

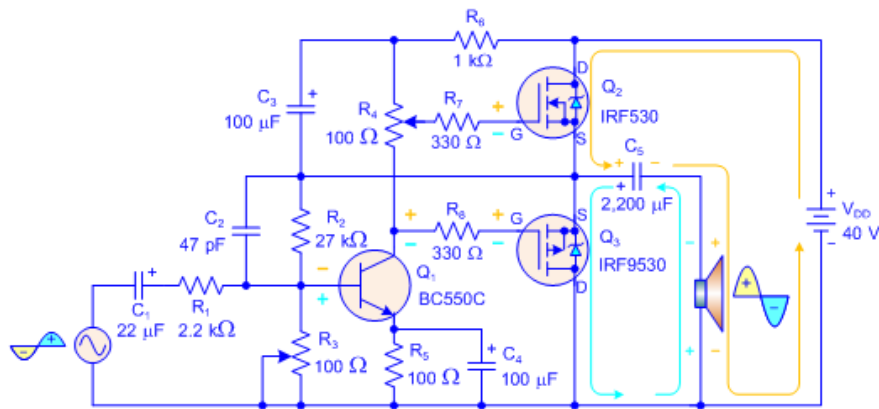
หน่วยที่ 6

การขยายกำลังคลื่นเสียงด้วยมอสเฟตและไอซี

6.1 วงจรขยายเสียงคอมพลิเมนต์าริชนิด OTL ด้วยมอสเฟตกำลัง

มอสเฟตกำลัง (Power MOSFET) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมนำไปใช้ในวงจรขยายกำลังสัญญาณเสียง เพราะด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายประการของเฟต เช่น ทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์ และคุณสมบัติของโครงสร้างเฟต บางชนิด สร้างให้มีความไวในการทำงานได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์มาก เป็นต้น

การจัดวงจขยายกำลังสัญญาณไฟฟ้าโดยใช้มอสเฟตกำลังถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งงานขยายสัญญาณเสียง และงานขยายสัญญาณด้านอื่นๆ ทำให้มอสเฟตกำลังเบอร์ใหม่ๆ ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานมากมาย วงจรขยายกำลังสัญญาณเสียงด้วยมอสเฟตกำลัง สามารถจัดวงจขยายสัญญาณในแบบคอมพลิเมนต์าริได้เช่นเดียวกับการใช้ทรานซิสเตอร์ แต่การจัดวงจทำงานมีความแตกต่างไปบ้าง ตามคุณสมบัติในการทำงานของตัวมอสเฟตกำลังที่นำมาใช้งาน วงจรขยายเสียงคอมพลิเมนต์าริชนิด OTL ด้วยมอสเฟตกำลัง แสดงดังรูปที่ 6.1

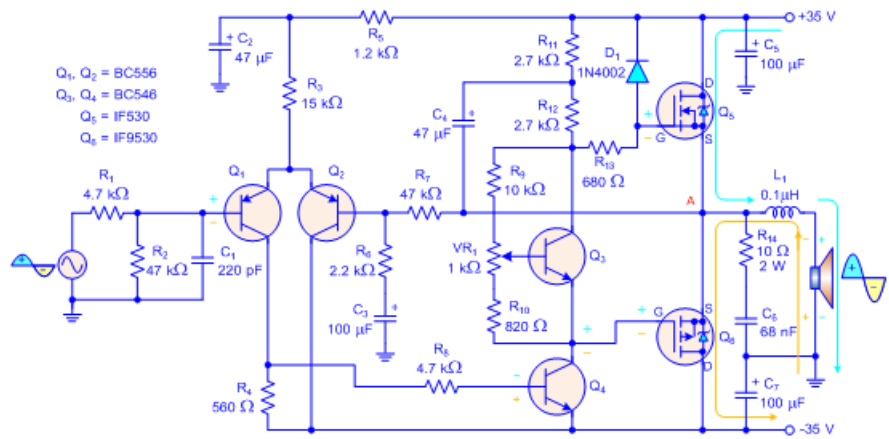


รูปที่ 6.1 วงจรขยายเสียงแบบพุช – พูลคลาซ B ใช้ NPN ทรานซิสเตอร์

6.2 วงจรขยายเสียงคอมพลิเมนต์าริชนิด OCL ด้วยมอสเฟตกำลัง

จากการทำงานได้ดีของมอสเฟตกำลังที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งาน ทำให้วงจขยายกำลังเสียงที่ใช้มอสเฟตกำลัง ถูกพัฒนาไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่นเดียวกับวงจขยายกำลังเสียงที่ใช้ทรานซิสเตอร์ วงจขยายกำลังเสียงที่ใช้มอสเฟตกำลังมีการผลิตออกมาใช้งานมากมาย หลายรูปแบบ หลายชนิดของเฟต และหลายลักษณะวงจรใช้งาน ด้วยคุณภาพและประสิทธิภาพที่ดีของเฟต รวมถึงตัวเฟตสามารถนำไปร่วมใช้งานกับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดอื่นๆ ได้ดี

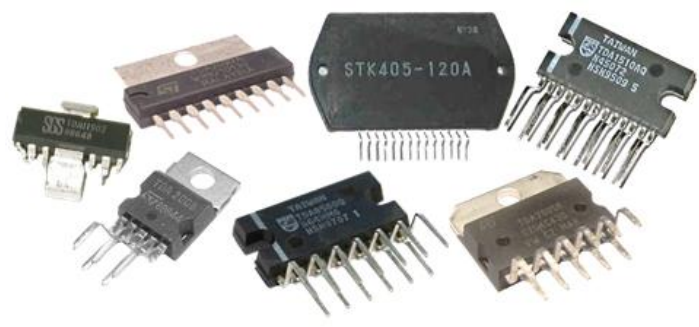
ในปัจจุบันมอสเฟตกำลังถูกผลิตขึ้นมาใช้งานมากมายหลายเบอร์ หลายชนิด และหลายหน้าที่การทำงาน การนำมาใช้งานเราสามารถเลือกนำมาใช้งานได้หลากหลาย ทั้งชนิดของมอสเฟตกำลัง ขนาดทนแรงดันไฟฟ้า ขนาดทนกระแสไฟฟ้า รวมถึงค่าการตอบสนองต่อความถี่ใช้งาน วงจรขยายเสียงคอมพลิเมตารีชนิด OCL ด้วยมอสเฟตกำลัง แสดงดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 วงจรขยายเสียงแบบพุช – พูลคลาส B ใช้ NPN ทรานซิสเตอร์

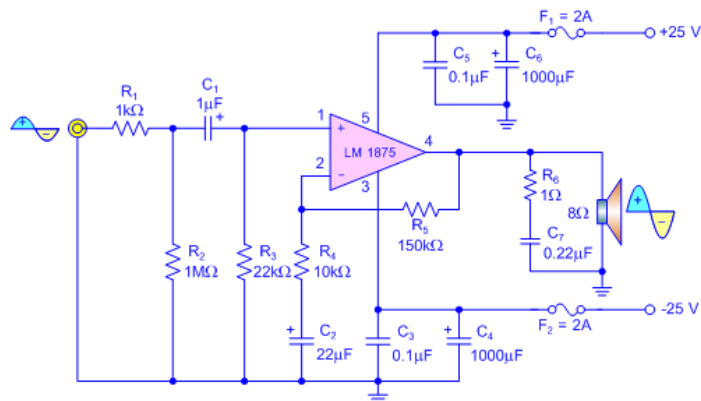
6.3 วงจรขยายเสียงด้วยไอซีกำลัง

ไอซี (IC) ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ถูกนำไปใช้ในหลายหน้าที่การทำงาน เพราะด้วยโครงสร้างภายในตัวไอซีสามารถสร้างขึ้นมาโดยบรรจุอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิดลงไปได้ พร้อมทั้งเชื่อมต่ออุปกรณ์เหล่านั้นไว้ในรูปวงจรต่างๆ ตามต้องการได้ ทำให้เกิดความสะดวกต่อการทำงาน และต่อการนำไปใช้งาน ทำให้ไอซีกำลัง (Power IC) ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานมากมาย เพื่อจุดประสงค์ในการนำไปใช้ในวงจรขยายเสียง ช่วยให้การประกอบวงจรทำงานใช้อุปกรณ์น้อยลง ประกอบวงจรได้ง่ายขึ้น รวมถึงมีคุณภาพของสัญญาณเสียงที่ถูกขยายออกมาไม่ด้อยไปกว่าวงจรขยายเสียงที่ใช้ทรานซิสเตอร์กำลัง และมอสเฟตกำลัง ไอซีกำลังถูกผลิตขึ้นมาใช้งานมีมากมายหลายชนิด หลายขนาด และหลายเบอร์ สามารถเลือกใช้งาน เลือกวงจรได้ตามความต้องการ เบอร์ และรูปร่างแบบต่างๆ ของ IC ขยายกำลัง แสดงดังรูปที่ 6.3



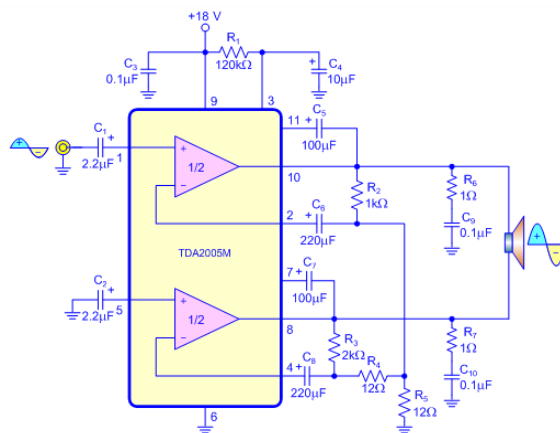
รูปที่ 6.3 เบอร์และรูปร่างแบบต่างๆ ของ IC ขยายกำลัง

จากรูปที่ 6.3 แสดงเบอร์และรูปร่างแบบต่างๆ ของ IC ขยายกำลัง จะเห็นได้ว่ามีความหลากหลายทั้งเบอร์ IC ขนาดของกำลังขยาย และรูปร่างที่ผลิตขึ้นมาใช้งาน แต่สิ่งที่เหมือนกัน คือเมื่อนำไปใช้งานจะเกิดความร้อนสูง จำเป็นต้องติดแผ่นระบายความร้อน (Heat Sink) ที่ตัว IC ช่วยระบายความร้อน การนำ IC ขยายกำลังแต่ละเบอร์ไปใช้งาน จำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในรายละเอียดคุณสมบัติของเบอร์ IC ขยายกำลังเบอร์ที่นำมาใช้งาน เพื่อให้การใช้งานมีคุณภาพ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และใช้งานได้อย่างคุ้มค่า วงจรขยายเสียงด้วย IC ขยายกำลัง แสดงดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 วงจรขยายเสียงด้วย IC ขยายกำลัง

ค่ากำลังขยายของวงจรขยายเสียงแบบใช้ IC สามารถปรับเปลี่ยนค่าอัตราขยายได้ โดยการปรับเปลี่ยนเบอร์ IC ที่ใช้งาน เปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่ใช้ต่อเข้าวงจรขยายเสียงให้เหมาะสม หรือปรับเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายให้วงจร การเพิ่มกำลังขยายของตัว IC ทำให้หลายวิธีดังกล่าวแล้ว นอกจากนั้นในตัว IC ขยายกำลังบางเบอร์ ภายในตัว IC เพียงตัวเดียวประกอบด้วยชุดขยายสัญญาณ 2 ชุด หรือ 4 ชุด สามารถนำมาจัดวงจรขยายเสียงในรูปวงจรขยายเสียงแบบบริดจ์ (Bridge Amplifier) ได้ ช่วยเพิ่มค่าอัตราขยายกำลังให้วงจรขยายกำลังได้เพิ่มขึ้น วงจรขยายเสียงด้วย IC ขยายกำลังต่อแบบบริดจ์ แสดงดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 วงจรขยายเสียงด้วย IC ขยายกำลังต่อแบบบริดจ์

6.4 เครื่องขยายเสียงคลาส D

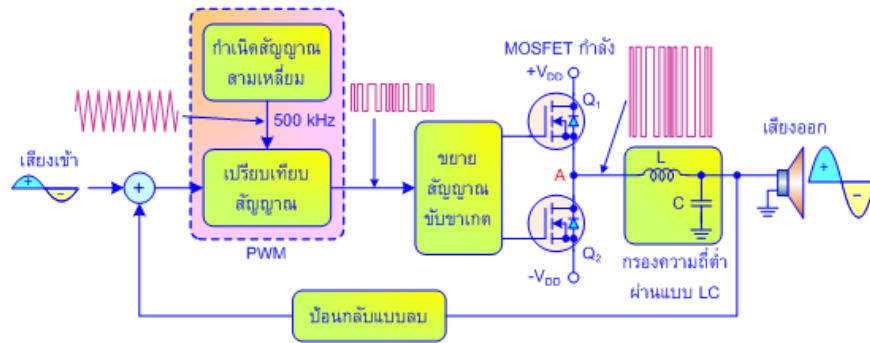
เครื่องขยายเสียงคลาส D เป็นเครื่องขยายเสียงที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้งานในการขยายสัญญาณเสียง เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องขยายเสียงที่ทำงานในคลาส A คลาส B และคลาส AB ที่มีการทำงานในแบบสัญญาณแอนะล็อก มีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำประมาณ 25 – 78.5 % เท่านั้น และยังคงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากสิ่งต่างๆ เช่น สัญญาณเสียงเกิดความผิดเพี้ยน เกิดสัญญาณรบกวนในการขยายเสียง เกิดความร้อนจากการทำงานของอุปกรณ์ประกอบวงจร และเกิดการสูญเสียความถี่บางความถี่ เป็นต้น

เครื่องขยายเสียงคลาส D มีความนิยมนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง แพร่หลาย จึงได้มีการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่องเรื่อยมา ทำให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น สามารถให้อัตราขยายสัญญาณเสียงสูงเพิ่มขึ้น วงจรให้การตอบสนองต่อความถี่เสียงได้ครอบคลุมย่านความถี่เสียงทั้งหมด ส่วนมากวงจรถูกสร้างไว้ในรูป IC สำเร็จรูป ทำให้เครื่องขยายเสียงมีขนาดเล็กกลง แต่ให้กำลังขยายที่สูงเพิ่มขึ้น ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางหลายหน้าที่ เช่น ในเครื่องโทรศัพท์ เคลื่อนที่ ในเครื่องเสียงไฮเอ็น ในชุดโฮมเธียเตอร์ ในเครื่องขยายเสียงชนิดตั้งโต๊ะ ใช้ขับลำโพงเสียงทุ้มมาก และใช้เพิ่มกำลังขยายให้ระบบเสียง เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างเครื่องขยายเสียงคลาส D แสดงดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 โครงสร้างเครื่องขยายเสียงคลาส D

เครื่องขยายเสียงคลาส D สามารถทำงานได้ดีกว่า มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงมากถึงประมาณ 90 – 100 % โดยใช้หลักการทำงานในแบบสัญญาณดิจิทัล ด้วยการขยายกำลังแบบสวิตซิง (Switching Power Amplifier) ทำการเปลี่ยนสัญญาณเสียงคลื่นไซน์ไปเป็นสัญญาณพัลส์ ใช้วิธีผสมคลื่นแบบความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation) หรือ PWM นำสัญญาณพัลส์ที่ได้ไปขยายให้มีความแรงมากขึ้น และทำการแปลงสัญญาณพัลส์กลับมาเป็นสัญญาณเสียง ด้วยการส่งผ่านสัญญาณพัลส์ไปเข้าวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) หรือ LPF สัญญาณคลื่นพัลส์ถูกแปลงกลับมาเป็นสัญญาณเสียงคลื่นไซน์ตามเดิม มีขนาดความแรงสัญญาณมากขึ้น ส่งไปขับลำโพงให้กำเนิดเสียงออกมา หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียงคลาส D แสดงดังรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.7 หลักการทำงานของเครื่องขยายเสียงคลาส D

6.5 วงจรขยายเสียงคลาส D

วงจรขยายเสียงคลาส D เป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงที่นิยมใช้งานมากชนิดหนึ่ง ถูกนำไป ใช้งานอย่าง กว้างขวางและแพร่หลาย ลักษณะโครงสร้างวงจรมีความหลากหลายแตกต่างกันไป อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ งานนิยมจัดอยู่ในรูป IC ที่รวมวงจรถ่ายไว้ภายในเกือบทั้งหมด มีส่วนประกอบต่อรวมภายนอกอีกเล็กน้อย ทำให้ สะดวกและง่ายในการต่อใช้งาน รวมทั้งมีค่าของอัตราขยายกำลังให้เลือกหลากหลายค่า หลากหลายเบอร์ และมี วงจรที่ต่อใช้งานแตกต่างกันไป การเลือกวงจรมาใช้งานควรศึกษารายละเอียดคุณสมบัติของวงจร ให้เหมาะสมกับ งานที่ต้องการนำวงจรไปใช้ โดยวงจรขยายเสียงคลาส D จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. วงจรขยายเสียงคลาส D ชนิดใช้ MOSFET กำลังแยกออกต่างหาก เป็นวงจรขยายเสียงที่รวมเอา วงจรในส่วนต่างๆ สร้างไว้ภายในตัว IC IC ได้แก่ ส่วนกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยม ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ และ ส่วนขยายสัญญาณขับขาเกต MOSFET โดยมีตัว MOSFET กำลังต่อแยกต่างหากไว้ภายนอก สะดวกต่อการจัดค่า อัตราขยายกำลังของวงจรขยายเสียงตามความต้องการ วงจรขยายเสียงคลาส D ชนิดใช้ MOSFET กำลังแยกออก ต่างหาก
2. วงจรขยายเสียงคลาส D ชนิดใช้ IC ทำงานเพียงตัวเดียว เป็นวงจรขยายเสียงที่การทำงานในส่วน ต่างๆ ของวงจรถูกสร้างรวมไว้ภายในตัว IC ทั้งหมดตั้งแต่ ส่วนกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยม ส่วนเปรียบเทียบ สัญญาณ ส่วนขยายสัญญาณขับขาเกต และ MOSFET กำลัง วงจร ขยายเสียงคลาส D ชนิดใช้ IC ทำงานเพียงตัว เดียว