

หน่วยที่ 4

การขยายแรงดันไฟฟ้าและกลับเฟสสัญญาณ

4.1 การขยายสัญญาณไฟฟ้า

เสียงที่เกิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างชนิดกัน นอกจากจะมีย่านความถี่เสียงที่ให้กำเนิดขึ้นมาแตกต่างกันแล้ว ยังมีระดับความดังหรือความแรงของสัญญาณเสียง ที่เรียกว่าแรงดัน ไฟฟ้าของสัญญาณเสียงถูกกำเนิดขึ้นมามีค่ามากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป การจะนำแรงดัน ไฟฟ้าของสัญญาณเสียงไปใช้งานจำเป็นต้องมีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งในบางครั้งแรงดันไฟฟ้าที่ได้ อาจมีค่าน้อยเกินไปไม่สามารถนำไปใช้งานได้ จำเป็นต้องนำแรงดันไฟฟ้านั้นไปขยายเพิ่มความแรงให้มากขึ้น จนได้ค่าที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้งาน

วงจรขยายสัญญาณขนาดเล็ก (Small Signal Amplifier) เป็นวงจรที่สร้างขึ้นมานำมา ใช้งานในการขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามามีความแรงของสัญญาณต่ำ วงจรจะต้องสามารถขยายสัญญาณไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นได้ถึงค่าที่ต้องการใช้งาน จึงนับได้ว่ามีความสำคัญต่อวงจรใช้งานต่างๆ ที่จำเป็นต้องนำระดับความแรงของแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมไปใช้งาน ใช้ในการวิเคราะห์ผล ใช้ในการควบคุมการทำงาน หรือนำไปใช้เป็นสัญญาณไฟฟ้าอ้างอิง ส่วนประกอบของการขยายสัญญาณไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของการขยายสัญญาณไฟฟ้า

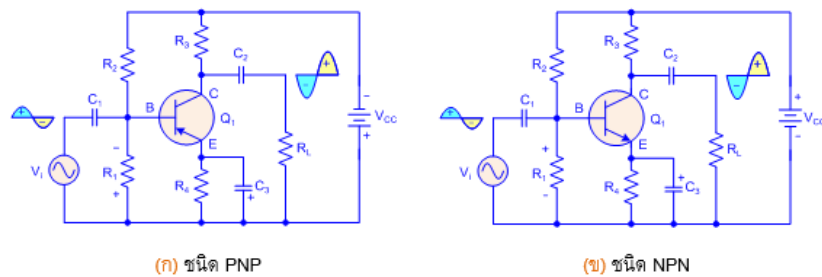
วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า สามารถสร้างขึ้นได้จากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิด เช่น ทรานซิสเตอร์ เฟต และไอซีออปแอมป์ เป็นต้น นอกจากนั้นลักษณะวงจรที่สร้างใช้งานก็แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความต้องการนำไปใช้งาน ค่าที่เหมาะสมกับการใช้งาน การออกแบบวงจรใช้งาน รวมถึงอัตราการขยายสัญญาณไฟฟ้าของวงจร การขยายสัญญาณไฟฟ้า ก็คือการขยายแรงดัน ไฟฟ้านั่นเอง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ ให้อัตราการขยายสูง โดยมีรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ขยายออกมาไม่เกิดความผิดเพี้ยน ให้การตอบสนองครอบคลุมย่านความถี่ที่ต้องการใช้งานได้ และไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในวงจร

4.2 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้า

วงจรขยายแรงดันไฟฟ้า (Voltage Amplifier) เป็นวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้านั่นเอง ถูกสร้างขึ้นมำทำหน้าที่ขยายสัญญาณทั้งความถี่ต่ำหรือความถี่เสียง และความถี่สูงหรือความถี่วิทยุ ให้ได้สัญญาณออกมามีความแรงของสัญญาณเพิ่มมากขึ้น สิ่งสำคัญในการขยายสัญญาณ คือ สัญญาณที่ถูกขยายออกมาต้องไม่ผิดเพี้ยน มีทั้งรูปร่างและคุณสมบัติของสัญญาณคงเดิมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าไป โดยสามารถจัดวงจรขยายได้หลายรูปแบบ และใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิดมาสร้างวงจรได้

4.2.1 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์

วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์สามารถจัดวงจรขยายได้หลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลาย ได้แก่ วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม (Common Emitter) ถูกนำไปใช้งานในวงจรขยายสัญญาณชนิดต่างๆ มากมาย เช่น วงจรขยายภาคต้น วงจรขยายกำลัง วงจรขยายเสียง วงจรขยายความถี่ปานกลาง และวงจรขยายความถี่วิทยุ เป็นต้น เพราะวงจรสามารถขยายสัญญาณได้ดีทั้งแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า วงจรขยายแบบเบื้องต้นใช้เพียงทรานซิสเตอร์ตัวเดียว โดยป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเบส (B) ส่งสัญญาณออกที่ขาคอลเลกเตอร์ (C) มีขาอิมิตเตอร์ (E) เป็นขาร่วม ลักษณะวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 4.2



(ก) ชนิด PNP

(ข) ชนิด NPN

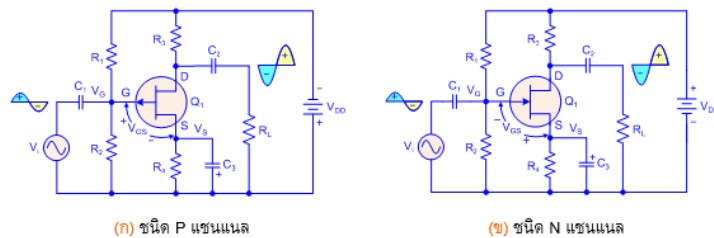
รูปที่ 4.2 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์

4.2.2 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยเฟต

เฟตเป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำไปใช้งานในด้านการขยายแรงดันไฟฟ้าได้ดี วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยเฟตสามารถจัดวงจรได้หลายรูปแบบ แบบที่นิยมใช้งานจัดวงจรขยายแบบซอร์สร่วม (Common Source) เพราะวงจรให้การขยายได้ดีทั้งขยายแรงดันไฟฟ้าและขยายกระแสไฟฟ้า วงจรขยายใช้เฟตเพียงตัวเดียว โดยป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าที่ขาเกต (G) และส่งสัญญาณไฟฟ้าออกที่ขาเดรน (D) มีขาซอร์ส (S) เป็นขาร่วม เฟตที่ผลิตมาใช้งานมี 2 ประเภท คือ เจเฟต (JFET) และมอสเฟต (MOSFET) แต่ละประเภททำงานแตกต่างกัน

1. วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยเจเฟต (JFET) วงจรขยายใช้ JFET จัดวงจรแบบซอร์สร่วม

ลักษณะวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วย JFET แสดงดังรูปที่ 4.3

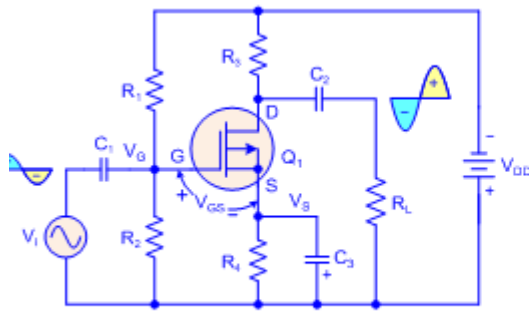


(ก) ชนิด P แชนแนล

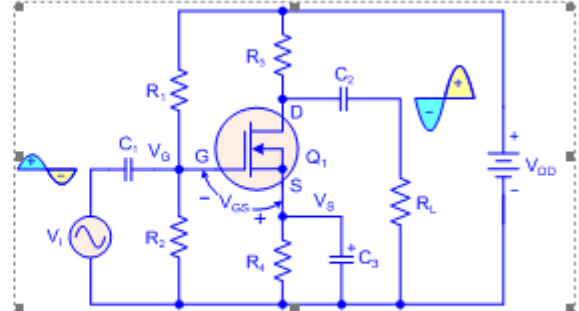
(ข) ชนิด N แชนแนล

รูปที่ 4.3 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วย JFET

2. วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยมอสเฟต (MOSFET) สามารถแบ่ง MOSFET ออกได้ 2 แบบ คือ แบบดีพลีชันมอสเฟต (Depletion MOSFET ; D – MOSFET) และแบบเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต (Enhancement MOSFET ; E – MOSFET) MOSFET ทั้ง 2 แบบมีหลักการทำงานแตกต่างกัน วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าของ MOSFET แสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5

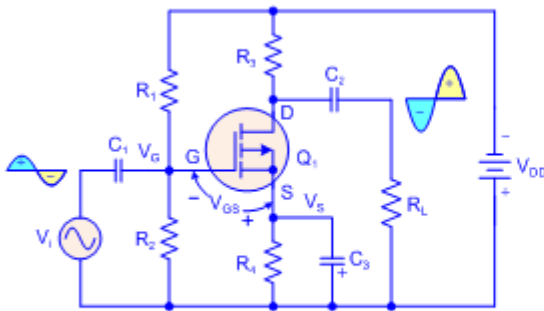


(ก) ชนิด P แชนแนล

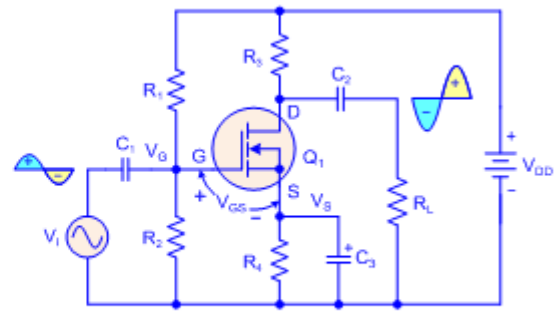


(ข) ชนิด N แชนแนล

รูปที่ 4.4 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วย D – MOSFET



(ก) ชนิด P แชนแนล

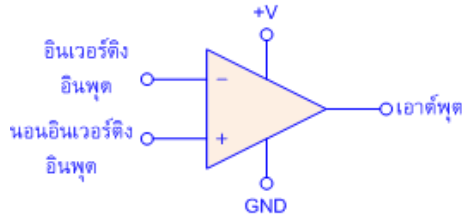


(ข) ชนิด N แชนแนล

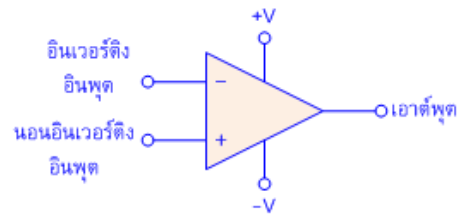
รูปที่ 4.5 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วย E – MOSFET

4.2.3 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยไอซีออปแอมป์

ออปแอมป์ (Op Amp) มาจากชื่อเต็มว่า ตัวขยายเชิงดำเนินการ (Operational Amplifier) เป็นไอซีชนิดเชิงเส้น (Linear IC) ผลิตขึ้นมาใช้งานในการขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้า มีอัตราขยายสูง ให้การตอบสนองต่อความถี่ได้กว้างตั้งแต่ความถี่ต่ำย่านสัญญาณเสียง ถึงความถี่สูงย่านสัญญาณวิทยุ ออปแอมป์ถูกผลิตออกมาใช้งานในรูปไอซีหลายรูปร่าง หลายขนาด ตัวถังมีทั้งแบบหุ้มด้วยพลาสติก แบบหุ้มด้วยเซรามิก และแบบหุ้มด้วยโลหะ มีขาต่อออกมาใช้งานหลายขาแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 5 ขา ไปจนถึง 16 ขา สัญลักษณ์ไอซีออปแอมป์แสดงดังรูปที่ 4.6



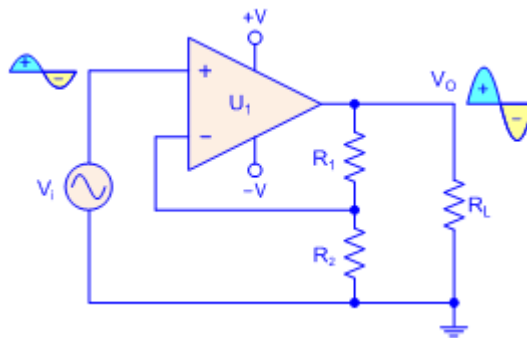
(ก) ชนิดใช้แรงดันไฟฟ้า 2 ขั้ว



(ข) ชนิดใช้แรงดันไฟฟ้า 3 ขั้ว

รูปที่ 4.6 สัญลักษณ์ไอซีออปแอมป์

วงจรรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยไอซีออปแอมป์ ทำการขยายสัญญาณแบบเชิงเส้น สามารถจัดวงจรรขยายด้วยออปแอมป์ได้ 2 แบบ คือ วงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Non – Inverting Amplifier) และวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) วงจรรขยายแรงดันไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟสด้วยไอซีออปแอมป์ แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 วงจรรขยายแรงดันไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟส

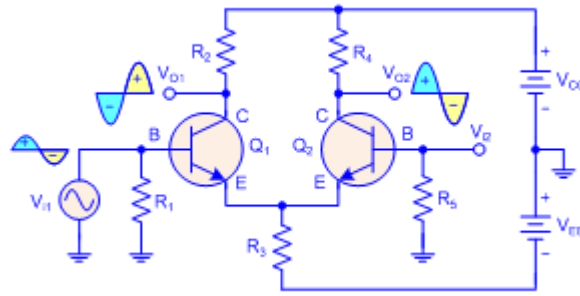
4.3 วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้า

วงจรถกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้า (Phase Signal Inverter) เป็นวงจรรทำหน้าที่จัดเฟสสัญญาณ ไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา ให้ได้สัญญาณไฟฟ้าส่งออกมีเฟสถูกต้องเหมาะสมตามความต้องการ ในวงจรร ขยายแรงดันไฟฟ้า

วงจรถกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้า สามารถสร้างวงจรรขึ้นมาได้ด้วยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิด เช่นเดียวกับวงจรรขยายแรงดันไฟฟ้า แตกต่างเพียงการจัดรูปร่างวงจรรขยาย ตำแหน่งขาส่งออกเอาต์พุต และความต้องการใช้งานของวงจรร นอกจากนั้นยังสามารถจัดวงจรรขยายสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปร่างวงจรรขยายผลต่าง (Differential Amplifier) ซึ่งเป็นการจัดวงจรรขยายแรงดันไฟฟ้าอีกแบบหนึ่ง ที่สามารถจัดเฟสสัญญาณไฟฟ้าส่งออกเอาต์พุตได้ 2 ตำแหน่ง ทั้งมีเฟสสัญญาณเหมือนอินพุตและเฟสตรงข้ามอินพุตได้ในวงจรรเดียว โดยมีความแรงสัญญาณไฟฟ้าทั้งสองเท่ากัน

4.3.1 วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์

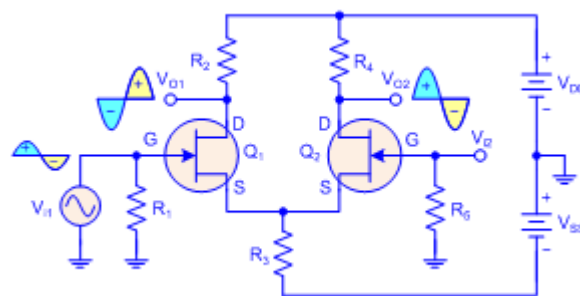
วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์ ที่จัดวงจรอยู่ในรูปของวงจรขยายผลต่าง ก็คือวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์นั่นเอง โดยจัดรูปวงจรขยายใช้ทรานซิสเตอร์ 2 วงจรมาต่อเข้าด้วยกัน จัดตัวต้านทานจ่ายไบแอสให้เหมาะสม ต่อขาให้สัญญาณไฟฟ้าเข้าอินพุตและส่งเอาต์พุตถูกต้องตามความต้องการ วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยทรานซิสเตอร์ จัดวงจรในรูปวงจรขยายผลต่าง แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรขยายผลต่างด้วยทรานซิสเตอร์

4.3.2 วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยเฟต

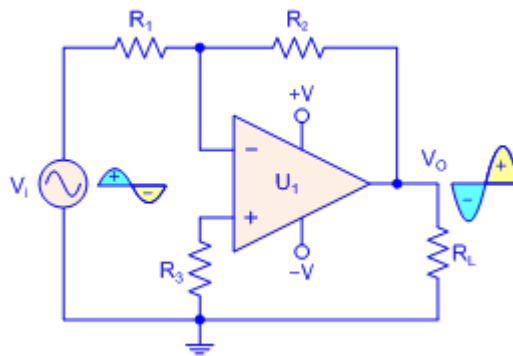
วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยเฟต ที่จัดวงจรอยู่ในรูปของวงจรขยายผลต่าง ก็คือวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยเฟตนั่นเอง โดยจัดรูปวงจรขยายใช้เฟต 2 วงจรมาต่อเข้าด้วยกัน จัดตัวต้านทานจ่ายไบแอสให้เหมาะสม ต่อขาให้สัญญาณไฟฟ้าเข้าอินพุตและส่งเอาต์พุตถูกต้องตามความต้องการ วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยเฟต จัดวงจรในรูปวงจรขยายผลต่าง แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วงจรขยายผลต่างด้วยเฟต

4.3.3 วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยไอซีออปแอมป์

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าวงจรขยายแรงดันไฟฟ้ากระแสกลับด้วยไอซีออปแอมป์ สามารถจัดวงจรขยายได้ทั้งแบบไม่กลับเฟส และแบบกลับเฟส โดยขึ้นอยู่กับการป้อนสัญญาณ ไฟฟ้ากระแสกลับเข้าขาอินพุตขาใดของวงจร รวมทั้งการจัดรูปแบบวงจรขยายในแบบใด วงจรกลับเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยไอซีออปแอมป์ แสดงดังรูปที่ 4.11

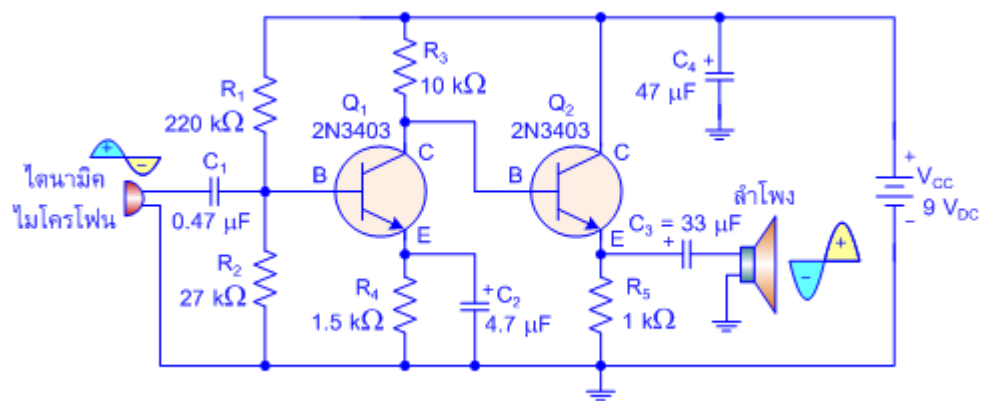


รูปที่ 4.11 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าแบบกลับเฟส

4.4 วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าและกลับเฟสสัญญาณที่ผลิตมาใช้งาน

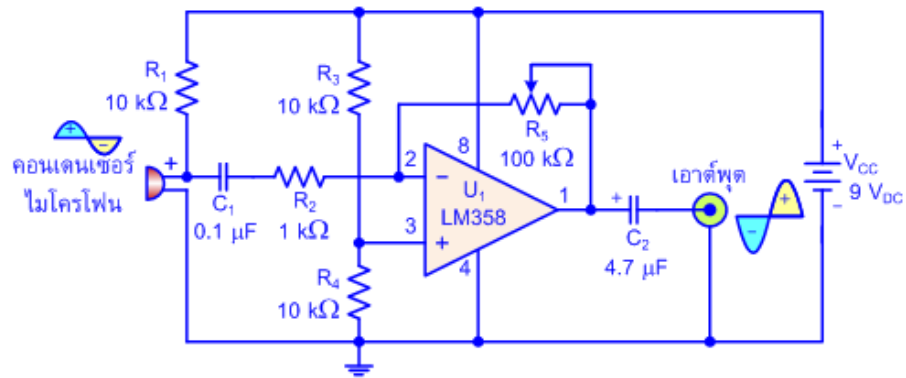
วงจรขยายแรงดันไฟฟ้าและกลับเฟสสัญญาณที่ผลิตมาใช้งาน มีมากมายหลายรูปแบบ หลายอุปกรณ์ และหลายวงจร การสร้างวงจรขึ้นมาใช้งานจะต้องสร้างให้มีความเหมาะสมกับความต้องการ และเหมาะสมกับอุปกรณ์หรือวงจรที่ต้องไปร่วมทำงานด้วย เพื่อให้เกิดการทำงานที่ถูกต้องสมบูรณ์

1. วงจรขยายเสียงใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว เป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงใช้ทรานซิสเตอร์ต่อร่วมกัน อุปกรณ์ประกอบ ไมโครโฟน ลำโพง ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และแหล่งจ่ายแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรง 9 VDC วงจรขยายเสียง แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 วงจรขยายเสียงใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว

2. วงจรขยายเสียงใช้ไอซีออปแอมป์ เป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงใช้ไอซีออปแอมป์ต่อร่วมกัน อุปกรณ์ประกอบ ไมโครโฟน ลำโพง ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 VDC วงจรขยายเสียง แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 วงจรขยายเสียงใช้ไอซีออปแอมป์

