Bottom)	 รูปมุมมองด้านล่าง ลายวงจร PCB วงจรปรีโทน  รูปมุมมองด้านบน แบบวางอุปกรณ์ PCB วงจรปรีโทน
2	สร้าง PCBวงจรเพาเวอร์แอมป์ จำนวน 1 แผ่น ด้วยการรีด (Toner Transfer Method) วิธีใบงาน 2.1 ด้วยแผ่น PCB ขนาด 74mm x 278mm จำนวน 2 แผ่น ดังนี้: - ตัดแผ่น PCB จำนวน 1 แผ่น - ขัดแผ่น PCB - รีดลายด้านล่าง (ทองแดง) - แต่งเส้นลาย PCB ที่รีดแล้ว - กัดปริ๊นท์ในน้ำยากัดทองแดง - เจาะรู ตามขนาดรู / ล้างลาย - เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง - รีดลายด้านบน (ลายอุปกรณ์) - ทำความสะอาดแผ่น PCB	 เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง ด้วยน้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์  เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง ด้วยตะกั่ว  รีดลายด้านบน (ลายอุปกรณ์) แผ่น PCB

	ใบงาน ที่ 4.1	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 10
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 5 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้าง PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2 (ต่อ)	ส่งตรวจผลงาน	
3	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทำแผ่นปริ๊นท์ ด้วยวิธีละลายหมึกจากกระดาษให้ย้ายไปสู่ผิวทองแดง (Toner Transfer Method) โดยใช้การรีด ทำอย่างไร ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วิธีการเคลือบแผ่นปริ๊นท์ด้วยตะกั่ว กับการเคลือบด้วยยางสนหรือน้ำยาเคลือบ ทำอย่างไร ....

   ....

   ....

   ....

   ....

	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถตรวจสอบเบื้องต้นผลงานประกอบวงจรปรีโทน (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
2. ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายวิธีตรวจสอบเบื้องต้นผลงานการประกอบวงจรปรีโทนได้ถูกต้อง
4. ตรวจสอบเบื้องต้นผลงานประกอบวงจรปรีโทนได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1.	แผ่น PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ผลงานจากใบงานที่ 4.1)	1 แผ่น
2.	อุปกรณ์ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน ตามรายการที่แนบ (แบบสเตอริโอ)	1 ชุด
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
5.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
6.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
7.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
8.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
9.	ที่ตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมือ (ตัดขา R และ C)	1 ตัว

	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

10. ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
11. คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
12. คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
13. ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm)	1 ตัว
14. บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
15. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
16. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
17. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
18. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

เทคนิคการบัดกรีที่ดีปลายหัวแร้งบัดกรีต้องสะอาดและเปียกตะกั่วอยู่เสมอ บัดกรีแต่ละครั้งให้จี้ปลายหัวแร้งบัดกรีค้างไว้ที่จุดบัดกรีเพื่อให้ความร้อนให้เพียงพอ เวลาที่ใช้แต่ละจุดขึ้นอยู่กับขนาดความจุความร้อนของจุดบัดกรี โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 2 วินาที ตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ แต่หากใช้เวลาน้อยเกินไปตะกั่วจะประสานไม่ดี หากนานเกินไปผิวตะกั่วบัดกรีจะไม่เงางามเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกไปมาก และหากนานเพิ่มขึ้นอีกในที่สุดอาจถึงขั้นตะกั่วประสานไม่ดี และผิวตะกั่วบัดกรีไม่มีเงาเนื่องจากฟลักซ์ระเหยออกจนหมด และยังเป็นเหตุให้ความร้อนที่จุดบัดกรีสูงมาก ความร้อนนี้จะไหลผ่านโลหะตัวนำไปสู่ภายในอุปกรณ์อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

คำแนะนำ

1. ประกอบอุปกรณ์ตามลำดับความสูง โดยเรียงจากต่ำไปสูง เช่นเรียงจาก ตัวต้านทาน ตาไก่ทองเหลือง ไดโอด แอลอีดี ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
2. ประกอบซีเนอร์ไดโอดและไดโอด ให้ระมัดระวังทิศทางขั้วขา และแรงดันซีเนอร์ไดโอดหาได้จากการตรวจสอบเบอร์เทียบกับรายการอุปกรณ์ที่แนบมา หรือจาก Datasheet
3. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด

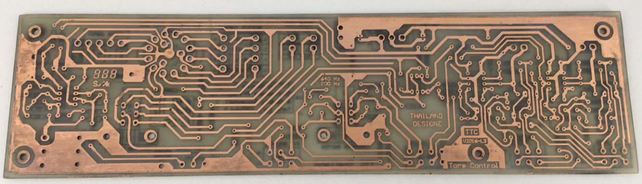
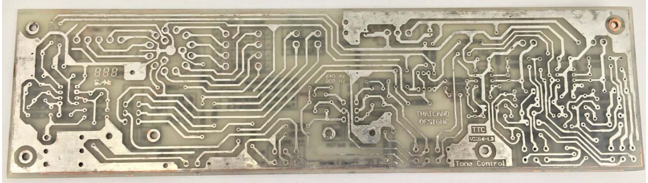
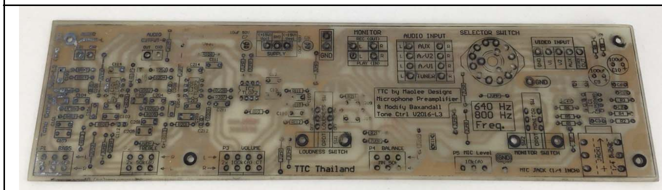
	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

4. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

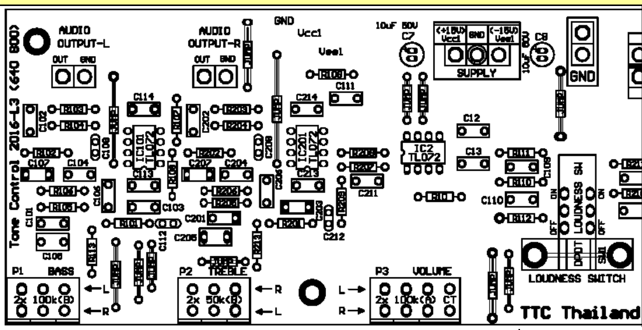
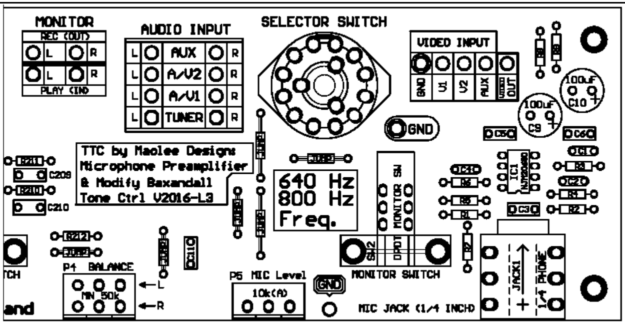
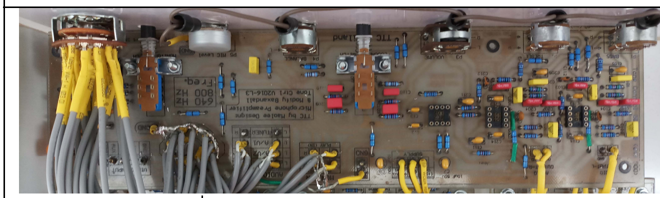
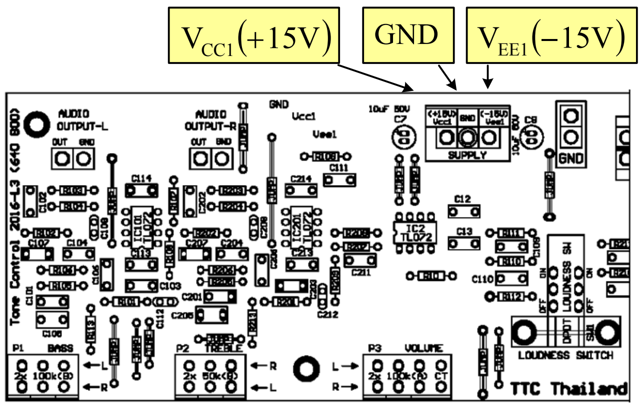
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การประกอบอุปกรณ์ที่มีขั้วขาให้ตรวจสอบด้วยความระมัดระวัง เช่น ตัวเก็บประจุ
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อนขณะพักใช้งานชั่วคราว ต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
5. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

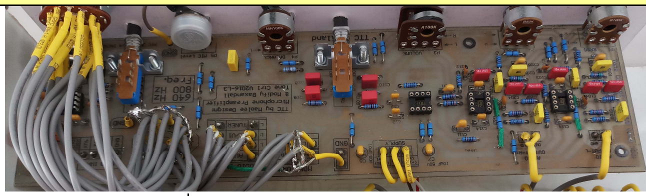
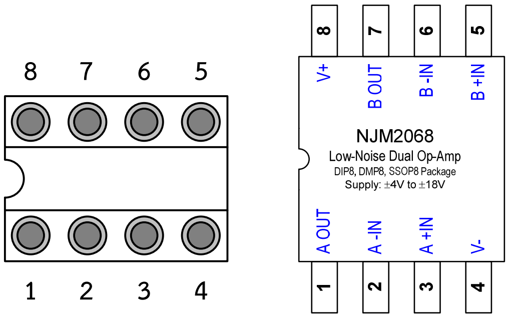
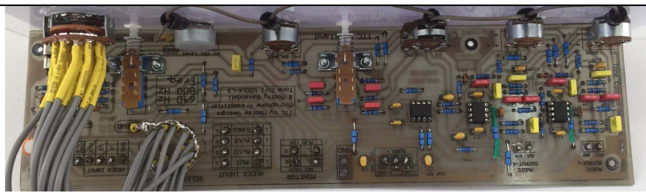
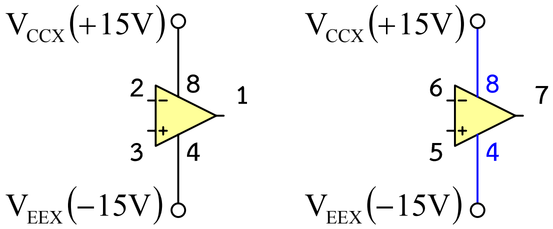
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน จำนวน 1 แผ่น (ผลงานจากใบงานที่ 4.1) และอุปกรณ์ประกอบ PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ปรีโทน) ตามแนบท้ายใบงาน	 เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง ด้วยน้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์  เคลือบแผ่น PCB ด้านล่าง ด้วยตะกั่ว  รีดลายด้านบน (ลายอุปกรณ์) แผ่น PCB

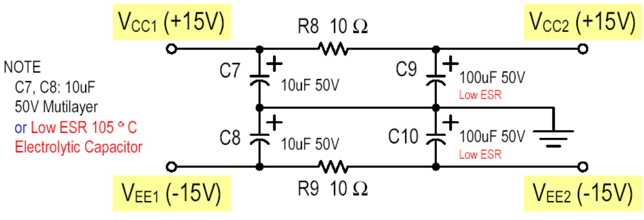
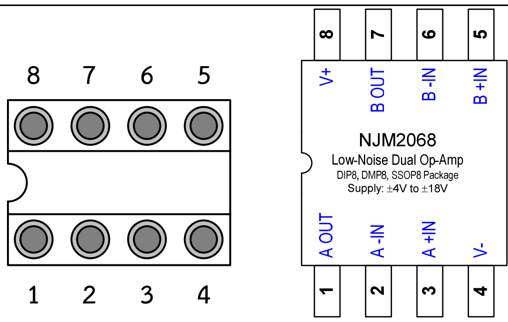
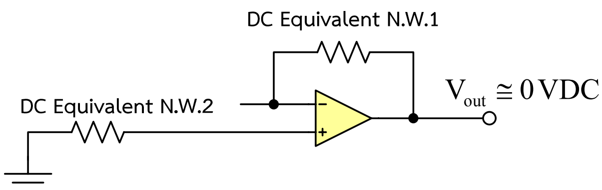
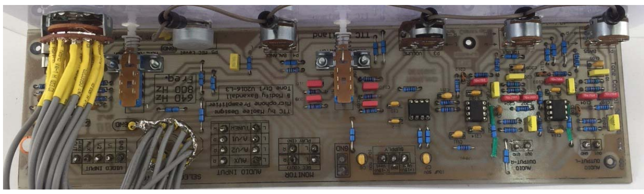
	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ตามแบบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน (ปรีโทน) ให้บัดกรีเฉพาะซ็อกเก็ตไอซี <u>ห้ามใส่ไอซี</u>ลง PCB เด็ดขาด	 รูปด้านบน ลายอุปกรณ์ของ PCB ปรีโทน ครึ่งซีกซ้าย  รูปด้านบน ลายอุปกรณ์ของ PCB ปรีโทน ครึ่งซีกขวา  รูปวงจรปรีโทนที่ประกอบลง PCB ไม่ใส่ไอซีลงซ็อกเก็ตไอซี
3	<u>วัดไฟที่จ่ายเข้าวงจรปรีโทน</u> - จ่ายไฟจากซัพพลายให้วงจรปรีโทนตรงตามขั้ว V_{CC1}, V_{EE1} และ GND - วัดแรงดันที่วงจรปรีโทนเทียบกับ GND <u>บันทึกค่า</u> V_{CC1} =....................V V_{EE1} =....................V	

	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4	<u>วัดซัพพลายที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน ขณะยังไม่ใส่ไอซี</u> - จ่ายไฟให้วงจรปรีโทน - วัดแรงดันซัพพลายขาไอซีเทียบกับ GND <u>บันทึกค่า</u> - ต้องได้แรงดันขาซัพพลายประมาณ ±15V DC $V_{CC1,IC101}$ =..............V $V_{EE1,IC101}$ =..............V $V_{CC1,IC201}$ =..............V $V_{EE1,IC201}$ =..............V $V_{CC2,IC1}$ =..................V $V_{EE2,IC1}$ =..................V $V_{CC2,IC2}$ =..................V $V_{EE2,IC2}$ =..................V	 รูปวงจรปรีโทนที่ประกอบลง PCB ไม่ใส่ไอซีลงซ็อกเก็ตไอซี  รูปแสดงการนับขาของซ็อกเก็ตไอซีและไอซี เริ่มนับที่บาก <u>หมายเหตุ</u> V_{CC1}, V_{CC2} คือขา 8 ของซ็อกเก็ตไอซีหรือไอซี V_{EE1}, V_{EE2} คือขา 4 ของซ็อกเก็ตไอซีหรือไอซี
5	<u>วัดซัพพลายที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน ขณะใส่ไอซีแล้ว</u> - ใส่ไอซีทุกตัวลงซ็อกเก็ต - จ่ายไฟให้วงจรปรีโทน - วัดแรงดันซัพพลายขาไอซีเทียบกับ GND <u>บันทึกค่า</u> - ต้องได้แรงดัน ≈ ±15V DC $V_{CC1,IC101}$ =..............V $V_{EE1,IC101}$ =..............V $V_{CC1,IC201}$ =..............V $V_{EE1,IC201}$ =..............V	 รูป วงจรปรีโทนที่ประกอบลง PCB และใส่ไอซีลงครบแล้ว  V_{CC1}, V_{CC2} คือขา 8 ของซ็อกเก็ตไอซีหรือไอซี V_{EE1}, V_{EE2} คือขา 4 ของซ็อกเก็ตไอซีหรือไอซี

	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5 (ต่อ)	- ต้องได้แรงดันขาซัพพลายขนาดต่ำกว่า ±15V DC $V_{CC2, IC1}$ = ... V $V_{EE2, IC1}$ = ... V $V_{CC2, IC2}$ = ... V $V_{EE2, IC2}$ = ... V	 Microphone Preamplifier Supply แรงดันขาซัพพลายขนาดต่ำลงเนื่องจากดรอปในวงจรกรอง
6	<u>วัดเอาท์พุทที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน ขณะใส่ไอซีแล้ว</u> - ใส่ไอซีทุกตัวลงซ็อกเก็ต - จ่ายไฟให้วงจรปรีโทน - วัดแรงดันเอาท์พุทขาไอซีเทียบกับ GND <u>บันทึกค่า</u> - ต้องได้แรงดัน ≈ 0V DC $V_{OUT(PIN1), IC101}$ = ... V $V_{OUT(PIN7), IC101}$ = ... V $V_{OUT(PIN1), IC201}$ = ... V $V_{OUT(PIN7), IC201}$ = ... V $V_{OUT(PIN1), IC1}$ = ... V $V_{OUT(PIN7), IC1}$ = ... V $V_{OUT(PIN1), IC2}$ = ... V $V_{OUT(PIN7), IC2}$ = ... V	 รูปแสดงการนับขาของซ็อกเก็ตไอซีและไอซี เริ่มนับที่บาก <u>หมายเหตุ</u> $V_{OUT, A}$ คือขา 1 เป็น Output ชุด A ของไอซี $V_{OUT, B}$ คือขา 7 เป็น Output ชุด B ของไอซี 
17	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงาน</u> <u>และส่งตรวจสาธิตการวัด</u>	 รูป ผลงานวงจรปรีโทนที่ประกอบลง PCB สมบูรณ์แล้ว

	ใบงาน ที่ 4.2	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 11
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
18	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การใส่ประกอบอุปกรณ์ลง PCB ให้ถูกต้องตามแบบวงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน มีขั้นตอนทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลการวัดซัพพลายที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทนขณะยังไม่ใส่ไอซีกับขณะใส่ไอซีแล้ว เหมือนหรือเปลี่ยนแปลงอย่างไร เป็นเพราะเหตุใด
....
....
....
3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ผลการวัดเอาท์พุทที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทนขณะใส่ไอซีแล้ว เป็นอย่างไร เป็นเพราะเหตุใด ....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรล (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดี ในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการวัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรลได้ถูกต้อง
2. วัดและทดสอบคุณสมบัติของวงจรโทนคอนโทรลได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แผ่น PCB วงจรปรีโทนที่ประกอบอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว (ผลงานจาก ใบงานที่ 4.2)	1 แผ่น
2.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
3.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
4.	ออสซิลโลสโคป 2 เส้นภาพ (2 CH) พร้อมสายวัดและสาย AC	1 ตัว
5.	ซิกแนลเจนเนอเรเตอร์ (ย่านออดิโอ)	1 ตัว
6.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
7.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
8.	ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
9.	คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
10.	คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
11.	บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
12.	ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
13.	หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 4.3</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 12</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์</td><td>ใบงานรวม 19 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล</td></tr>
</table>

14. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
15. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์ดิจิตอล จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) อ่านค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวเลขบนหน้าปัดพร้อมเครื่องหมาย (±) เช่น 15V หรือ +15V, –15 V เป็นต้น

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์เข็ม จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนตามปกติอ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขบวกตามปกติ เช่น 15V, 31V เป็นต้น หรือระบุพร้อมเครื่องหมายบวก (+) เช่น +15V, +24V เป็นต้น แต่หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนย้อนกลับ (เข็มตีกลับ) ให้สลับสายวัดจากปกติ อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขลบ เช่น –15 V, –30 V, –31 V เป็นต้น

<u>คำแนะนำ</u>

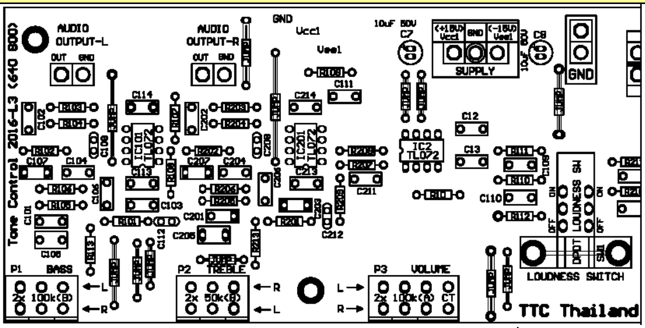
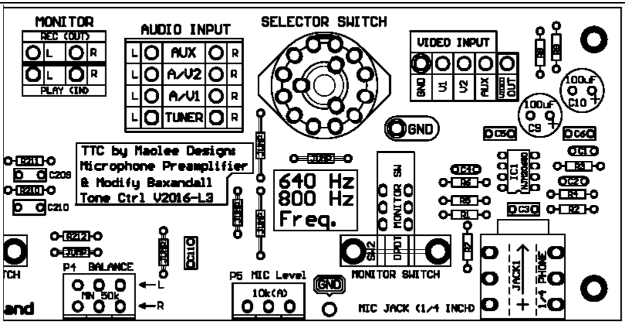
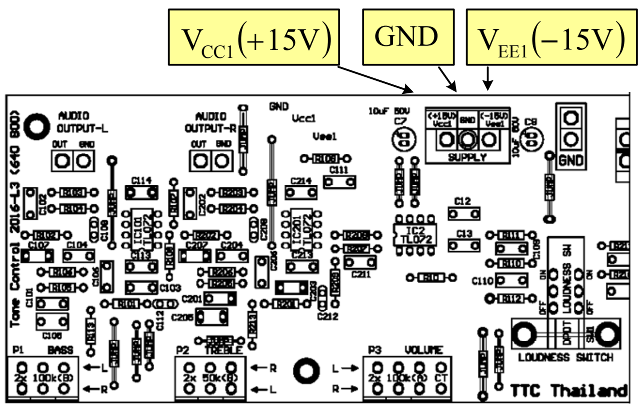
1. สังเกต/ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนวัดเสมอ
2. การใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปวัดที่จุดวัด ต้องกดให้ปลายแหลมของสายวัดหรือโพรบ (Probe) ให้จิกลงบนจุดวัดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยสะดวก หรือวัดกับพื้นผิวตัวนำสะอาด
3. จุดบัดกรีที่ดีตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ และฟลักซ์ยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ดังนั้นการใช้สายวัดหรือโพรบ (Probe) ที่จุดบัดกรีต้องจิกวัดให้ผ่านทะลุลงไปถึงส่วนของโลหะตัวนำไฟฟ้า

<u>ข้อควรระวัง</u>

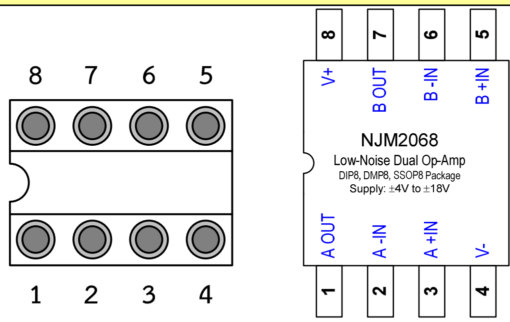
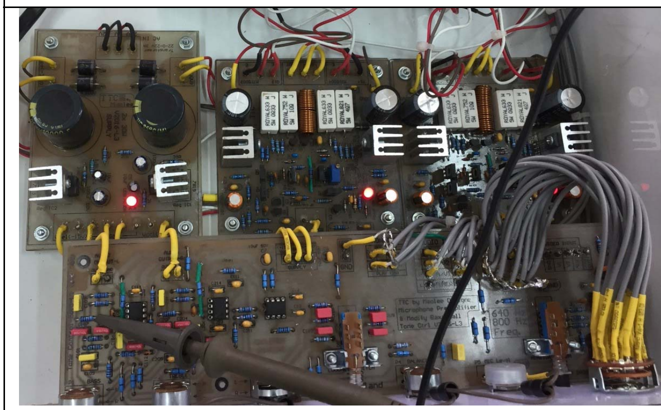
1. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยสายตา ด้านบนและด้านล่างของ PCB และการบัดกรีสายต่าง ๆ ให้ปกติ
2. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ระมัดระวังด้านล่างของ PCB ให้ลอยสูงจากพื้น และระวังมิให้เศษโลหะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงานชอร์ทด้านล่างของแผ่น PCB ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายกับงานต้นแบบนี้ได้
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

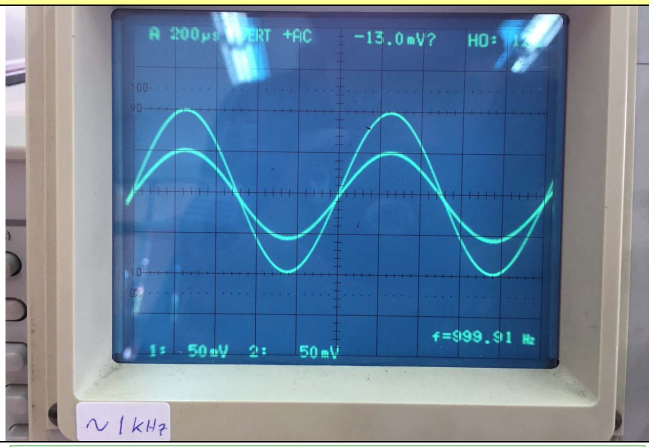
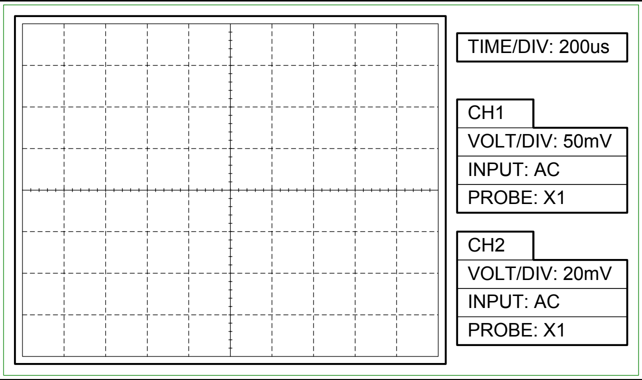
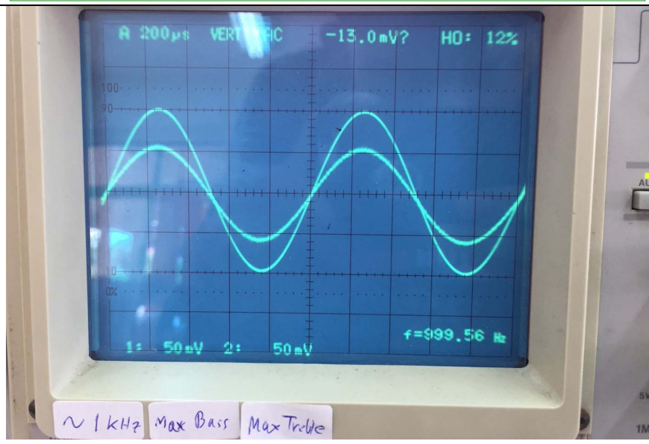
ลำดับขั้นการปฏิบัติ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรโทนคอนโทรลและวงจรปรีไมโครโฟน ที่ประกอบสมบูรณ์ จำนวน 1 แผ่น (ผลงานจากใบงานที่ 4.2)	 รูปด้านบน ลายอุปกรณ์ของ PCB ปรีโทน ครึ่งซีกซ้าย  รูปด้านบน ลายอุปกรณ์ของ PCB ปรีโทน ครึ่งซีกขวา  รูป ผลงานวงจรปรีโทนที่ประกอบลง PCB สมบูรณ์แล้ว
2	<u>ตรวจสอบซ้ำแรงดันซัพพลายที่จ่ายเข้าวงจรปรีโทน</u> - วัดแรงดันขั้วรับแรงดันจากซัพพลาย ขั้ว V_{CC1}, V_{EE1} เทียบกับ ขั้ว GND - ต้องได้แรงดัน ≈ ±15V DC - หากมีข้อผิดพลาดให้แก้ไข	

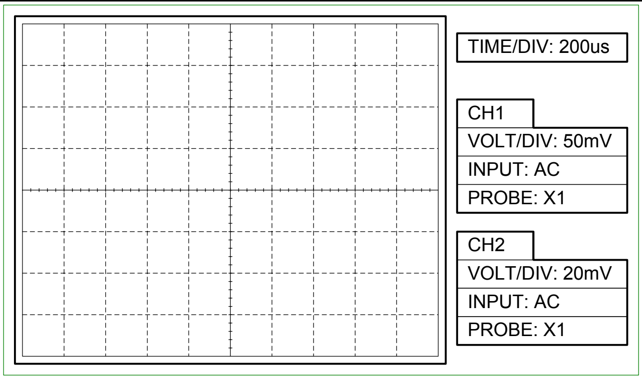
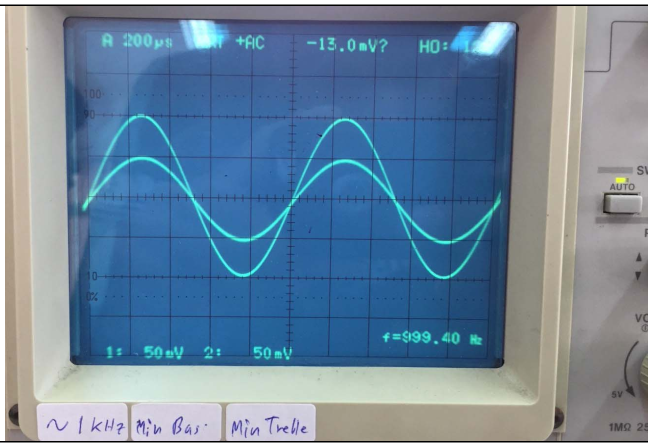
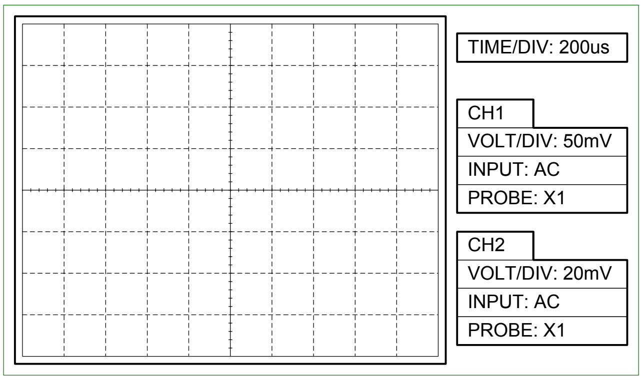
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
3	<u>ตรวจสอบซ้ำแรงดันเอาท์พุทที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน</u> - วัดแรงดันเอาท์พุทของไอซี ขา 1, 7 เทียบกับ GND - Output ไอซีขา 1 และ 7 - ต้องได้แรงดัน ≈ 0V DC - หากมีข้อผิดพลาดให้แก้ไข	 รูปแสดงการนับขาของซ็อกเก็ตไอซีและไอซี เริ่มนับที่บาก
4	<u>เตรียมเครื่องมือและทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - เตรียมจ่ายสัญญาณจากซิกแนลเจนเนอเรเตอร์ - เตรียมวัดสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทด้วยออสซิลโลสโคป - Input: ขั้วอินพุทแหล่งสัญญาณ TUNER, A/V1, A/V2, AUX แล้วเลือก SELECTOR Switch ให้ตรง - หรือ Input: ขั้ว MONITOR Input แล้วให้ MONOTOR Switch = “ON” - Output: วงจรโทนคอนโทรล - Volume: ตำแหน่งตรงกลาง	  วัดสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจรโทนคอนโทรล (แผ่น PCB วงจรปรีโทนที่ประกอบอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว ผลงานจาก ใบงานที่ 4.2) วัดด้วยออสซิลโลสโคป

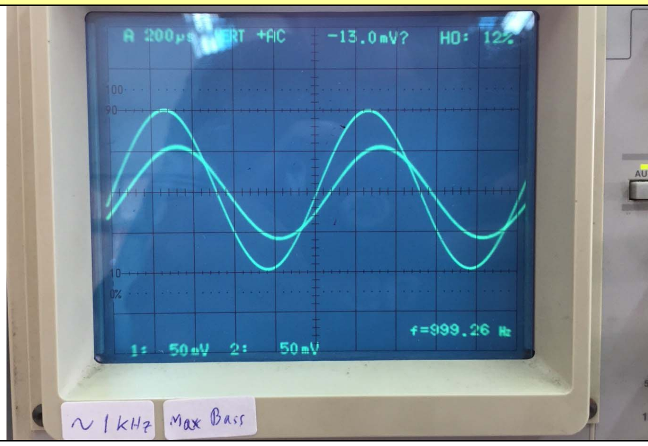
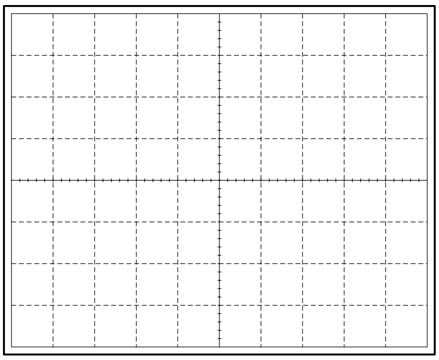
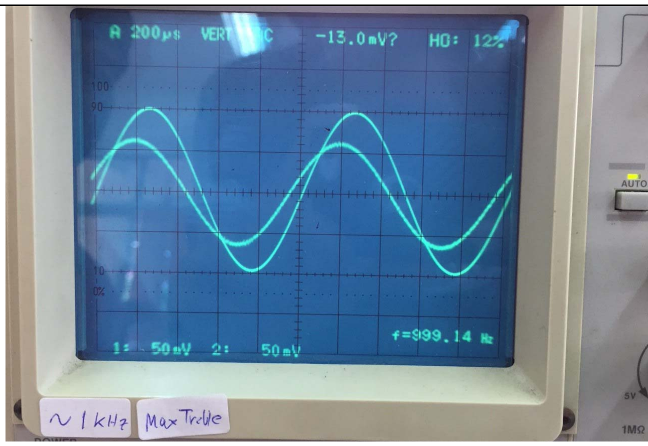
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.1	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = "OFF" BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>หมายเหตุ</u> ให้ใช้ผลการตอบสนองนี้สำหรับอ้างอิงกับการเปลี่ยนเงื่อนไขในการทดสอบอื่น ๆ	 
4.2	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = "OFF" BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = เร่งสุด (Max) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1)	

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

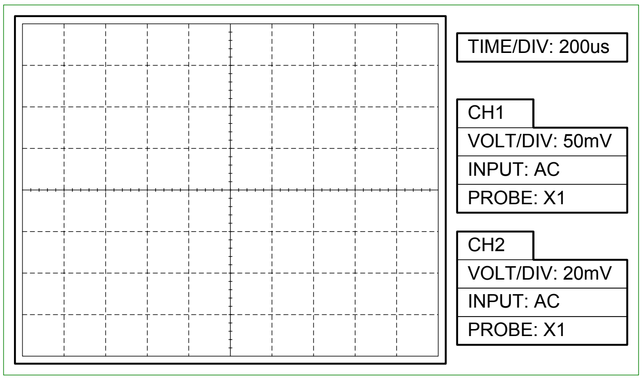
ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.2 (ต่อ)	<u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	
4.3	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = "OFF" BASS = ลดสุด (Min) TREBLE = ลดสุด (Min) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	 

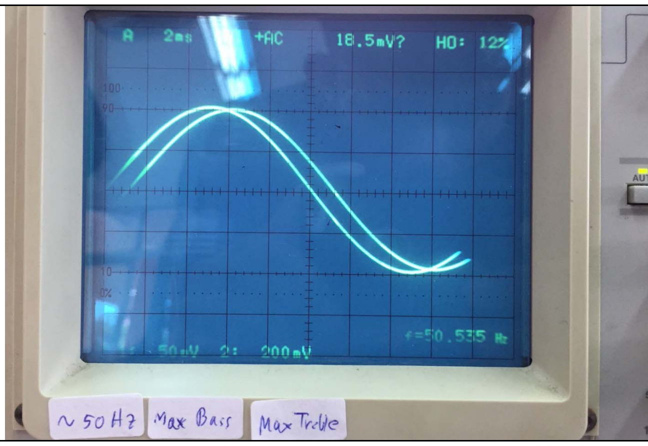
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

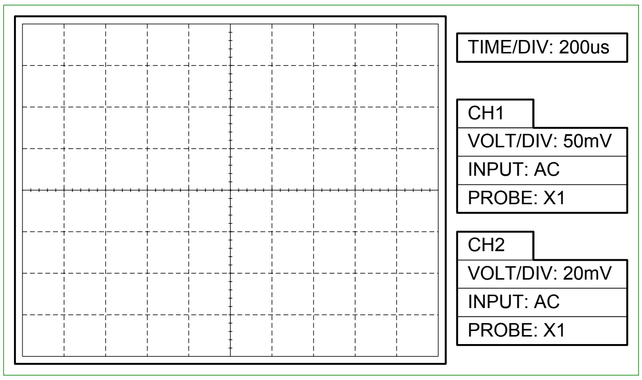
ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.4	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
4.5	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = เร่งสุด (Max)	

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 4.3</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 12</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์</td><td>ใบงานรวม 19 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล</td></tr>
</table>

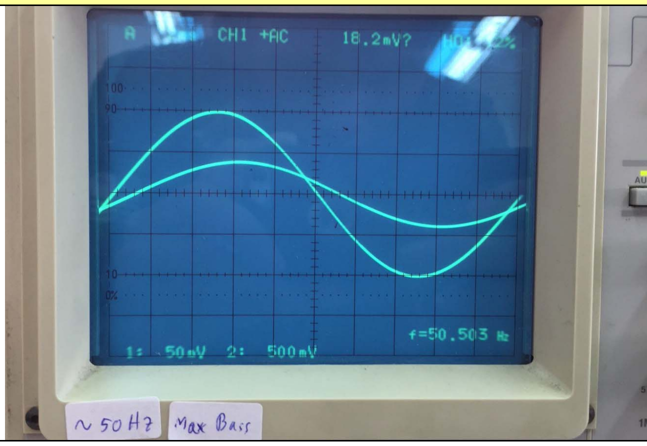
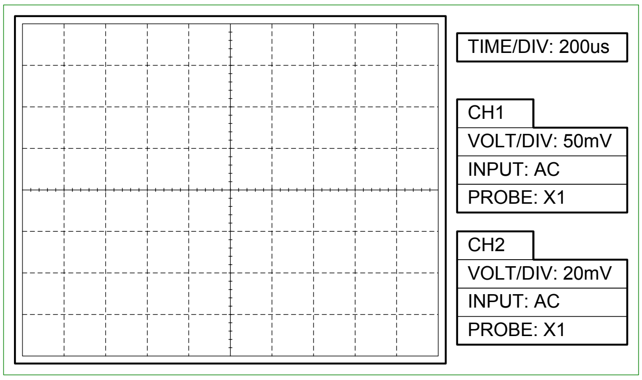
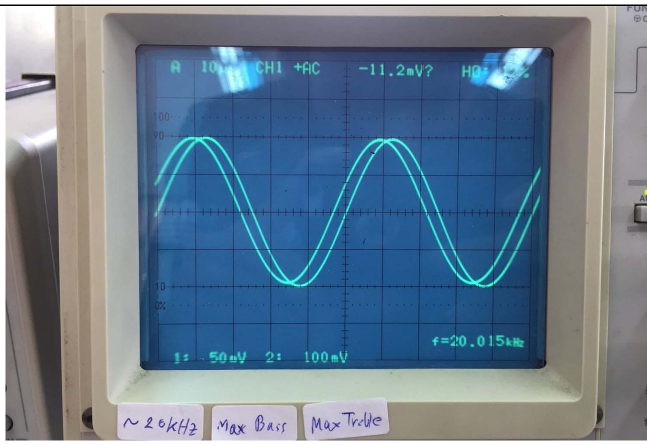
<table>
<tr><th>ลำดับ</th><th>ขั้นตอนการปฏิบัติงาน</th><th>รูปประกอบการปฏิบัติงาน</th></tr>
<tr><td>4.5
(ต่อ)</td><td>- ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1)

<u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)
Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่
☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน
☐ ลดลงชัดเจน
Phase Out: ☐ ประมาณคงที่
☐ ล้ำหน้าชัดเจน
☐ ล้าหลังชัดเจน</td><td>
</td></tr>
<tr><td>4.6</td><td><u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u>
- Input: 100mVpk 50Hz Sine wave
- เงื่อนไขการทดสอบ:
LOUDNESS = “OFF”
BASS = เร่งสุด (Max)
TREBLE = เร่งสุด (Max)
- ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1)

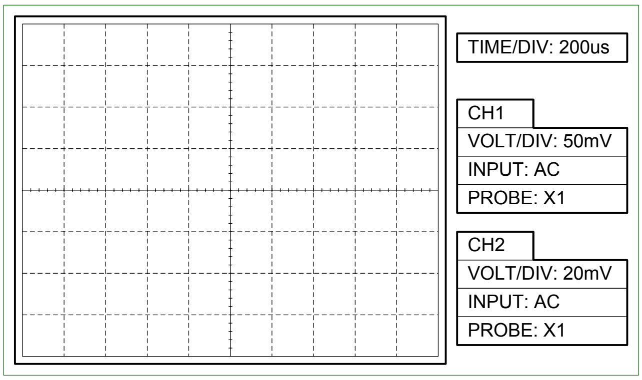
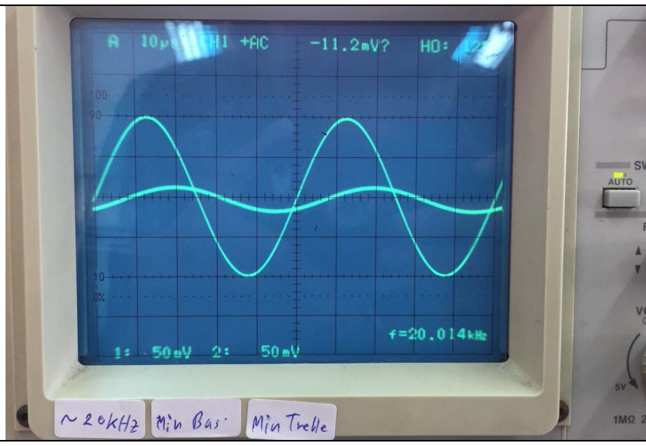
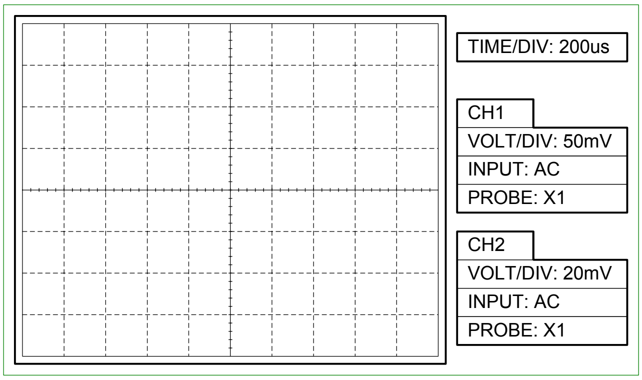
<u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง)
Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่
☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน
☐ ลดลงชัดเจน
Phase Out: ☐ ประมาณคงที่
☐ ล้ำหน้าชัดเจน
☐ ล้าหลังชัดเจน</td><td>


</td></tr>
</table>

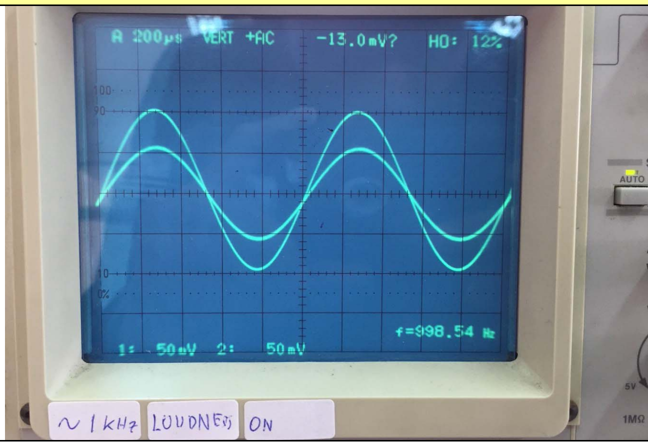
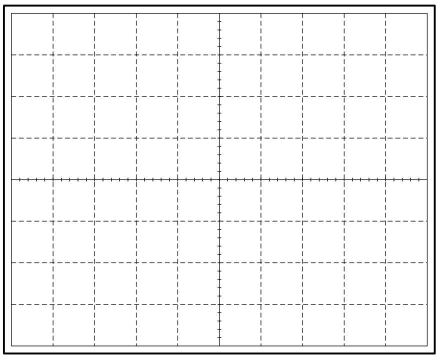
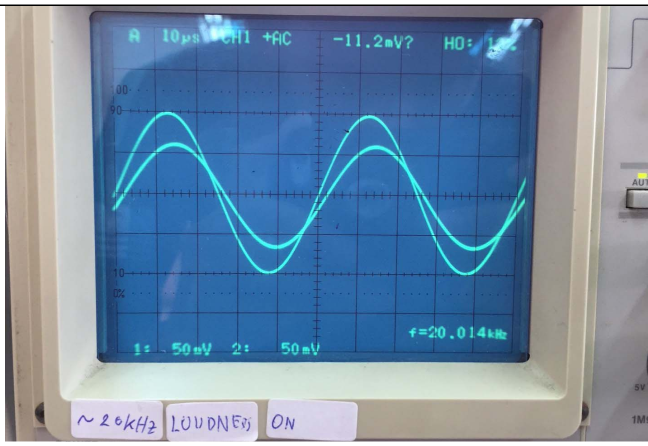
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.7	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 50Hz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	 
4.8	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 20kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = เร่งสุด (Max)	

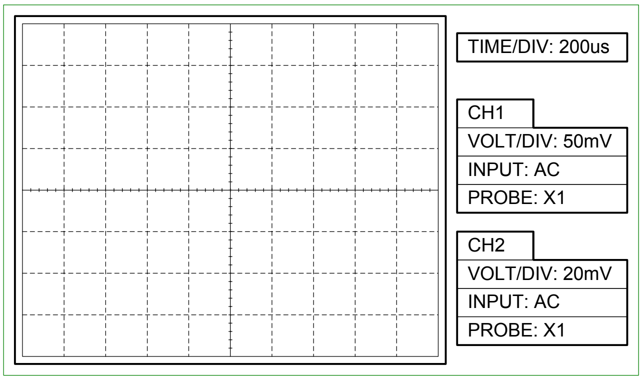
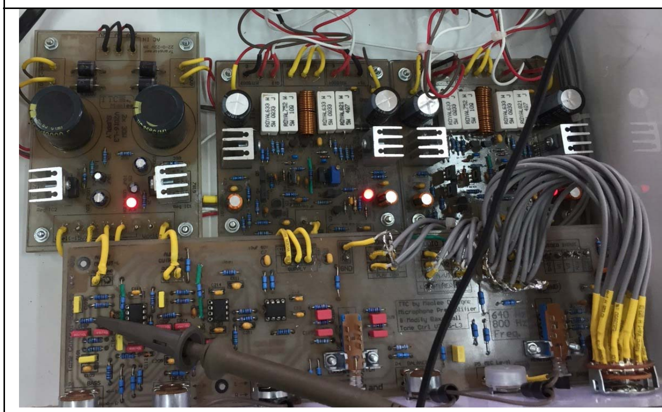
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.8 (ต่อ)	- ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	
4.9	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 20kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ลดสุด (Min) TREBLE = ลดสุด (Min) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	 

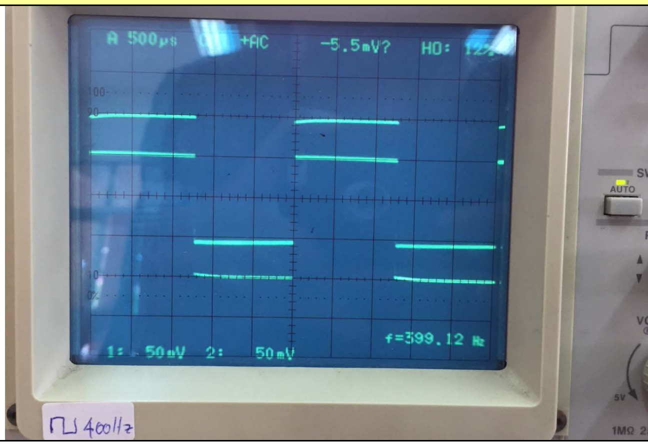
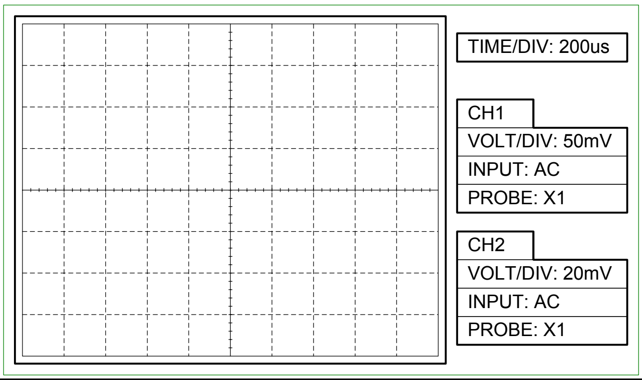
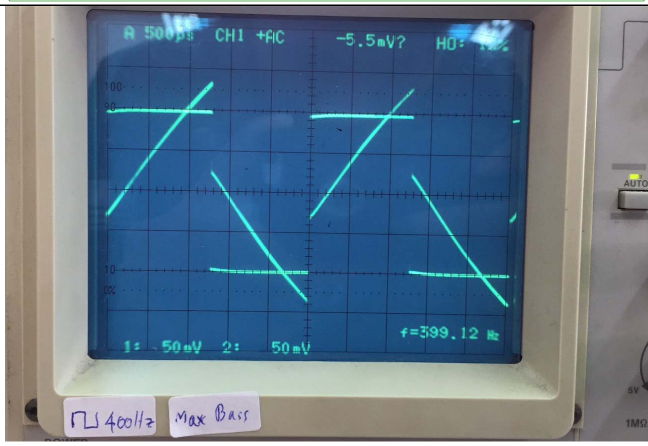
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4.10	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 1kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “ON” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
4.11	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: 100mVpk 20kHz Sine wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “ON” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ตรงกลาง (Flat)	

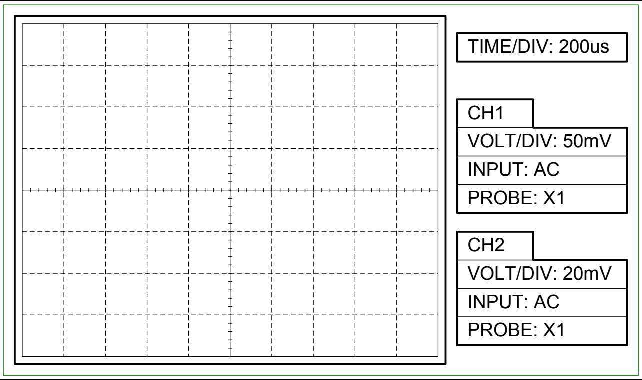
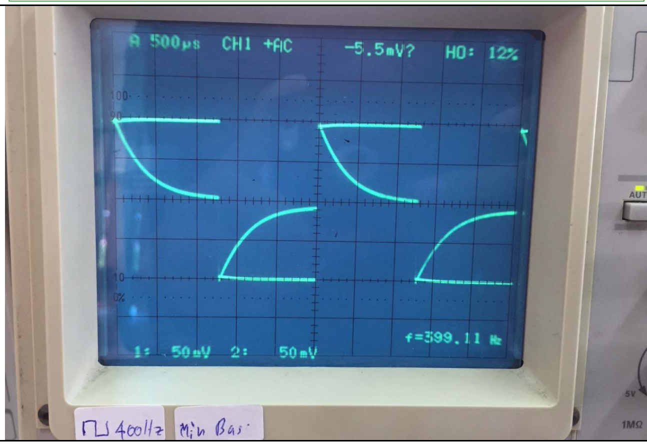
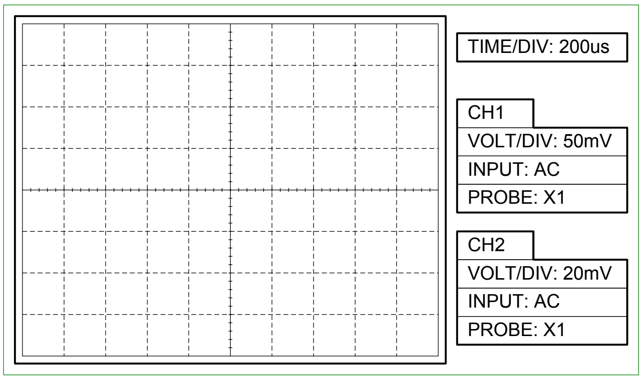
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
4.11 (ต่อ)	- ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 4.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) Gain ขยาย: ☐ ประมาณคงที่ ☐ เพิ่มขึ้นชัดเจน ☐ ลดลงชัดเจน Phase Out: ☐ ประมาณคงที่ ☐ ล้ำหน้าชัดเจน ☐ ล้าหลังชัดเจน	
5	<u>เตรียมเครื่องมือและทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล</u> - เตรียมจ่ายสัญญาณจากซิกแนลเจนเนอเรเตอร์ชนิด Square wave 400Hz 100mVpk / ±100mVpk - เตรียมวัดสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทด้วยออสซิลโลสโคป - Input: ขั้วอินพุทแหล่งสัญญาณ TUNER, A/V1, A/V2, AUX - หรือ Input: ขั้ว MONITOR Input แล้วให้ MONOTOR Switch = “ON” - Output: วงจรโทนคอนโทรล - Volume: ตำแหน่งตรงกลาง	  วัดสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจรโทนคอนโทรล (แผ่น PCB วงจรปรีโทนที่ประกอบอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว ผลงานจาก ใบงานที่ 4.2) วัดด้วยออสซิลโลสโคป

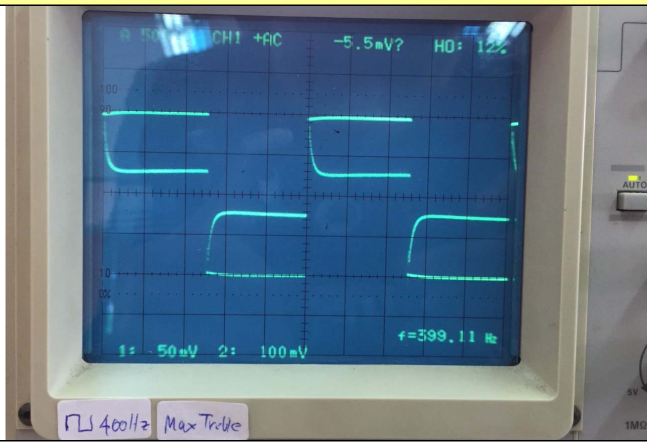
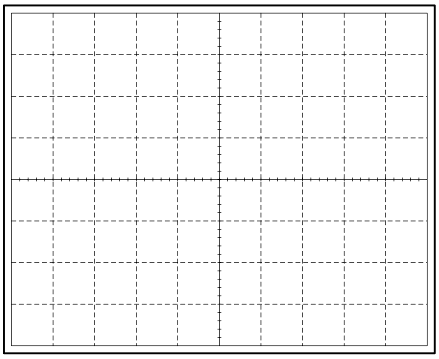
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.1	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>หมายเหตุ</u> ให้ใช้ผลการตอบสนองนี้สำหรับอ้างอิงกับการเปลี่ยนเงื่อนไขในการทดสอบอื่น ๆ	
5.1	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1)	

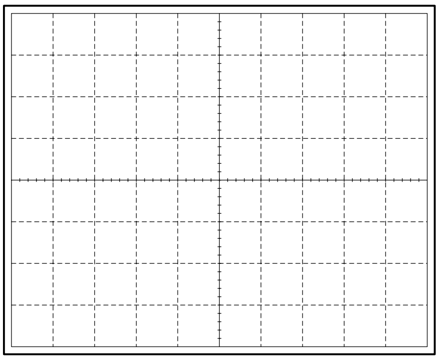
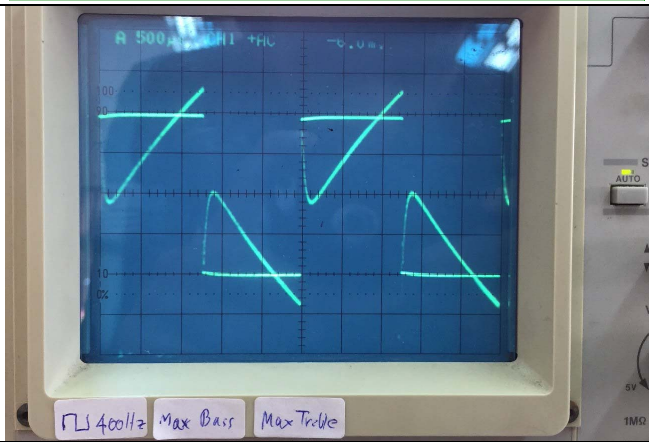
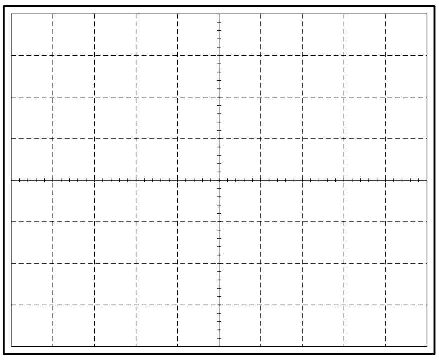
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.1 (ต่อ)	บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง) สังเกต ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	
5.2	ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ลดสุด (Min) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1) บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง) สังเกต ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	 

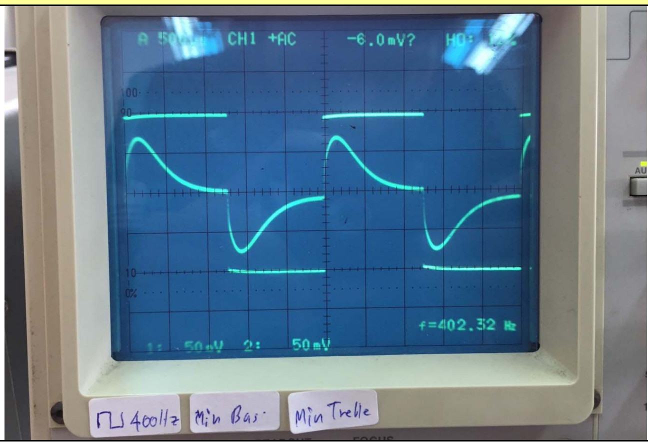
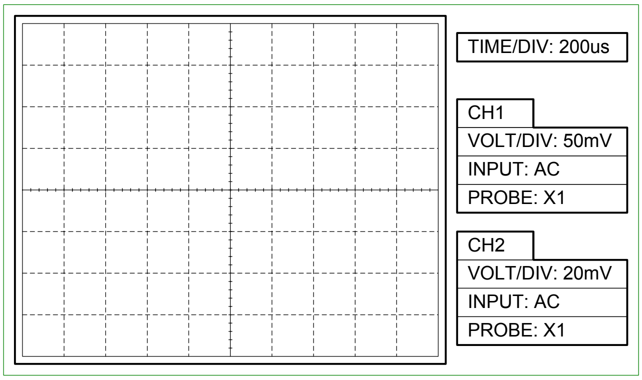
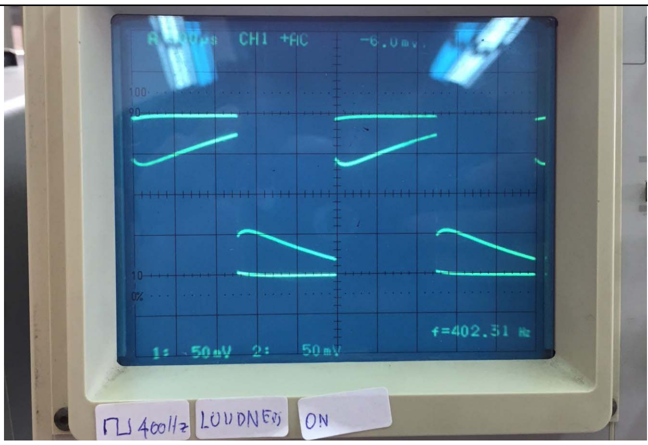
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.3	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลา</u> <u>ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = เร่งสุด (Max) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้ กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>สังเกต</u> ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
5.4	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลา</u> <u>ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ลดสุด (Min) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้ กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1)	

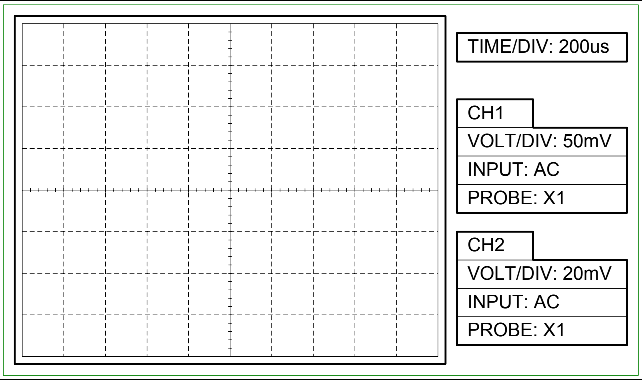
	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.4 (ต่อ)	<u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>สังเกต</u> ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	 TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1
5.5	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลา</u> <u>ของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = “OFF” BASS = เร่งสุด (Max) TREBLE = เร่งสุด (Max) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้ กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>สังเกต</u> ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	  TIME/DIV: 200us CH1 VOLT/DIV: 50mV INPUT: AC PROBE: X1 CH2 VOLT/DIV: 20mV INPUT: AC PROBE: X1

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.6	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = "OFF" BASS = ลดสุด (Min) TREBLE = ลดสุด (Min) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1) <u>บันทึกกราฟ</u> (ตามที่วัดได้จริง) <u>สังเกต</u> ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	 
5.7	<u>ทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล</u> - Input: ±100mVpk 400Hz Square wave - เงื่อนไขการทดสอบ: LOUDNESS = "ON" BASS = ตรงกลาง (Flat) TREBLE = ตรงกลาง (Flat) - ให้เปรียบเทียบผลการปรับนี้กับกรณีปรับที่ Flat (ข้อ 5.1)	

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5.7 (ต่อ)	บันทึกกราฟ (ตามที่วัดได้จริง) สังเกต ลักษณะรูปเอาท์พุท ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	
6	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผล ให้สมบูรณ์ ส่งตรวจผลงาน และส่งตรวจสาธิตการวัด	ไม่มีรูปประกอบ
7	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ก่อนทดสอบวงจรโทนคอนโทรลต้นแบบ ตรวจสอบความพร้อมในการทำงานของวงจรซ้ำ อย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วัดและทดสอบเพื่อศึกษาทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล เฉพาะวงจรปรับโทนเสียง (BASS และ TREBLE) โดยป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ Sine wave 50 Hz, 1 kHz และ 20 kHz ผลการทดสอบ

	ใบงาน ที่ 4.3	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 12
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 19 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบวงจรโทนคอนโทรล		

เป็นอย่างไร ....

....

....

....

3. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วัดและทดสอบเพื่อศึกษาทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรโทนคอนโทรล เฉพาะวงจรลาวเนส (LOUDNESS) โดยป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ Sine wave 1 kHz และ 20 kHz ผลการทดสอบ เป็นอย่างไร ....

....

....

....

4. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วัดและทดสอบเพื่อศึกษาทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล เฉพาะวงจรปรับโทนเสียง (BASS และ TREBLE) โดยป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ Square wave 400 Hz ผลการทดสอบ เป็นอย่างไร ....

....

....

....

5. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วัดและทดสอบเพื่อศึกษาทดสอบผลตอบสนองเชิงเวลาของวงจรโทนคอนโทรล เฉพาะวงจรลาวเนส (LOUDNESS) โดยป้อนสัญญาณอินพุททดสอบ Square wave 400 Hz ผลการทดสอบ เป็นอย่างไร ....

....

....

....

....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 4.4</td><td>หน่วยที่ 3</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 13</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์</td><td>ใบงานรวม 6 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน</td></tr>
</table>

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถวัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการวัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟนได้ถูกต้อง
2. วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟนได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1.	แผ่น PCB วงจรวงจรโทนคอนโทรล (ผลงานจาก ใบงานที่ 4.2)	1 แผ่น
2.	แผ่น PCB วงจรเพาเวอร์แอมป์ (ผลงานจาก ใบงานที่ 3.4)	2 แผ่น
3.	ชุดทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจากใบงานที่ 2.3)	1 ชุด
4.	ลำโพงมาตรฐานสำหรับใช้ทดสอบเครื่องเสียง	1 คู่
5.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ หรือมิเตอร์แบบเข็ม พร้อมสายวัด	1 ตัว
6.	ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
	หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
7.	แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
8.	ที่ดูดตะกั่ว (Solder sucker)	1 ตัว
9.	คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
10.	คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
11.	บล๊อกน๊อต/ไขควง 6 เหลี่ยม (Nut Drivers) ขนาด 5.5mm (น็อต M3)	1 ตัว
12.	ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
13.	หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
14.	กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
15.	สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

	ใบงาน ที่ 4.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 6 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน		

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

การต่อแต่ละวงจรเข้าด้วยกันต้องต่อกราวด์ (Ground) ของแต่ละวงจรเข้าด้วยกันโดยตรงด้วยสายกราวด์เพียงเส้นเดียว จุดกราวด์ที่ใช้ต่อรวมกันเรียกว่า “สตาร์กราวด์ (Star ground)” หากมีการต่อสายกราวด์ของวงจรมากกว่าหนึ่งเส้นเรียกว่า “กราวด์ลูป (Ground loop)” อาจก่อให้เกิดการการออสซิลเลทขึ้นได้ ทั้งแบบต่อเนื่องและแบบมีเงื่อนไข เกิดเป็นเสียงฮัม หวีด หรือเสียงซ่าต่าง ๆ

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์ดิจิตอล จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) อ่านค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวเลขบนหน้าปัดพร้อมเครื่องหมาย (±) เช่น 15V หรือ +15V, –15 V เป็นต้น

การวัดแรงดันด้วยมิเตอร์เข็ม จุดวัดที่ระบุให้วัดด้วยสายสีแดง (สาย+) และจุดวัดเทียบให้วัดด้วยสายสีดำ (สาย–) หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนตามปกติอ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขบวกตามปกติ เช่น 15V, 31V เป็นต้น หรือระบุพร้อมเครื่องหมายบวก (+) เช่น +15V, +24V เป็นต้น แต่หากเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนย้อนกลับ (เข็มตีกลับ) ให้สลับสายวัดจากปกติ อ่านค่าแรงดันที่วัดได้เป็นตัวเลขลบ เช่น –15 V, –30 V, –31 V เป็นต้น

คำแนะนำ

1. สังเกต/ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนวัดเสมอ
2. การใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปวัดที่จุดวัด ต้องกดให้ปลายแหลมของสายวัดหรือโพรบ (Probe) ให้จิกลงบนจุดวัดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยสะดวก หรือวัดกับพื้นผิวตัวนำสะอาด
3. จุดบัดกรีที่ดีตะกั่วจะประสานพอดีและผิวตะกั่วบัดกรีจะเงางามเนื่องจากฟลักซ์ปกคลุมที่ผิวและใช้เป็นฉนวนป้องกันการเกิดออกไซด์ และฟลักซ์ยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ดังนั้นการใช้สายวัดหรือโพรบ (Probe) ที่จุดบัดกรีต้องจิกวัดให้ผ่านทะลุลงไปถึงส่วนของโลหะตัวนำไฟฟ้า

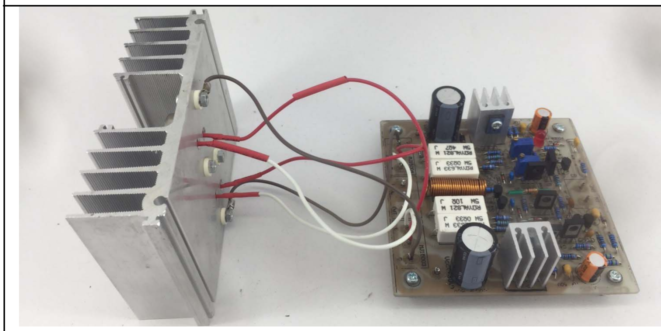
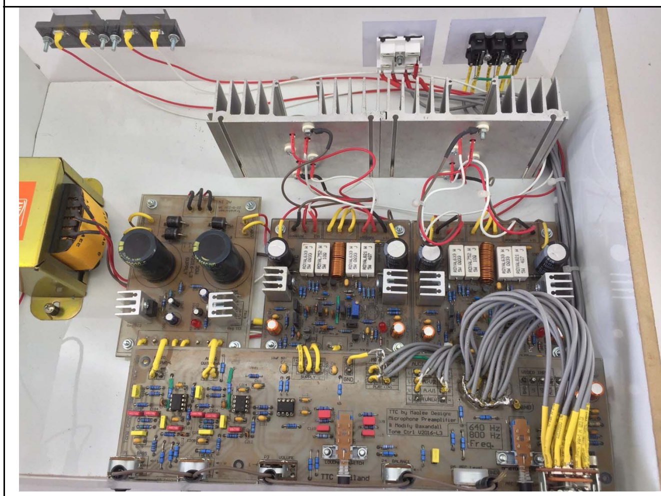
ข้อควรระวัง

1. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นของงานต้นแบบ ให้ตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยสายตา ด้านบนและด้านล่างของ PCB และการบัดกรีสายต่าง ๆ ให้ปกติ
2. ก่อนจ่ายไฟเพื่อทดสอบงานต้นแบบ ให้ระมัดระวังด้านล่างของ PCB ให้ลอยสูงจากพื้นและระวังมิให้เศษโลหะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงานชอร์ทด้านล่างของแผ่น PCB เสียหายได้

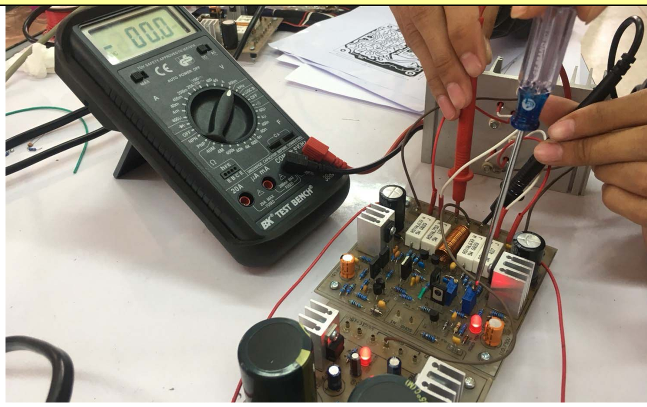
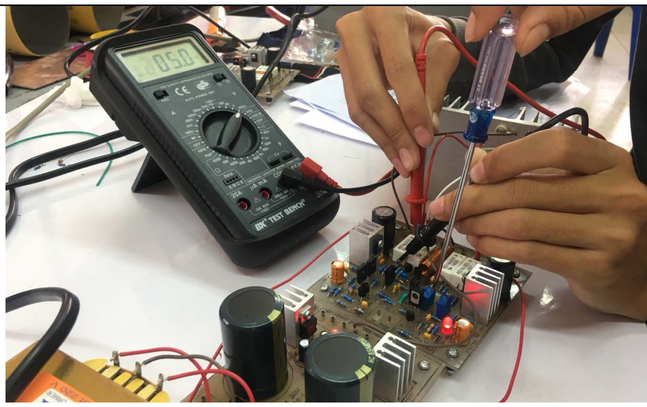
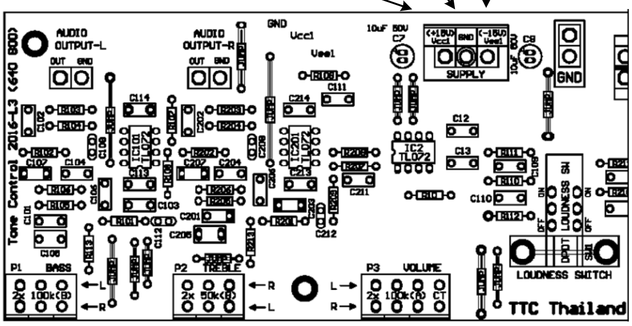
	ใบงาน ที่ 4.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 6 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน		

3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

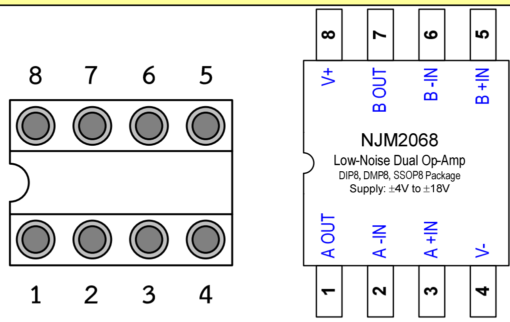
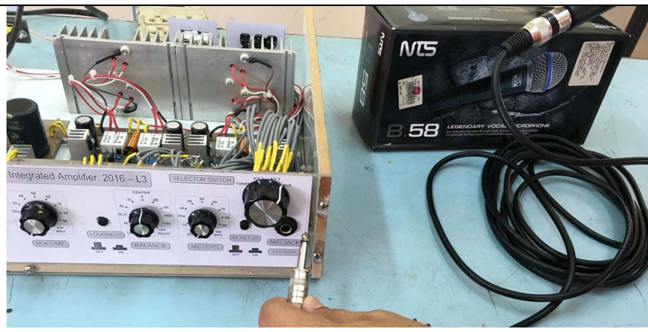
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	จัดเตรียม PCB วงจรปรีโทน วงจรเพาเวอร์แอมป์ 2 ข้าง และเพาเวอร์ซัพพลาย (ผลงานจาก ใบงานที่ 4.2, ใบงานที่ 3.4 และ ใบงานที่ 2.3) แล้วนำมาต่อเข้าด้วยกัน โดยเลือกใช้สายไฟสำหรับจ่ายกำลัง เช่น แหล่งจ่ายไฟ สายเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ และเลือกใช้สายชีลด์สำหรับงานสายสัญญาณ ให้ถูกต้อง โดยที่สายชีลด์ให้ต่อตัวนำชีลด์ลงกราวด์ (Ground) เข้ากับวงจรทั้งสองด้านกรณีแยกกันทางไฟฟ้า (Isolation) แต่หากใช้เพาเวอร์ซัพพลายชุดเดียวกันและกราวด์เดียวกัน ให้ต่อตัวนำชีลด์ลงกราวด์ด้านเดียว ปกติเลือกต่อด้านเอาท์พุท แต่หากต้องการต่อลงกราวด์ทั้งสองด้าน อีกด้านให้ต่อผ่าน C = 100 nF ก่อนลงกราวด์ *กรณีวงจรมี GLB N.W. ให้ต่อ Shield ลง GND ทั้งสองด้าน*	 รูป ผลงานวงจรปรีโทนแบบสเตอริโอ  รูป ผลงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ 1 ข้าง (L หรือ R) V206-ISO-L3 มี GLB N.W. ต่อ Shield ลง GND สองด้าน  รูป ต่อวงจรปรีโทนกับเพาเวอร์แอมป์และซัพพลาย

	ใบงาน ที่ 4.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 6 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์จากวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย ตามขั้ว V_{CC} , V_{EE} และ GND และวัดแรงดันเอาท์พุทเทียบ GND เพื่อตรวจสอบซ้ำความพร้อมในการทำงานของวงจร โดยที่แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ Zero Adj VR2	
3	จ่ายไฟเข้าวงจรเพาเวอร์แอมป์ตามขั้นตอน ข้อ 2 (ปฏิบัติต่อ) และวัดแรงดันแรงดันตกคร่อม R27 และ R28 ≅ 5mV DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ IDLE CURRENT Adj VR1 <u>หมายเหตุ</u> มีการตรวจสอบซ้ำเนื่องจากเป็นงานต้นแบบ	 โดย วัดกระแสในรูปของแรงดัน (วัดโดยอ้อม): I = E/R กระแสไอเดิล (Idle current) = 15mA @ No – Input
4	<u>ตรวจสอบซ้ำแรงดันซัพพลายที่จ่ายเข้าวงจรปรีโทน</u> - วัดแรงดันขั้วรับแรงดันจากซัพพลาย ขั้ว V_{CC1} , V_{EE1} เทียบกับ ขั้ว GND - ต้องได้แรงดัน ≈ ±15V DC - หากมีข้อผิดพลาดให้แก้ไข	$V_{CC1}(+15V)$ GND $V_{EE1}(-15V)$ 

	ใบงาน ที่ 4.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 6 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	<u>ตรวจสอบซ้ำแรงดันเอาท์พุทที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน</u> - วัดแรงดันเอาท์พุทของไอซี ขา 1, 7 เทียบกับ GND - Output ไอซีขา 1 และ 7 - ต้องได้แรงดัน ≈ 0V DC - หากมีข้อผิดพลาดให้แก้ไข	 รูปแสดงการนับขาของซ็อกเก็ตไอซีและไอซี เริ่มนับที่บาก
6	<u>ต่อลำโพง ไฟเอซี และเปิดไฟ</u> ให้ต่อสายลำโพงให้ถูกขั้วเสมอ	
7	<u>เสียบแจ๊คสายไมค์</u> ระวัง ก่อนเสียบแจ๊คสายไมค์ให้ลด VOLUME และ MIC LEVEL ลงให้ต่ำสุดก่อนเสมอ	
8	<u>ทดสอบเสียงไมโครโฟน</u> ทดสอบปรับแต่งเสียง และระดับความดัง <u>บันทึกผลสังเกต</u> คุณสมบัติการใช้งาน --------------------------------------- --------------------------------------- ---------------------------------------	

	ใบงาน ที่ 4.4	หน่วยที่ 3
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 13
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วงจรโทนคอนโทรล และวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์		ใบงานรวม 6 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
9	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผล ให้สมบูรณ์ ส่งตรวจผลงาน และส่งตรวจสาธิตการวัด	ไม่มีรูปประกอบ
10	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ ก่อนทดสอบวงจรปรีโทนต้นแบบ ตรวจสอบความพร้อมในการทำงานของวงจรซ้ำ อย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ วัดและทดสอบเสียงวงจรปรีไมโครโฟน เป็นอย่างไร
....
....
....
....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 5</td><td>หน่วยที่ 5</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 14 - 16</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 9 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง</td><td>ใบงานรวม 5 หน้า</td></tr>
</table>

สาระสำคัญของใบงาน

การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง เริ่มจากการสร้างแท่นเครื่องเสียง การประกอบอุปกรณ์ลงแท่นเครื่องเสียง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง และตรวจสอบผลงานขั้นสุดท้ายด้วยการวัดและทดสอบเสียง เป็นการประเมินค่าโดยสรุปและประเมินผลงาน/ผลผลิตที่ได้ แบ่งออกเป็นใบงานย่อยได้ ดังนี้

ใบงานที่ 5.1 สร้างแท่นเครื่องเสียง

ใบงานที่ 5.2 ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง

ใบงานที่ 5.3 เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถสร้างแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
3. สามารถเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
4. สามารถวัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ (ด้านทักษะพิสัย)
5. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
6. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

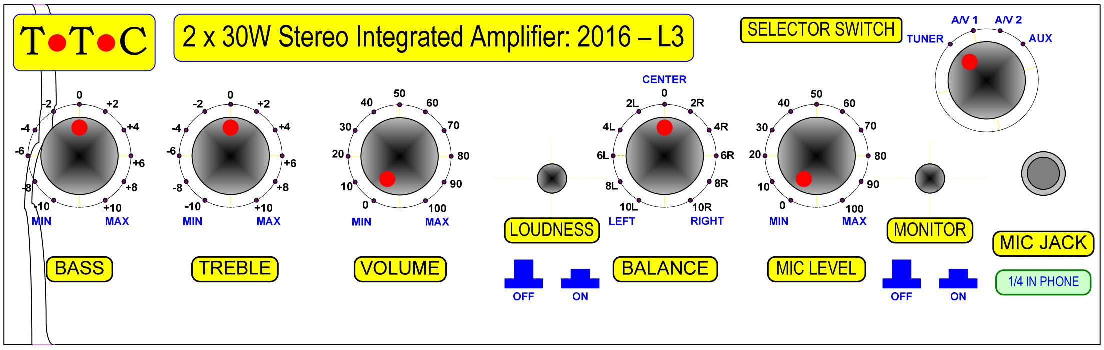
1. อธิบายการสร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
2. สร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
4. ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14 - 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 9 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 5 หน้า

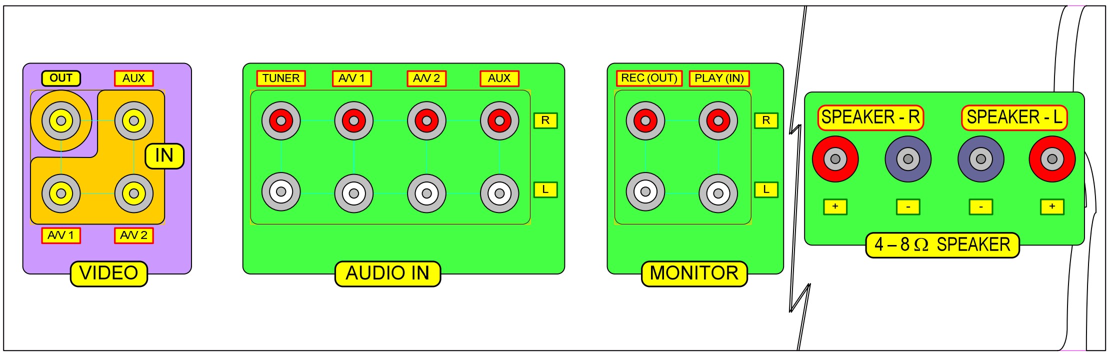
5. อธิบายการเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
6. สร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
7. อธิบายการวัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ได้ถูกต้อง
8. วัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

<u>ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ</u>

วงจรเครื่องเสียงต่อเอาท์พุทของวงจรหนึ่งไปยังอินพุทของวงจรหนึ่งเท่านั้น ต้องไม่มีการต่อเอาท์พุทกับเอาท์พุทเข้าด้วยกัน รูปที่ 1.1 ถึง 1.9 แสดงไดอะแกรมและวงจร ให้สังเกตวงจรคร่าว ๆ

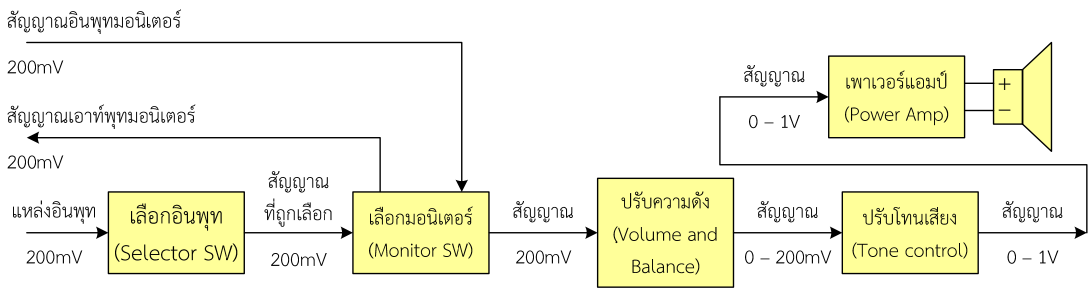


รูปที่ 1.1 หน้าปัดด้านหน้า ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

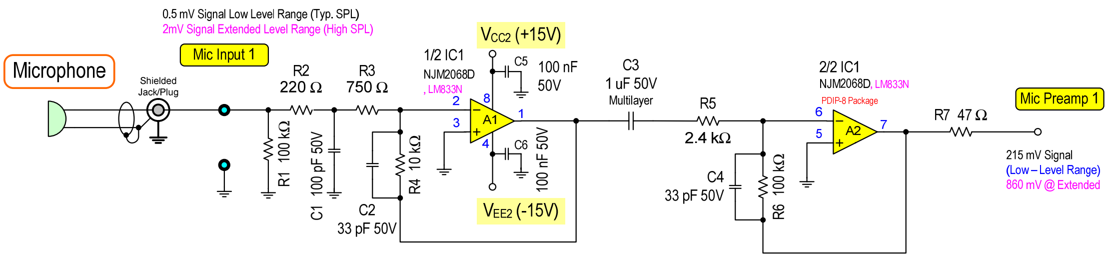


รูปที่ 1.2 หน้าปัดด้านหลัง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

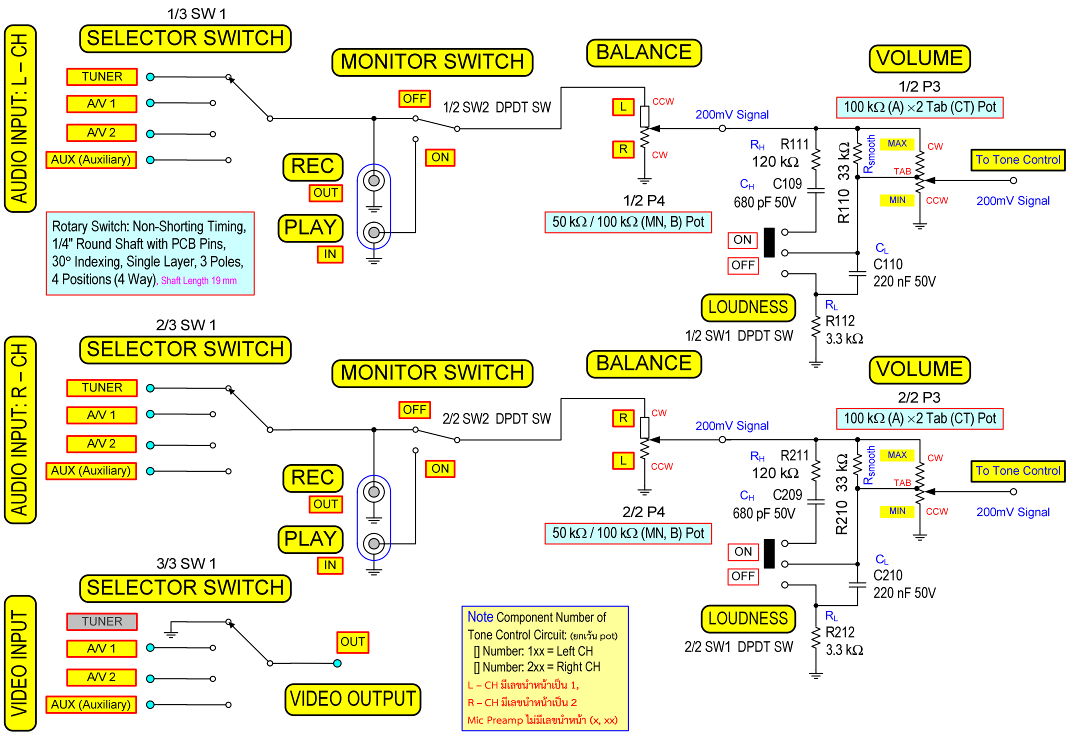
	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14 - 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 9 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 5 หน้า



รูปที่ 1.3 บล็อกไดอะแกรมสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

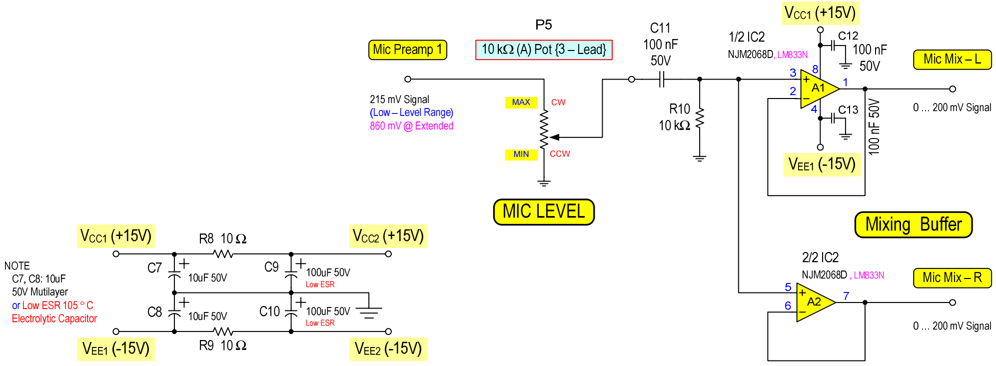


รูปที่ 1.4 วงจรปรีไมค์ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

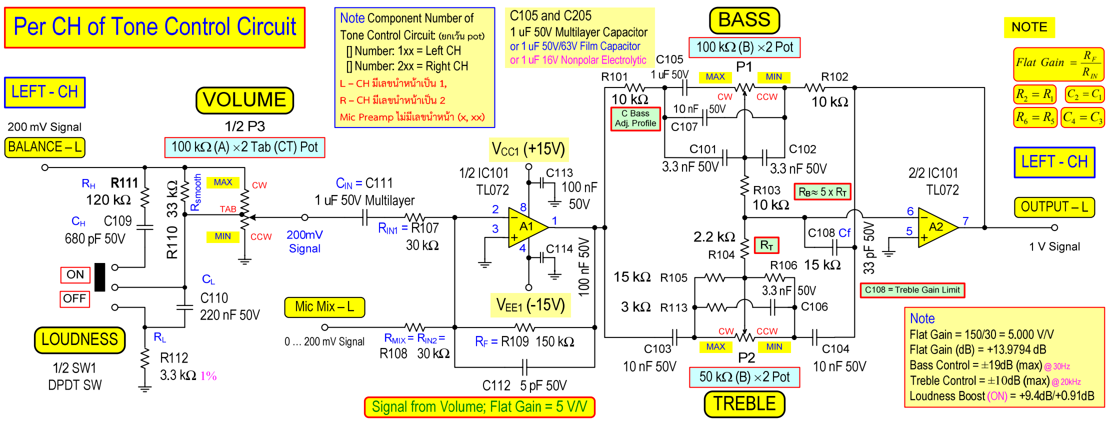


รูปที่ 1.5 วงจรโทนคอนโทรลส่วนจัดการสัญญาณ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

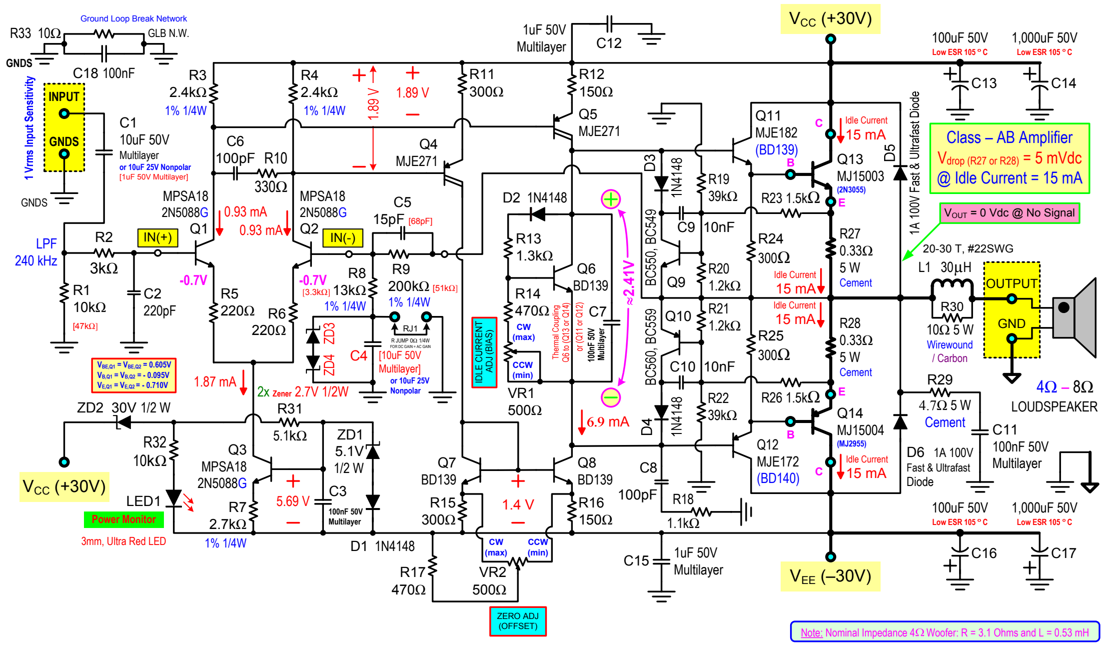
	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14 - 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 9 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 5 หน้า



รูปที่ 1.6 วงจรปรีไมค์ส่วนบัพเฟอร์และแหล่งจ่ายไฟ ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3

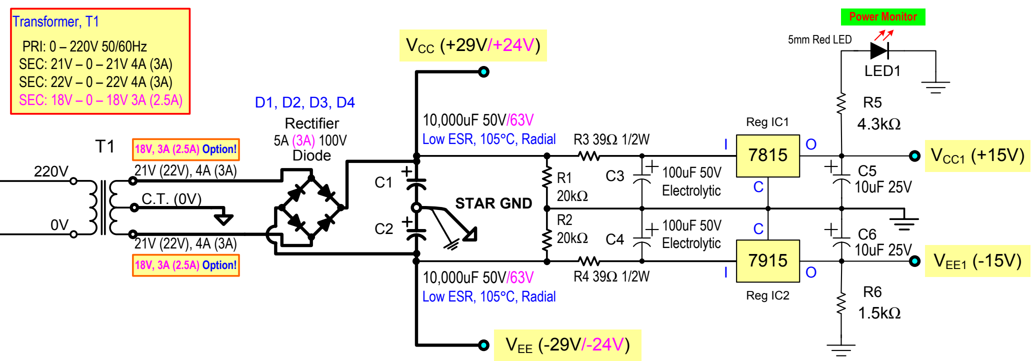


รูปที่ 1.7 วงจรโทนคอนโทรลส่วนปรับโทนเสียง ของอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ รุ่น 2016-L3



	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14 - 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 9 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 5 หน้า

รูปที่ 1.8 วงจรเพาเวอร์แอมป์ รุ่น 2016-L3 ขนาด 30 วัตต์



รูปที่ 1.9 วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ขนาด 30 วัตต์ รุ่น 2016-L3

	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถสร้างแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการสร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
2. สร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1.	ไฟล์แบบหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3 (.pdf)	1 ไฟล์
2.	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) google sketchup skb file (.skb)	1 ไฟล์
3.	แผ่นอะคริลิค (Acrylic Sheet) ใสหรือสีตามที่ต้องการ ขนาด 1ฟุต x 2ฟุต หนา 3.00 - 5.00mm	1 แผ่น
4.	ไม้อัด MDF (หรืออาจใช้ HDF) เคลือบเมลามีนขาว ผิวมัน 1 หรือ 2 ด้าน ขนาด 1ฟุต x 2ฟุต หนา 8 mm หรือ 10 mm	1 แผ่น
5.	กระดาษ Glossy Sticker Paper (กระดาษโฟโต้สติกเกอร์ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 120 gm	1 แผ่น
6.	เครื่องพิมพ์เลเซอร์ / เครื่องปริ้นเลเซอร์ (laser printer) ขาว ดำ	1 เครื่อง
7.	แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2)	1 แผ่น
8.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
9.	ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
10.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น

	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

11. ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M) — 1 ด้าม
12. สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก — 1 เครื่อง
13. ดอกสว่านเจาะเหล็ก และ 3mm — 1 ชุด
14. เลื่อยจิกซอว์ไฟฟ้า (Jigsaw) พร้อมใบตัดไม้ — 1 ชุด
15. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 ^{o}C 220V 60W — 1 ชุด
    หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W — 1 ตัว
16. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand) — 1 ตัว
17. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux) — 1 ตลับ
18. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ้นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์ — 1 ขวด
19. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40 — 0.1 ปอนด์
20. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น — 1 ชิ้น
21. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด — 1 ม้วน
22. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ — 1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ้นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

<u>คำแนะนำ</u>

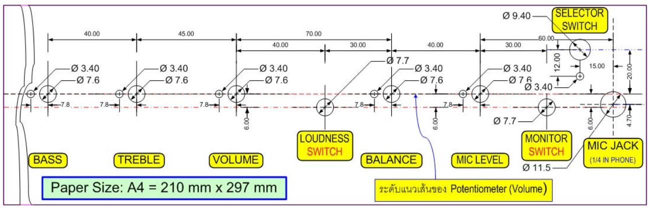
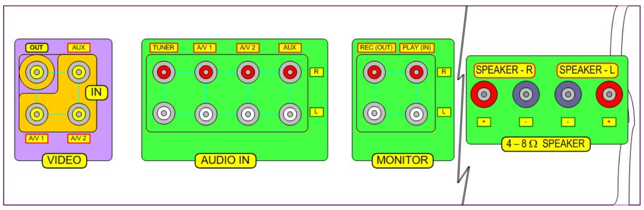
1. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
2. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

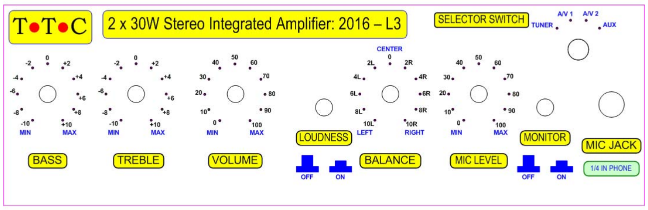
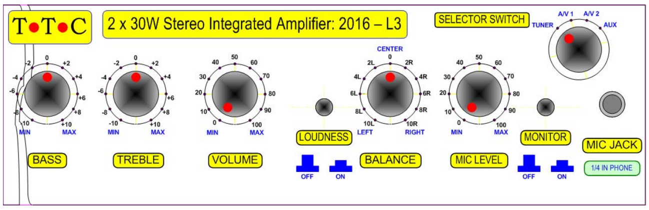
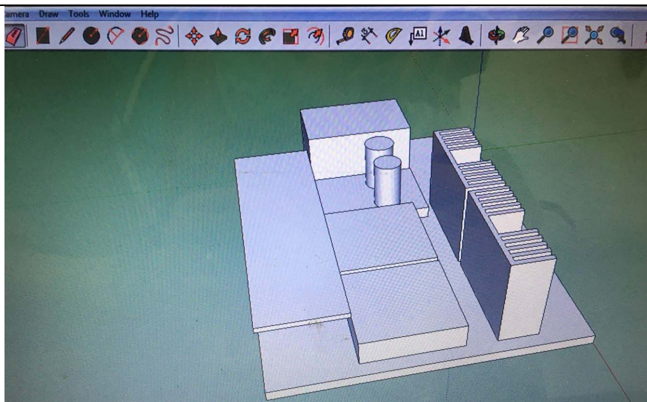
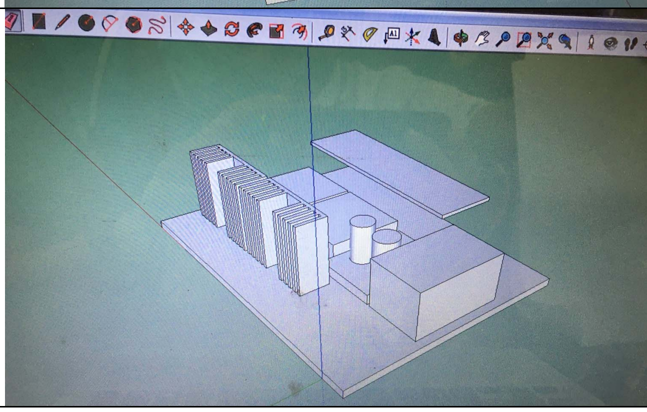
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโผล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุด และเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
6. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

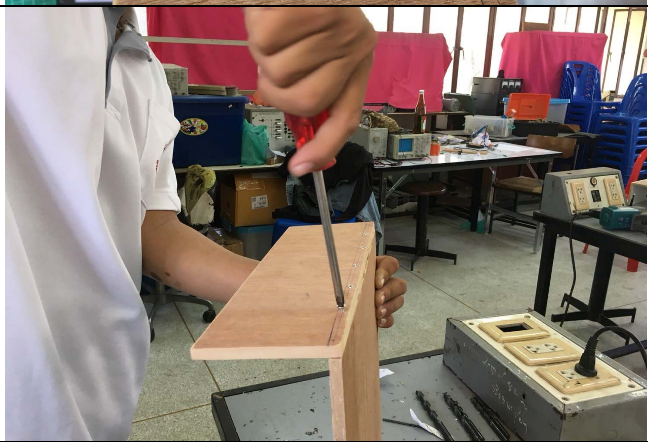
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	พิมพ์ ไฟล์แบบขนาดหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3 (.pdf) จำนวน 1 แผ่น ขนาด 100% บนกระดาษ Glossy Sticker Paper (กระดาษโฟโต้สติกเกอร์ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 120 gm ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาวดำ หรือเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ทหมึกชนิดกันน้ำ	 รูปแบบขนาดหน้าปัดด้านหน้าเครื่องเสียง V2016-L3  รูปแบบหน้าปัดด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3

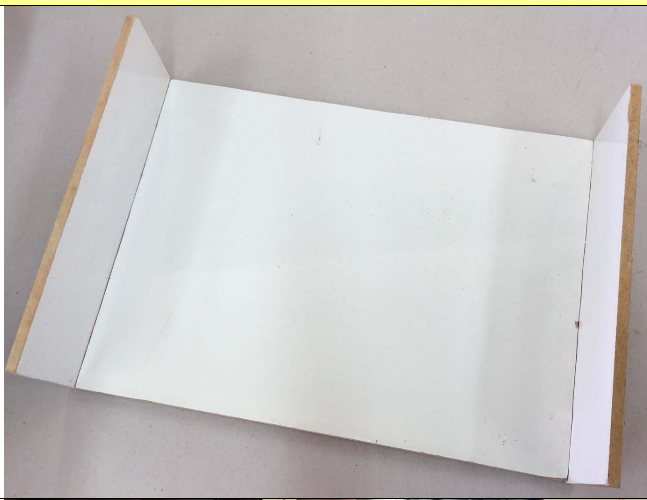
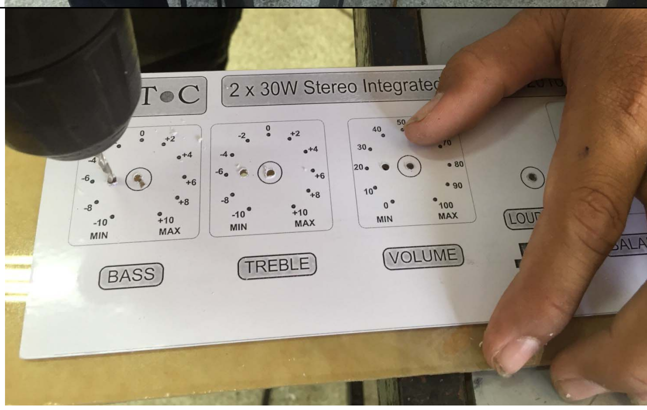
	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2	พิมพ์ ไฟล์แบบหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3 (.pdf) จำนวน 1 แผ่น ขนาด 100% บนกระดาษ Glossy Sticker Paper (กระดาษโฟโต้สติกเกอร์ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 120 gm ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาวดำ หรือเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ทหมึกชนิดกันน้ำ	 รูปแบบหน้าปัดด้านหน้าเครื่องเสียง V2016-L3  รูปหน้าปัดด้านหน้ามุมมองใช้งานเครื่องเสียง V2016-L3
3	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) ชนิด google sketchup skb file (.skb)	 

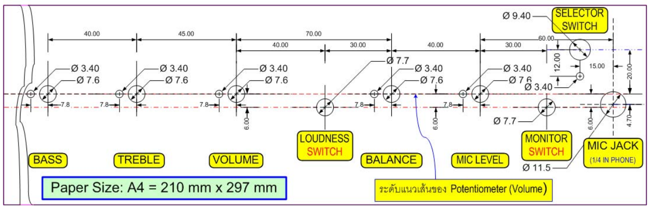
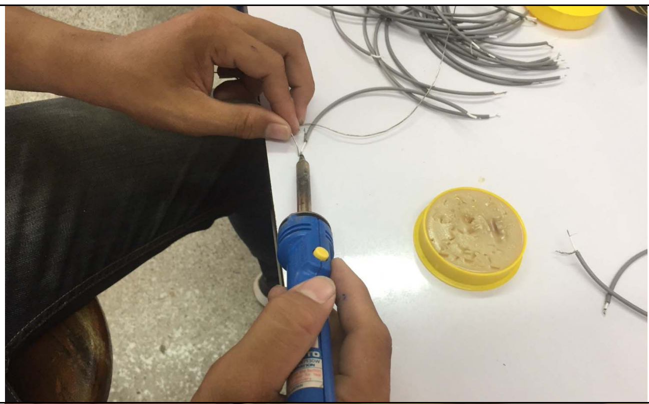
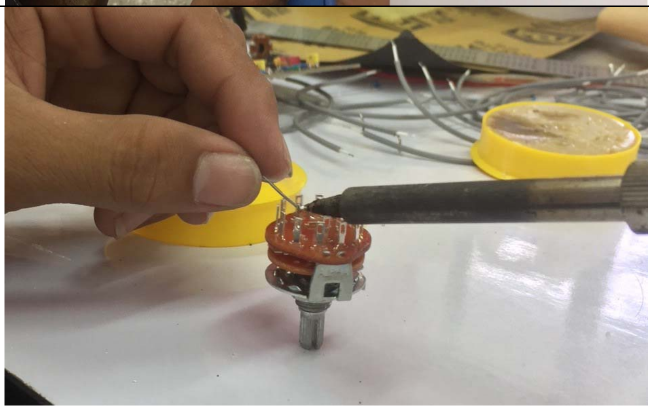
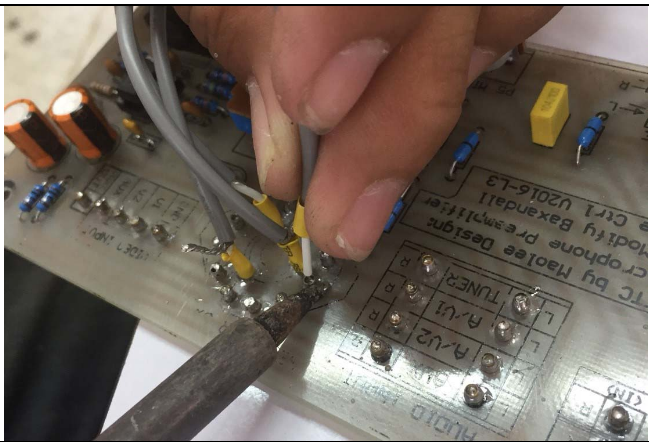
	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4	ตัดไม้ ไม้อัด MDF (หรืออาจใช้ HDF) เคลือบเมลามีนขาว ผิวมัน 1 หรือ 2 ด้าน หนา 8 mm หรือ 10 mm ให้ได้ขนาด 42.4 cm x 31 cm จำนวน 1 แผ่น และ 31cm x 10.25cm จำนวน 2 แผ่น	
5	ประกอบส่วนพื้นล่างแท่น ไม้อัด MDF ขนาด 42.4 cm x 31 cm จำนวน 1 แผ่น เข้ากับผนังข้างแท่น ขนาด 31cm x 10.25cm จำนวน 2 แผ่น ด้วยสกรูเงินเกลียวปล่อย	  

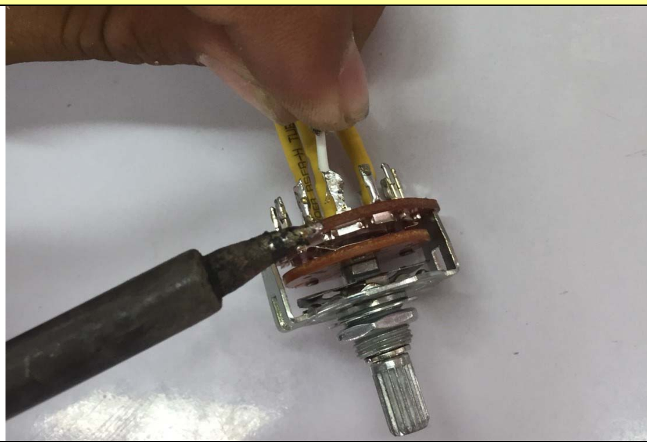
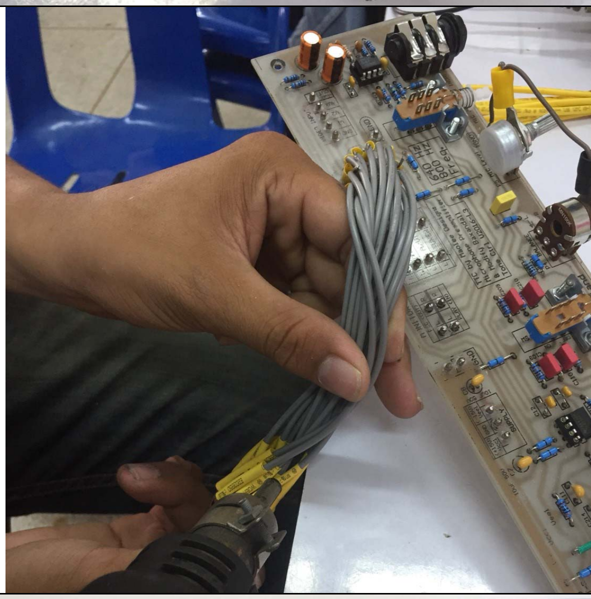
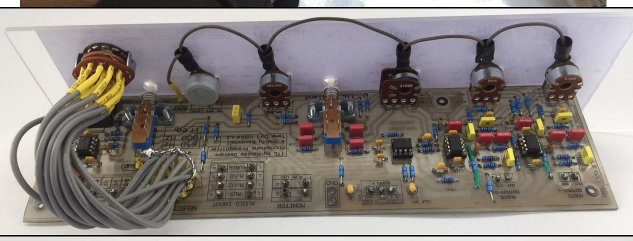
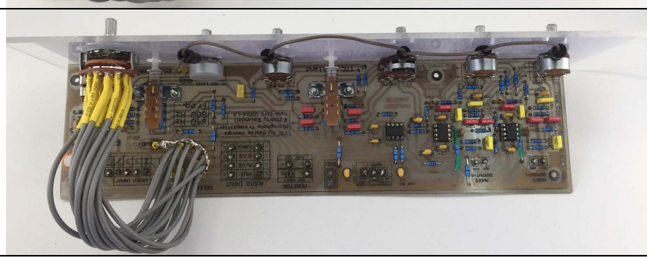
	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6	ผลงาน ประกอบส่วนพื้นล่างแท่น ทำจากไม้อัด MDF หนา 8 mm หรือ 10 mm	
7	ตัดแผ่นอะคริลิค (Acrylic Sheet) ใสหรือสีตามที่ต้องการ หนา 3.00 - 5.00mm ให้ได้ขนาด 42.4 cm x 31 cm จำนวน 1 แผ่น และ 42.5cm x 10.25cm จำนวน 2 แผ่น	
8	จัดพิมพ์ไฟล์แบบหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3 (.pdf) ลงบนกระดาษ กระดาษ Glossy Sticker Paper (กระดาษโฟโต้สติกเกอร์ แบบเคลือบเงา) ชนิดกันน้ำ ขนาด A-4 120 gm แล้วนำมาติดบน ตัดแผ่นอะคริลิค (Acrylic Sheet) ขนาด 42.5cm x 10.25cm	

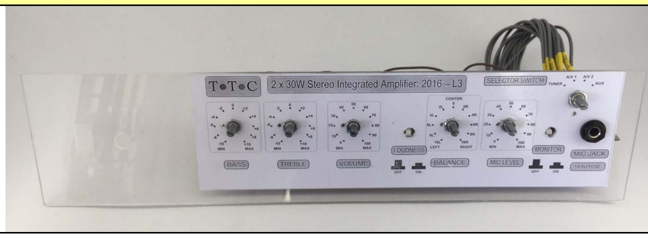
	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
9 (ต่อ)	แล้วเจาะรูตามตำแหน่งตามขนาดที่ระบุ	
10	วางแผนวัดระยะความยาวสายไฟ สายสัญญาณ ตัดสายตามขนาด ปอกฉนวนปลายสาย และเคลือบตะกั่วตัวนำสายไฟให้เปียกตะกั่ว	
11	และเคลือบตะกั่วตัวขาอุปกรณ์ทุกตัวที่ใช้ประกอบหน้าแท่นและหลังแท่น ให้เปียกตะกั่ว	
12	บัดกรีสายสัญญาณ/สายชีลด์สำหรับ SELECTOR SWIRCH ระหว่างแผ่น PCB ปรีโทนกับ Selector Switch ที่ใช้ยึดประกอบกับหน้าปัดแท่น	

	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
12 (ต่อ)	บัดกรีสายสัญญาณ/สายชีลด์ สำหรับ SELECTOR SWIRCH ระหว่างแผ่น PCB ปรีโทนกับ Selector Switch ที่ใช้ยึดประกอบกับหน้าปัดแท่น	
13	ผลงาน บัดกรีสายสัญญาณ/สายชีลด์ สำหรับ SELECTOR SWIRCH ระหว่างแผ่น PCB ปรีโทนกับ Selector Switch ที่ใช้ยึดประกอบกับหน้าปัดแท่น	
14	ผลงาน บัดกรีสายสัญญาณ/สายชีลด์ สำหรับ SELECTOR SWIRCH ระหว่างแผ่น PCB ปรีโทนกับ Selector Switch ที่ใช้ยึดประกอบกับหน้าปัดแท่น และยึดเข้ากับหน้าปัดแท่นเครื่องเสียงแล้ว	 

	ใบงาน ที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 14
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 9 หน้า
ชื่อเรื่อง สร้างแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
	ผลงานสร้างแท่นเครื่องเสียง และประกอบ PCB ปรีโทนลงหน้าปัดแท่นแล้ว บันทึก การสร้างแท่นเครื่อง ส่งตรวจผลงาน	 บันทึก --- --- --- --- ---
3	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานต้นแบบ สร้างแท่นเครื่องเสียง ทำอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานต้นแบบ ประกอบ PCB ปรีโทนลงหน้าปัดแท่น ทำอย่างไร ....
   ....
   ....
   ....
   ....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 5.2</td><td>หน่วยที่ 5</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 15</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง</td><td>ใบงานรวม 7 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัด ด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง</td></tr>
</table>

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
2. ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	แท่นเครื่องเสียง (ผลงาน ใบงานที่ 5.1)	1 แท่น
2.	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) google sketchup skb file (.skb)	1 ไฟล์
3.	เครื่องพิมพ์เลเซอร์ / เครื่องปริ้นเลเซอร์ (laser printer) ขาว ดำ	1 เครื่อง
4.	แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2)	1 แผ่น
5.	มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
6.	ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
7.	กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
8.	ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)	1 ด้าม
9.	สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก	1 เครื่อง

	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

10. ดอกสว่านเจาะเหล็ก และ 3mm		1 ชุด
11. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W		1 ชุด
หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W		1 ตัว
12. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)		1 ตัว
13. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux)		1 ตลับ
14. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์		1 ขวด
15. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40		0.1 ปอนด์
16. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น		1 ชิ้น
17. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด		1 ม้วน
18. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ		1 ชิ้น

<u>ความรู้เชิงปฏิบัติการ</u>

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

<u>คำแนะนำ</u>

1. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
2. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

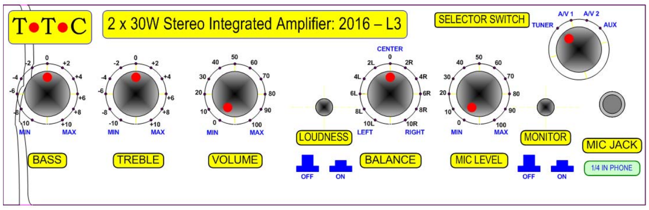
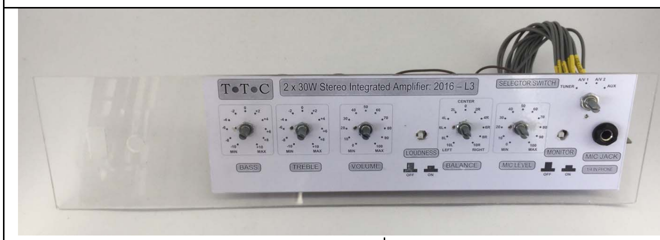
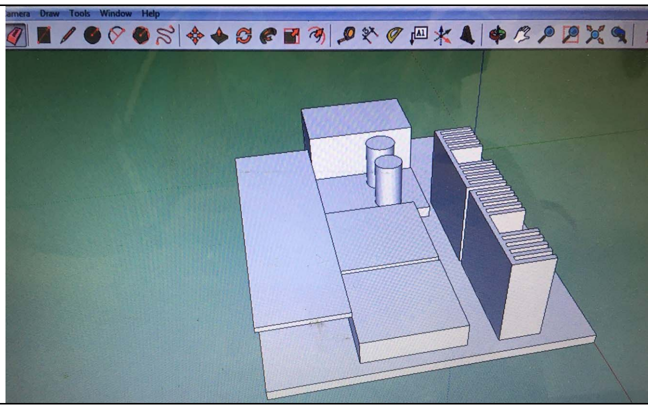
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุดและเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น

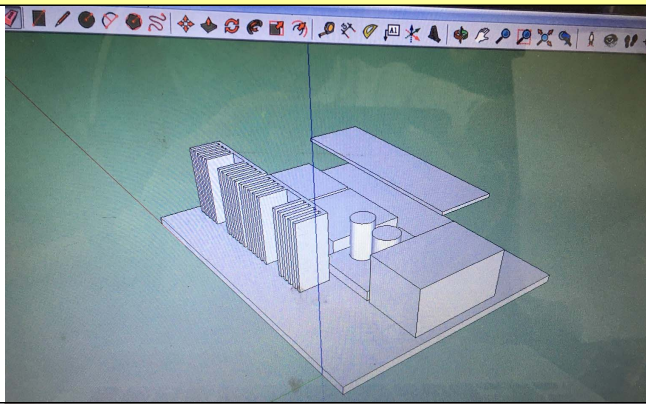
	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
6. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

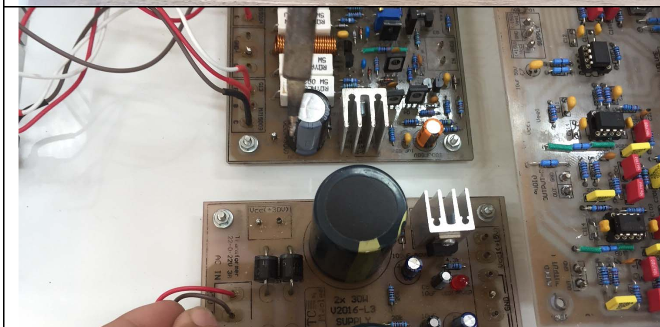
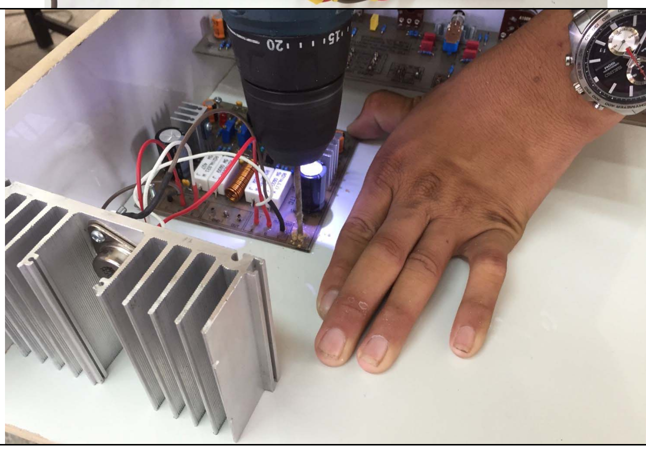
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	แท่นเครื่องเสียง (ผลงานใบงานที่ 5.1)	 รูปหน้าปัดด้านหน้ามุมมองใช้งานเครื่องเสียง V2016-L3
		 ผลงาน หน้าปัดด้านหน้าเครื่องเสียง V2016-L3
2	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) ชนิด google sketchup skb file (.skb)	

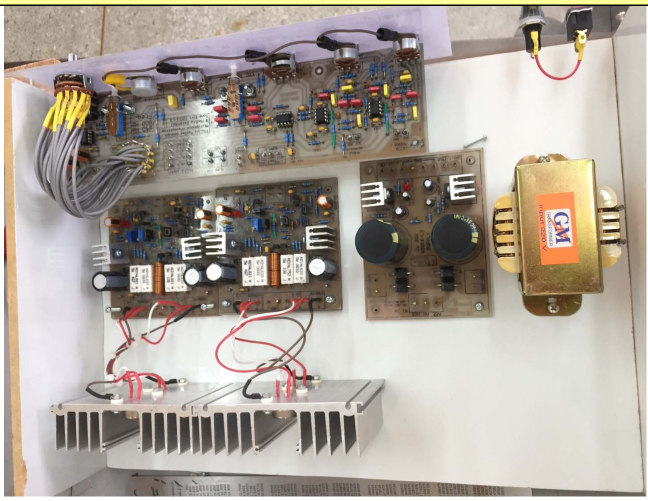
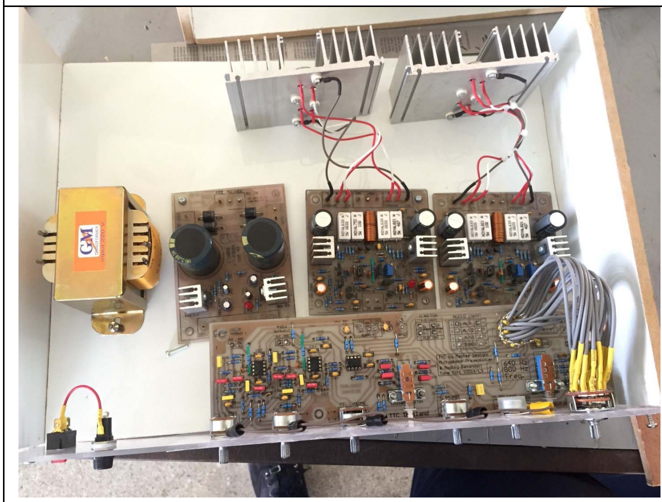
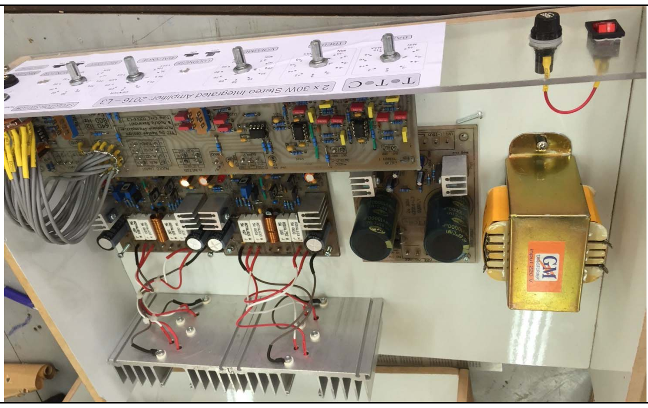
	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2 (ต่อ)	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) ชนิด google sketchup skb file (.skb)	
3	ผนังแท่นด้านล่างและด้านข้างของ แท่นเครื่องเสียง (ผลงานใบงานที่ 5.1)	
4	ประกอบหม้อแปลง และบอร์ด PCB ทั้งหมดลงแท่นเครื่องเสียง	

	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4 (ต่อ)	ประกอบหม้อแปลง และบอร์ด PCB ทั้งหมดลงแท่นเครื่องเสียง (ต่อ)	   

	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
5	ผลงาน การลงแท่นเครื่องเสียง <u>บันทึก</u> การวางแผนและการลงแท่นเครื่องเสียง <u>ส่งตรวจผลงาน</u>	  

	ใบงาน ที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 15
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 7 หน้า
ชื่อเรื่อง ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การวางแผน งานต้นแบบลงแท่นเครื่องเสียง ทำอย่างไร ....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานต้นแบบ การลงแท่นเครื่องเสียง ทำอย่างไร ......
....
....
....

	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. สามารถเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถวัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

<u>สมรรถนะ</u>

1. อธิบายการเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้อง
2. สร้างแท่นเครื่องเสียงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายการวัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ได้ถูกต้อง
4. วัดและทดสอบเสียงอินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. ไฟล์แบบหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเสียง V2016-L3 (.pdf) 1 ไฟล์
2. แผ่นยางรองตัด 30x45 ซม. (A3) หรือ 60x45 ซม. (A2) 1 แผ่น
3. มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง 1 ตัว
4. กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120 1 แผ่น
5. ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) 1 ด้าม
   ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)
6. สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก 1 เครื่อง
7. ดอกสว่านเจาะเหล็ก และ 3mm 1 ชุด
8. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 ^{o}C 220V 60W 1 ชุด
   หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W 1 ตัว
9. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand) 1 ตัว
10. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux) 1 ตลับ

	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

11. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์ 1 ขวด
12. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40 0.1 ปอนด์
13. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น 1 ชิ้น
14. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด 1 ม้วน
15. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ 1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

คำแนะนำ

1. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
2. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้<u>เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง</u> เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

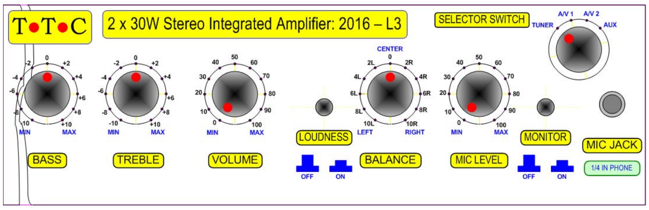
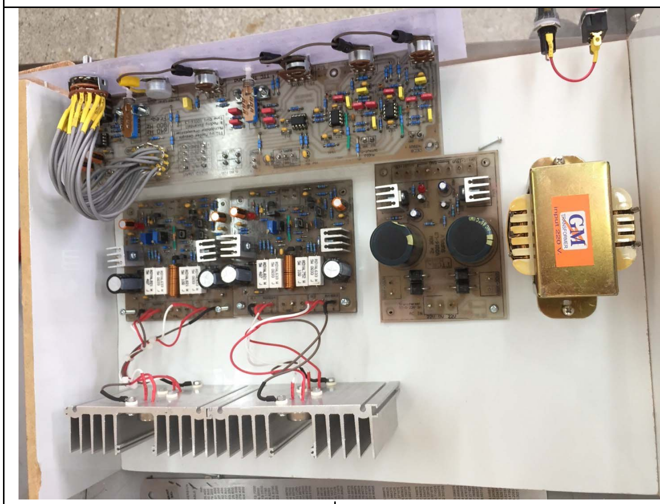
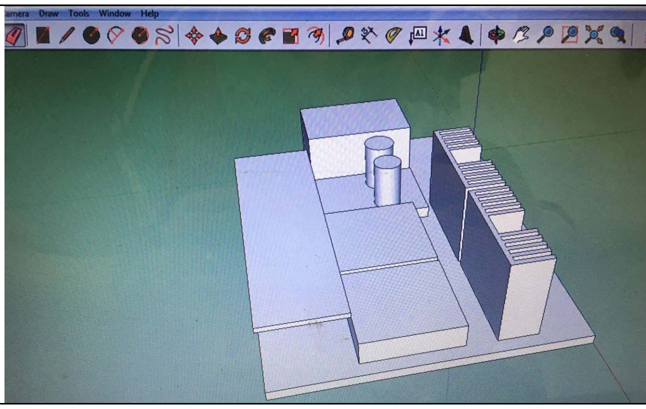
ข้อควรระวัง

1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุด และเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ็อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้

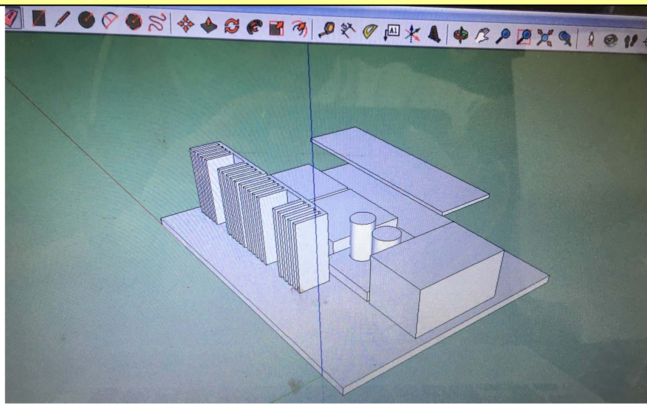
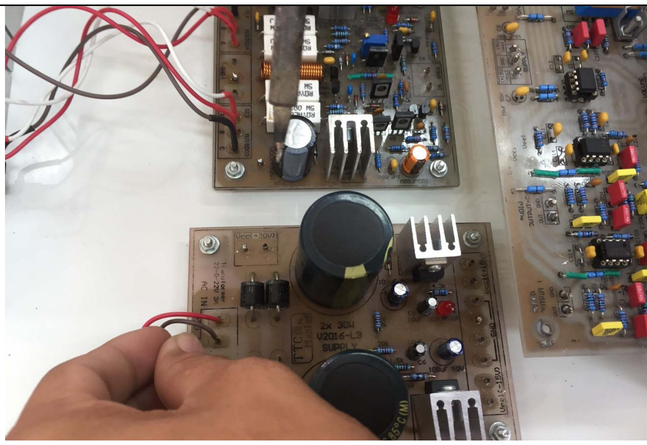
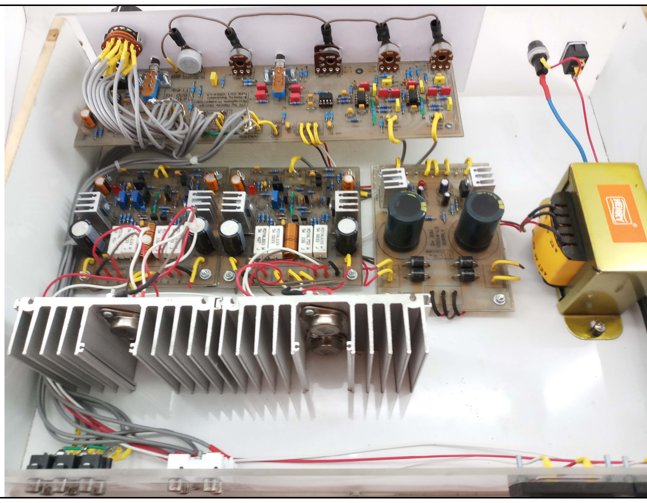
	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

6. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

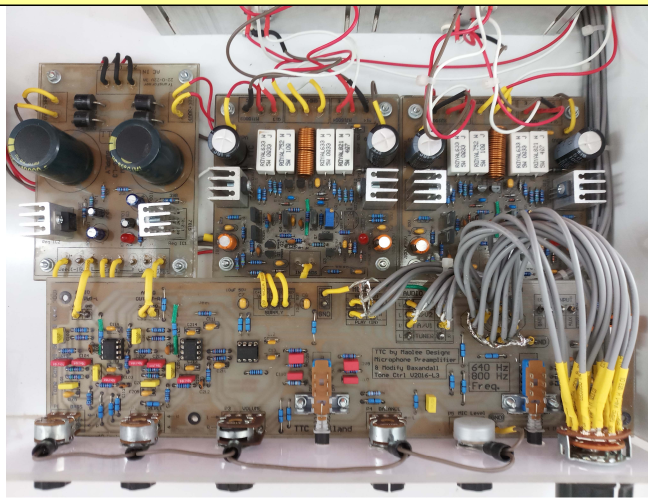
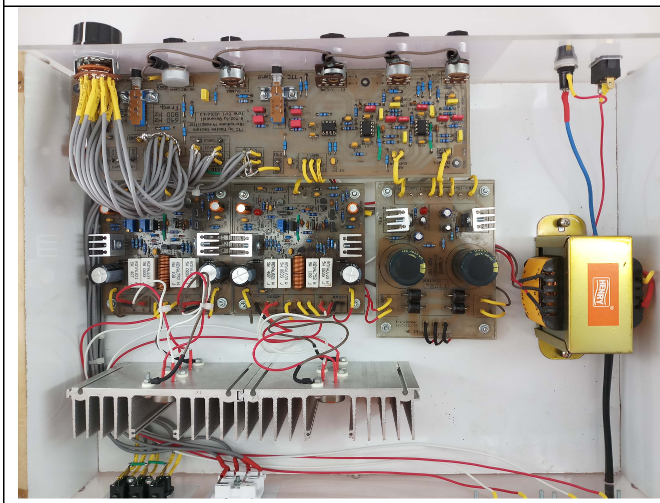
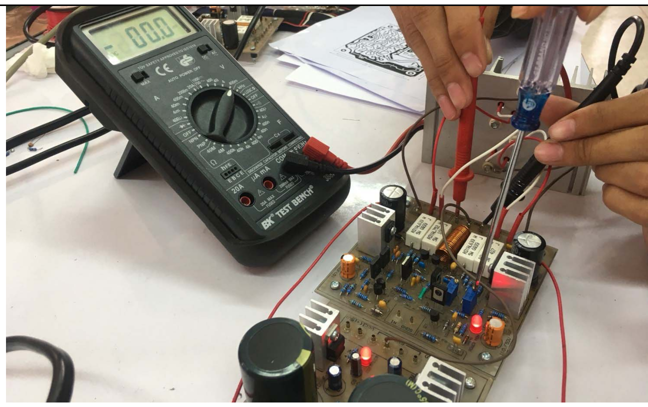
<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	แท่นเครื่องเสียง ที่ได้ติดตั้งส่วนประกอบลงภายในแท่นเครื่องเสียง พร้อมทั้งติดตั้งส่วนประกอบสำหรับหน้าปัดด้านหน้าและด้านหลังแท่นเครื่องเสียง (ใบงานที่ 5.2)	 รูปหน้าปัดด้านหน้ามุมมองใช้งานเครื่องเสียง V2016-L3  ผลงาน ลงแท่นเครื่องเสียง V2016-L3
2	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) ชนิด google sketchup skb file (.skb)	

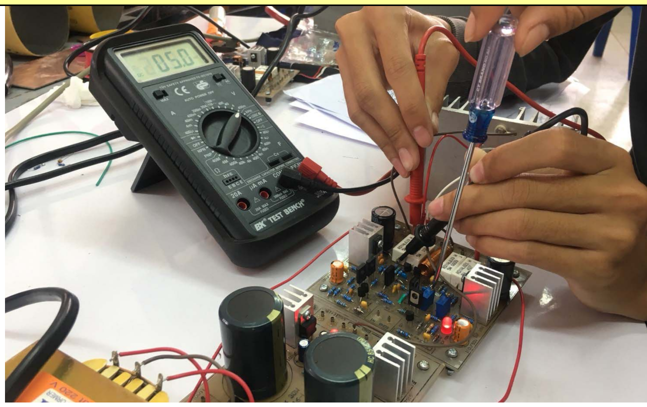
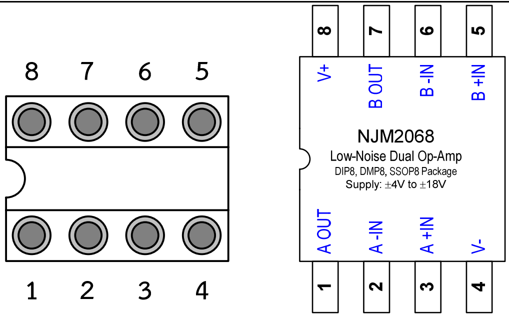
	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
2 (ต่อ)	ไฟล์แบบวางแผนแท่นเครื่องเสียง V2016-L3 (.skb) ชนิด google sketchup skb file (.skb)	
3	ต่อสายไฟ และสายสัญญาณแต่ละ PCB ให้ครบ โดยใช้จุดกราวด์รวมจุดเดียวอยู่ที่ (Star ground) อยู่ที่กราวด์ของ PCB แหล่งจ่ายไฟ	
4	ผลงานสร้างแท่นเครื่องเสียงลงแท่น และเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียงเรียบร้อยแล้ว	

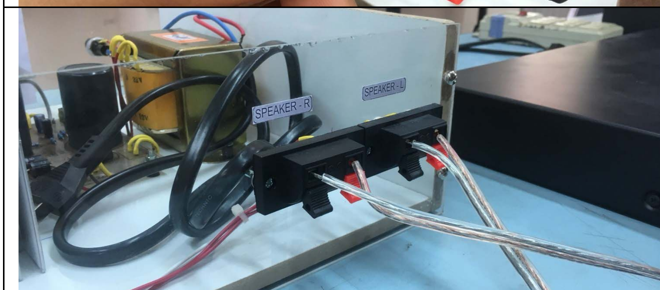
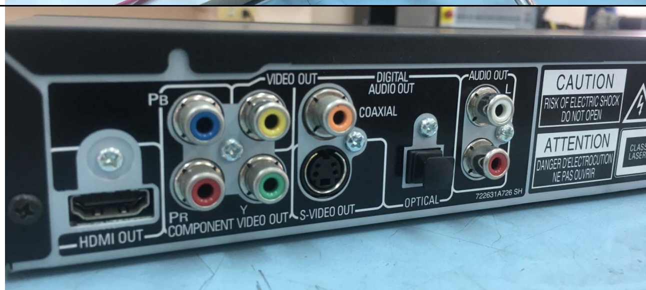
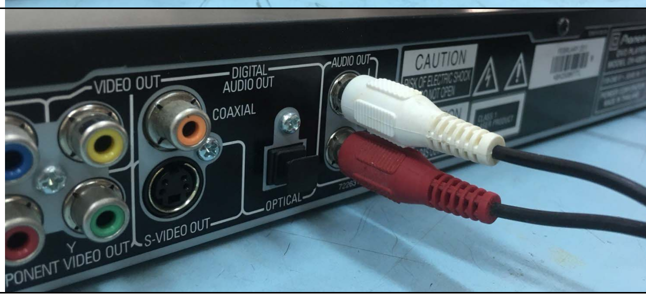
	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
4 (ต่อ)	ผลงานสร้างแท่นเครื่องเสียงลงแท่น และเดินสายภายในแท่นเครื่องเสียงเรียบร้อยแล้ว บันทึก การปฏิบัติงาน ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ส่งตรวจผลงาน	 
5	เปิดสวิทช์ไฟเพาเวอร์ “ON” ตรวจสอบซ้ำพร้อมในการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ แรงดันเอาท์พุท ≅ 0V DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ Zero Adj VR2 หมายเหตุ มีการตรวจสอบซ้ำเนื่องจากเป็นงานต้นแบบ	

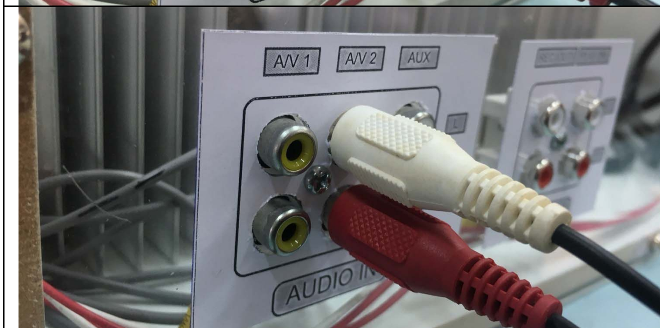
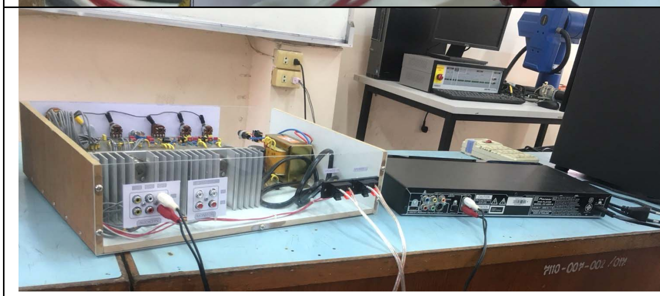
	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
6	เปิดสวิทซ์ไฟเพาเวอร์ “ON” ตามขั้นตอน ข้อ 5 (ปฏิบัติต่อ) ตรวจสอบซ้ำพร้อมในการทำงานวงจรเพาเวอร์แอมป์ วัดแรงดันแรงดันตกคร่อม R27 และ R28 ≅ 5mV DC หากคลาดเคลื่อนให้ทำขั้นตอนปรับ IDLE CURRENT Adj VR1	 โดย วัดกระแสในรูปของแรงดัน (วัดโดยอ้อม): I = E/R กระแสไอเดิล (Idle current) = 15mA @ No – Input
7	ตรวจสอบซ้ำแรงดันเอาท์พุทที่ขาไอซีทุกตัวของวงจรปรีโทน - วัดแรงดันเอาท์พุทของไอซี ขา 1, 7 เทียบกับ GND - Output ไอซีขา 1 และ 7 - ต้องได้แรงดัน ≈ 0V DC หากมีข้อผิดพลาดให้แก้ไข	 รูปแสดงการนับขาของซ็อกเก็ตไอซีและไอซี เริ่มนับที่บาก
8	จัดวาง สเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) แผ่น CD หรือเครื่องเล่น MP3 พร้อมสายลำโพง และสายสัญญาณ RCA	

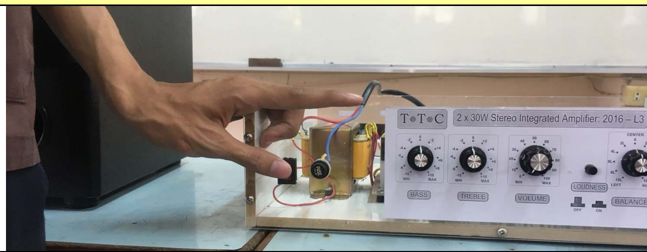
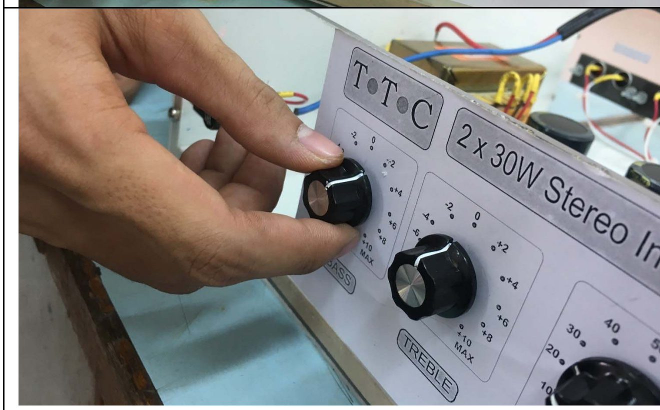
	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
9	ต่อสายลำโพงกับขั้วลำโพงของตู้ลำโพงให้ถูกต้องตรงกับขั้วตามเครื่องหมาย หรือรหัสสี โดยสีแดงขั้วบวก สีดำขั้วลบ	
10	ต่อสายลำโพงกับขั้วลำโพงของสเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ให้ถูกต้องตรงกับขั้วตามเครื่องหมาย หรือรหัสสี โดยสีแดงขั้วบวก สีดำขั้วลบ และแชนแนลซ้าย-ขวา	 
11	ต่อสายสัญญาณ RCA กับขั้ว RCA ของแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3 ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนล หรือรหัสสี โดยสีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	 

	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
12	ต่อสายสัญญาณ RCA กับขั้ว RCA อินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ ให้ตรงแชนแนลซ้าย (L) – ขวา (R) ตามเครื่องหมายระบุแชนแนล หรือรหัสสี โดยสีแดง (RED) เป็นแชนแนลขวา (RIGHT: R) สีขาว (WHITE) เป็นแชนแนลซ้าย (LEFT: L)	  
10	เปิดไฟ “ON” สวิทช์เพาเวอร์ของแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3	
11	เปิดสัญญาณ/เลือก (เล่นเพลง/PLAY) แหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) หรือเครื่องเล่น MP3	

	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
12	เปิดไฟ “ON” สวิทช์เพาเวอร์ของอินทริเกรตแอมป์	
13	ศึกษาการใช้งานปุ่มปรับ: - SELECTOR - VOLUME - BALANCE - LOUDNESS - BASS - TREBLE - MONITOR SWITCH <u>บันทึก</u> การใช้งานปุ่มปรับ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------	
14	ปรับแต่งเสียง เครื่องขยายเสียงได้ถูกต้องตามความต้องการ และตามสมดุลเสียง [Tonal Balance]	

	ใบงาน ที่ 5.3	หน่วยที่ 5
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 16
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การประกอบลงแท่นเครื่องเสียง		ใบงานรวม 10 หน้า
ชื่อเรื่อง เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง วัดและทดสอบเสียง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
16	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงาน</u> <u>และส่งตรวจสาธิตการวัด</u>	
17	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานต้นแบบ เดินสายภายในแท่นเครื่องเสียง ทำอย่างไร ....
....
....
....

2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานต้นแบบ วัดและทดสอบเสียงสเตอริโออินทริเกรตแอมปลิไฟเออร์ทำอย่างไร และได้ผลเป็นอย่างไร ....
....
....
....
....
....

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 6</td><td>หน่วยที่ 6</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 17 - 18</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 6 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง</td><td>ใบงานรวม 4 หน้า</td></tr>
</table>

สาระสำคัญของใบงาน

ลำโพงทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียง (พลังงานไฟฟ้า) ให้เป็นเสียง (พลังงานกล) แบ่งตามการตอบสนองย่านเสียงได้เป็น 2 ย่าน คือ ลำโพง Woofer ตอบสนองย่านความถี่ต่ำ และลำโพง Tweeter ตอบสนองย่านความถี่สูง และหากแบ่งตามการตอบสนองย่านเสียงเพิ่มเติมได้เป็น 3 ย่าน โดยเพิ่มลำโพง Mid Range ตอบสนองย่านความถี่กลาง หรือยังแบ่งเพิ่มเติมได้อีกมีลำโพง Subwoofer ตอบสนองย่านความถี่ต่ำมาก

ตู้ลำโพงทำหน้าที่ป้องกันเสียงความถี่ต่ำจากด้านหน้าและด้านหลังหักล้างกันและเป็นสาเหตุให้เสมียงเบสเบาลง และพนังลำโพงยังทำหน้าที่ป้องกันเสียงความถี่กลางขึ้นไปรบกวนกันอีกด้วย วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง แบ่งแยกความถี่ที่แหมาะสมส่งออกไปยังลำโพงแต่ละชนิดตามที่ต้องการ วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง “แบบเฟิร์ทออร์เดอร์” แบบของวงจรเป็นเอาท์พุทจาก C ไปยังลำโพงทวิตเตอร์ (Tweeter) จาก L ไปยังลำโพงวูฟเฟอร์ (Woofer) กรณีวงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง “แบบเซ็คเก็นออร์เดอร์” ต้องต่อลำโพงตัวนั้นจากวงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คแบบกลับขั้ว การทดสอบเสียงจากตู้ลำโพง “ในห้องฟังเพลง” ต้องวางลำโพงเบื้องต้น ให้วางลำโพงห่างกัน 1.6 เมตร และห่างจากพนังด้านหลังหนึ่งในสามของห้องฟังเพลงและหันหน้าลำโพงเข้าสู่จุดผู้ฟังบริเวณหัวไหล่ห่างจากพนังด้านหลังระยะสองในสาม การเรียนรู้ประกอบตู้ลำโพงและประเมินผลงานที่ได้ แบ่งเป็นใบงานได้ ดังนี้

ใบงานที่ 1.1 ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง

ใบงานที่ 1.2 วัดและทดสอบลำโพง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถวัดและทดสอบลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า

สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้อง
2. ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายการวัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้อง
4. วัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค (Passive Crossover Network for Loud Speaker) มีข้อมูลแบบย่อดังนี้

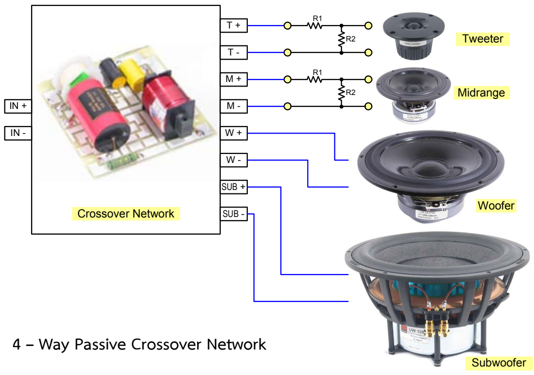
Loud Speaker Driver เป็น Electrical – to – Mechanical Energy Transducer โดยที่ลำโพงที่นิยมใช้จะเป็นชนิด Dynamic มีหลักการทำงานคือ ขดลวดไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กตามสัญญาณไฟฟ้า และใช้ขดลวดไฟฟ้าเป็นตัวพาให้แผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ตาม เพื่อกำเนิดเสียง โดยที่ Loud Speaker มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

1. ย่านการตอบสนองความถี่ (Frequency Response): Woofer, Midrange, Tweeter
2. ความไวในการตอบสนอง (Sensitivity): 102 dB; 30 Hz – 150 Hz (dB-SPL, 1W @ 1m)
3. ความต้านทานไฟฟ้า (Impedance): 8 Ohms (Ω)
4. พิกัดการทนกำลัง (Power Rating):
    - Transducer Power Rating (AES standard) = 1800 W
    - Program Power = 3600 W
    - Peak Power = 10,000 W

ย่านการตอบสนองความถี่ของนั้นลำโพงนี่เอง ที่ทำให้ต้องมีการจัดแบ่งความถี่ของสัญญาณให้เป็นช่วงตามที่ลำโพงนั้นๆ ตอบสนองได้ดี เพื่อให้ลำโพงเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นเสียง โดยมีการผิดเพี้ยนและ Power Loss (ในรูปของความร้อน) ต่ำที่สุด โดยใช้ Crossover Network เป็นตัวแบ่งช่วงความถี่ ซึ่ง Crossover Network แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

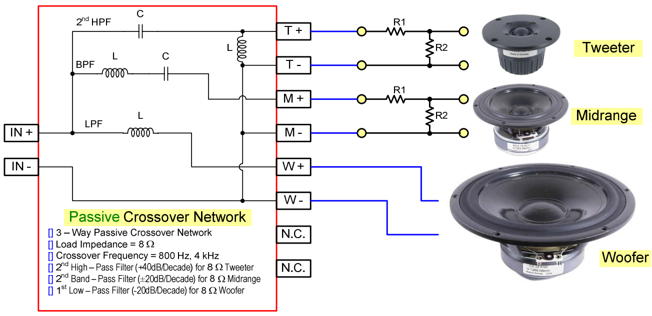
1. Active Crossover Network: ใช้กำลังน้อย ต่ออยู่ก่อน Power Amplifier (แยก P.A.)
2. Passive Crossover Network: ใช้กำลังมากตามพิกัดกำลังของลำโพง อยู่ในตู้ลำโพง

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า



4 – Way Passive Crossover Network

รูปที่ 6.1 แสดงการต่อลำโพงเข้ากับ PCB วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค



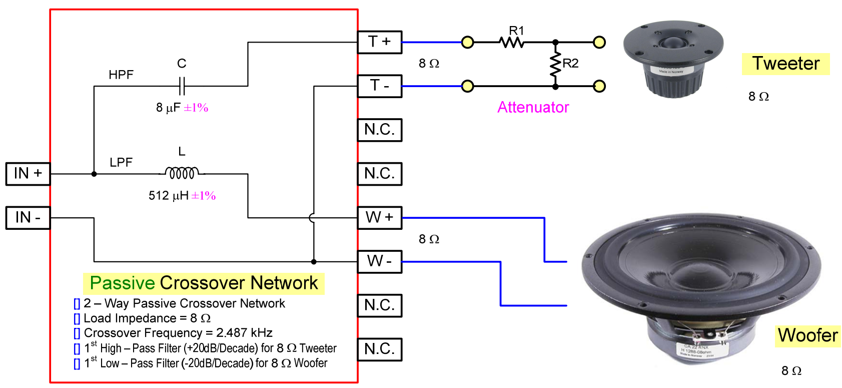
3 – Way Passive Crossover Network

รูปที่ 6.2 แสดงวงจรภานในของครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คชนิดเฟิร์สออเดอร์ แบบ 3 ทาง

Design formular:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_{HPF} \cdot R_{LOAD}}$$

$$L = \frac{R_{LOAD}}{2\pi \cdot f_{LPF}}$$



2 – Way Passive Crossover Network

รูปที่ 6.3 แสดงวงจรภานในของครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คชนิดเฟิร์สออเดอร์ แบบ 2 ทาง

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า

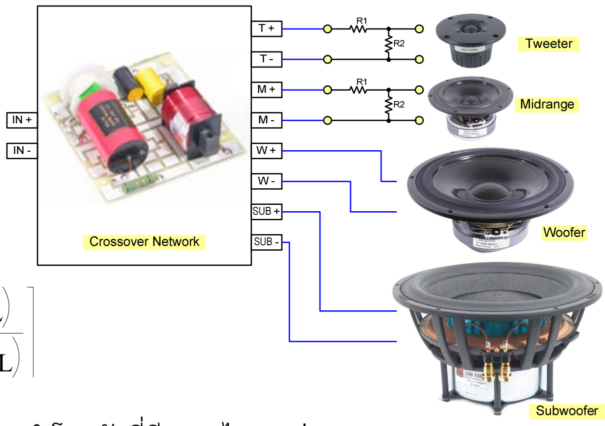
Speaker's Crossover Network Attenuation Calculation

L-Pad Network R1 and R2 (Parallel with RL) for Working Sysyem: $R_L \equiv 8$

$$R_1(Att\_dB) := \left[1 - 10^{\left(-\frac{Att\_dB}{20}\right)}\right] \cdot R_L$$

$$R_2(Att\_dB) := \left(R_L - R_1(Att\_dB)\right) \cdot \frac{R_L}{R_1(Att\_dB)}$$

$$Req(Att\_dB) := R_1(Att\_dB) + \left[\frac{\left(R_2(Att\_dB) \cdot R_L\right)}{\left(R_2(Att\_dB) + R_L\right)}\right]$$



ตารางที่ 6.1 L – PAD สำหรับลดทอน (Attenuation) ลำโพงตัวที่มีความไวสูงกว่า

Att [dB]	Speaker, R_L=8 Ohm		Speaker, R_L=4 Ohm	
	R1	R2	R1	R2
0	0	-	0	-
1.5	1.269	42.44	0.634	21.22
3	2.336	19.392	1.168	9.696
4.5	3.235	11.785	1.617	5.893
6	3.991	8.038	1.995	4.019
7.5	4.626	5.834	2.313	2.917
9	5.161	4.4	2.581	2.2
10.5	5.612	3.405	2.806	1.702
12	5.99	2.684	2.995	1.342
13.5	6.309	2.144	3.155	1.072
15	6.577	1.73	3.289	0.865
16.5	6.803	1.408	3.402	0.704
18	6.993	1.152	3.496	0.576
19.5	7.153	0.948	3.576	0.474
21	7.287	0.783	3.643	0.391
22.5	7.4	0.649	3.7	0.324
24	7.495	0.539	3.784	0.269
25.5	7.575	0.449	3.788	0.224
27	7.643	0.374	3.821	0.187
28.5	7.699	0.312	3.85	0.156
30	7.747	0.261	3.874	0.131

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>ใบงาน ที่ 6.1</td><td>หน่วยที่ 6</td></tr>
<tr><td>หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556</td><td>สอนครั้งที่ 17</td></tr>
<tr><td>รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง</td><td>เวลา 3 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง</td><td>ใบงานรวม 11 หน้า</td></tr>
<tr><td colspan="3">ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง</td></tr>
</table>

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้อง
2. ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	ตู้ลำโพงเปล่าสำหรับประกอบลำโพง ขนาด 8 นิ้ว 2 ทาง	1 คู่
2.	ลำโพง Woofer ขนาด 8 นิ้ว ยี่ห้อ TAK, Model: Professional Speaker	1 คู่
3.	ลำโพง Tweeter ยี่ห้อ OBOM, Model: TW.S.05	1 คู่
4.	วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค ยี่ห้อ SPECTRUM รุ่น ST - 102 N, 3kHz	1 คู่
5.	ขั้วลำโพงสำหรับตู้ลำโพง	1 คู่
6.	ใยโพลีเอสเตอร์วัสดุซับเสียงภายในตู้ลำโพง	2 ก้อน
7.	กาวยางสำหรับยึดใยโพลีเอสเตอร์วัสดุซับเสียงภายในตู้ลำโพง	1 กระป๋อง
8.	ชุดน๊อต – สกรู ประกอบตู้ลำโพง	2 ชุด
9.	สายลำโพง สำหรับภายในตู้ลำโพง	6 เมตร
10.	คีมตัด (คีมปากนกแก้ว) ขนาดเล็กสำหรับตัดขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
11.	คีมปอกสายไฟ หรือคีมอเนกประสงค์ (Multi - purposes Pliers) คีมย้ำหางปลา – ตัดสายไฟ – ปอกสายไฟ ยาว 220mm หรือ 240mm	1 ตัว
12.	คีมจับ (คีมปากจิ้งจก) ขนาดเล็กสำหรับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1 ตัว
13.	ไขควงปากแฉก (Phillips screwdrivers) ขนาดกลาง (สกรู 3 mm)	1 ตัว
14.	ท่อหด (Heat Shrink Tube) เส้นผ่าศูนย์กลาง เบอร์ 2.5mm หรือ 3mm	1 เส้น

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

15. เครื่องมือเป่าลมร้อน	1 ตัว
16. สิ่วสกัดไม้เล็ก ปากขนาด 1/4 นิ้ว	1 ตัว
17. ค้อนหงอนงานไม้	1 ตัว
18. มีดคัตเตอร์พร้อมใบสำรอง	1 ตัว
19. ไม้บรรทัดฟุตเหล็ก 12 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว	1 อัน
20. กระดาษทรายขัดเหล็ก เบอร์ 80 ถึง 120	1 แผ่น
21. ปากกาเคมีกันน้ำ (เพอร์มาเน้นท์: Permanent) สีเข้ม (ดำ น้ำเงิน) ขนาดหัวปากกา 1 mm (เบอร์ M)	1 ด้าม
22. สว่านไฟฟ้า ใช้กับดอกสว่านเล็ก	1 เครื่อง
23. ดอกสว่านเจาะเหล็ก 2mm และ 3mm	1 ชุด
24. ชุดหัวแร้งบัดกรี ปรับอุณหภูมิได้ 200 – 450 °C 220V 60W	1 ชุด
หรือหัวแร้งบัดกรีแบบแช่ (Soldering Iron) ขนาด 30W – 40W	1 ตัว
25. แท่นวางหัวแร้งบัดกรี (Solder Stand)	1 ตัว
26. ตัวประสานชนิดไม่กัดกร่อน (Non – Corrosive Flux)	1 ตลับ
27. น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ (PCB Cleaner) หรือ ทินเนอร์	1 ขวด
28. ตะกั่วบัดกรีเส้น (Solder wire) มีฟลักซ์ในตัว ชนิด 60/40	0.1 ปอนด์
29. หน้ากากอนามัย/คาร์บอน/กันสารเคมี/กันฝุ่น	1 ชิ้น
30. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
31. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

ข้อมูลเพิ่มเติมประกอบสำหรับอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง

1. ลำโพง Woofer ขนาด 8 นิ้ว ยี่ห้อ TAK, Model: Professional Speaker, Power 200 Watts, Impedance: 4 - 8 Ohms
2. ลำโพง Tweeter ยี่ห้อ OBOM, Model: TW.S.05, Power 100 - 150 Watts, Sensitivity 103 dB, Usable Frequency: 1.5kHz - 12 kHz

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

3. Passive Crossover Network, ยี่ห้อ SPECTRUM รุ่น ST - 102 N DIVIDING NETWORK 2 WAY, IMPEDANCE = 8 Ohms, CROSSOVER FREQ = 3kHz, LOW = 6 dB/OCT, HIGH = 12 dB/OCT f

การประกอบลำโพงเข้ากับวงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค กรณีเฟิร์สออเดอร์ไม่ต้องกลับขั้วลำโพง (ขั้วลบของลำโพงต่อลงกราวด์) กรณีเซ็คกันออร์เดอร์ต้องกลับขั้วลำโพง (ขั้วบวกต่อลงกราวด์)

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

คำแนะนำ

1. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีโดยเช็ดด้วยวัสดุฟองน้ำเปียกชื้น หรือใช้ฟลักซ์ชนิดครีมทาชนิดไม่กัดกร่อนช่วยในการทำความสะอาด
2. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งทุกครั้งที่ใช้งานเสร็จ และให้เคลือบปลายหัวแร้งบัดกรีด้วยลวดตะกั่วบัดกรีใหม่หลังการใช้งานทุกครั้ง เพื่อป้องกันการเกิดอ๊อกซิเดชั่น

ข้อควรระวัง

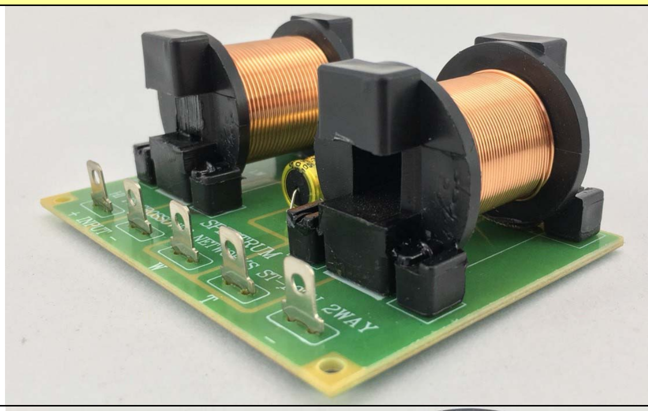
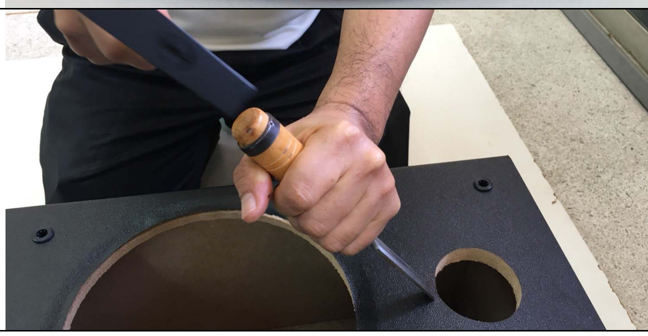
1. การใช้มีดคัตเตอร์ให้ความปลอดภัย ให้ปลายใบมีดโพล่ออกมาจากส่วนด้ามจับสั้นที่สุดและเมื่อใช้งานเสร็จสิ้นแล้วต้องเลื่อนเก็บใบมีดไว้ในด้ามเสมอ
2. หัวแร้งบัดกรีขณะใช้งานเป็นเครื่องมือที่มีอันตรายจากความร้อน ขณะพักใช้งานชั่วคราวต้องวางไว้ในแท่นวางหัวแร้งบัดกรีเท่านั้น
3. การใช้งานหัวแร้งบัดกรี น้ำยาเคมี เช่น น้ำยาทำความสะอาดแผ่นปริ๊นท์ น้ำยาเคลือบแผ่นปริ๊นท์ ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
4. การใช้งานสว่านไฟฟ้า ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. ห้ามเคาะหัวแร้งบัดกรีกับวัตถุที่แข็งเพื่อขจัดเศษตะกั่วบัดกรี ห้ามขจัดอ๊อกไซด์สีดำที่ปลายหัวแร้งด้วยการตะไบหรือขูดด้วยวัสดุที่มีคม เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุเคลือบปลายหัวแร้งบัดกรี ทำให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเสียหายเปียกตะกั่วไม่ได้
6. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับขั้นการปฏิบัติ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	เตรียมอุปกรณ์ประกอบลำโพง ตู้ลำโพงเปล่าสำหรับประกอบลำโพง ขนาด 8 นิ้ว 2 ทาง ลำโพง Woofer ขนาด 8 นิ้ว ลำโพง Tweeter วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค ขั้วลำโพงสำหรับตู้ลำโพง ใยโพลีเอสเตอร์วัสดุซับเสียงภายในตู้ลำโพง และฐานฟิวส์ชนิดยึดแท่น	  

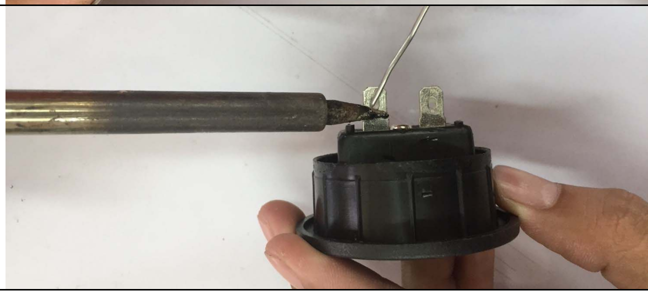
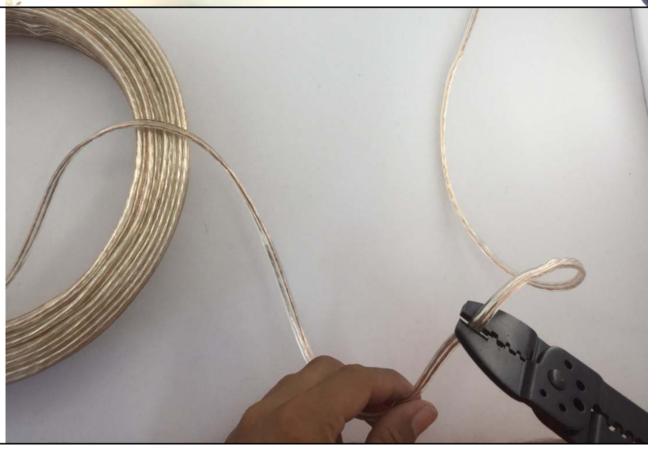
	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1 (ต่อ)	เตรียมอุปกรณ์ประกอบลำโพง (ต่อ)	  
2	ใช้สิ่วสกัดไม้เล็ก เซาะช่องขยายรูสำหรับสอดขั้วลำโพง Tweeter	

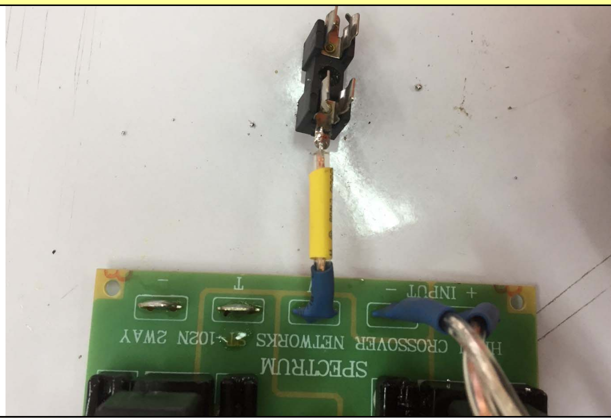
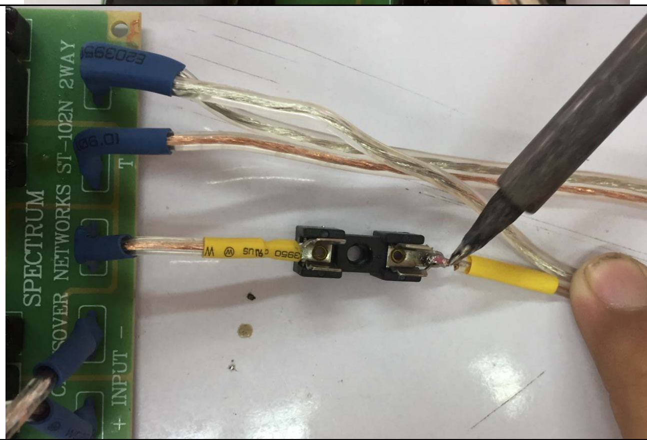
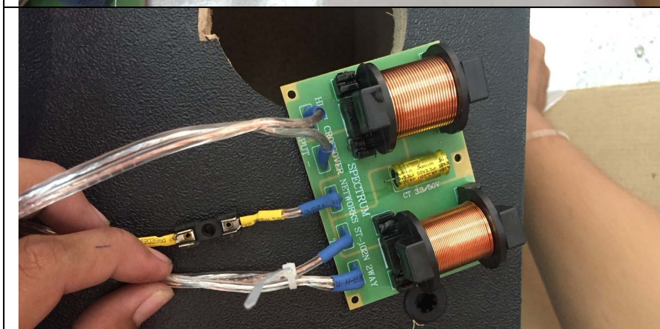
	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
3	ดัดขาขั้วลำโพง Tweeter ไปด้านหลัง	 
4	เคลือบตะกั่ว/เปียกตะกั่ว ขั้วสายอุปกรณ์ที่ต้องบัดกรีต่อสายเข้าด้วยกัน	 

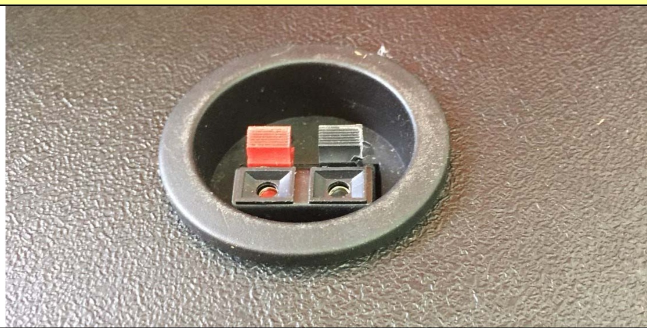
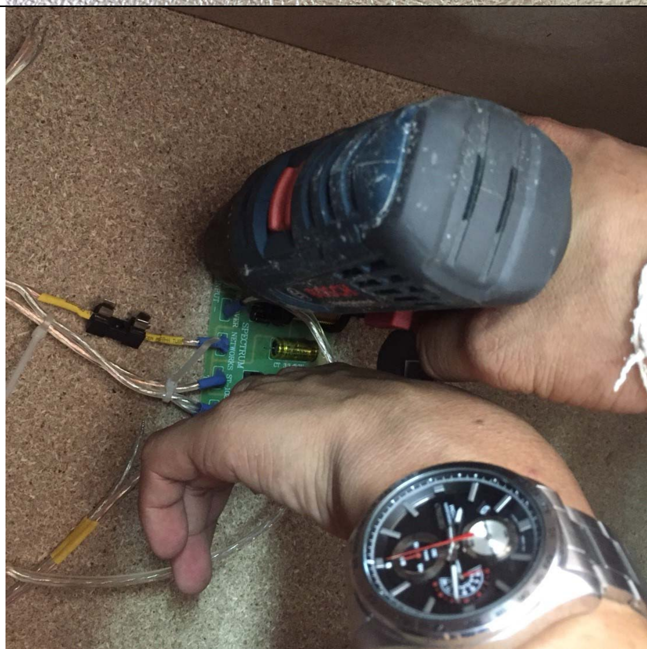
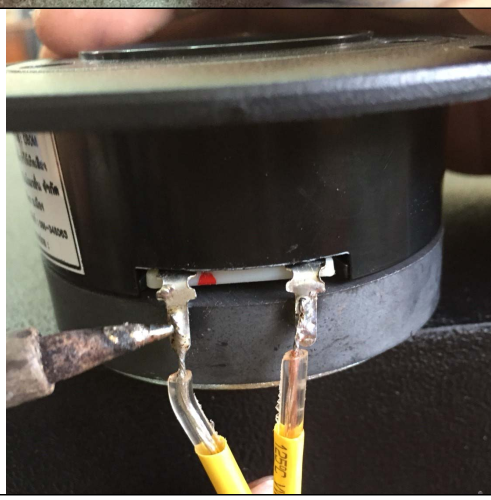
	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**รูปประกอบการปฏิบัติงาน**
4 (ต่อ)	เคลือบตะกั่ว/เปียกตะกั่ว ขั้วสายอุปกรณ์ที่ต้องบัดกรีต่อสายเข้าด้วยกัน	 
5	จัดวางเลย์เอ้าท์ (Layout) การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตู้ลำโพง สังเกตุตำแหน่งและเตรียมวัดความยาวตัดสายลำโพงสำหรับต่อวงจร	
6	ตัดสายลำโพงสำหรับใช้ต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน ความยาวให้พอเหมาะ โดยเฉพาะช่วงต่อเข้ากับลำโพงต้องมีเพียงพอ โดยให้หย่อนกรณีบัดกรีขั้วสายขณะวางดอกลำโพงไว้บนหน้าตู้ลำโพง	

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
7	บัดกรีอุปกรณ์ประกอบตู้ลำโพงเข้าด้วยกัน ก่อนต่อสายปอกสายตัวนำยาวพอเหมาะ บิดตีเกลียวสายตัวนำและเปียกตะกั่วตัวนำปลายสายก่อนใช้งานเสมอ	
8	บัดกรีอุปกรณ์ประกอบตู้ลำโพงเข้าด้วยกัน และบริเวณขั้วสายบัดกรีให้หุ้มท่อหดด้วย <u>หมายเหตุ</u> ใช้ฟิวส์กับลำโพง Woofer สำหรับป้องกันไฟดีซีจากเพาเวอร์แอป์ที่เสียหาย	 
9	กรีดหนังหุ้มตู้ลำโพงช่องใส่ขั้วลำโพงด้วยมีดคัทเตอร์	

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
10	ประกอบขั้วลำโพง โดยดันขั้วลำโพงจากพนังด้านหลังนอกตู้ลำโพงทางช่องใส่ขั้วลำโพง (ผ่านทางหนังหุ้มตู้ลำโพงที่กรีดไว้แล้ว) โดยใช้แรงมาก	
11	ยึด PCB วงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์คที่ต่อสายแล้วเข้ากับพนังด้านหลังภายในตู้ลำโพง	
12	บัดกรีต่อลำโพง Tweeter	

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
13	บัดกรีต่อลำโพง Woofer	
14	ยึดลำโพง Tweeter เข้ากับตู้ลำโพง	
15	ยึดลำโพง Woofer เข้ากับตู้ลำโพง	

	ใบงาน ที่ 6.1	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 11 หน้า
ชื่อเรื่อง ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
14	<u>บันทึก</u> ผลงานการปฏิบัติงาน ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ ------------------------------------ <u>ส่งตรวจผลงาน</u>	
15	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

<u>สรุปและอภิปรายผล</u>

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงทำอย่างไร ....
....
....
....
....
....
....
....

	ใบงาน ที่ 6.2	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบลำโพง		

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถวัดและทดสอบลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
2. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียงและอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
3. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

สมรรถนะ

1. อธิบายการวัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้อง
2. วัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แบบตัวอย่าง 30W Stereo Integrated Amplifier	1 เครื่อง
2. ลำโพงแบบมาตรฐาน จำนวน	1 คู่
3. แหล่งกำเนิดเสียง เครื่องเล่น CD DVD TUNER โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ	1 ชนิด
4. สายลำโพง 2 แกน (Core) ยาวประมาณ 2.0 – 2.5 เมตร จำนวน	2 เส้น
5. สายสัญญาณ 3.5mm Stereo (TRS) – to – RCA Jack	1 เส้น
6. สายสัญญาณ Stereo RCA – to – RCA Jack	1 เส้น
7. กระดาษทิชชู สำหรับเช็ดทำความสะอาด	1 ม้วน
8. สบู่เหลวล้างมือ หรือสบู่ก้อนล้างมือ	1 ชิ้น

ความรู้เชิงปฏิบัติการ

การประกอบลำโพงเข้ากับวงจรครอสโอเวอร์เน็ทเวอร์ค กรณีเฟิร์สออเดอร์ไม่ต้องกลับขั้วลำโพง (ขั้วลบของลำโพงต่อลงกราวด์) กรณีเซ็คกันออร์เดอร์ต้องกลับขั้วลำโพง (ขั้วบวกต่อลงกราวด์) และลำโพง Woofer โดยปกติจะต่อแบบไม่กลับขั้ว ดังนั้นหากป้อนไฟดีซีขนาดเล็กเช่นจากมิเตอร์เข็มย่าน x1 ให้ขั้วลำโพงด้านนอกตู้ลำโพง จ่ายไฟบวกให้ขั้วบวก (สีแดง) และจ่ายไฟลบให้ขั้วลบ (สีดำ) กรวยของลำโพงต้องเคลื่อนออกมา หากจ่ายไฟกลับกรวยของลำโพงต้องเคลื่อนเข้าไป ให้ถูกต้องทั้งสองข้าง หากลำโพงคู่ที่ใช้งานต่อกลับขั้วกันทดสอบใช้งานจะให้เสียงเบสเบากว่าเสียงต่ำมากจะหาย

	ใบงาน ที่ 6.2	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบลำโพง		

ตัวประสานหรือฟลักซ์ (Soldering Flux) หรือยางสน (Rosin) ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ให้ใช้ชนิดไม่กัดกร่อนโดยไม่ต้องล้างออกเมื่อใช้งานเสร็จ ชนิดครีมทา (Rosin flux paste) เนื้อครีมสีขาวขุ่นบรรจุตลับ เช่นใช้ในงานเคลือบแผ่นปริ๊นท์โดยทาให้ทั่วพื้นผิวทองแดงก่อนเคลือบตะกั่ว

ปลายหัวแร้งบัดกรีสร้างจากแท่งทองแดง ส่วนปลายบัดกรีเคลือบด้วยวัสดุที่ช่วยให้ปลายหัวแร้งบัดกรีเปียกตะกั่วได้ การทำความสะอาดปลายหัวแร้งบัดกรีต้องไม่ทำให้วัสดุเคลือบนี้เสียหาย

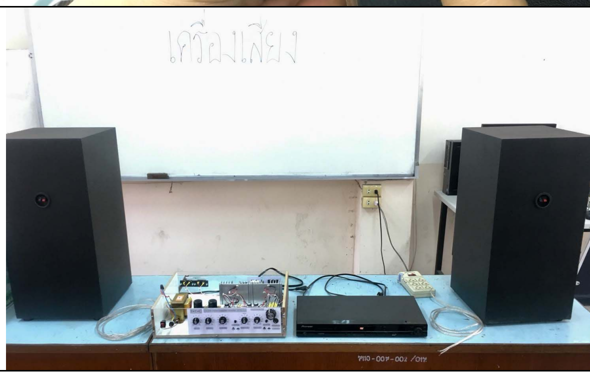
<u>คำแนะนำ</u>

1. ให้เลือกใช้เต้ารับที่มีช่องเสียบแน่น (ปลั๊กตัวเมีย/เอาท์เลท/AC Outlet) สายไฟไม่มีรอยรั่ว ให้เสียบปลั๊กและดึงปลั๊ก (ปลั๊กตัวผู้ /AC Plug) ที่ตัวปลั๊ก ไม่ดึงปลั๊กที่สายไฟ
2. เสียบสายและดึงสายแจ๊ค ด้วยแรงพอเหมาะที่ตัวแจ๊ค ไม่ดึงสายแจ๊คที่สายสัญญาณ

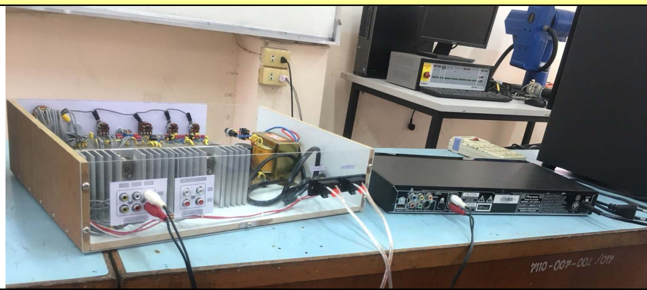
<u>ข้อควรระวัง</u>

1. ใช้งานปลั๊กพ่วงด้วยความระมัดระวัง และเมื่อเลิกใช้งานงานต้องถอดปลั๊กและจัดเก็บในที่จัดเก็บให้ถูกต้อง สะอาด เรียบร้อย
2. ให้ต่อสายสัญญาณจากเอาท์พุทเข้ากับอินพุท ห้ามต่อเอาท์พุทเข้ากับเอาท์พุทเด็ดขาด
3. เมื่อเลิกจากการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ให้ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

<u>ลำดับขั้นการปฏิบัติ</u>

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
1	ตรวจสอบขั้วลำโพง Woofer ด้วยมิเตอร์เข็ม หากถูกต้องให้ทดสอบเสียงต่อไป	
2	จัดวาง สเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องเล่น DVD หรือ CD) แผ่น CD หรือเครื่องเล่น MP3 พร้อมสายลำโพง และสายสัญญาณ RCA	

	ใบงาน ที่ 6.2	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
3	ต่อสายลำโพงให้ถูกขั้วและต่อสายสัญญาณตามที่ต้องการ	
8	จัดวาง สเตอริโออินทริเกรต แอมปลิไฟเออร์ ลำโพง และแหล่งกำเนิดเสียง ไปทิศทางผู้รับฟัง การจัดวางตู้ลำโพงเบื้องต้นให้วางห่างกัน 1.6 m และวางห่างจากผนังห้องด้านหลัง 1 ใน 3 ของระยะลึก	
15	ปรับแต่งเสียง เครื่องขยายเสียงได้ถูกต้องตามความต้องการ และตามสมดุลเสียง [Tonal Balance]	
16	- บันทึกผลให้สมบูรณ์ - เขียนสรุปและอภิปรายผลให้สมบูรณ์ <u>ส่งตรวจผลงาน</u> <u>และส่งตรวจสาธิตการวัด</u>	

	ใบงาน ที่ 6.2	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า
ชื่อเรื่อง วัดและทดสอบลำโพง		

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบการปฏิบัติงาน
15	จัดเก็บวัสดุ ทำความสะอาด อุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดเก็บอย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบ และปลอดภัย ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและมือ	ไม่มีรูปประกอบ

สรุปและอภิปรายผล

1. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ งานวัดตรวจสอบขั้วลำโพง Woofer ในตู้ลำโพง ทำอย่างไร ....
....
....
....
....
....
....
....
2. จากข้อมูลของตนเองและเพื่อน ๆ การทดสอบเสียงจากตู้ลำโพงอย่างไร และได้ผลเป็นอย่างไร ....
....
....
....
....
....
....
....