

หน่วยที่ 12

อุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง

12.1 ไมโครโฟน

ไมโครโฟน (Microphone) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงในรูปคลื่นเสียง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าในรูปคลื่นไฟฟ้า โดยสัญญาณเสียงที่เกิดจากการสนทนา เสียงร้อง หรือเสียงดนตรี ของมนุษย์ สัตว์ หรือสิ่งของต่างๆ มีผลทำให้อากาศโดยรอบแหล่งกำเนิดเสียงเหล่านั้นเกิดการสั่นสะเทือน ส่งผลทำให้ไดอะแฟรม (Diaphragm) ของไมโครโฟนเกิดการสั่นตามไปด้วย ไมโครโฟนจะเปลี่ยนคลื่นเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนไปเป็นคลื่นเสียงในรูปคลื่นไฟฟ้า เกิดเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนแปลงค่าไป มีความถี่และความแรงสัญญาณเหมือนคลื่นเสียงเดิมที่ป้อนเข้ามา

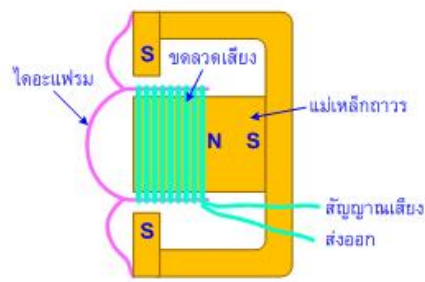
ไมโครโฟนที่ถูกผลิตมาใช้งานมีมากมายหลายชนิด หลายรูปแบบ และหลายบริษัทผู้ผลิต มีคุณภาพและราคาที่แตกต่างกันไป ไมโครโฟนที่มีคุณภาพดีจะต้องให้การตอบสนองต่อความถี่ของสัญญาณเสียงครอบคลุมย่านความถี่เสียงทั้งหมด คือมีความถี่อยู่ในช่วง 20 Hz ถึง 20 kHz ไมโครโฟนที่ผลิตมาใช้งานมีหลายชนิด หลายลักษณะ จัดแบ่งออกตามลักษณะโครงสร้างของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ไมโครโฟนที่นิยมใช้งานมี 3 ชนิด คือ ไมโครโฟนไดนามิก ไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ และไมโครโฟนริบบอน (Ribbon Microphone) แต่ละชนิดมีโครงสร้างและใช้อุปกรณ์ในการผลิตแตกต่างกันไป ไมโครโฟนชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 12.1



รูปที่ 12.1 ไมโครโฟนชนิดต่างๆ

12.1.1 ไมโครโฟนไดนามิก

ไมโครโฟนไดนามิก เป็นไมโครโฟนที่มีโครงสร้างประกอบขึ้นด้วยขดลวดตัวนำหรือขดลวดเสียง (Voice Coil) และแม่เหล็กถาวร ใช้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อมีการตัดผ่านขดลวดตัวนำในสนามแม่เหล็กถาวร ทำให้กำเนิดเสียงในรูปสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับออกมา เป็นไมโครโฟนชนิดที่นิยมนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง แพร่หลาย เพราะด้วยลักษณะโครงสร้างที่มีความแข็งแรง ทนทาน มีความไวในการรับเสียง ได้สัญญาณเสียงออกมามีความชัดเจนไม่ผิดเพี้ยน ราคาไม่แพง และสามารถตอบสนองต่อความถี่เสียงได้ครอบคลุมย่านความถี่เสียงทั้งย่าน โครงสร้างและรูปร่างของไมโครโฟนไดนามิก แสดงดังรูปที่ 12.2



(ก) โครงสร้าง



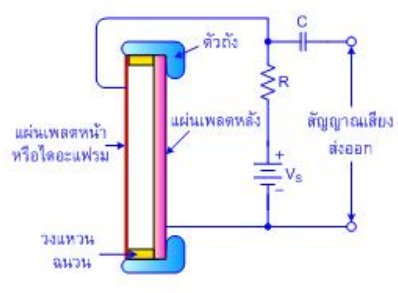
(ข) รูปร่าง

รูปที่ 12.2 ไมโครโฟนไดนามิก

การทำงานของไมโครโฟนไดนามิก เมื่อมีคลื่นเสียงส่งมากระทบแผ่นไดอะแฟรม ทำให้แผ่นไดอะแฟรมเกิดการสั่น ขดลวดเสียงที่พันอยู่รอบกรวยทรงกระบอกจะเกิดการสั่นตามไปด้วย ขดลวดเสียงเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดการชักนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมาจากขดลวดเสียง แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่วนนี้ส่งเป็นสัญญาณเสียงออกเอาต์พุต ส่งต่อไปยังเครื่องขยายเสียง

12.1.2 ไมโครโฟนคอนเดนเซอร์

ไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ เป็นไมโครโฟนที่มีคุณสมบัติในการทำงานเหมือนกับตัวเก็บประจุตัวหนึ่ง โดยใช้แผ่นโลหะตัวนำ 2 แผ่นวางขนานร่วมกันรับสัญญาณเสียงทำให้เกิดการทำงาน และใช้การเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นโลหะตัวนำทั้งสองไปใช้งาน เป็นไมโครโฟนชนิดที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวางแพร่หลายอีกชนิดหนึ่ง เพราะมีความไวในการรับคลื่นเสียงดี ตอบสนองต่อความถี่เสียงในย่านที่กว้างครอบคลุมย่านความถี่เสียงทั้งย่าน มีความผิดเพี้ยนต่ำ ไม่เกิดเสียงรบกวน มีขนาดเล็กกะทัดรัด ติดตั้งใช้งานได้สะดวก และราคาไม่แพง โครงสร้างและรูปร่างของไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 12.3



(ก) โครงสร้าง



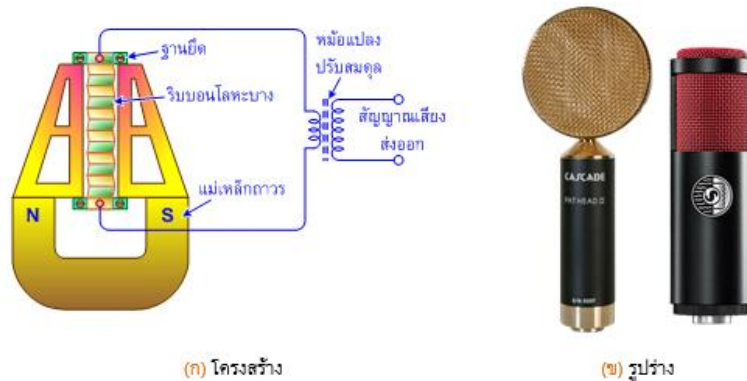
(ข) รูปร่าง

รูปที่ 12.3 ไมโครโฟนคอนเดนเซอร์

การทำงานของไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ ในขณะที่ไม่มีคลื่นเสียงมากระทบแผ่นไดอะแฟรม ความจุของไมโครโฟนคอนเดนเซอร์มีค่าคงที่ ไม่เกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับในรูปสัญญาณเสียงจ่ายออกเอาต์พุต เมื่อมีคลื่นเสียงส่งมากระทบแผ่นไดอะแฟรม ทำให้แผ่นไดอะแฟรมเกิดการสั่นตามจังหวะคลื่นเสียง แผ่นเพลตทั้งสองมีระยะห่างเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้ค่าความจุของไมโครโฟนคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แรงดันไฟฟ้าประจุในไมโครโฟนคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลงไป ได้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R เปลี่ยนแปลงในรูปแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ส่งผ่าน C ออกเอาต์พุตเป็นคลื่นเสียงในรูปคลื่นไฟฟ้า ส่งต่อไปยังเครื่องขยายเสียง

12.1.3 ไมโครโฟนริบบอน

ไมโครโฟนริบบอน เป็นไมโครโฟนที่ใช้แผ่นริบบอนอะลูมิเนียมสร้างไว้ในรูปลอนลูกฟูกทำหน้าที่แทนขดลวดตัวนำ พร้อมทั้งทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมไปด้วยในเวลาเดียวกัน นำไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กความเข้มสูง เป็นไมโครโฟนที่ให้การตอบสนองต่อความถี่เสียงได้กว้าง ตอบสนองต่อย่านความถี่สูงได้ดี นิยมนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดความดังเสียง ใช้เป็นไมโครโฟนที่รับสัญญาณคลื่นเสียงที่มีความถี่หลากหลายค่า และเป็นไมโครโฟนนิยมนำไปใช้ในห้องบันทึกเสียงมากกว่าใช้งานทั่วไป เพราะด้วยความบอบบางของริบบอนอะลูมิเนียมที่ทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรม ซึ่งชำรุดเสียหายได้ง่าย โครงสร้างและรูปร่างของไมโครโฟนริบบอน แสดงดังรูปที่ 12.4

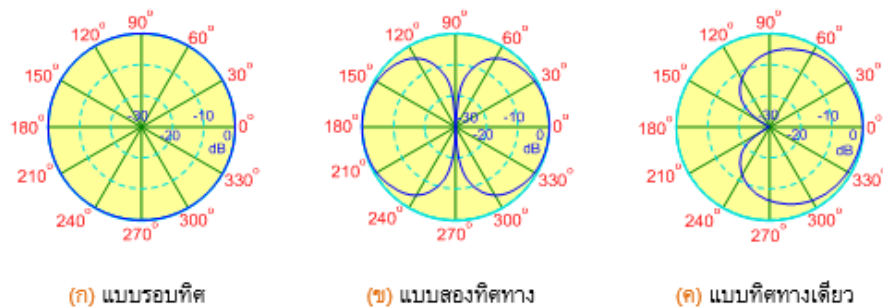


รูปที่ 12.4 ไมโครโฟนริบบอน

การทำงานของไมโครโฟนริบบอนเป็นดังนี้ เมื่อมีคลื่นเสียงส่งมากระทบไมโครโฟนริบบอน แผ่นโลหะริบบอนได้รับคลื่นเสียงตกกระทบจะเกิดการสั่นตามจังหวะของคลื่นเสียง แผ่นโลหะริบบอนตัดผ่านสนามแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดการชักนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นที่แผ่นโลหะริบบอนเหมือนคลื่นเสียงที่ส่งมากระทบ แต่ได้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่ำมาก จึงต้องส่งไปให้หม้อแปลงปรับสมดุลช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้มากขึ้นออกมา และช่วยปรับสมดุลอิมพีแดนซ์ของไมโครโฟนกับเครื่องขยายเสียง ทำให้การส่งผ่านสัญญาณเสียงมีค่าสูงสุด ไม่เกิดการสูญเสีย

12.1.4 ความไวในการรับเสียงของไมโครโฟน

ไมโครโฟนที่ผลิตออกมาใช้งาน ถูกผลิตให้มีความไวในการรับเสียงหลายลักษณะ ซึ่งจะถูกแสดงออกมาไว้บนแผ่นภาพโพลาร์ (Polar Diagram) โดยแสดงให้ทราบถึงทิศทางที่รับเสียงได้ดีของไมโครโฟนแต่ละตัว แสดงออกมาในรูปของมุมการรับเสียง และระดับความแรงของเสียงที่รับมาได้ในหน่วยความดังเป็นเดซิเบล (dB) ทิศทางความไวในการตอบสนองต่อความถี่เสียงของไมโครโฟนที่ผลิตมาใช้งาน เช่น แบบรอบทิศทาง (Omnidirectional Pattern) แบบสองทิศทาง (Bidirectional Pattern) และแบบทิศทางเดียว (Unidirectional Pattern) เป็นต้น มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันไป การเลือกใช้งานต้องเลือกให้เหมาะสมกับงาน เพื่อให้เสียงที่รับได้มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน แผ่นภาพโพลาร์แสดงทิศทางความไวในการตอบสนองต่อความถี่เสียงของไมโครโฟน แสดงได้ดังรูปที่ 12.5



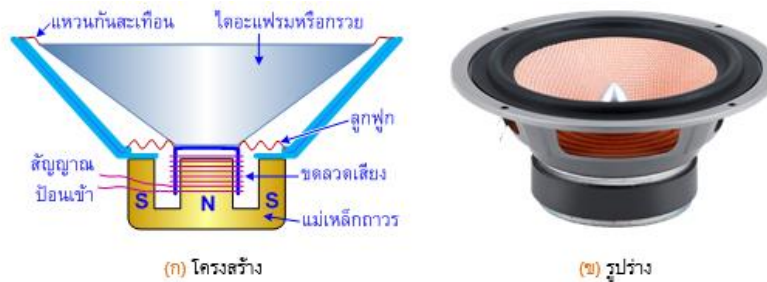
รูปที่ 12.5 แผ่นภาพโพลาร์แสดงทิศทางความไวของไมโครโฟน

12.2 ลำโพง

ลำโพง เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า ให้กลับมาเป็นสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปอากาศสั่นกระเพื่อมอัดตัวเข้าและขยายตัวออก กระจายออกไปในทิศทางที่ลำโพงกำหนด เพื่อให้หูของคนสามารถรับรู้ถึงอากาศสั่นกระเพื่อมในรูปความถี่คลื่นเสียงได้ ลำโพงจึงถือเป็นส่วนสำคัญของการกระจายเสียง ทำงานร่วมกับเครื่องขยายเสียง ทำให้เสียงมีความดังมากขึ้น และสามารถเดินทางไปได้ไกลเพิ่มขึ้น ลำโพงที่ผลิตมาใช้งานมีด้วยกันหลายชนิด แบ่งออกตามลักษณะโครงสร้างตัวลำโพง ที่นิยมใช้งานมี 3 ชนิด คือ ลำโพงไดนามิก (Dynamic Loudspeaker) ลำโพงริบบอน (Ribbon Loudspeaker) และลำโพงคริสตอล (Crystal Loudspeaker) หรือแบ่งออกตามค่าการตอบสนองความถี่เสียงของตัวลำโพง แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ ลำโพงเสียงทุ้ม ลำโพงเสียงกลาง ลำโพงเสียงแหลม และลำโพงฮอร์น (Horn Loudspeaker)

12.2.1 ลำโพงไดนามิก

ลำโพงไดนามิก เป็นลำโพงที่ประกอบขึ้นด้วยขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบกรวยทรงกระบอกวางอยู่ในสนามแม่เหล็กถาวร ปลายกรวยทรงกระบอกยึดติดกับกรวยไดอะแฟรม เป็นลำโพงชนิดที่นิยมใช้งานมากที่สุด ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางและแพร่หลายทั่วไป เพราะมีส่วนประกอบของโครงสร้างถูกออกแบบมาอย่างดี ทนทาน แข็งแรง การนำไปใช้งานทำได้ง่าย ให้คุณภาพเสียงดี มีราคาไม่แพง และสามารถสร้างได้หลายขนาดหลายรูปทรง โครงสร้างและรูปร่างของลำโพงไดนามิก แสดงดังรูปที่ 12.6

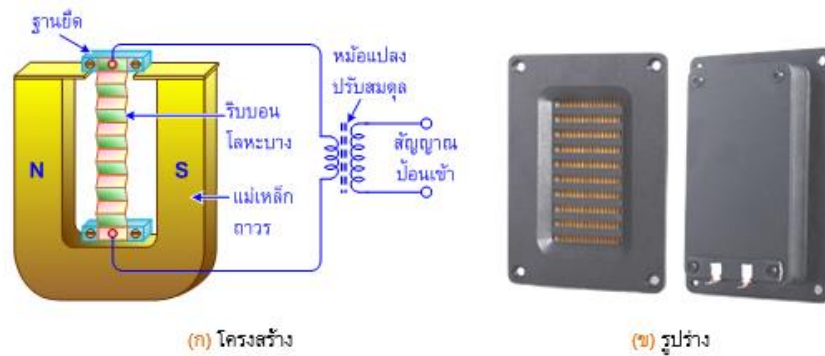


รูปที่ 12.6 ลำโพงไดนามิก

หลักการทำงานของลำโพงไดนามิกเป็นดังนี้ เมื่อมีสัญญาณเสียงในรูปสัญญาณ ไฟฟ้าป้อนให้ลำโพงไดนามิก ขดลวดเสียงเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทำให้เกิดการผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร ขดลวดเสียงเกิดการเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามสัญญาณเสียงที่ป้อนเข้ามาในรูปสัญญาณไฟฟ้า กรวยลำโพงที่ยึดติดกับขดลวดเสียงเกิดการเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามไปด้วย อากาศที่อยู่โดยรอบกรวยลำโพงเกิดการสั่น ได้สัญญาณเสียงออกมา มีรูปคลื่น ความถี่ และความแรงเหมือนต้นกำเนิดเสียงที่ป้อนเข้ามา แพร่กระจายออกไป

12.2.2 ลำโพงรีบบอน

ลำโพงรีบบอน เป็นลำโพงที่มีความแตกต่างไปจากลำโพงไดนามิก โครงสร้างในส่วนของขดลวดตัวนำสั้นเคลื่อนที่ทำให้เกิดเสียง ไม่ได้ใช้ขดลวดเสียงพันบนกรวยทรงกระบอกในการทำงาน แต่ใช้แผ่นรีบบอนอะลูมิเนียมสร้างไว้ในรูปลูกฟูกเป็นขดลวดเสียงแทน และทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมไปในเวลาเดียวกัน ลำโพงชนิดนี้ให้การตอบสนองต่อความถี่สูงได้ดีมาก แต่ด้วยขบวนการผลิตที่ความยุ่งยาก จึงมีการผลิตออกจำหน่ายไม่มาก มีการใช้งานไม่แพร่หลายมากนัก นิยมใช้เป็นลำโพงเสียงแหลม รูปร่างและโครงสร้างของลำโพงรีบบอน แสดงดังรูปที่ 12.7

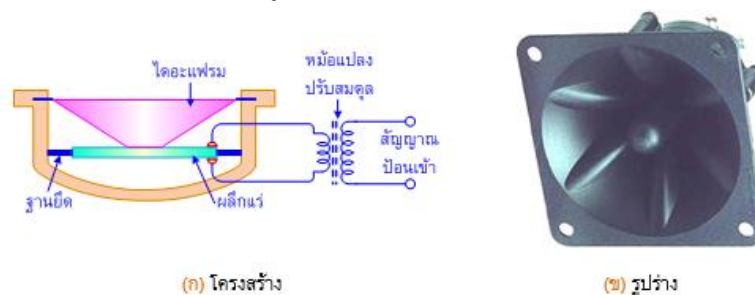


รูปที่ 12.7 ลำโพงรีบบอน

การทำงานของลำโพงรีบบอนเป็นดังนี้ เมื่อมีสัญญาณเสียงในรูปสัญญาณไฟฟ้าป้อนให้ลำโพงรีบบอน แผ่นโลหะรีบบอนเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทำให้เกิดการผลักดันกับสนามแม่เหล็กถาวร แผ่นโลหะรีบบอนเกิดการเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามสัญญาณเสียงที่ป้อนเข้ามาในรูปสัญญาณไฟฟ้า ทำให้อากาศที่อยู่โดยรอบแผ่นโลหะรีบบอนเกิดการสั่นตามไปด้วย ได้คลื่นเสียงออกมา มีรูปคลื่น ความถี่ และความแรงเหมือนต้นกำเนิดเสียงที่ป้อนเข้ามา

12.2.3 ลำโพงคริสตอล

ลำโพงชนิดนี้ให้การตอบสนองต่อความถี่สูงได้ดีมาก แต่เนื่องจากลำโพงคริสตอลมีอิมพีแดนซ์สูงรวมกับการที่ต้องใช้แผ่นโลหะประกบผลึกแร่เกิดผลเป็นตัวเก็บประจุ ทำให้การส่งถ่ายกำลังไปยังผลึกแร่ทำได้ลำบากมากขึ้น ตลอดจนขบวนการผลิตมีความยุ่งยาก ด้วยหลายสาเหตุดังกล่าวลำโพงคริสตอลไม่แพร่หลายในการใช้งานมากนัก นิยมใช้เป็นลำโพงเสียงแหลม รูปร่างและโครงสร้างของลำโพงคริสตอล แสดงดังรูปที่ 12.8



รูปที่ 12.8 ลำโพงคริสตอล

การทำงานของลำโพงคริสตอลเป็นดังนี้ เมื่อมีสัญญาณเสียงในรูปสัญญาณไฟฟ้าป้อนให้ลำโพงคริสตอล ผลึกแร่เกิดการสั่นเคลื่อนที่เข้าออกตามสัญญาณเสียงที่ป้อนเข้ามาในรูปสัญญาณไฟฟ้า ส่งผลให้ไดอะแฟรมสั่นตามไปด้วย ทำให้อากาศที่อยู่โดยรอบแผ่นไดอะแฟรมเกิดการสั่นได้คลื่นเสียงออกมา มีรูปคลื่น ความถี่ และความแรงเหมือนต้นกำเนิดเสียงที่ป้อนเข้ามา

12.2.4 ลำโพงเสียงทุ้ม เสียงกลาง เสียงแหลม และลำโพงฮอร์น

1. **ลำโพงเสียงทุ้ม** เป็นลำโพงที่ผลิตขึ้นมาใช้งานที่มีการตอบสนองความถี่เสียงในย่านความถี่ต่ำ ประมาณ 20 Hz ถึง 1 kHz โดยกรวยลำโพงทำมาจากกระดาษ พลาสติก หรือวัสดุชนิดอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ลำโพงเสียงทุ้มจะมีขนาดใหญ่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยลำโพงตั้งแต่ 8 นิ้วขึ้นไป จนถึง 15 นิ้ว หรือมากกว่านี้ ลักษณะลำโพงเสียงทุ้ม แสดงดังรูปที่ 12.9 (ก)



รูปที่ 12.9 ลำโพงเสียงทุ้มและลำโพงเสียงกลาง

2. **ลำโพงเสียงกลาง** เป็นลำโพงที่ผลิตขึ้นมาใช้งานให้มีการตอบสนองความถี่เสียงในย่านความถี่ปานกลางประมาณ 400 Hz ถึง 5 kHz โดยกรวยลำโพงทำมาจากกระดาษ พลาสติก หรือวัสดุชนิดอื่นๆ มีคุณสมบัติโครงสร้างลำโพงคล้ายกับลำโพงเสียงทุ้ม เพียงแต่ลำโพงเสียงกลางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกรวยลำโพงเล็กลงมา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยลำโพงตั้งแต่ 4 นิ้ว ถึงประมาณ 6.5 นิ้ว ลักษณะลำโพงเสียงกลาง แสดงดังรูปที่ 12.9 (ข)

3. **ลำโพงเสียงแหลม** เป็นลำโพงที่ผลิตขึ้นมาใช้งานให้มีการตอบสนองความถี่เสียงในย่านความถี่สูงประมาณ 2 kHz ถึง 20 kHz โครงสร้างของลำโพงส่วนใหญ่เป็นโลหะล้วนไม่มีกรวยลำโพง มีแต่ไดอะแฟรมเป็นตัวสั่นทำให้เกิดเสียง จึงให้การตอบสนองต่อเสียงความถี่สูงได้ดี ลำโพงเสียงแหลมมีขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไดอะแฟรมตั้งแต่ 1 นิ้ว ถึงประมาณ 3 นิ้ว ลักษณะลำโพงเสียงแหลม แสดงดังรูปที่ 12.10 (ก)



รูปที่ 12.10 ลำโพงเสียงแหลมและลำโพงฮอร์น

4. ลำโพงฮอร์น เป็นลำโพงที่มีโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างออกไปจากลำโพงเสียงทุ้ม เสียงกลาง และเสียงแหลม โดยมีลักษณะลำโพงเป็นรูปกรวยโลหะยาวขยายกว้างออก ผลิตขึ้นมาใช้กับงานทั่วไป งานกลางแจ้ง และงานกระจายเสียงตามสาย ที่ไม่ต้องการคุณภาพของสัญญาณเสียงครอบคลุมทุกความถี่เสียง แต่ต้องการกำหนดทิศทางของเสียงให้ไปได้ไกลมากขึ้น ลักษณะลำโพงฮอร์น แสดงดังรูปที่ 12.10 (ข)

12.3 สายสัญญาณใช้ในระบบเสียง

สายสัญญาณที่ผลิตออกมาใช้งานมีด้วยกันหลายชนิด หลายลักษณะ หลายรูปแบบ และหลายโครงสร้าง ผลิตออกมาโดยมีจุดประสงค์ในการใช้งานแตกต่างกันไป ส่งผลให้ขบวนการผลิตมีความแตกต่างกัน ได้คุณภาพของสายสัญญาณที่แตกต่างกัน สายสัญญาณแบบมาตรฐาน ถูกผลิตมาใช้งานมี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดแรก สายสัญญาณ (Signal Cable) อาจเรียกว่า สายเคเบิลระดับเส้น (Line - Level Cable) หรือสายเครื่องใช้ (Instrument Cable) และชนิดสองสายลำโพง (Speaker Cable) อาจเรียกว่า สายเคเบิลระดับสูง (High - Level Cable) สายสัญญาณทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันทั้งโครงสร้าง ขบวนการผลิต และจุดประสงค์ในการใช้งาน

12.3.1 สายสัญญาณแบบ Balance และ Unbalance

สายสัญญาณที่ผลิตมาใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สายสัญญาณแบบบาลานซ์ (Balanced Cable) หรือสายสัญญาณสมดุล และสายสัญญาณอันบาลานซ์ (Unbalanced Cable) หรือสายสัญญาณไม่สมดุล สายสัญญาณทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติในการทำงาน รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ผลิตเหมือนกัน แตกต่างกันเฉพาะจำนวนสายตัวนำที่ถูกสร้างบรรจุอยู่ในสายสัญญาณไม่เท่ากัน

1. สายสัญญาณบาลานซ์ หรือสายสัญญาณสมดุล เป็นสายสัญญาณที่อยู่ในสายประกอบด้วยสายตัวนำ 2 เส้นแยกจากกันด้วยฉนวนหุ้มเฉพาะแต่ละเส้น สายตัวนำแต่ละเส้นใช้ต่อรับสัญญาณแต่ละขั้ว แบ่งเป็นสายบวก (+) หรือสายร้อน (Hot) สายลบ (-) หรือสายเย็น (Cold) และมีสายตัวนำทำหน้าที่ป้องกันหุ้มล้อมรอบภายนอกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อใช้ต่อลงกราวด์ตัวถัง หรือแท่นเครื่อง (Chassis) ช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกเหนี่ยวนำเข้ามาในสาย สัญญาณ ชั้นนอกสุดของสายหุ้มด้วยฉนวนอีกชั้นหนึ่ง ถือว่าเป็นสายสัญญาณที่มีคุณภาพดี นิยมนำไปใช้งานในการเชื่อมต่อที่ต้องการคุณภาพสูง

2. สายสัญญาณอันบาลานซ์ หรือสายสัญญาณไม่สมดุล เป็นสายสัญญาณที่อยู่ในสายประกอบด้วยสายตัวนำเพียงเส้นเดียวอยู่ตรงกลางหุ้มด้วยฉนวน และมีสายตัวนำหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกผ่านเข้ามา ชั้นนอกสุดหุ้มด้วยฉนวนอีกชั้นหนึ่ง สายแบบนี้นิยมเรียกว่าสายสัญญาณแบบแกนเดี่ยว (Single Core Cable)

สายสัญญาณที่มีคุณภาพดีจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนวัสดุตัวนำ (Conductor) ส่วนวัสดุฉนวน (Insulator) และส่วนป้องกัน หรือชิลด์ (Shield) โดยแต่ละส่วนมีคุณสมบัติดังนี้

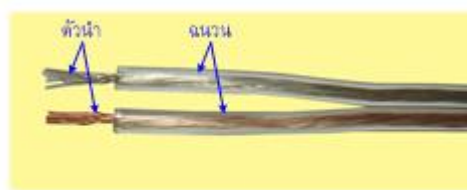
1. ส่วนวัสดุตัวนำ ผลิตขึ้นมาจากโลหะทองแดงบริสุทธิ์ (Pure Copper) ที่แยกเอาก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนออกจากทองแดงทั้งหมด ได้ทองแดงบริสุทธิ์ถึง 99.999 % นำไปใช้เป็นสายสัญญาณเสียงที่มีคุณภาพดี บางชนิดที่ผิวภายนอกจะถูกชุบด้วยเงินช่วยทำให้วัสดุตัวนำนำไฟฟ้าได้ดีเพิ่มขึ้น

2. ส่วนวัสดุฉนวน ผลิตขึ้นมาจากวัสดุจำพวกพลาสติกสังเคราะห์ที่มีหลายชนิด เช่น เทฟลอน (Teflon) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride ; PVC) โพลีเอทิลีน (Polyethylene ; PE) และโพลีโพรพิลีน (Polypropylene ; PP) เป็นต้น เป็นฉนวนพิเศษที่มีความยืดหยุ่นสูง รักษาสภาพสายสัญญาณให้คงสภาพในการบิดงอ ทนแรงเสียดทานได้ดี ไม่แข็งตัวแตกหักได้ง่าย และทนอุณหภูมิได้สูง

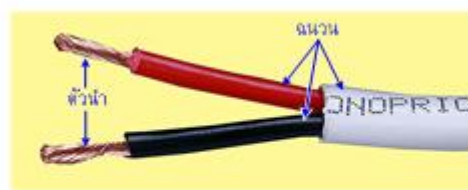
3. ส่วนชิลด์ ผลิตขึ้นมาจากโลหะทองแดงเส้นเล็กถักหุ้มล้อมรอบส่วนวัสดุตัวนำตอนใน เพื่อป้องกันสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกเข้ามารบกวน และรักษาสัดส่วนของสัญญาณไฟฟ้าในส่วนตัวนำแบบฉนวนคู่ ทำให้สัญญาณไฟฟ้าเดินทางภายในสายสัญญาณถึงเป้าหมายได้รูปสัญญาณคงเดิมที่ถูกต้องสมบูรณ์

12.3.2 สายลำโพง

สายลำโพง หรือสายเคเบิลระดับสูง เป็นสายสัญญาณเสียงทำหน้าที่เชื่อมต่อและส่งผ่านสัญญาณเสียงในรูปสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องขยายเสียงไปยังลำโพง สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้านี้มีระดับความแรงสัญญาณมาก (มีความดังมาก) ทำให้สายตัวนำชนิดนี้ที่ถูกนำมาใช้งานจะต้องมีขนาดตัวนำใหญ่กว่าสายสัญญาณ โดยใช้สายทองแดงบริสุทธิ์ 99.99998 % ที่เกิดจากกรรมวิธีการผลิตด้วยวิธีการ OCC (Ohno Continuous Casting) ทำเป็นเส้นลวดขนาดเล็กหลายเส้นรวมกันเป็นกลุ่ม โครงสร้างสายลำโพงประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนตัวนำ และส่วนฉนวน ลักษณะโครงสร้างสายลำโพง แสดงดังรูปที่ 12.11



(ก) ชนิดฉนวนชั้นเดียว



(ข) ชนิดฉนวน 2 ชั้น

รูปที่ 12.11 โครงสร้างสายลำโพง

1. ส่วนวัสดุตัวนำ ผลิตขึ้นมาจากโลหะทองแดงบริสุทธิ์ถึง 99.99998 % โดยใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยวิธีการ OCC ที่แยกเอาก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนออกจากทองแดงทั้งหมด ด้วยการหลอมโลหะทองแดงให้กลายเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เหลือช่องว่างให้ก๊าซออกซิเจนเข้าไปอยู่ จึงทำให้เนื้อทองแดงไม่เกิดสนิม มีความทนทานใช้ได้ดีในทุกความถี่เสียง นำไปใช้เป็นสายสัญญาณเสียงที่มีคุณภาพดี

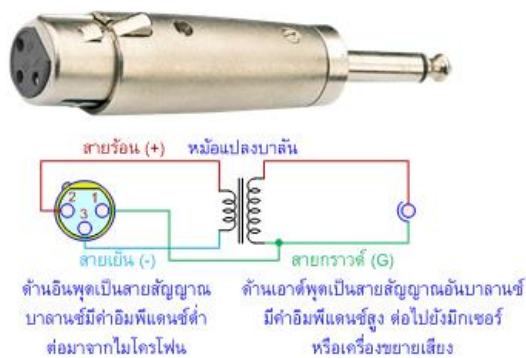
2. ส่วนวัสดุฉนวน ผลิตขึ้นมาจากวัสดุจำพวกพลาสติกสังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น เทฟลอน ไฟเบอร์ โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) โพลีเอทีลีน (PE) และโพลีโพรพิลีน (PP) เป็นต้น เป็นฉนวนชนิดพิเศษมีความยืดหยุ่นสูง รักษาสภาพสายสัญญาณให้คงสภาพในการบิดงอ ทนแรงเสียดทานได้ดี ไม่แข็งตัวแตกหักได้ง่าย และทนอุณหภูมิได้สูง ส่วนของไฟเบอร์นอกจากทำหน้าที่ฉนวนแล้ว ยังช่วยป้องกันการเกิดแรงดันไฟฟ้าสถิต ช่วยลดความผิดเพี้ยนและสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้

12.4 แมตซิงแบบ Balance และ Unbalance

แมตซิง (Matching) หรือการแมตซ์ เป็นการปรับทำให้เกิดความสมดุลกันหรือเกิดความเหมาะสมกันของค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) ในอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ช่วยทำให้การส่งผ่านสัญญาณเสียงจากอุปกรณ์ชนิดหนึ่งไปยังอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่ง ไม่เกิดการสะท้อนสัญญาณ เสียงลง หรือเกิดการสะท้อนสัญญาณเสียงน้อยที่สุด ทำให้สัญญาณเสียงเมื่อส่งถึงปลายทางยังมีคุณภาพเสียงที่ดี เกิดการลดทอนและเกิดความผิดเพี้ยนน้อย

แมตซิงที่ที่ถูกลำมาใช้งาน คือ แมตซิงแบบบาลานซ์และอับบาลานซ์ หรือนิยมเรียกสั้นๆ ว่า แมตซิงแบบบาลัน (Balun Matching) คำว่า **Balun** เป็นคำที่ผสมขึ้นใหม่เกิดจากการรวมกันของคำว่า Balance + Unbalance = Balun ถือเป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เชื่อมต่อช่วยในการปรับสมดุล ของทั้งการต่อสายสัญญาณ และค่าอิมพีแดนซ์ของสายสัญญาณชนิดบาลานซ์และอับบาลานซ์ ที่นำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการแมตซิงในการเชื่อมต่อกัน เพราะสายสัญญาณทั้งสองชนิดมีลักษณะการต่อสายสัญญาณแตกต่างกัน หลักการเชื่อมต่อค่าอิมพีแดนซ์แบบบาลานซ์และอับบาลานซ์เข้าด้วยกัน

บาลันที่นิยมผลิตมาใช้งานด้านเครื่องเสียง มักจะอยู่ในรูปของหม้อแปลงบาลัน (Balun Transformer) ช่วยต่อเชื่อมจากไมโครโฟนไปยังมิกเซอร์ หรือเครื่องขยายเสียง โดยปกติเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของไมโครโฟนจะมีค่าต่ำประมาณ 150Ω ส่วนอินพุตอิมพีแดนซ์ของมิกเซอร์หรือเครื่องขยายเสียงจะมีค่าสูงประมาณ $10 \text{ k}\Omega$ ขึ้นไป การเชื่อมต่อไมโครโฟนเข้ากับมิกเซอร์หรือเครื่องขยายเสียงจำเป็นต้องต่อผ่านหม้อแปลงบาลัน เพื่อปรับสถานะต่างๆ ให้เกิดความถูกต้องเหมาะสมก่อนนำไปใช้งาน ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรด้วยหม้อแปลงบาลัน แสดงดังรูปที่ 12.12



รูปที่ 12.12 การเชื่อมต่อเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ไมโครโฟนเข้ากับอินพุตอิมพีแดนซ์มิกเซอร์ หรือเครื่องขยายเสียง ผ่านการแมตซิงในการเชื่อมต่อด้วยหม้อแปลงบาลัน

12.5 แมตซิงแบบต่อลำโพงระยะไกล

การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดนี้ ทางเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงจะต้องมีขั้วต่อเอาต์พุตส่งออกมาที่อิมพีแดนซ์สูงเช่นเดียวกัน การต่อใช้งานให้ต่อสายลำโพงจากเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงที่ค่าอิมพีแดนซ์สูง ยิ่งต่อสายยาวมากขึ้นเท่าไร ควรต่อเอาต์พุตอิมพีแดนซ์เครื่องขยายเสียงสูงมากขึ้นตามไปด้วย สิ่งสำคัญคือจะต้องให้อิมพีแดนซ์ของทั้งเครื่องขยายเสียงและไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์เท่ากันหรือมีการแมตซิงกัน เพื่อให้เกิดการสูญเสียภายในสายน้อยลง การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่ เข้ากับเครื่องขยายเสียงในการส่งเสียงตามสายระยะทางไกล แสดงดังรูปที่ 12.13



รูปที่ 12.13 การส่งเสียงตามสายระยะทางไกลใช้ไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่

กรณีต้องการต่อลำโพงหลายตัวเข้ากับเครื่องขยายเสียง สิ่งสำคัญของการต่อ คือ จะต้องทำให้อิมพีแดนซ์ไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ทุกตัวที่ต่อรวมกัน ยังคงมีค่าเท่ากับอิมพีแดนซ์ของเครื่องขยายเสียง ซึ่งเป็นข้อเสียของการต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่ ดังนั้นการต่อใช้งานทุกครั้งจึงต้องมีการจัดค่าอิมพีแดนซ์ให้เกิดการแมตซิงทุกครั้ง เกิดความยุ่งยากในการต่อใช้งาน การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่หลายตัวเข้ากับเครื่องขยายเสียงใช้ในการส่งเสียงตามสายระยะทางไกล แสดงดังรูปที่ 12.14



รูปที่ 12.14 การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่หลายตัวเข้ากับเครื่องขยายเสียง

การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ชนิดอิมพีแดนซ์คงที่ ไม่เป็นที่นิยมใช้งาน เพราะด้วยสาเหตุหลายประการดังนี้

1. การต่อใช้งานทุกครั้ง จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าอิมพีแดนซ์รวมของไลน์แมตซิง ทรานส์ฟอร์มเมอร์ จะต้องเท่ากับค่าอิมพีแดนซ์ของเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงเสมอ

2. การต่อไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์หลายตัวเข้าวงจร จำเป็นต้องมีการคำนวณออกแบบวงจร และกำหนดจำนวนการใช้งานที่แน่นอนก่อนการติดตั้งใช้งาน ซึ่งทำให้ต้องต่อวงจรไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์เข้าวงจรทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานร่วมกัน การต่อไลน์แมตซิง ทรานส์ฟอร์มเมอร์แบบอนุกรม หากมีไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ตัวใดในวงจรอนุกรมเกิดการขาดวงจรทางขดปฐมภูมิ ย่อมส่งผลให้ไลน์แมตซิงทรานส์ฟอร์มเมอร์ตัวที่ดีในวงจรอนุกรมวงจรมงจรรนั้นขาดวงจรตามไปด้วย

3. ค่าอิมพีแดนซ์ไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ที่นำมาใช้งานในวงจรไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน ยิ่งยากในการพันไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ให้เหมาะสมในการใช้งาน

12.5.2 ไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่

การต่อไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ชนิดนี้ ทางเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงจะต้องมีขั้วต่อเอาต์พุตส่งออกมาที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงเช่นเดียวกัน การต่อใช้งานให้ต่อสายลำโพงมาจากเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงที่ค่าแรงดันไฟฟ้าสูง ยิ่งต่อสายยาวมากขึ้นเท่าไร ควรต่อที่แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตเครื่องขยายเสียงสูงมากขึ้นตามไปด้วย สิ่งสำคัญคือจะต้องให้แรงดันไฟฟ้าของทั้งเครื่องขยายเสียงและไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์เท่ากันหรือมีการแมตซ์กัน เพื่อให้เกิดการสูญเสียภายในสายน้อยลง การต่อไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ เข้ากับเครื่องขยายเสียงในการส่งเสียงตามสายระยะทางไกล แสดงดังรูปที่ 12.15



รูปที่ 12.15 การต่อไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่หลายตัวเข้ากับเครื่องขยายเสียง

สิ่งสำคัญของการต่อใช้งานไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ ต้องคำนึงถึงจำนวนไลน์แมตชิงทรานสฟอร์มเมอร์ที่ต่อเข้าวงจร (ภาระวงจร) ต้องเหมาะสมกับกำลัง ไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียงที่สามารถจ่ายออกมาได้ การตรวจสอบโดยวัดแรงดันไฟฟ้าที่ภาระ จากขณะต่อภาระน้อยสุดและต่อ ภาระมากที่สุด แรงดันไฟฟ้าที่วัดออกมาได้ต้องเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก เช่น ขณะต่อภาระน้อยสุดวัดแรงดันไฟฟ้าได้ 100 V เมื่อต่อ ภาระมากที่สุดวัดแรงดันไฟฟ้าได้ 60 V เป็นต้น ถือว่ายังพอใช้ได้ แต่ถ้าแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกันมากกว่านี้ไม่ควรใช้ งาน ยิ่งแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกันน้อยเท่าใดก็ยิ่งดีเท่านั้น

12.6 ปลั๊ก แจ็ค และหัวต่อ

ปลั๊ก (Plug) แจ็ค (Jack) และหัวต่อ (Connector) เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกับเครื่องเสียง ช่วยในการต่อเชื่อมอุปกรณ์ระบบเสียงแต่ละชนิดเข้าด้วยกัน โดยทำหน้าที่ต่อเชื่อมวงจร ระบบทำงาน หรือเส้นทางเดินของสัญญาณไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ระบบเสียงแต่ละชนิดทำงานร่วมกันได้

ปลั๊กมีลักษณะโครงสร้างเป็นเดือย หรือแกนยาวยื่นออกมาจากตัวอุปกรณ์ตัวนั้น ในการใช้งานต้องนำปลั๊กไปเสียบเข้ากับแจ๊คในอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน เพื่อเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน ปลั๊กที่ใช้งานในระบบเสียงมีด้วยกันหลายชนิด มีชื่อเรียกและรูปร่างที่แตกต่างกัน เช่น ปลั๊กไมโครโฟน ปลั๊ก RCA ปลั๊ก XLR ปลั๊กสปีกอน (Speakon) ปลั๊กบานานา (Banana) และปลั๊ก USB เป็นต้น

แจ๊คมีลักษณะโครงสร้างเป็นรู หรือเป็นช่องอยู่ภายในอุปกรณ์ตัวนั้น เวลาใช้งานโดยรับการเสียบใส่ของปลั๊กชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน แจ๊คที่ใช้งานในระบบเสียงมีด้วยกันหลายชนิด มีชื่อเรียกและรูปร่างที่แตกต่างกัน เช่น แจ๊คไมโครโฟน แจ๊ค RCA แจ๊ค XLR แจ๊คสปีกอน แจ๊คบานานา และแจ๊ค USB เป็นต้น ปลั๊กและแจ๊คแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 12.16



รูปที่ 12.16 ปลั๊กและแจ็คแบบต่างๆ

ส่วนหัวต่อ เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกับเครื่องเสียงเช่นเดียวกัน ใช้ต่อพ่วงเข้ากับปลั๊กหรือแจ็ค เพื่อการแปลงหัวให้เหมาะสมกันในการต่อเชื่อมการทำงาน เพราะปลั๊กหรือแจ็คที่ใช้ในการต่อเชื่อมระบบเสียงเข้าด้วยกันมีหลายชนิดแตกต่างกันไป ต่อใช้งานร่วมกันไม่ได้ การแปลงหัวต่อให้สามารถต่อเชื่อมกันได้จึงเป็นเรื่องจำเป็น หัวต่อที่ผลิตมาใช้งานมีด้วยกันหลายชนิดแตกต่างกันไป เช่น หัวต่อหัวปลั๊กไมโครโฟนท้ายแจ็ค RCA หรือหัวต่อหัวปลั๊ก RCA ท้ายแจ็คไมโครโฟน เป็นต้น และใช้เป็นหัวต่อยึดสายเข้ากับอุปกรณ์ระบบเสียงที่ต้องการ เช่น หัวต่อหางปลา (Spade Terminal) และหัวต่อลำโพง (Speaker Terminal) เป็นต้น จะต้องเลือกต่อให้ถูกต้องเหมาะสมกับงานแต่ละชนิด หัวต่อแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 12.17



รูปที่ 12.17 หัวต่อแบบต่างๆ