งานพื้นฐานระบบเสียงและระบบภาพ

Basic Audio and Video System

สายัณต์ ชื่นอารมย์

งานพื้นฐานระบบเสียง และระบบภาพ

(Basic Audio and Video System)

รหัสวิชา 30105 - 0005

ใช้ได้กับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563
วิชาปรับพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
หลักสูตรปริญญาตรี และผู้ที่สนใจงานพื้นฐานระบบเสียงและระบบภาพทั่วไป

เรียบเรียงโดย
สายัณต์ ชื่นอารมย์

งานพื้นฐานระบบเสียงและระบบภาพ

(Basic Audio and Video System)

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับบล็อกไดอะแกรม หลักการทำงานของเครื่องรับวิทยุแบบ AM/FM และ FM MPX หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียง การวัดและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง ระบบเสียงและอุปกรณ์ประกอบ หลักการทำงานของระบบโทรทัศน์การทำงานของวงจรต่าง ๆ และหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องเล่นดีวีดี

ข้อมูลทางบรรณาณุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

สายัณต์ ชื่นอารมย์.

งานพื้นฐานระบบเสียงและระบบภาพ. -- กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2563.

160 หน้า.

1. อิเล็กทรอนิกส์. I. ชื่อเรื่อง.

621.38

ISBN 978-616-211-913-2

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย **บริษัท วังอักษร จำกัด**

วังอักษร

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com ID Line : wangaksorn

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางสำนักพิมพ์เท่านั้น ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้ เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

คำนำ

วิชางานพื้นฐานระบบเสียงและระบบภาพ (Basic Audio and Video System) รหัสวิชา 30105 - 0005 จัดอยู่ในหมวดวิชาปรับพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 8 บทเรียน **ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่เน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียน มุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ **และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ชี้แนะ (Teacher Role)** จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปใช้งานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังเป็นประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดี ทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาทวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

สายัณต์ ชื่นอารมย์

สารบัญ

บทที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียง 1

บทนำ 2
องค์ประกอบพื้นฐานของเครื่องขยายเสียง 2
วงจรขยายส่วนหน้า 3
วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม - แหลม 4
วงจรขยายกำลังที่ใช้ไอซีเบอร์ TDA2002 10
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 13
ใบงานที่ 1.1 วงจรปรีไมโครโฟน 18
ใบงานที่ 1.2 วงจรขยายกำลัง 8 วัตต์ 21

บทที่ 2 การวัดและทดสอบคุณสมบัติเครื่องขยายเสียง 24

บทนำ 25
ลักษณะสัญญาณเสียงรูปคลื่นไซน์ 25
การวัดและทดสอบอินพุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องขยายเสียง 27
การวัดและทดสอบกำลังไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง 28
การวัดและทดสอบการตอบสนองความถี่ของเครื่องขยายเสียง 31
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 34
ใบงานที่ 2 การวัดและทดสอบกำลังไฟฟ้า
จากวงจรขยายกำลัง 37

บทที่ 3 ระบบเสียงและอุปกรณ์ประกอบ 40

บทนำ 41
ระบบเสียงที่มีไว้ดูหนังฟังเพลง 41
ระบบเสียงกลางแจ้งชุดเล็ก 43
ระบบเสียงกลางแจ้งชุดใหญ่ 45
การเซตระบบเสียง 48

ขั้นตอนการทำงานของนักติดตั้งระบบเสียง 49
แก้ปัญหาให้กับระบบเสียง 50
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 51
ใบงานที่ 3 ระบบเสียงที่ใช้ดูหนังและฟังเพลง 53

บทที่ 4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ 55

บทนำ 56
องค์ประกอบของคลื่น 56
คลื่นที่ใช้ในการรับ - ส่งวิทยุ 58
ย่านความถี่ใช้ในการรับ - ส่งวิทยุทั่วไป 61
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 64
ใบงานที่ 4 คำนวณหาค่าความถี่ คาบเวลา และความยาวคลื่น 66

บทที่ 5 หลักการรับและการส่งของระบบวิทยุ 67

บทนำ 68
การผสมคลื่นวิทยุแบบ AM และ FM 69
บล็อกไดอะแกรมของการรับและการส่งคลื่นวิทยุ 71
บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับวิทยุ AM และ FM 73
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 77
ใบงานที่ 5 การวัดสัญญาณเสียงจากเครื่องรับวิทยุ FM 79

บทที่ 6 หลักการทำงานเครื่องรับวิทยุ AM 81

บทนำ 82
เครื่องรับวิทยุเอเอ็มที่มีการป้อนกลับ 82
เครื่องรับวิทยุเอเอ็มแบบซุปเปอร์เฮตเทอโรดายน์ 87
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 92
ใบงานที่ 6 วงจรเครื่องรับวิทยุเอเอ็มที่มีการป้อนกลับ 96

บทที่ 7 หลักการทำงานเครื่องรับวิทยุ FM และระบบ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 98

โครงสร้างภายในไอซี TDA7000 99
วงจรเครื่องรับวิทยุ FM 101
ระบบ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 103
ความถี่ที่ส่งมาของวิทยุ FM สเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 104
บล็อกไดอะแกรมเครื่องส่งวิทยุ FM ระบบสเตอริโอมัลติเพล็กซ์ 106
วงจร FM สเตอริโอดีมอดูเลเตอร์ 107
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 109
ใบงานที่ 7 วงจรเครื่องรับวิทยุ FM 114

บทที่ 8 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องรับโทรทัศน์และเครื่องเล่นซีดี/ดีวีดี 117

บทนำเกี่ยวกับโทรทัศน์ 118
ระบบเบื้องต้นของการส่งและรับโทรทัศน์ 119
ส่วนประกอบของเครื่องรับโทรทัศน์ขาว - ดำ 121
บล็อกไดอะแกรมเครื่องรับโทรทัศน์ขาว - ดำ 122
หลักการเครื่องรับโทรทัศน์สีเบื้องต้น 125
การอ่านทางเดินสัญญาณด้านภาพของโทรทัศน์สี 127
ระบบไอเอฟของภาพ 128
ระบบดีมอดูเลเตอร์และเอเอฟซีรุ่นใหม่ 130
ระบบไอเดนต์ภาพ 131
เครื่องเล่นซีดี/ดีวีดีเบื้องต้น 132
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 138
ใบงานที่ 8 การติดตั้งระบบเสียงและระบบภาพเบื้องต้น 140

คำถามเพื่อการทบทวน 142

คำศัพท์ 145

บรรณานุกรม

บทที่ 1

หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายองค์ประกอบพื้นฐานของเครื่องขยายเสียง
2. จำแนกวงจรขยายส่วนหน้า วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลม และวงจรขยายกำลังของเครื่องขยายเสียงแบบไฮไฟ
3. ทดสอบวงจรขยายส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับวงจรปรีไมโครโฟน
4. ทดสอบวงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลม แบบแพสซีฟและแอ็กตีฟ
5. อธิบายการทำงานวงจรขยายกำลังที่ใช้ไอซีเบอร์ TDA2002

บทที่ 1
หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียง

บทนำ

เครื่องขยายเสียง (Amplifier) มีบทบาทสำคัญยิ่งแก่มวลมนุษยชาติ ช่วยเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร เสียงเพลง และความบันเทิงทุกรูปแบบไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งเครื่องขยายเสียงถูกใช้ในบ้าน รถยนต์ กลางแจ้ง ห้องประชุม เป็นต้น

เครื่องขยายเสียงที่ดีมีประสิทธิภาพ จะต้องให้คุณภาพเสียงเหมือนจริงแบบธรรมชาติ เรียกว่า **ไฮฟิเดลิตี้ (High Fidelity)** หรือ**เครื่องขยายเสียงแบบไฮไฟ** ประการต่อมาคือจะต้องตอบสนองต่อความถี่เสียงระหว่าง 20 Hz ถึง 20 kHz ได้ดี และประการสุดท้ายจะต้องมีความผิดเพี้ยน (Distortion) ต่ำที่สุด

องค์ประกอบพื้นฐานของเครื่องขยายเสียง

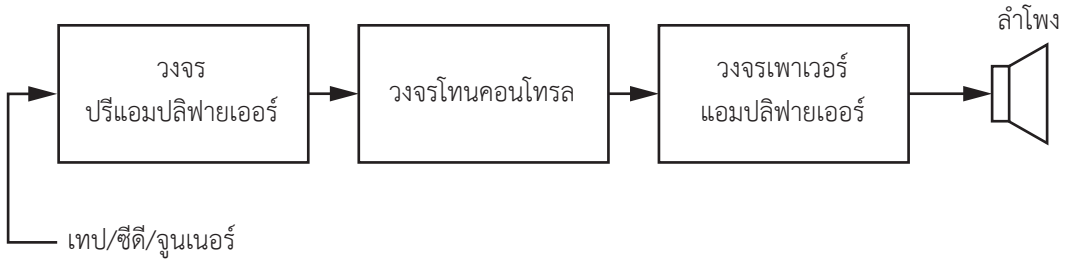
เครื่องขยายเสียงจะขยายสัญญาณเสียงได้ จำเป็นต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานคือวงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า (Preamplifier Circuit) วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลม (Tone Control Circuit) วงจรขยายกำลัง (Power Amplifier Circuit) และลำโพง (Loudspeaker)

1. วงจรขยายส่วนหน้า

วงจรขยายส่วนหน้าหรือวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (ไมโครโฟน หัวเทป หัวซีดี) ให้มีความแรงของสัญญาณสูงขึ้น โดยปราศจากสัญญาณรบกวน

2. วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลม

วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลมหรือวงจรโทนคอนโทรล ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพเสียงให้เกิดอรรถรสในการฟัง โดยวงจรนี้อยู่ระหว่างวงจรปรีแอมปลิฟายเออร์กับวงจรขยายกำลัง แสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องขยายเสียงไฮไฟ

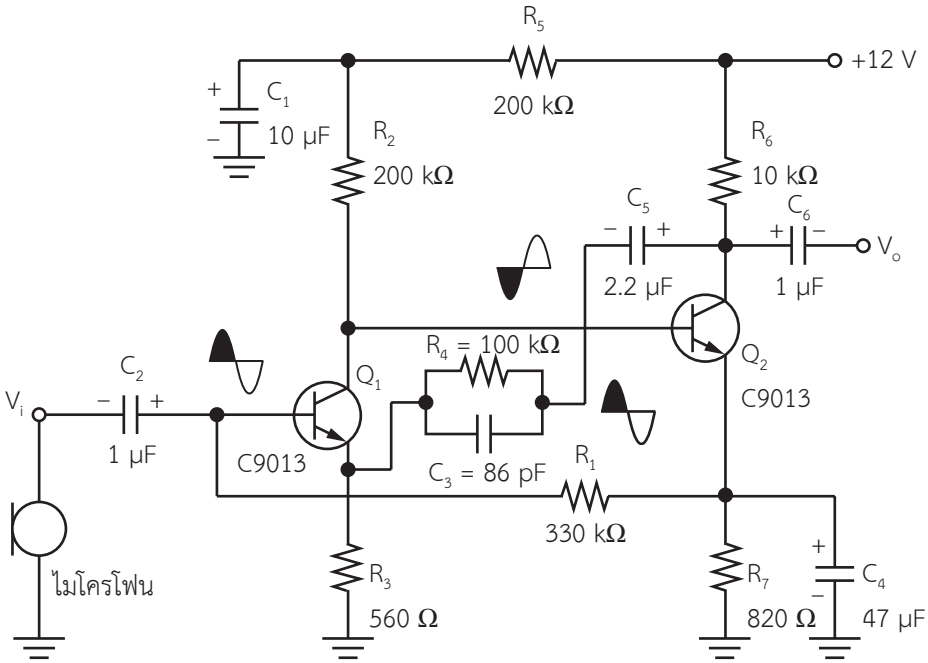
วงจรปรับเสียงทุ้มหรือวงจรปรับเสียงความถี่ต่ำ เรียกว่า **เบส (Bass)** ส่วนวงจรปรับแต่งเสียงแหลมหรือวงจรปรับเสียงความถี่สูงเรียกว่า **เทรเบิล (Treble)**

3. วงจรขยายกำลัง

วงจรขยายกำลังหรือวงจรเพาเวอร์แอมปลิฟายเออร์ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้ดังแรงขึ้น โดยเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณต่ำที่สุด และมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุดด้วย ซึ่งวงจรขยายกำลังมีรูปแบบที่หลากหลาย อาจเลือกใช้ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ไอซี (Integrate Circuit) หรือมอสเฟต (MOSFET) ก็ได้

วงจรขยายส่วนหน้า

วงจรขยายส่วนหน้าให้กับไมโครโฟนเรียกย่อคือ **วงจรปรีไมโครโฟน** แสดงในรูปที่ 1.2 พบว่าสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน (ไมโครโฟนทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า) จะส่งผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_2 เข้าทางขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ให้ Q_1 ขยายสัญญาณเสียงออกทางขาคอลเล็กเตอร์ของตัวมันเอง ส่งให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 จากนั้น Q_2 จึงขยายสัญญาณเสียงออกไปทางเอาต์พุต V_0 ส่วนหนึ่ง ซึ่งสัญญาณเสียงอีกส่วนหนึ่งจะส่งผ่านทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_5 ส่งผ่านวงจรป้อนกลับแบบลบประกอบด้วย R_4 กับ C_3 เพื่อควบคุมการขยายสัญญาณเสียงของ Q_1 ไม่ให้ Q_1 ขยายสัญญาณมากเกินไป ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้ไมโครโฟนมีอาการเสียงหวีดหอนได้ง่าย



รูปที่ 1.2 วงจรปรีไมโครโฟน

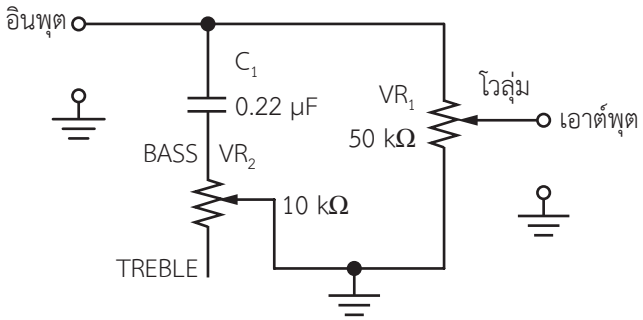
ทั้งทรานซิสเตอร์ Q_1 กับ Q_2 จัดการขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม (Common Emitter) โดยมี R_3 และ R_7 ทำหน้าที่ป้องกันการอิ่มตัวให้กับ Q_1 และ Q_2 ตามลำดับ ขณะเดียวกัน R_2 กับ R_5 ทำหน้าที่กำหนดกระแสไฟฟ้าเบสอินพุตให้กับ Q_2 มี R_6 เป็นโหลดให้กับ Q_2 ส่วน R_1 ทำหน้าที่กำหนดกระแสไฟฟ้าเบสอินพุตให้กับ Q_1 โดยมี R_2 เป็นโหลดให้กับ Q_1

อย่างไรก็ตาม เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_1 ขยายสัญญาณได้แล้ว ทรานซิสเตอร์ Q_2 จะต้องขยายสัญญาณได้ในเวลาต่อมา ซึ่ง Q_2 นี้จะควบคุมการทำงานของ Q_1 ให้สัญญาณเสียงมีความแรงของสัญญาณอย่างคงที่ตลอดเวลา เพื่อลดปัญหาเสียงหวีดหอนจากไมโครโฟนนั่นเอง

วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลม

วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลมหรือวงจรควบคุมเสียงเบสและเสียงแหลม (Bass and Treble Control Circuit) เรียกย่อคือ **วงจรโทนคอนโทรล** ซึ่งอินพุตของวงจรโทนคอนโทรลนี้จะต่อเข้ากับเอาต์พุตของวงจรขยายส่วนหน้าในส่วนของวงจรปรีไมโครโฟน หรือต่อเข้ากับเอาต์พุตของเครื่องเล่น CD/VCD/DVD ก็ได้ ขณะที่เอาต์พุตของวงจรโทนคอนโทรลจะต่อเข้ากับวงจรขยายกำลังส่งออกทางลำโพง (ลำโพงทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง)

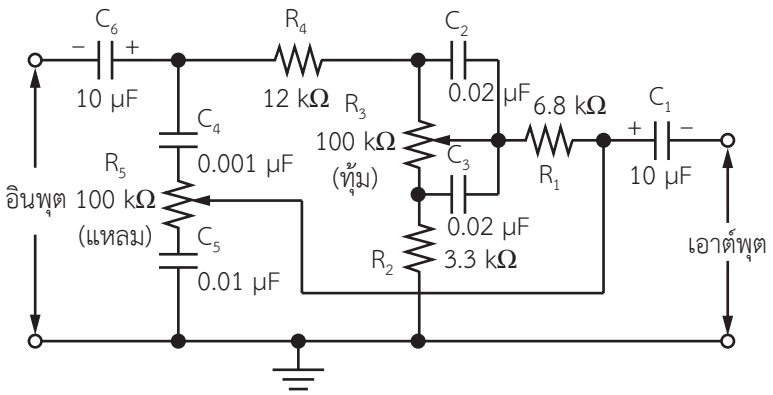
1. วงจรโทนคอนโทรลแบบง่ายที่สุด



รูปที่ 1.3 วงจรโทนคอนโทรลแบบง่ายที่สุด

วงจรโทนคอนโทรลแบบง่ายที่สุด แสดงในรูปที่ 1.3 สังเกตว่า พ็อต VR_1 ทำหน้าที่เร่งและลดเสียง เรียกว่า **โวลุ่ม (Volume)** ขณะที่พ็อต VR_2 จะทำหน้าที่ควบคุมเสียงให้ได้เสียงทุ้ม (Bass) กับเสียงแหลม (Treble) สำหรับตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_1 อาจเลือกใช้ค่าความจุไฟฟ้าในช่วง 0.1 µF – 0.22 µF ซึ่ง C_1 นี้ ทำหน้าที่ให้เสียงแหลมผ่านได้ดี โดยถ้าหากว่ามีการหมุนพ็อต VR_2 ไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_1 ลักษณะเช่นนี้ ย่อมทำให้มีเสียงทุ้มออกไปทางด้านเอาต์พุต แต่ถ้าหากหมุนพ็อต VR_2 ไปทางกราวด์ของวงจร จะทำให้มีเสียงแหลมออกไปที่เอาต์พุต ซึ่งวงจรโทนคอนโทรลแบบง่ายที่สุดนี้จะไม่ใช้แรงดันไฟฟ้าเพื่อเลี้ยงในวงจร

2. วงจรโทนคอนโทรลแบบแพสซีฟ



รูปที่ 1.4 วงจรโทนคอนโทรลแบบแพสซีฟ (Passive Tone Control)

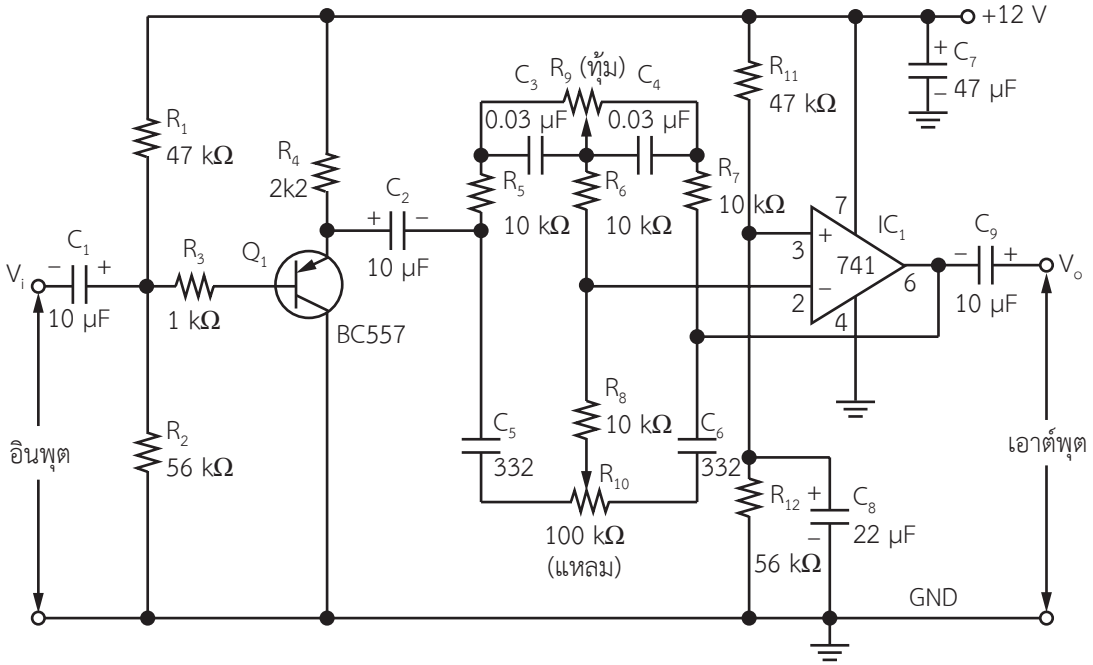
วงจรปรับแต่งเสียงทุ้ม – แหลมอีกแบบหนึ่งซึ่งใช้อุปกรณ์เพียง 2 ชนิดเท่านั้น นั่นคือตัวต้านทานไฟฟ้ากับตัวเก็บประจุไฟฟ้า (ดูรูปที่ 1.4) ซึ่งปุ่มควบคุมเสียงทุ้มและปุ่มควบคุมเสียงแหลมถูกแยกออกจากกัน สำหรับตัวต้านทานปรับค่าได้ R_5 ทำหน้าที่ปรับเสียงแหลม โดยมีตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_4 กับ C_5 จะทำหน้าที่กำจัดเสียงทุ้ม ซึ่งเป็นความถี่ต่ำมิให้เข้ามากวนในระบบ โดยถ้าหมุนพ็อต R_5 ไปทางตัวเก็บประจุ C_4 จะทำให้ได้เสียงแหลมที่สูงขึ้น (Boost Treble) แต่ถ้าหมุนพ็อต R_5 ไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_5 จะทำให้เสียงแหลมลดลง (Cut Treble)

สำหรับตัวต้านทานปรับค่าได้ R_3 จะทำหน้าที่ปรับเสียงทุ้มโดยมีตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_2 กับ C_3 ทำหน้าที่กำจัดเสียงแหลมซึ่งเป็นความถี่สูงมิให้เข้ามากวนในระบบ ถ้าหากว่ามีการหมุนพ็อต R_3 ไปทาง C_2 จะทำให้ได้เสียงทุ้มที่หนักแน่น (Boost Bass) แต่ถ้าหมุน R_3 ไปทาง C_3 จะทำให้เสียงทุ้มที่ได้มีค่าลดลง (Cut Bass)

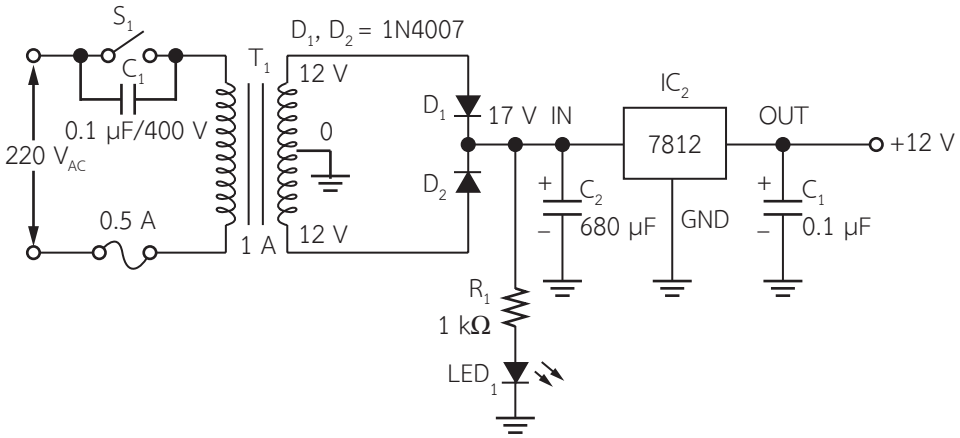
ความถี่เสียงที่เข้ามาทางอินพุตส่งผ่านไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_6 ซึ่งเป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าคัปปลิงอินพุต (Input Coupling Capacitor) โดยที่ความถี่ต่ำจะไม่สามารถส่งผ่านไปที่ C_4 ได้ แต่ความถี่ต่ำจะส่งผ่านไปทางตัวต้านทาน R_4 เข้าไปควบคุมเสียงทุ้มโดยพ็อต R_3 ขณะเดียวกันนั้น ความถี่สูงจะส่งผ่านไปทาง C_4 เข้าไปควบคุมเสียงแหลมโดยพ็อต R_5 ทั้งความถี่ต่ำและความถี่สูงจะต้องส่งผ่านไปทางคาปาซิเตอร์คัปปลิงเอาต์พุต C_1 เพื่อส่งไปให้วงจรขยายกำลังออกไปที่ลำโพงต่อไป ซึ่งวงจรโทนคอนโทรลแบบแพสซีฟนี้มีข้อเสียคือ สัญญาณที่ออกไปจะมีค่าต่ำกว่าสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา กล่าวคือความดังจะลดลง จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาทำหน้าที่ขยาย เพื่อให้สัญญาณแรงขึ้น เรียกว่า **วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ**

3. วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ

วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ (Active Tone Control) ถูกประยุกต์มาจากวงจรโทนคอนโทรลแบบแพสซีฟ ซึ่งวงจรโทนคอนโทรลแบบแพสซีฟมีข้อเสีย คือ สัญญาณเอาต์พุตมีระดับสัญญาณที่ลดลง (ความดังของเสียงลดลง) จึงมีความคิดที่ว่า ทำอย่างไรความดังของเสียงจะไม่หล่นหาย วิธีแก้ก็คือต้องใช้วงจรขยายเข้าช่วย เรียกว่า **วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ** แสดงอยู่ในรูปที่ 1.5



(ก) วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ (Active Tone Control)



(ข) วงจรภาคจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟ

รูปที่ 1.5 วงจรโทนคอนโทรลแบบแอ็กตีฟพร้อมวงจรภาคจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเข้ามาที่อินพุต (รูปที่ 1.5 (ก)) สัญญาณเสียงจะส่งผ่านไปที่อุปกรณ์อาร์ซีคัปปลิง (RC Coupling) ประกอบด้วย ตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_1 กับตัวต้านทาน R_3 สัญญาณดังกล่าวส่งไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ซึ่ง Q_1 นี้ จัดการขยายแบบคอมมอนคอลเล็กเตอร์ (Common Collector) เพื่อทำให้ขนาดของสัญญาณเสียงมีความแรงสูงสุด โดยไม่เกิดการผิดเพี้ยน ทรานซิสเตอร์ดังกล่าวจะขยายสัญญาณเสียงออกไปทางขาอิมิตเตอร์ของตัวมันเอง แล้วนำสัญญาณที่ได้ ส่งผ่านไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_2

สัญญาณเสียงที่มีความถี่ 20 Hz – 20 kHz ส่งผ่านไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_2 โดยแยกสัญญาณออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 จะนำสัญญาณเสียงความถี่ต่ำ (เสียงทุ้ม) ส่งผ่านไปทางตัวต้านทาน R_5 เพื่อไปควบคุมเสียงทุ้มที่พ็อต R_9 นำสัญญาณความถี่ต่ำส่งผ่านไปที่ตัวต้านทาน R_6 เข้าไปที่ขา 2 ของไอซีออปแอมป์ 741 (OP – Amp 741) ที่อยู่ในรูปของ IC_1 จากนั้น IC_1 จะขยายสัญญาณเสียงที่ได้ส่งออกไปที่ขา 6 ของตัวมันเอง แล้วป้อนกลับ (Feedback) ไปที่ตัวต้านทาน R_7 ส่งเข้าไปที่การควบคุมความถี่ต่ำโดยพ็อต R_9 ซึ่งถ้าหากหมุนพ็อต R_9 ไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_4 ย่อมจะทำให้เสียงทุ้มที่ได้นั้นลดต่ำลง แต่ถ้าหมุนพ็อต R_9 ไปในทิศทางตรงข้าม ลักษณะเช่นนี้ย่อมจะทำให้เสียงทุ้มที่ได้ หนักแน่นกว่าเดิมหลายเท่า โดยตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_3 กับ C_4 นี้ จะทำหน้าที่ป้องกันเสียงแหลมมิให้เข้ามากวนในระบบ

สัญญาณเสียงในส่วนที่ 2 ถูกส่งไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_5 เพื่อไปควบคุมสัญญาณเสียงที่เป็นความถี่สูง (เสียงแหลม) โดยพ็อต R_{10} จากนั้นจึงนำสัญญาณดังกล่าว ส่งผ่านไปที่ตัวต้านทาน R_8 เข้าไปที่ขา 2 ของ IC_1 จากนั้น IC_1 จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณออกไปทางขา 6 ของตัวมันเอง แล้วป้อนกลับส่งผ่านไปที่ตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_6 เพื่อทำการควบคุมเสียงแหลมต่อไป สำหรับการควบคุมของพ็อต R_{10} พบว่าหากหมุนพ็อต R_{10} ไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_6 ลักษณะเช่นนี้ ย่อมจะทำให้เสียงแหลมที่ได้นั้นมีค่าลดต่ำลง แต่ถ้าหากมีการหมุนพ็อตดังกล่าวไปทางตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_5 จะทำให้เสียงแหลมมีความถี่สูงขึ้น

ไอซีออปแอมป์ที่อยู่ในรูปของ IC_1 จัดการขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) ทำให้เฟสเสียงระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตนั้น มีความต่างเฟสกัน 180 องศา หมายความว่า หากเฟสเสียงอินพุตมีค่าเป็นบวก จะทำให้สัญญาณเสียงทางด้านเอาต์พุตเป็นเฟสลบ และในทำนองตรงกันข้ามหากเฟสเสียงอินพุตที่เข้ามาเป็นเฟสลบ จะทำให้เฟสเสียงชนิดบวกปรากฏขึ้นที่เอาต์พุตของ IC_1 สำหรับในเรื่องศักย์ไฟฟ้าแต่ละขาของ IC_1 นั้น พบว่าขา 7 มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 12 V ส่วนขา 3 มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 6.52 V โดยที่ตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_7 จะทำหน้าที่สำรองแรงดันไฟฟ้าให้กับระบบทั้งหมด

สำหรับภาคจ่ายไฟฟ้าที่ให้แรงดันไฟฟ้า 12 V นั้น ดูได้จากในรูปที่ 1.5 (ข) ประกอบด้วย วงจรเรียงกระแสไฟฟ้ากับวงจรเรกูเลเตอร์ ในส่วนที่เป็นวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าจะใช้แรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า T_1 มีค่า 12 V – 0 V – 12 V นำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้ ส่งผ่านไดโอดเร็กติฟายเออร์ D_1 กับ D_2 เพื่อทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นจึงนำแรงดันไฟฟ้าตรงที่ได้ มาทำการกรองแรงดันไฟฟ้าให้เรียบ โดยตัวเก็บประจุไฟฟ้า C_2 ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าตรงที่ตกคร่อม C_2 นี้มีค่าเท่ากับ