

## หน่วยที่ 11

### วงจรรขยายแบบต่าง ๆ

#### สาระสำคัญ

การขยายสัญญาณเสียงให้มีกำลังแรงสูงขึ้น หรือให้ได้สัญญาณเสียงที่มีความแรงมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ได้สัญญาณเสียงที่มีความดังมากขึ้น ต้องคำนึงถึงในเรื่องของวงจรรขยายเป็นส่วนสำคัญด้วย หากจัดวงจรรขยายไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้สัญญาณเกิดความผิดเพี้ยน (Distortion) ในการขยายสัญญาณเสียงนั้น สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทรานซิสเตอร์ ฟิลด์เอฟเฟค-ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต และไอซีแบบต่างๆ มาสร้างเป็นวงจรรขยายได้

#### เรื่องที่จะศึกษา

- 11.1 บทนำ
- 11.2 ดิจิโพลด์ไลน์
- 11.3 วงจรทรานซิสเตอร์และเส้นดิจิโพลด์ไลน์
- 11.4 การแบ่งคลาสของการขยายสัญญาณเสียง
- 11.5 การคัปปลิ่ง
- 11.6 วงจรรขยายแบบคาสเคด
- 11.7 วงจรรขยายแบบดาร์ริงตัน
- 11.8 วงจรคอมพลิเมนท์ารี
- 11.9 การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรรขยายสัญญาณ

#### จุดประสงค์การสอน

##### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

- 1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรรขยายแบบต่าง ๆ
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจการทำงานของวงจรรขยายแบบต่าง ๆ
- 1.3 เพื่อให้เข้าใจการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรรขยายสัญญาณ

## 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนหน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

- 2.1 อธิบายการทำงานของวงจรรขยายแต่ละแบบได้
- 2.2 บอกความแตกต่างของวงจรรขยายแต่ละแบบได้
- 2.3 บอกลักษณะของสัญญาณในวงจรรขยายแต่ละแบบได้
- 2.4 สร้างวงจรรขยายเสียงให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

### คุณธรรมและจริยธรรมที่มุ่งเน้น

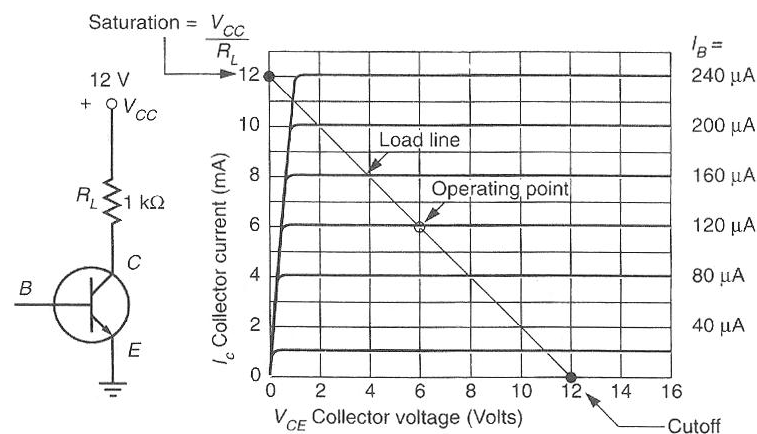
- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| 1. ความมีวินัย          | 2. ความรับผิดชอบ  |
| 3. ความมีมนุษยสัมพันธ์  | 4. ความสนใจใฝ่รู้ |
| 5. ความเชื่อมั่นในตนเอง |                   |

## 11.1 บทนำ

การขยายสัญญาณเสียงให้มีกำลังแรงสูงขึ้น หรือให้ได้สัญญาณเสียงที่มีความแรงมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ได้สัญญาณเสียงที่มีความดังมากขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงในเรื่องของวงจรถบายเป็นส่วนสำคัญด้วย หากจัดวงจรถบายไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้สัญญาณเกิดความผิดเพี้ยน(Distortion) เป็นผลทำให้เสียงที่ออกมามีความผิดเพี้ยน ทั้งนี้เนื่องจากทรานซิสเตอร์ที่นำมาใช้ในการขยายสัญญาณเสียง มีจุดทำงาน(Operating Point)เฉพาะ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากที่ต้องพิจารณา

## 11.2 ดีซีโหลดไลน์(DC Load Line)

ดีซีโหลดไลน์(DC Load Line) คือกราฟที่แสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยมีลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 11.1



รูปที่ 11.1 ดีซีโหลดไลน์

จากรูปที่ 11.1 แสดงเส้นดีซีโหลดไลน์ที่แสดงจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ จุดที่สำคัญคือจุดอิ่มตัวของทรานซิสเตอร์(Saturation Point) และจุดคัตออฟ(Cutoff) ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 6 แต่ในส่วนที่ต้องพิจารณาในรูปที่ 11.1 ก็เป็นส่วนของเส้นดีซีโหลดไลน์ ซึ่งจะแสดงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์บนเส้นดีซีโหลดไลน์นี้ และเรียกจุดทำงาน(Operating Point) นี้ว่าจุด Q (Quiescent Point) โดยที่จุด Q จะถูกวางที่ตำแหน่งใดก็ได้บนเส้นดีซีโหลดไลน์ แต่จะให้ผลการทำงานของทรานซิสเตอร์ ที่แตกต่างกันไป และจะส่งผลถึงการขยายสัญญาณ ที่มีลักษณะแตกต่างกันไป

ดังนั้นเส้นดีซีโหลดไลน์ จึงเป็นเส้นที่แสดงจุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยกำหนดจากค่าแรงดันและกระแส ที่จ่ายให้กับทรานซิสเตอร์ ซึ่งหมายถึงการไบแอสให้กับ

ทรานซิสเตอร์อย่างเหมาะสม จึงจะสามารถนำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความแรงสูงขึ้น และสัญญาณไม่เกิดความผิดเพี้ยน

### 11.3 วงจรทรานซิสเตอร์และเส้นดีซีโหลดไลน์

จากรูปที่ 11.1 ในวงจรทรานซิสเตอร์ที่ใช้ขยายสัญญาณแบบ คอมมอนอีมิเตอร์ สามารถหาความสัมพันธ์กับกราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของทรานซิสเตอร์และเส้นดีซีโหลดไลน์ได้ดังนี้

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

สภาวะ cutoff  $I_C = 0$

$$V_{CE} = V_{CC}$$

$$V_{CE} = 12V$$

สภาวะ saturation  $V_{CE} = 0V$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$= \frac{12V}{1k\Omega}$$

$$= 12mA$$

จากการคำนวณในเบื้องต้น ทำให้ทราบว่า การจัดไบแอสทรานซิสเตอร์ ที่ทำให้ค่าแรงดัน  $V_{CE}$  มีค่าสูงจะทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ คัดออฟ และการจัดไบแอสทรานซิสเตอร์ ที่ทำให้ค่ากระแสของ  $I_C$  มีค่าสูง ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturation) ดังนั้นหากต้องการให้ทรานซิสเตอร์ ทำการขยายสัญญาณโดยไม่เกิดความผิดเพี้ยน ต้องจัดไบแอสทรานซิสเตอร์ ให้อยู่ในช่วงแอคทีฟ (Active) จากกราฟในรูปที่ 11.1 จะพบว่าจุดที่อยู่กึ่งกลางของเส้นดีซีโหลดไลน์ คือจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ (Operating Point) หรือจุด Q ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์สามารถขยายสัญญาณได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่มีการผิดเพี้ยน

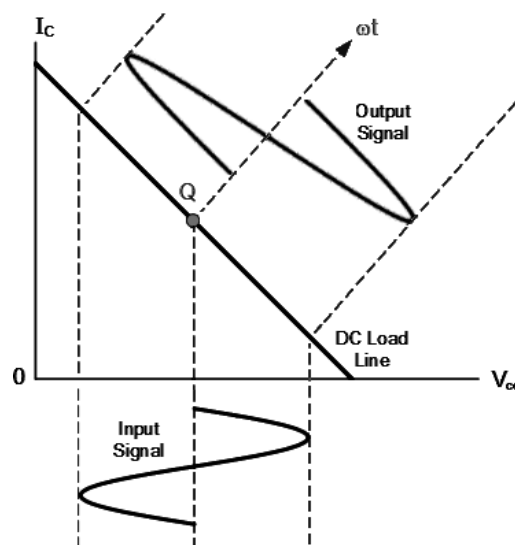
## 11.4 การแบ่งคลาสของการขยายสัญญาณเสียง

วงจรถยายสัญญาณเสียง ถูกจัดแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ซึ่งเรียกว่าคลาส(Class) เหตุที่มีการแบ่งออกเป็นคลาสนั้นเพราะ การจัดวงจรถยายจะถูกจัดไปตามจุดการทำงาน (Operating Point) ของทรานซิสเตอร์ โดยแบ่งออกเป็นคลาสต่างๆดังนี้

1. วงจรถยายคลาสเอ (Class A Amplifier)
2. วงจรถยายคลาสบี (Class B Amplifier)
3. วงจรถยายคลาสเอบี (Class AB Amplifier)
4. วงจรถยายคลาสซี (Class C Amplifier)
5. วงจรถยายคลาสดี (Class D Amplifier)

### 11.4.1 วงจรถยายคลาสเอ (Class A Amplifier)

วงจรถยายคลาสเอ ถูกออกแบบให้มีจุดทำงาน หรือจุด Q อยู่ในช่วงแอคทีฟ (Active) โดยเลือกจุด Q อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของเส้นดีซีโหลดไลน์ ทำให้ทรานซิสเตอร์มีการขยายสัญญาณในเฟสบวก และสัญญาณในเฟสลบ มีการขยายเท่ากัน มีผลทำให้สัญญาณไม่เกิดความผิดเพี้ยน(Distortion) ดังแสดงตามรูปที่ 11.2

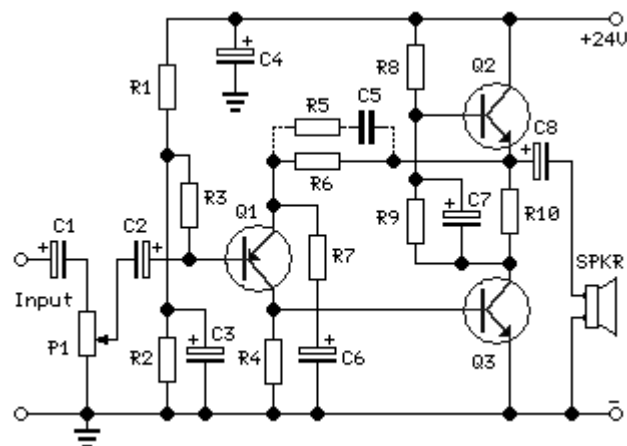


รูปที่ 11.2 จุดทำงานของคลาสเอ

จากรูปที่ 11.2 จะพบว่าสัญญาณทางอินพุต และสัญญาณทางเอาต์พุตมีรูปร่างที่เหมือนกัน ซึ่งหมายถึงสัญญาณทางเอาต์พุตที่ได้นั้นไม่เกิดความผิดเพี้ยน วงจรถยายในคลาสเอ

มีอัตราการขยายก่อนข้างต่ำมีประสิทธิภาพ(Efficiency)การขยายประมาณ 25-50% จึงต้องหลีกเลี่ยงการป้อนสัญญาณทางอินพุตที่มีความแรงมาก ซึ่งจะมีผลทำให้สัญญาณทางเอาต์พุตเกิดความผิดเพี้ยนได้

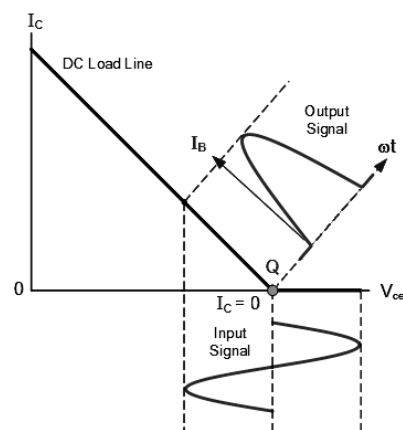
การจัดวงจรขยายในคลาสนี้เป็นช่วงที่ทำให้เกิดกระแสคอลเลคเตอร์ไหลในวงจรตลอดเวลา แม้จะไม่มีสัญญาณทางอินพุตป้อนเข้ามาก็ตาม จึงเป็นข้อเสียอย่างหนึ่งของวงจรขยายในคลาสนี้ คือเกิดความร้อนสูงมาก แต่ในส่วนข้อดีจะให้สัญญาณที่ไม่เกิดความผิดเพี้ยน จึงทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดี ดังแสดงวงจรตัวอย่างในรูปที่ 11.3



รูปที่ 11.3 วงจรขยายคลาสนี้

#### 11.4.2 วงจรขยายคลาสนี้ (Class B Amplifier)

วงจรขยายคลาสนี้ ถูกออกแบบให้จุดทำงานหรือจุด Q อยู่ที่จุดคัตออฟ (Cutoff)พอดี ทำให้ทรานซิสเตอร์มีการขยายสัญญาณเพียงเฟสเดียวเท่านั้น มีผลทำให้สัญญาณเกิดความผิดเพี้ยน(Distortion)อย่างมาก ดังแสดงตามรูปที่ 11.4

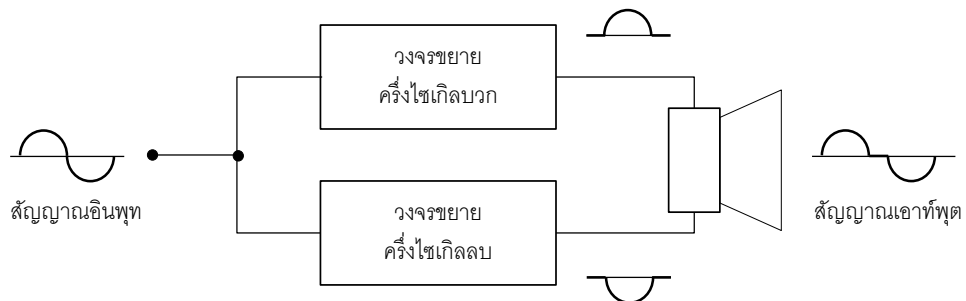


รูปที่ 11.4 จุดทำงานของคลาสนี้

จากรูปที่ 11.4 จะพบว่าสัญญาณทางอินพุตที่ป้อนเข้าไปแล้วมีผลทำให้สัญญาณเอาต์พุต มีรูปสัญญาณที่ถูกขยายเพียงเฟสเดียว ส่วนสัญญาณอีกเฟสหนึ่งนั้นจะไม่ถูกขยายออกมา นั่นคือความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้น แต่สัญญาณทางเอาต์พุตสามารถขยายสัญญาณได้ค่อนข้างสูง ซึ่งมีประสิทธิภาพ(Efficiency)การขยายประมาณ 75-78.5% ซึ่งสามารถนำไปจัดทำเป็น วงจรขยายกำลัง(Power Amplifier)ได้ ส่วนปัญหาในการขยายสัญญาณได้เพียงเฟสเดียวนั้นสามารถแก้ไขได้ โดยจัดวงจรขยายเป็นแบบ พูช-พูล(Push-Pull Amplifier)

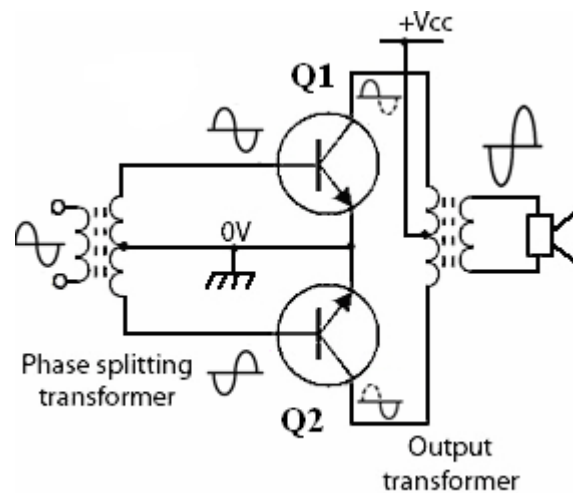
#### วงจรถ่ายแบบพูช-พูล (Push-Pull Amplifier)

จากปัญหาของการเกิดความผิดเพี้ยนในการขยายสัญญาณได้เพียงเฟสเดียว ใน วงจรถ่ายคลาสบีสามารถแก้ไขปัญหานี้ โดยใช้วงจรถ่ายแบบพูช-พูล ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 11.5



รูปที่ 11.5 บล็อกไดอะแกรมการขยายแบบพูช-พูล

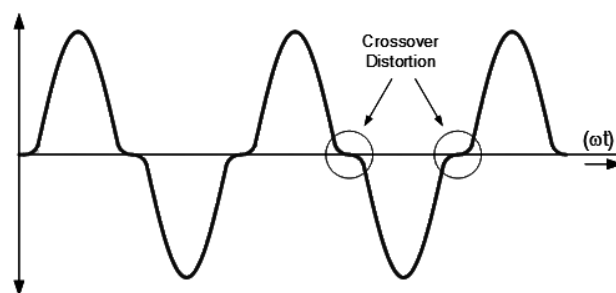
จากรูปที่ 11.5 สัญญาณทางอินพุตที่ป้อนเข้าสู่วงจรถ่าย ถูกแยกเฟสบวกและเฟสลบของสัญญาณ ป้อนเข้าสู่วงจรถ่ายสัญญาณที่จัดแยกไว้เฉพาะในการขยายสัญญาณของเฟสบวกและเฟสลบ โดยแต่ละวงจรจะทำการขยายสัญญาณในครึ่งไซเคิลบวก และครึ่งไซเคิลลบ แล้วนำสัญญาณที่ถูกขยายแต่ละครึ่งไซเคิลมาต่อรวมกันทางเอาต์พุต แล้วส่งออกไปยังโหลดที่ลำโพง



รูปที่ 11.6 วงจรขยายแบบพุช-พูล

จากรูปที่ 11.6 แสดงวงจรขยายแบบคลาสบีพุช-พูล(Class B Push-Pull Amplifier) สัญญาณทางอินพุตจะถูกกลับเฟสโดยเฟสสปลิตทรานฟอส์เมอร์(Phase Splitting Transformer)โดยมีสัญญาณในเฟสบวกส่งไปทำการขยายโดยทรานซิสเตอร์ Q1 ส่วนสัญญาณในเฟสลบส่งไปทำการขยายโดยทรานซิสเตอร์ Q2 สัญญาณจาก Q1 และ Q2 ที่ถูกขยายแล้ว จะส่งไปให้กับเอาต์พุตทรานฟอส์เมอร์(Output Transformer) และได้สัญญาณทั้งเฟสบวกและเฟสลบมาต่อรวมกันที่เอาต์พุตทรานฟอส์เมอร์ครบเฟสของสัญญาณเพื่อส่งให้กับโหลดที่ลำโพง

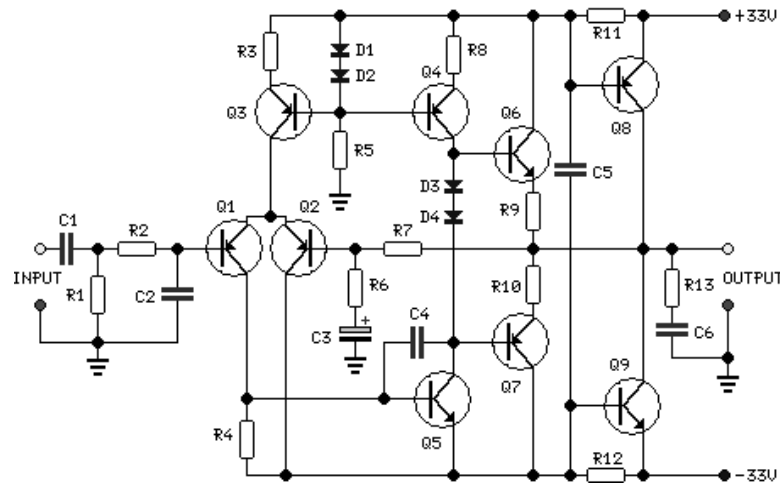
ผลจากการใช้วงจรขยายเป็นแบบ พุช-พูล สามารถช่วยให้ขยายสัญญาณได้ครบทั้งเฟสบวกและเฟสลบ เป็นการแก้ปัญหาการเกิดความผิดเพี้ยนของการขยายสัญญาณได้เพียงเฟสเดียวได้สำเร็จแต่ยังพบกับปัญหาสัญญาณทางเอาต์พุต ในสัญญาณช่วงรอยต่อระหว่างเฟสบวกกับเฟสลบ มีรอยต่อของสัญญาณเกิดความผิดเพี้ยนขึ้นเรียกว่า คrossover distortion (Crossover Distortion) ดังแสดงตามรูปที่ 11.7



รูปที่ 11.7 คrossover distortion



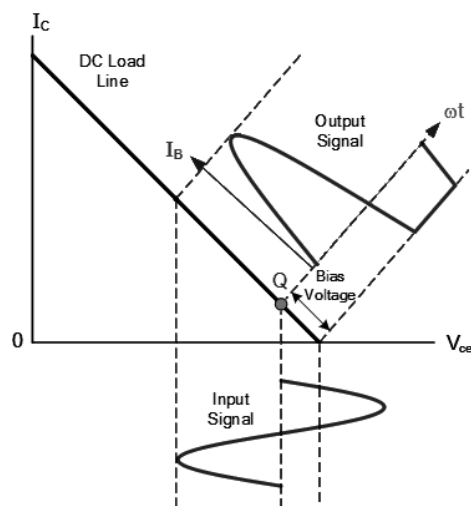
วงจรรขยายคลาสบีแบบ พุช-พูล จะถูกนำไปใช้ในวงจรรขยายกำลัง(Power Amplifier) และมีการจัดวงจรรขยายพุช-พูลในแบบต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาครอสโอเวอร์ดิสโทรชัน ดังวงจรร ตัวอย่างตามรูปที่ 11.8



รูปที่ 11.8 วงจรรขยายคลาสบีแบบ พุช-พูล

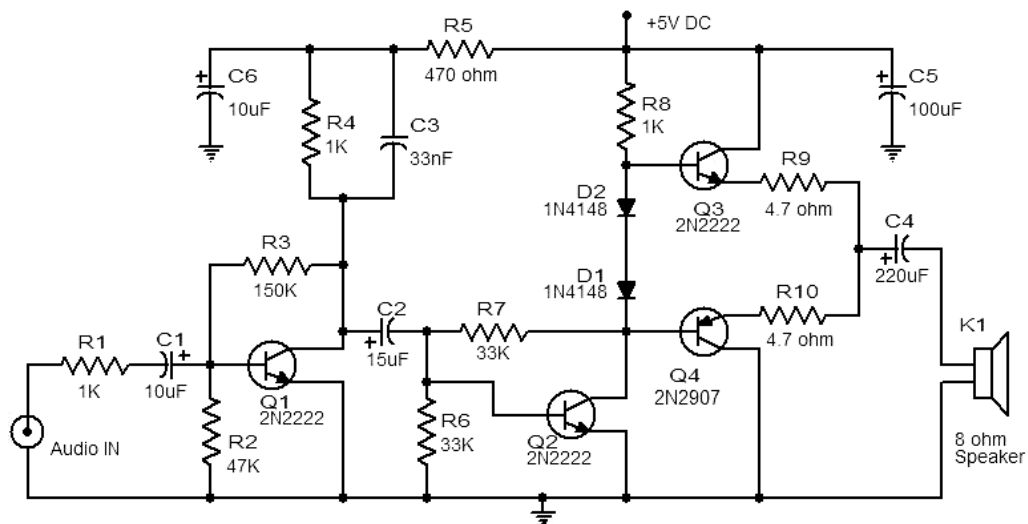
#### 11.4.3 วงจรรขยายคลาสเอบี(Class AB Amplifier)

วงจรรขยายคลาสเอบี ถูกออกแบบให้จุดทำงาน(Operating Point) หรือจุด Q (Q Point)อยู่ระหว่างคลาส เอ กับ คลาส บี ซึ่งอยู่สูงกว่าจุดคัตออฟเล็กน้อย เป็นผลทำให้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณในเฟสใดเฟสหนึ่งได้เต็มเฟส ส่วนอีกเฟสหนึ่งจะถูกขยายได้ไม่เต็มเฟส มีผลทำให้สัญญาณเกิดความผิดเพี้ยน(Distortion)เกิดขึ้น ดังแสดงตามรูปที่ 11.9



รูปที่ 11.9 จุดทำงานของคลาสเอบี

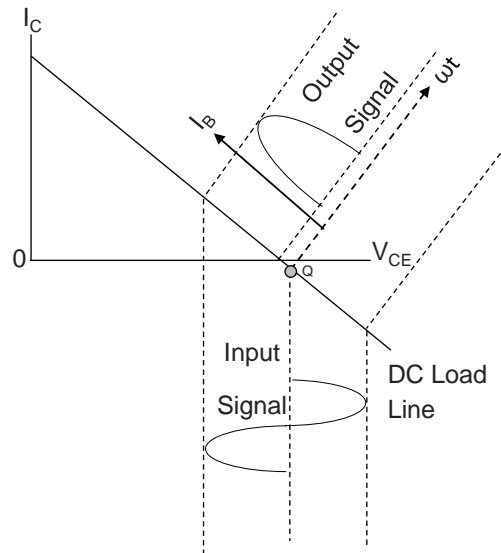
จากรูปที่ 11.9 จะพบว่าสัญญาณทางอินพุตที่ป้อนเข้าไปแล้วมีผลทำให้สัญญาณเอาต์พุต ถูกขยายได้เต็มเพียงเฟสเดียวเท่านั้น ส่วนสัญญาณอีกเฟสหนึ่งนั้น ถูกขยายสัญญาณได้ไม่เต็มเฟส(สัญญาณถูกกลีบไปในบางส่วน) นั่นคือความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้น แต่สัญญาณทางเอาต์พุตสามารถขยายสัญญาณได้มีความแรงค่อนข้างสูงเช่นกัน ซึ่งมีประสิทธิภาพ(Efficiency)การขยายประมาณ 65% ซึ่งสามารถนำไปจัดทำเป็นวงจรขยายกำลัง(Power Amplifier)ได้ ส่วนปัญหาในการขยายสัญญาณได้ไม่เต็มเฟสของสัญญาณในอีกเฟสหนึ่งนั้น ทำการแก้ไขโดยใช้วงจรขยายสัญญาณแบบ พุช-พูล(Push-Pull Amplifier) เช่นเดียวกับคลาสบี ดังแสดงวงจรตัวอย่างตามรูปที่ 11.10



รูปที่ 11.10 วงจรขยายคลาสบีแบบ พุช-พูล

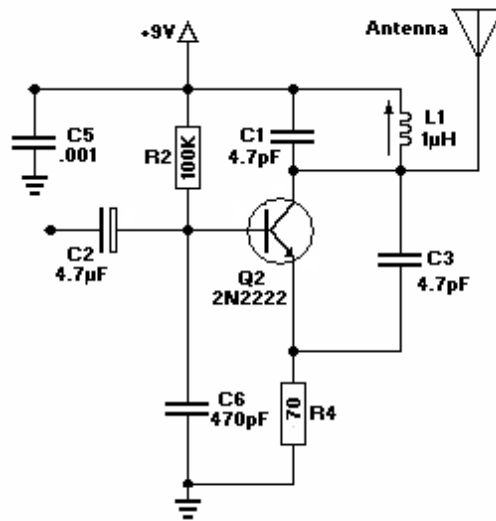
#### 11.4.4 วงจรขยายคลาส ซี(Class C Amplifier)

วงจรขยายคลาสซี ถูกออกแบบให้มีจุดทำงาน(Operating Point)หรือจุด Q(Q Point) อยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าจุดคัตออฟ ทำให้ทรานซิสเตอร์มีการขยายสัญญาณได้เพียงเฟสเดียวแต่ไม่เต็มเฟส มีผลทำให้สัญญาณเกิดความผิดเพี้ยนอย่างมาก ดังแสดงตามรูปที่ 11.11



รูปที่ 11.11 จุดทำงานของคลาสซี

จากรูป 11.11 หากพิจารณาตามรูปสัญญาณจะพบว่าสัญญาณทางอินพุตที่ป้อนเข้าไปแล้ว มีผลทำให้สัญญาณทางเอาต์พุตมีรูปร่างสัญญาณที่ถูกขยายได้เพียงเฟสเดียวแต่ไม่เต็มเฟส เนื่องจากสัญญาณบางส่วนในเฟสเดียวกันนี้กับสัญญาณอีกเฟสหนึ่งวางอยู่ต่ำกว่าจุดคัตออฟ ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงานทำให้สัญญาณทางด้านเอาต์พุตถูกตัดออกไป มีผลทำให้รูปร่างของสัญญาณมีความผิดเพี้ยนอย่างมาก หากพิจารณาถึงการขยายสัญญาณ วงจรขยายคลาสซีนี้มีการขยายสัญญาณได้สูงมาก ซึ่งมีประสิทธิภาพ(Efficiency)การขยายประมาณ 90 % นั่นคือขยายสัญญาณได้กำลังสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคลาสต่างๆ ที่ผ่านมา แต่วงจรขยายในคลาสซีนี้จะไม่นำไปใช้กับวงจรขยายสัญญาณเสียงเนื่องจากเกิดความผิดเพี้ยนสูงมาก แต่มีความสามารถในการขยายสัญญาณได้สูงมาก จึงนำเอาวงจรขยายคลาสซีไปใช้กับวงจรขยายที่เกี่ยวข้องกับความถี่วิทยุ(Radio Frequency:RF)หรือนำไปใช้กับวงจรเครื่องส่งวิทยุต่างๆ ดังวงจรมตามรูปที่ 11.12

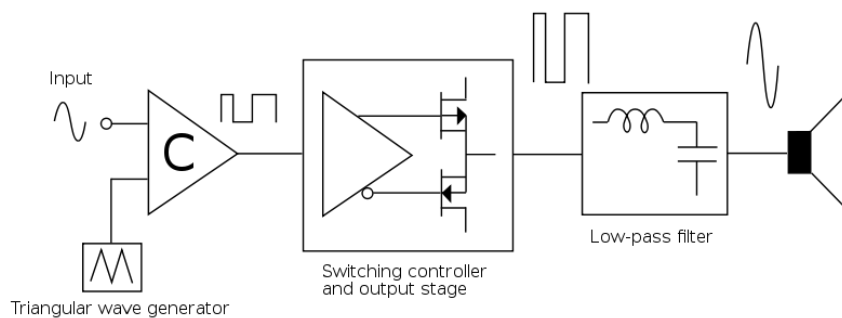


รูปที่ 11.12 วงจรขยายคลาสซี

จากรูปที่ 11.12 เป็นวงจรขยายแบบคลาสซี หรือวงจรจูนความถี่วิทยุ(Class C Amplifier With a Tuned Circuit) หรือวงจรแทงค์(Tunk Circuit) ที่ใช้ในวงจรเครื่องส่งวิทยุ

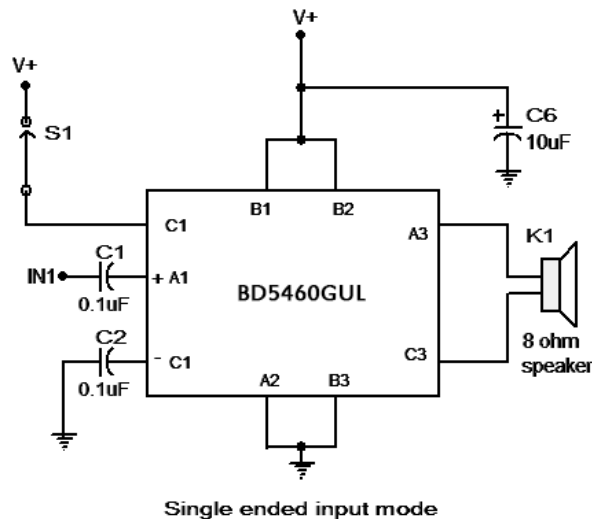
#### 11.4.5 วงจรขยายคลาสดี(Class D Amplifier)

วงจรขยายคลาสดี เป็นวงจรขยายสัญญาณที่มีความแตกต่างไปจากคลาส เอ คลาส บี คลาส เอบี และคลาส ซี อย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากวงจรขยายในคลาส ดี ไม่ได้นำเอาสัญญาณทางอินพุตมาขยายสัญญาณให้แรงขึ้นแล้วส่งออกทางเอาต์พุต เหมือนกับคลาสต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยหลักการทำงานจะนำเอาสัญญาณทางอินพุต มาแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม(Square Wave)เสียก่อน แล้วจึงแปลงสัญญาณกลับออกมาเป็นสัญญาณเสียงออกทางเอาต์พุต ดังแสดงการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ตามรูปที่ 11.13



รูปที่ 11.13 บล็อกไดอะแกรมวงจรขยายคลาสดี

จากรูปที่ 11.13 บล็อกไดอะแกรมวงจรมหาวิทยาลัย คลาส ดี สัญญาณเสียงป้อนเข้าทาง อินพุตมายังวงจรเปรียบเทียบ หรือวงจร (Comparator:C) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณรูป สามเหลี่ยม(Triangle Wave)ที่สร้างจากวงจรเจนเนอเรเตอร์ ผลจากการเปรียบเทียบสัญญาณ จะทำให้เกิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม(Square Wave) ออกทางเอาต์พุตของวงจรคอมพารเตอร์ สัญญาณ เอาต์พุตรูปสี่เหลี่ยมจะมีค่าความกว้าง(Pulse Width) ของสัญญาณแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ค่าความแรงของสัญญาณเสียงกับค่าของสัญญาณรูปสามเหลี่ยม เมื่อได้สัญญาณเอาต์พุตรูป สี่เหลี่ยมแล้วจึงส่งเข้าสู่ภาคขยายสัญญาณที่เป็นวงจรแบบสวิทช์ซิ่ง(Switching Controller)เพื่อปรับ รูปร่างและความแรงของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ให้มีความแรงสูงขึ้น แล้วจึงส่งเข้าสู่วงจรกรอง ความถี่ต่ำ(Low-pass filter) วงจรกรองความถี่ต่ำจะทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณความถี่ต่ำออกมา จากสัญญาณรวม จึงได้สัญญาณทางเอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณความถี่ต่ำ หรือสัญญาณเสียง ตามสัญญาณเดิมทางอินพุตแล้วจึงป้อนเข้าสู่ลำโพง ดังแสดงตัวอย่างวงจรมหาวิทยาลัยเสียงในคลาส ดี ตามรูปที่ 11.14



รูปที่ 11.14 แสดงวงจรมหาวิทยาลัยเสียงคลาส ดี

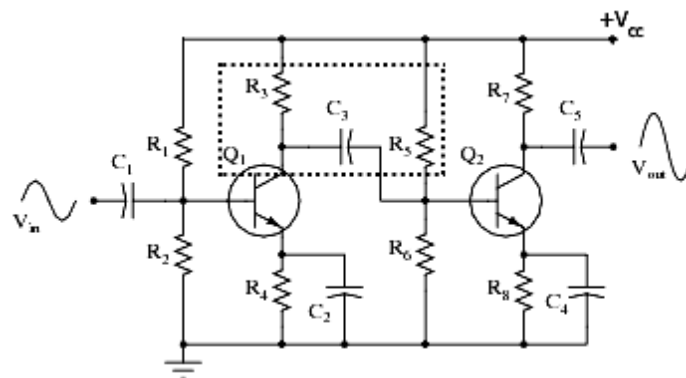
## 11.5 การคัปปลิง(Coupling)

การคัปปลิง(Coupling) หมายถึงการเชื่อมต่อสัญญาณจากวงจรภาคหนึ่งไปสู่วงจรอีกภาคหนึ่ง หรือจากทรานซิสเตอร์ตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่ง และรวมทั้งวงจรที่มีทรานซิสเตอร์หลายตัว วงจรที่มีหลายภาคการทำงาน ก็มีความจำเป็นที่ต้องอาศัยการคัปปลิง ทั้งนี้ในการคัปปลิงต้องคำนึงถึงในเรื่องของ การตอบสนองความถี่(Frequency Response) และการแมตซ์อิมพีแดนซ์ (Matching Impedance) ที่ดีด้วย การคัปปลิง สามารถจัดวงจรในแบบต่างได้ดังนี้

1. อาร์ซี คัปปลิง(RC Coupling)
2. ทรานสฟอร์มเมอร์ คัปปลิง (Transformer Coupling)
3. อิมพีแดนซ์ คัปปลิง (Impedance Coupling)
4. ไดรเร็ค คัปปลิง(Direct Coupling)

### 11.5.1 อาร์ซี คัปปลิง(RC Coupling)

การคัปปลิงโดยใช้ตัวต้านทาน และคาปาซิเตอร์ หรืออาร์ซี ในการเชื่อมต่อวงจร ซึ่งจะพบมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.15



รูปที่ 11.15 อาร์ซี คัปปลิง

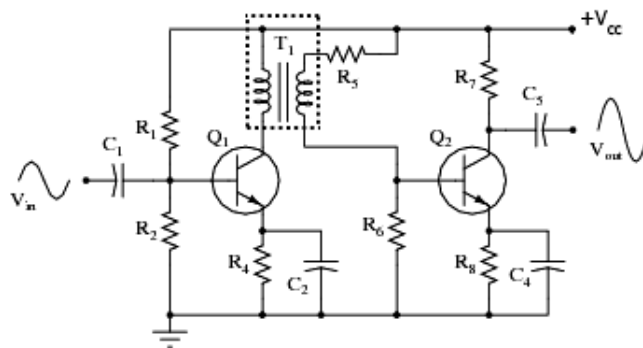
จากรูปที่ 11.15 แสดงวงจรอาร์ซี คัปปลิง ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และ  $Q_2$  ต่อเป็นวงจรขยายสัญญาณแบบสองภาค สัญญาณทางอินพุตป้อนผ่านคาปาซิเตอร์  $C_1$  เข้าสู่ทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และขยายสัญญาณผ่านคาปาซิเตอร์  $C_3$  ซึ่งทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์คัปปลิงในการเชื่อมต่อสัญญาณเข้าไปสู่ขาเบสของทรานซิสเตอร์  $Q_2$  เมื่อทรานซิสเตอร์  $Q_2$  ขยายสัญญาณแล้ว จะส่งสัญญาณผ่านคาปาซิเตอร์  $C_5$  เป็นสัญญาณเอาต์พุตออกไป ความสำคัญอีกประการหนึ่งของคาปาซิเตอร์  $C_3$  นอกจากจะทำหน้าที่ในการคัปปลิงแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวกั้นแรงดัน ไฟไบแอส

ของทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และ  $Q_2$  ไม่ให้ไหลไปปะปนกันอีกด้วย ส่วนตัวต้านทาน  $R_3$  และ  $R_5$  ที่ต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์  $C_3$  จะทำหน้าที่จ่ายไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์  $Q_1$  กับ  $Q_2$  ดังนั้น  $R_3$  กับ  $R_5$  และ  $C_3$  จึงทำหน้าที่เป็นอาร์ชี คัปปลิ่ง

การเชื่อมต่อวงจรแบบอาร์ชี คัปปลิ่งนี้ต้องเลือกใช้คาปาซิเตอร์คัปปลิ่งที่มีค่ามากพอเพียงที่จะให้สัญญาณความถี่ต่ำผ่านไปได้อันจะนั่นวงจรจะให้ผลการตอบสนองความถี่ต่ำได้ไม่ดี จึงเป็นข้อเสียของวงจรที่ใช้อาร์ชี คัปปลิ่ง

### 11.5.2 ทรานสฟอเมอร์ คัปปลิ่ง (Transformer Coupling)

การคัปปลิ่งโดยใช้ทรานสฟอเมอร์ หรือหม้อแปลงในการเชื่อมต่อวงจร โดยอาศัยการเหนี่ยวนำ(Induce) ของตัวทรานสฟอเมอร์ ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.16



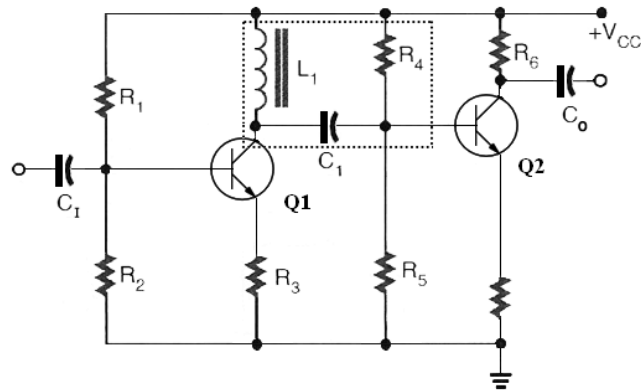
รูปที่ 11.16 วงจรทรานสฟอเมอร์คัปปลิ่ง

จากรูปที่ 11.16 แสดงวงจรทรานสฟอเมอร์คัปปลิ่ง ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และ  $Q_2$  ต่อเป็นวงจรขยายแบบสองภาค สัญญาณทางอินพุตป้อนผ่านคาปาซิเตอร์  $C_1$  เข้าสู่ทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และขยายสัญญาณผ่านทรานสฟอเมอร์  $T_1$  ซึ่งทำหน้าที่เป็นทรานสฟอเมอร์คัปปลิ่ง เชื่อมต่อสัญญาณเข้าไปสู่ขาเบสของทรานซิสเตอร์  $Q_2$  และ  $Q_2$  จะทำการขยายสัญญาณส่งออกทางคาปาซิเตอร์  $C_5$  เป็นสัญญาณเอาต์พุต

การจัดวงจรทรานสฟอเมอร์  $T_1$  นอกจากจะทำหน้าที่เป็นตัวคัปปลิ่งแล้ว ยังทำหน้าที่แยกแรงดันไฟไบแอสของทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และ  $Q_2$  ออกจากกันอีกด้วย และใช้ตัวต้านทาน  $R_5$  กับ  $R_6$  เป็นตัวจัดไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์  $Q_2$  ด้วย

### 11.5.3 อิมพีแดนซ์ คัปปลิง (Impedance Coupling)

อิมพีแดนซ์คัปปลิง(Impedance Coupling) เป็นการเชื่อมต่อวงจรโดยใช้อุปกรณ์ ที่เป็นขดลวด ไซ้ค(Choke Coil) เข้ามาต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์ ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.17



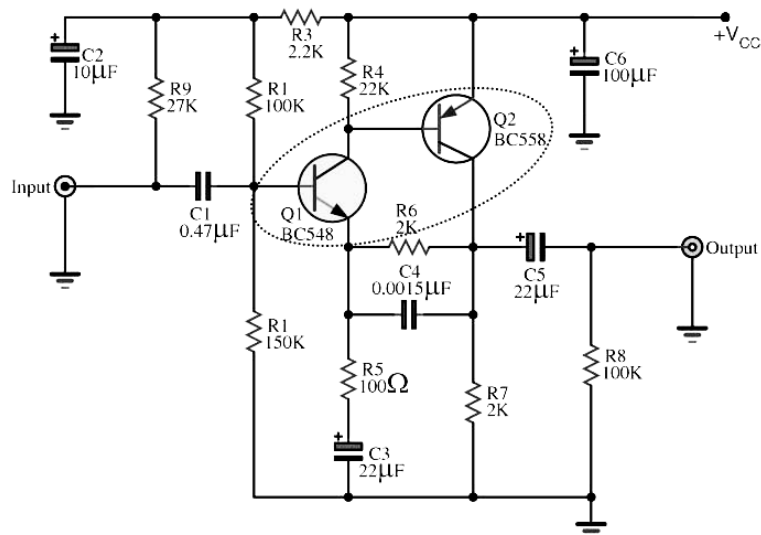
รูปที่ 11.17 วงจรอิมพีแดนซ์คัปปลิง

จากรูปที่11.17แสดงวงจรอิมพีแดนซ์ คัปปลิง (Impedance Coupling) ที่ประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และ  $Q_2$  ต่อเป็นวงจรขยายสัญญาณแบบสองภาค สัญญาณทางอินพุตป้อนผ่านคาปาซิเตอร์  $C_1$  เข้าสู่ขาเบสของทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และขยายสัญญาณผ่านคาปาซิเตอร์  $C_1$  ซึ่งทำหน้าที่เป็นคาปาซิเตอร์คัปปลิง ร่วมกับขดลวดไซ้ค  $L_1$  และตัวต้านทาน  $R_4$  รวมกันเป็นวงจรแบบอิมพีแดนซ์คัปปลิง สัญญาณผ่านเข้าสู่ขาเบสของทรานซิสเตอร์  $Q_2$  แล้วขยายสัญญาณผ่านคาปาซิเตอร์  $C_0$  เป็นสัญญาณออกทางเอาต์พุต

### 11.5.4 ไคเร็ค คัปปลิง(Direct Coupling)

การคัปปลิงโดยตรงที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นใดมาเป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งเป็นข้อดีของวงจร เนื่องจากวงจรจะไม่มีผลเสียต่อการตอบสนองความถี่ และไม่มีผลต่อค่าอิมพีแดนซ์ในวงจร จึงทำให้การตอบสนองความถี่ในวงจรดี อีกทั้งยังสามารถให้อัตราการขยายแรงดันมากกว่า 20 เท่าโดยไม่ต้องใช้ตัวเก็บประจุพร้อมตัวต้านทาน  $R_E$  ที่ทำให้มีผลเสียในเรื่องของอิมพีแดนซ์ของวงจร ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.18





รูปที่ 11.18 ไดรเร็ค คัปปลิ่ง

จากรูปที่ 11.18 แสดงวงจรไดรเร็ค คัปปลิ่ง ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 สัญญาณทางอินพุตผ่านคาปาซิเตอร์ C1 เข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 และขยายสัญญาณออกทางขาคอลเลกเตอร์ของ Q1 ส่งต่อโดยตรงเข้ากับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 และได้สัญญาณออกผ่านคาปาซิเตอร์ C5 ซึ่งเป็นสัญญาณทางเอาต์พุต

### 11.6 วงจรขยายแบบคาสเคด(Case Case Amplifier)

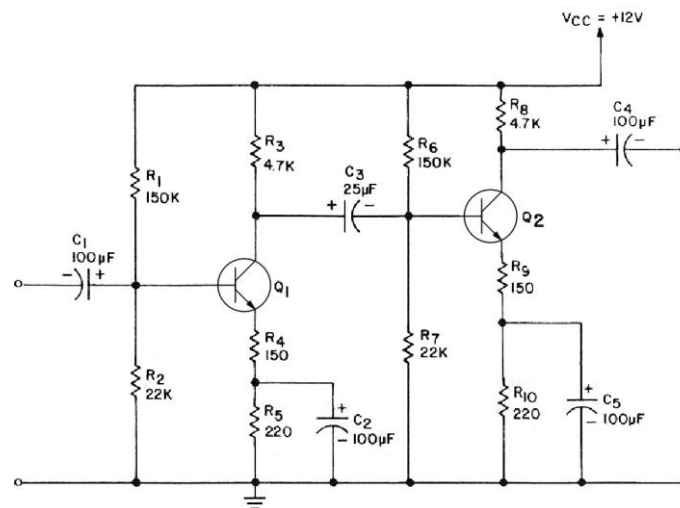
วงจขยายแบบคาสเคด(Case Case Amplifier) หมายถึงการนำเอาวงจขยายมาต่อรวมกันหลายภาค เพื่อให้มีการขยายสัญญาณได้มีความแรงของสัญญาณมากขึ้น

การต่อวงจขยายแบบคาสเคด สามารถทำได้ 3 แบบคือ

1. วงจขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ อาร์-ซี คัปปลิ่ง (R-C Coupling)
2. วงจขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ทรานสฟอร์มเมอร์ คัปปลิ่ง (Transformer Copling)
3. วงจขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ไดรเร็ค คัปปลิ่ง(Direc Coupling)

### 11.6.1 วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ อาร์-ซี คัปปลิ่ง (R-C Coupling)

วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ อาร์-ซี คัปปลิ่ง เป็นวิธีการเชื่อมต่อวงจรจากภาคหนึ่งไปยังอีกภาคหนึ่งโดยใช้อุปกรณ์ อาร์-ซี(R-C) ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.19

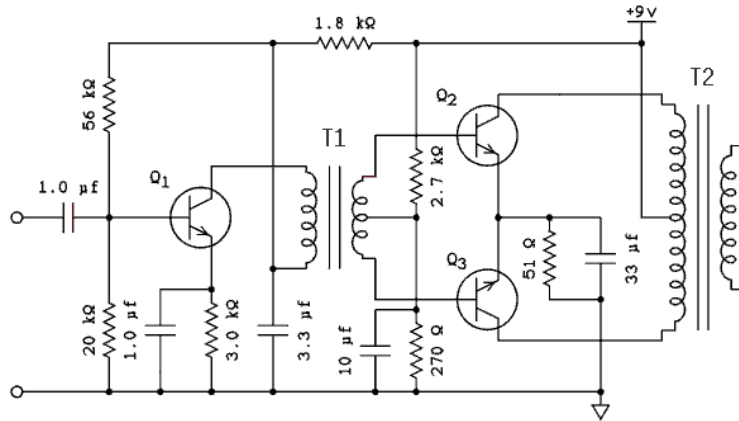


รูปที่ 11.19 วงจรขยายแบบคาสเคดแบบ อาร์-ซี คัปปลิ่ง

จากรูปที่ 11.19 เป็นวงจรคอมมอนอีมิเตอร์ที่เชื่อมต่อกัน 2 ภาค(Stage) วงจรขยายภาคแรกถูกขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และเชื่อมต่อวงจรจากภาคที่ 1 จาก  $Q_1$  ผ่านทางคาปาซิเตอร์  $C_3$  เพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคที่ 2 ไปสู่ทรานซิสเตอร์  $Q_2$  โดยที่  $Q_2$  จะทำการขยายสัญญาณแล้วส่งออกผ่านทางคาปาซิเตอร์  $C_4$  เป็นสัญญาณทางเอาต์พุต

### 11.6.2 วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ทรานส์ฟอร์มเมอร์ คัปปลิ่ง (Transformer Coupling)

วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ทรานส์ฟอร์มเมอร์ คัปปลิ่ง (Transformer Coupling) เป็นวิธีการเชื่อมต่อวงจรจากภาคหนึ่งไปยังอีกภาคหนึ่งโดยใช้อุปกรณ์หม้อแปลง (Transformer) ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.20

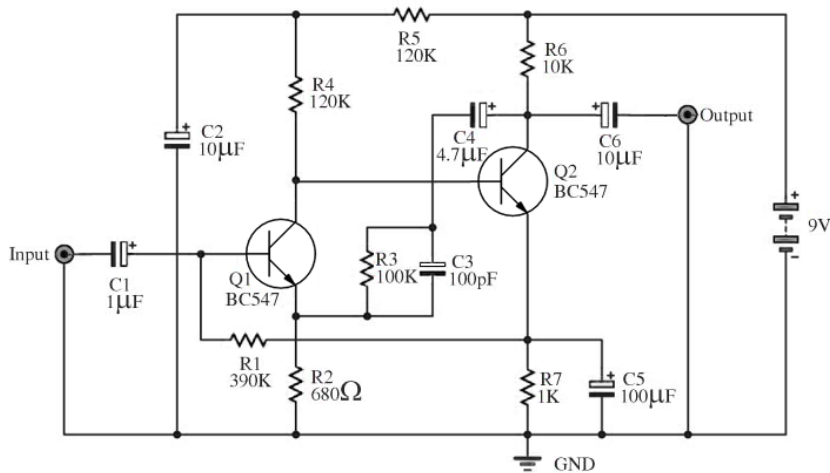


รูปที่ 11.20 วงจรขยายแบบคาสเคดแบบทรานส์ฟอร์มเมอร์ คัปปลิ่ง

จากรูปที่ 11.20 เป็นวงจรคอมมอนอิมิตเตอร์ที่เชื่อมต่อกัน 2 ภาค (Stage) วงจรขยายภาคแรกถูกขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์  $Q_1$  และเชื่อมต่อวงจรจากภาคที่ 1 จาก  $Q_1$  ผ่านทางทรานส์ฟอร์มเมอร์ T1 จากขดลวดทางเข้าแล้วเกิดการเหนี่ยวนำข้ามไปยังขดลวดตรงข้ามเพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคที่ 2 ไปสู่ทรานซิสเตอร์  $Q_2$  และ  $Q_3$  โดยที่  $Q_2$  กับ  $Q_3$  จะทำการขยายสัญญาณแล้วส่งออกผ่านทางทรานส์ฟอร์มเมอร์ T2 เป็นสัญญาณทางเอาต์พุต

**11.6.3 วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ไดรเร็ค คัปปลิ่ง(Direct Coupling)**

วงจรขยายแบบคาสเคด โดยเชื่อมต่อระหว่างภาคแบบ ไดรเร็ค คัปปลิ่ง (Direct Coupling) เป็นวิธีการเชื่อมต่อวงจรจากภาคหนึ่งไปยังอีกภาคหนึ่งโดยตรง ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.21

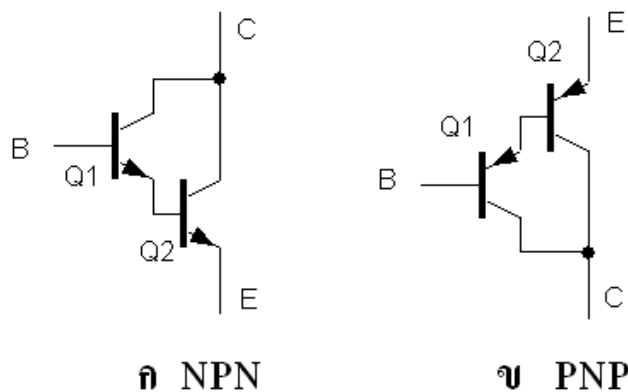


รูปที่ 11.21 วงจรขยายแบบคาสเคดแบบไดเร็คคัปปลิ่ง

จากรูปที่ 11.21 เป็นวงจรคอมมอนอีมิเตอร์ที่เชื่อมต่อกัน 2 ภาค (Stage) วงจรขยายภาคแรกถูกขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 และเชื่อมต่อกับวงจรจากภาคที่ 1 จาก Q1 ออกทางขาคอลเลคเตอร์เข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 โดยตรง โดยที่ Q2 ทำหน้าที่เป็น วงจรขยายภาคที่ 2 และจะทำการขยายสัญญาณแล้วส่งออกผ่านทางคาปาซิเตอร์ C6 เป็นสัญญาณ ทางเอาต์พุต

### 11.7 วงจรขยายแบบดาริงตัน(Darlington Amplifier)

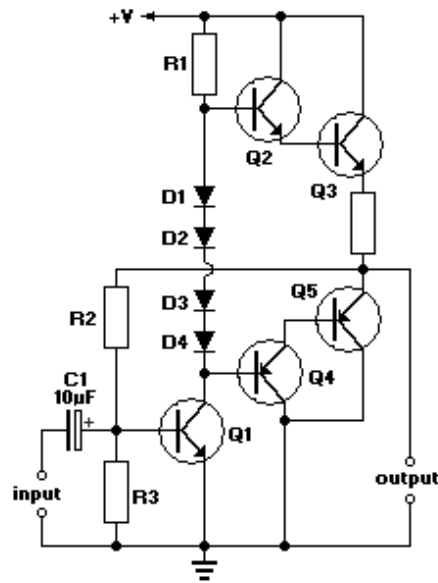
การใช้ทรานซิสเตอร์จำนวน 2 ตัวโดยการนำขาคอลเลคเตอร์(C) แต่ละตัวต่อเข้าด้วยกัน และใช้ขาอีมิเตอร์ (E) ของทรานซิสเตอร์ตัวแรกต่อไปเข้าที่ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ตัวหลัง ส่งผลให้การทำงานทางเอาต์พุตอยู่ที่ทรานซิสเตอร์ตัวหลัง ส่วนสัญญาณทางอินพุตจะถูกส่งเข้า ทางขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ตัวแรก เรียกการต่อทรานซิสเตอร์ในลักษณะนี้ว่า การต่อ ทรานซิสเตอร์แบบดาริงตัน(Darlington) ดังแสดงตามรูปที่ 11.22



รูปที่ 11.22 ทรานซิสเตอร์แบบดาริงตัน

จากรูปที่ 11.22 การทำงานของทรานซิสเตอร์แบบดาริงตัน กระแสของทรานซิสเตอร์ Q1 จะส่งเป็นกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 จึงทำให้มีอัตราขยายสูง หรือเท่ากับอัตราขยาย กระแสของ Q1 กับ อัตราขยายกระแสของ Q2 เข้าด้วยกัน จึงทำให้มีอัตราขยายของ กระแสสูงมาก ส่วนค่าอินพุตอิมพีแดนซ์จะมีค่าสูง และค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์จะมีค่าต่ำ

จากความสามารถในการให้อัตราขยายของกระแสสูง ของวงจรถานซิสเตอร์แบบคาริงตัน จึงถูกนำมาใช้ในการเพิ่มกำลังการขยายของวงจรถายสัญญาณเสียง ที่ถูกจัดวงจรถานซิสเตอร์คาริงตัน แบบคอมพลิเมนทารี ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.23

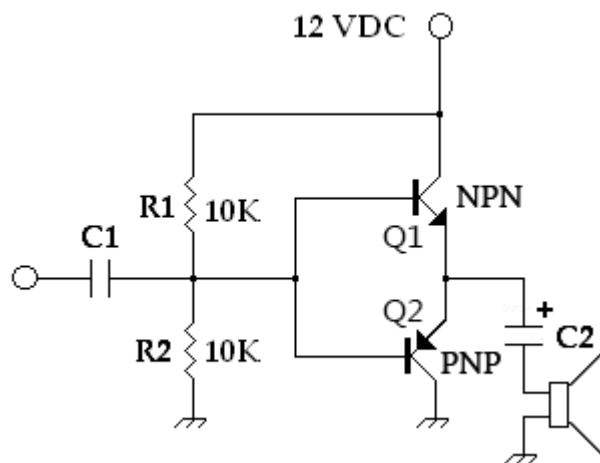


รูปที่ 11.23 วงจรขยายสัญญาณเสียงแบบคาริงตัน

จากรูปที่ 11.23 แสดงวงจรถายสัญญาณเสียงแบบคาริงตัน ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ต่อแบบคาริงตันชนิด NPN และทรานซิสเตอร์ Q4 กับ Q5 ต่อแบบคาริงตันชนิด PNP โดยทรานซิสเตอร์ทั้งสองชุด (Q2 , Q3) และ(Q4 , Q5) จัดเป็นทรานซิสเตอร์เอาต์พุตคู่แมตช์แพร์ (Match Pair) ที่ประกอบกันเป็นวงจรถายสัญญาณเสียงแบบคาริงตันคอมพลิเมนทารี ที่ให้กำลังการขยายสูง ส่วนในวงจรทางด้านอินพุตที่ประกอบด้วยไดโอดจำนวน 4 ตัวทำหน้าที่กำหนดไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์คู่แมตช์แพร์ และต่อร่วมกับตัวต้านทาน R1 เพื่อทำหน้าที่กำหนดไบแอสและชดเชยอุณหภูมิให้กับทรานซิสเตอร์คู่แมตช์แพร์ของวงจรให้มีความเหมาะสม ส่วนตัวต้านทาน R2 และ R3 ทำหน้าที่จัดไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ Q1 โดยที่ทรานซิสเตอร์ Q1 จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณทางด้านอินพุตที่เข้ามาทางคาปาซิเตอร์ C1

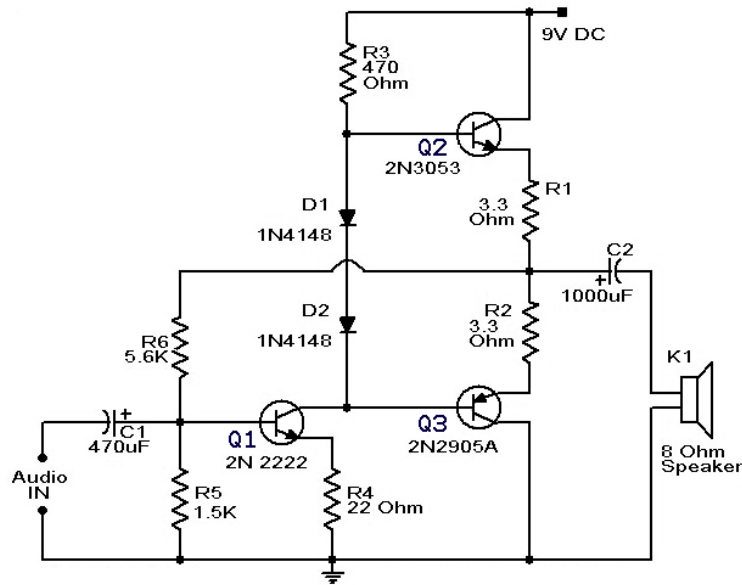
## 11.8 วงจรคอมพลิเมนต์ารี(Complementary)

วงจรคอมพลิเมนต์ารี เป็นการจัดวงจรขยายภาคเอาต์พุต ที่ใช้ทรานซิสเตอร์แบบคู่แมทช์-แพร์(Match Pair)ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN คู่กับ ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP โดยที่ ทรานซิสเตอร์ทั้งสองชนิดนี้ มีความสามารถในการทำงานได้เหมือนกันทุกประการ ดังแสดงตาม รูปที่ 11.24



รูปที่ 11.24 วงจรขยายคอมพลิเมนต์ารี

จากวงจรรูปที่ 11.24 เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบคอมพลิเมนต์ารี ที่ใช้ทรานซิสเตอร์แบบคู่แมทช์แพร์ ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 ชนิด NPN และ Q2 ชนิด PNP การทำงานเมื่อป้อนสัญญาณในครึ่งไซเคิลบวกทางอินพุตผ่านคาปาซิเตอร์ C1 เข้าสู่วงจร จะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ซึ่งเป็นชนิด NPN ได้รับฟอร์เวิร์ดไบแอส ทำให้ Q1 ทำงาน ได้สัญญาณในเฟสบวกผ่านคาปาซิเตอร์ C2 เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ลำโพง ส่วนทรานซิสเตอร์ Q2 จะได้รับรีเวิร์สไบแอสจึงอยู่ในสถานะคัตออฟทำให้ Q2 ไม่ทำงาน และเมื่อสัญญาณอินพุตในครึ่งไซเคิลลบ ผ่านคาปาซิเตอร์ C1 เข้าสู่วงจร จะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งเป็นชนิด PNP ได้รับฟอร์เวิร์ดไบแอส ทำให้ Q2 ทำงาน ได้สัญญาณในเฟสลบผ่านคาปาซิเตอร์ C2 เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ลำโพง ส่วนทรานซิสเตอร์ Q1 จะได้รับรีเวิร์สไบแอสจึงอยู่ในสถานะคัตออฟ ทำให้ Q1 ไม่ทำงาน ดังแสดงวงจรตัวอย่างตามรูปที่ 11.25



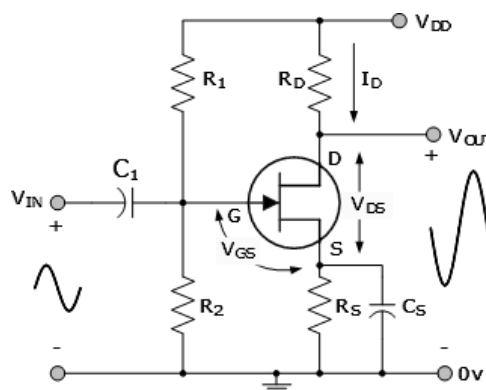
รูปที่ 11.25 วงจรขยายแบบคอมพลิเมนต์ารี

## 11.9 การใช้ทรานซิสเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรรขยายสัญญาณ

ในการขยายสัญญาณนอกจากจะใช้ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์แล้ว วงจรรขยายสัญญาณสามารถนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เช่น เฟต (FET) มอสเฟต (MOSFET) ลิเนียร์ไอซี (Linear IC) ไอซีออปแอมป์ (IC op-amp) มาใช้ในการขยายสัญญาณได้เช่นกัน

### 11.9.1 วงจรรขยายสัญญาณโดยใช้เฟต (FET)

การนำเอาฟิลด์เอฟเฟกทรานซิสเตอร์ (Field Effect Transistor) หรือเฟต (FET) มาใช้ในวงจรรขยายสัญญาณ โดยคุณสมบัติที่สำคัญคือ เฟตมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงกว่าไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ การจัดวงจรรขยายสัญญาณโดยใช้เฟต ดังแสดงวงจรรตามรูปที่ 11.26

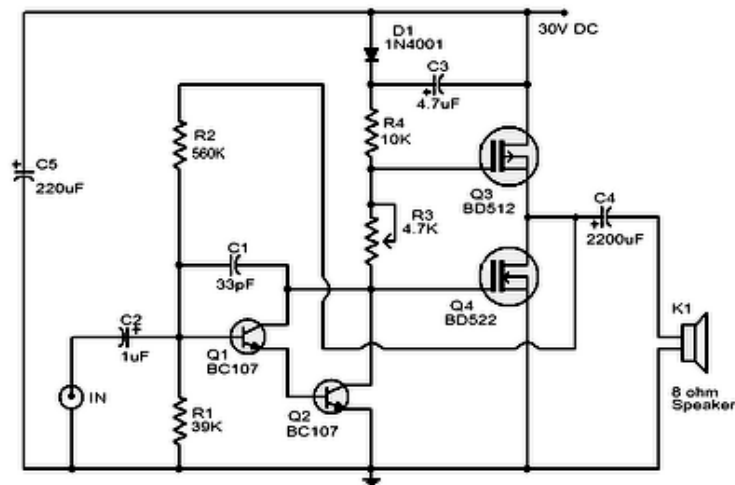


รูปที่ 11.26 วงจรรขยายใช้เฟต

จากรูปที่ 11.26 เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตในครึ่งไซเคิลบวกผ่านคาปาซิเตอร์ C1 เข้าทางขาเกต (G) ของเฟต จะทำให้ค่าแรงดันไฟ  $V_{GS}$  มีค่าสูงขึ้นจึงทำให้เฟตนำกระแสมากขึ้น เป็นผลทำให้ค่าแรงดันไฟ  $V_{DS}$  ลดต่ำลง ได้สัญญาณออกทางเอาต์พุตที่มีเฟสต่างจากสัญญาณทางอินพุต 180 องศา เมื่อป้อนสัญญาณในครึ่งไซเคิลลบผ่านคาปาซิเตอร์ C1 เข้าทางขาเกต (G) ของเฟต มีผลทำให้ค่าแรงดันไฟ  $V_{GS}$  มีค่าลดต่ำลง ส่งผลให้เฟตนำกระแสลดลง และมีค่าแรงดันไฟ  $V_{DS}$  สูงขึ้น ได้สัญญาณออกทางเอาต์พุตมีเฟสต่างจากอินพุต 180 องศา

### 11.9.2 วงจรขยายสัญญาณโดยใช้มอสเฟต(MOSFET)

วงจรขยายสัญญาณเสียงอีกแบบหนึ่ง ที่นำเอาอุปกรณ์มอสเฟตมาใช้ในภาคขยายทางเอาต์พุตของวงจร โดยทำงานร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.27



รูปที่ 11.27 วงจรขยายมอสเฟต

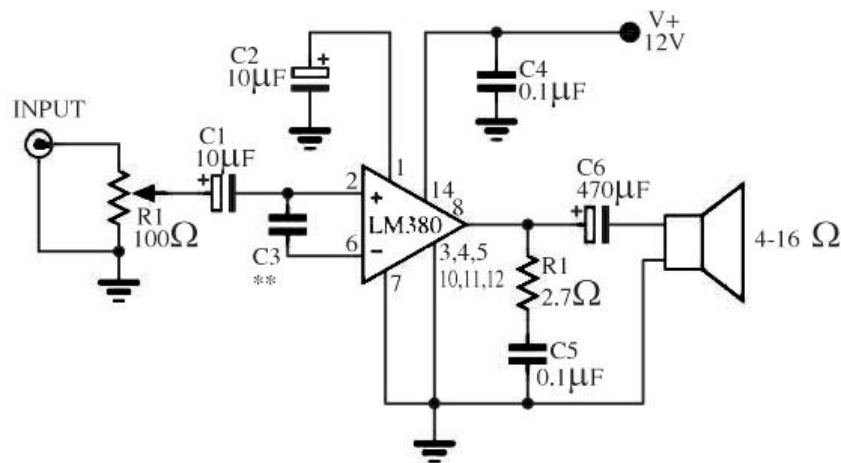
จากรูปที่ 11.27 วงจรขยายสัญญาณเสียงที่ใช้มอสเฟตทำหน้าที่ขยายกำลัง ทำงานร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ การทำงานสัญญาณทางอินพุตถูกป้อนผ่านคาปาซิเตอร์ C2 โดยใช้ ทรานซิสเตอร์ Q1 กับ Q2 ที่ต่อกันแบบคาริงตัน (Darlington) ทำหน้าที่เป็นปริแอมป์ขยายสัญญาณเสียงทางอินพุต ส่วนวงจรทางด้านเอาต์พุตใช้เพาเวอร์มอสเฟต(Power MOSFET) Q3 กับ Q4 สัญญาณถูกขยายเป็นเอาต์พุตผ่านทางคาปาซิเตอร์ C4 ออกไปยังลำโพง

### 11.9.3 วงจรขยายสัญญาณที่ใช้ลิเนียร์ไอซี(Linear IC)

ในวงจรขยายสัญญาณเสียงที่ใช้ไอซีสำเร็จรูปที่เป็นประเภทลิเนียร์ไอซี จะมีความสามารถในการขยายสัญญาณเสียงได้ตั้งแต่กำลังวัตต์ต่ำไปจนถึงกำลังวัตต์สูง โดยการนำ



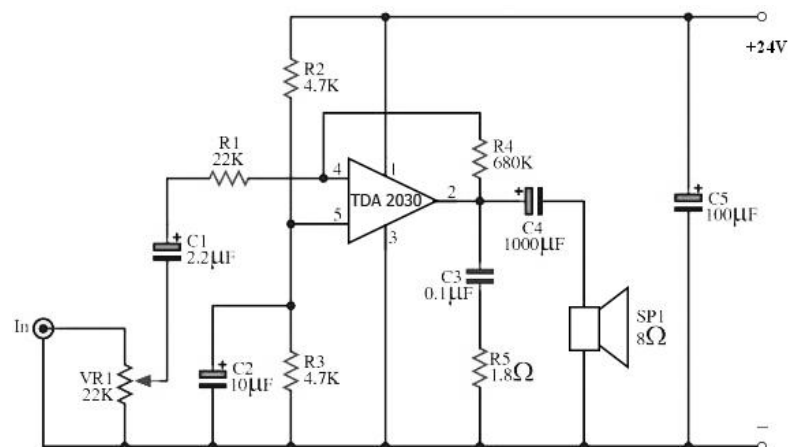
ไอซีสำเร็จรูปมาต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้จัดสร้างวงจรได้ง่าย และไม่ยุ่งยากในการสร้าง วงจรจึงมีขนาดเล็ก ตลอดจนไอซีขยายสัญญาณเสียงสำเร็จรูปนี้มีให้เลือกใช้หลากหลายเบอร์ เป็นจำนวนมาก การนำลิเนียร์ไอซีไปใช้ในงานขยายสัญญาณเสียงจะถูกนำไปใช้กับ วงจรต่างๆ ไป เช่น เครื่องติดต่อภายใน(Intercoms) ภาคขยายสัญญาณเสียงของวิทยุเอเอ็ม-เอฟเอ็ม(AM-FM Radio) ภาคขยายเสียงของโทรทัศน์ เป็นต้น ดังแสดงวงจรขยายเสียงตามรูปที่ 11.28



รูปที่ 11.28 วงจรขยายเสียงLM380

จากรูปที่ 11.28 แสดงวงจรขยายสัญญาณเสียงให้กำลังขยายเท่ากับ 2.5 วัตต์ (Watt)แบบโอทีแอล (OTL) ที่ใช้ลิเนียร์ไอซี เบอร์LM380 ซึ่งเป็นไอซีขนาด 14 ขา

ไอซีสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับในการขยายสัญญาณเสียงมีหลากหลายเบอร์ และมีกำลังขยายตั้งแต่วัตต์ต่ำไปถึงวัตต์ที่สูงมาก ดังตัวอย่างวงจรตามรูปที่ 11.29

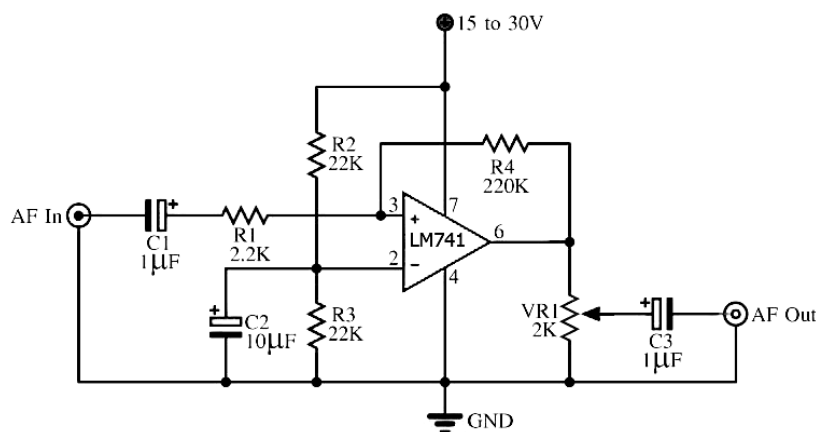


รูปที่ 11.29 วงจรขยายเสียงไอซี TDA2030

จากรูป 16.29 แสดงวงจรขยายสัญญาณเสียงที่ใช้ไอซีเบอร์ TDA2030 ที่มีกำลังขยายสัญญาณ 14 วัตต์

### 11.9.4 วงจรขยายสัญญาณเสียงใช้อิซีออปแอมป์(Op-amp)

ไอซีออปแอมป์(Op-amp)เป็นไอซีที่สามารถนำมาจัดวงจรได้หลากหลายรูปแบบ และสามารถจัดเป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงได้ โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกต่อรวมอีกจำนวนไม่มาก ไอซีออปแอมป์ที่นำมาจัดเป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงมีหลากหลายเบอร์ให้เลือกใช้ เช่น ไอซีออปแอมป์เบอร์ LM741 ซึ่งเป็นไอซีออปแอมป์ตัวหนึ่งที่มีความนิยมนำมาใช้ในการขยายสัญญาณเสียงขนาดเล็ก หรือปริแอมป์ปลัฟไฟร์ ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 11.30



รูปที่ 11.30 วงจรขยายสัญญาณเสียงไอซีLM741

จากรูปที่ 11.30 แสดงวงจรขยายสัญญาณเสียงโดยใช้อิซี LM741 ที่ใช้แรงดันไฟเลี้ยงวงจรเท่ากับ 12 โวลต์ป้อนเข้าที่ขา 7 ของไอซี และใช้ขา 4 เป็นขากาวนด์ สัญญาณอินพุตป้อนผ่านเข้าทางคาปาซิเตอร์ C1ซึ่งทำหน้าที่เป็น ตัวคัปปลิ่งสัญญาณผ่านตัวต้านทาน R1 เข้าที่ขา 3 ของไอซี LM741 การขยายสัญญาณ จะได้สัญญาณทางเอาต์พุตออกที่ขา 6 ของไอซี โดยใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ VR1 เพื่อปรับความแรงของสัญญาณทางเอาต์พุตผ่านทางคาปาซิเตอร์ C3 ที่ทำหน้าที่เป็นตัวคัปปลิ่งสัญญาณออกทางเอาต์พุต