

การปรับสมมาตรระดับสัญญาณ

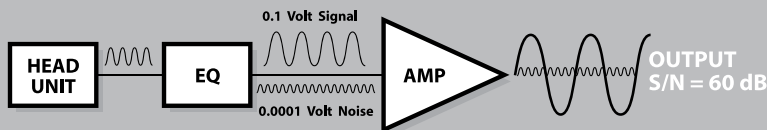
ความสำคัญอย่างจริงจังในเรื่องระบบเสียงคือ **ความสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพตามศักยภาพ** ทั้งความสามารถเฉพาะตัว และการประสานงานร่วมกับ **ชิ้นอุปกรณ์ระบบเสียงอื่นในระบบ** สิ่งสำคัญที่ก่อพิจารณา คือ ‘อัตราส่วนเสียงต่อการรบกวน’ หรือ **(Signal to Noise Ratio) มีหน่วยเป็น dB (เดซิเบล)**

- อัตราส่วนเสียงต่อการรบกวนเป็นการเปรียบเทียบระดับความเข้มของสัญญาณต่อระดับสัญญาณรบกวน ระดับสัญญาณเสียงเพลงต้องมากกว่าระดับเสียงรบกวน

การทำให้ได้ค่า S/N: Signal to Noise Ratio ต้องเอาใจใส่ในเรื่องการปรับระดับโวลต์เตจของสัญญาณขาเข้า (INPUT) และขาออก (OUTPUT) ของอุปกรณ์แต่ละชิ้น โดยพิจารณาจาก 2 ตัวอย่างที่จำลองมาจากระบบเสียงรถยนต์ทั่วไป ประกอบด้วยแหล่งต้นเสียง (Head Unit), อีควอไลเซอร์ (EQ) และเพาเวอร์แอมป์

ตัวอย่างที่ 1

- จะเห็นว่ามีการปรับโวลต์เตจภาคขาเข้าของ EQ ไว้ต่ำเกินไป จนระดับสัญญาณขาออกต่ำเหลือเพียง 0.1 โวลต์ (แรงวอลลุ่มสูงสุด) ผลที่ตามมาคือ ระดับสัญญาณที่เข้าไปยังเพาเวอร์แอมป์มีน้อย หมายความว่า วงจรภาคความไวอินพุต (Input Sensitivity) ของเพาเวอร์แอมป์ต้องทำงานหนัก เพื่อให้สามารถขยายสัญญาณได้เพียงพอต่อการขับลำโพง



สมมุติ...ใช้สายสัญญาณยาว 16 ฟุต เชื่อมระหว่าง EQ ที่ติดตั้งในบริเวณคอนโซลหน้า ไปยังเพาเวอร์แอมป์ที่ติดตั้งในห้องเก็บสัมภาระด้านท้าย

จากการทดสอบจะพบว่าระดับของสัญญาณเสียงรบกวนอยู่ที่ประมาณ 0.0001 โวลต์ เมื่อนำมาคำนวณหาค่า S/N ตามสูตรจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S/N &= 20 \times \text{LOG} (V_{\text{signal}}/V_{\text{noise}}) \\
 &= 20 \times \text{LOG} (0.1/0.0001) \\
 &= 20 \times \text{LOG} (1,000) \\
 &= 20 \times 3 \text{ (เพราะ LOG 1,000 เท่ากับ 3)} \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

หากปล่อยสัญญาณขาออกของ EQ มา 0.1 โวลต์ จะมีค่า S/N เพียง 60 dB ซึ่งเมื่อเทียบกับความสามารถในการรับฟังเสียงของมนุษย์จะพบว่า ระดับ S/N 60 dB นั้นมนุษย์แทบไม่ได้ยินอะไรเลย

ตัวอย่างที่ 2

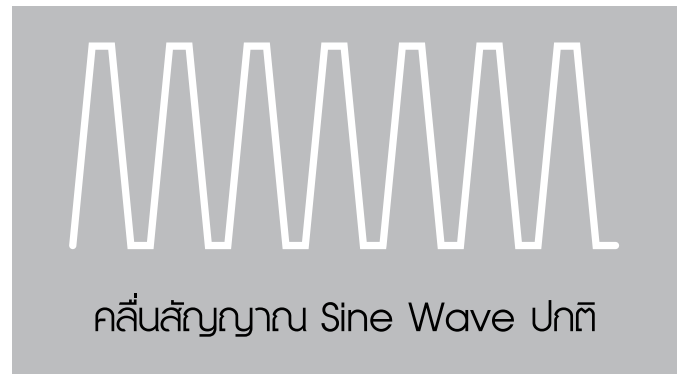
- ยังใช้ระบบเสียงเดียวกับตัวอย่างที่ 1 แต่ปรับระดับความไวภาคขาเข้าของ EQ ให้ได้ระดับสัญญาณขาออก 4 โวลต์ (แรงวอลลุ่มสูงสุด) ความไวภาคอินพุตของเพาเวอร์แอมป์จะถูกปรับอยู่ในระดับต่ำ เมื่อนำมาคำนวณหาค่า S/N ตามสูตรจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S/N &= 20 \times \text{LOG} (V_{\text{signal}}/V_{\text{noise}}) \\
 &= 20 \times \text{LOG} (4/0.0001) \\
 &= 20 \times \text{LOG} (40,000) \\
 &= 20 \times 4.6 \text{ (เพราะ LOG 40,000 = 4.6)} \\
 &= 92
 \end{aligned}$$

เพียงปรับแต่งระดับสัญญาณ ค่า S/N ก็เพิ่มขึ้นราว 50% ซึ่งที่ S/N ในระดับ 92 dB นั้นมนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่แทบจะปราศจากเสียงรบกวน

อาการ ‘คลิบ’ (CLIP) ของสัญญาณ

- เมื่อปรับระดับสัญญาณขาเข้า/ขาออกของอุปกรณ์เครื่องเสียงแล้ว หลักสำคัญที่ต้องคำนึงถึงต่อมาคือ ต้องรักษาระดับของ ‘พลวัตเสียงช่วงบน’ (Dynamic Headroom) ให้เพียงพอในขอบเขตที่เหมาะสม

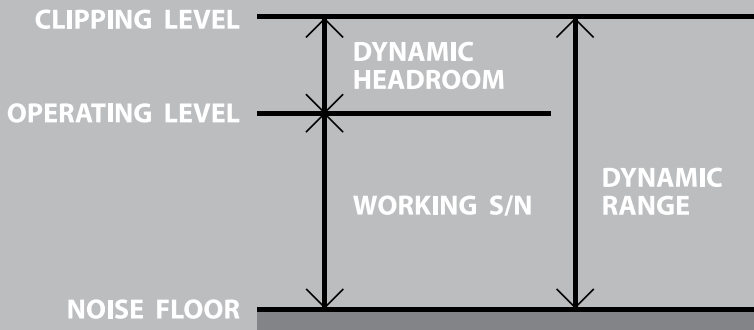


ความหมายและความสำคัญของพลวัตเสียงช่วงบนค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน โดยมีหน่วยเป็น dB เช่นเดียวกับ S/N หมายถึงระดับความสามารถของระบบเสียงระบบหนึ่งที่สามารถรองรับการตอบสนองความถี่เสียงแบบเฉียบพลันที่มีความดังมากๆ โดยไม่เกิดการ Clip ของสัญญาณ

ยิ่งระบบเสียงมีขอบเขตของพลวัตเสียงช่วงบนมากเท่าใดโอกาสที่จะเกิดการคลิปปของสัญญาณก็จะน้อยลงเท่านั้น

การคลิปปของสัญญาณเป็นหนึ่งในรูปแบบการเกิดความเพี้ยนของเสียง เกิดจากวงจรมอดูเลชันของอุปกรณ์ทำงานเกินขีดความสามารถ (Overload) หรือภาคสัญญาณขาเข้ารับสัญญาณมากเกินไป (Overdriven)

การคลิปปของสัญญาณคือ ส่วนยอดคลื่นเสียงแต่ละลูกมีลักษณะแบนราบหรือยอดคลื่นถูกตัด เมื่อปรับระดับสัญญาณจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์ เพื่อให้ได้ค่า S/N มากที่สุดแล้ว ต้องมั่นใจว่าระดับของสัญญาณนั้นจะไม่มากเกินไปจนขอบเขต หรือความสามารถเชิงอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ปลายทางที่สัญญาณนั้นผ่านในแต่ละช่วง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดคลิปปของสัญญาณและความเพี้ยน



จากภาพเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง S/N, Dynamic Headroom ระดับสัญญาณที่ใช้งาน (Operating Level), ระดับเสียงรบกวน (Noise Floor) และขอบเขตการคลิปปของสัญญาณ

ถ้าปรับระดับสัญญาณที่ใช้งานให้ได้ S/N มากๆ จะทำให้เหลือส่วนที่เป็นพลวัตเสียงช่วงบนน้อยลง อาจเกิดความเพี้ยนขึ้นในบางช่วงของเพลงที่มีความเฉียบพลันของเสียง (Transient) สูงๆ หรือหากปรับ S/N ต่ำลงมา แม้จะได้ Headroom มากๆ แต่สัญญาณก็จะอ่อนลง และไม่สามารถกลบหรือขจัดสัญญาณรบกวนได้

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า ต้องปรับระดับสัญญาณเพื่อใช้งาน (Operating Level) ให้ได้ค่า S/N มากที่สุด และมีส่วนของ Dynamic Headroom เพื่อรองรับต่อการตอบสนองความถี่แบบเฉียบพลัน สำคัญต้องให้ผลรวมของ S/N และ Dynamic Headroom (คือ Dynamic Range) ไม่เกินขอบเขตการคลิปปของสัญญาณ

การปรับสมมาตรระดับสัญญาณ (Level Matching)

- การปรับระดับสัญญาณให้สมมาตรทั้งทางขาเข้า (Input) และขาออก (Output) ของอุปกรณ์เครื่องเสียงที่อยู่ในระบบเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่มีเสียงรบกวนและความเพี้ยนเกิดขึ้นโดยการการใช้หูร่วมกับความคุ้นเคยในเพลงเป็นวิธีการที่ประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ยากเล็กน้อยสำหรับผู้เริ่มต้น มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลรายละเอียดและข้อมูลจำเพาะของทุกอุปกรณ์เครื่องเสียงที่ใช้ในระบบ หาจุดได้จกคู่มือที่มาพร้อมอุปกรณ์
2. ตั้งปุ่มปรับความดังเสียง (Volume) ของเครื่องเล่นแหล่งต้นเสียง (Head Unit) ไปที่จุดต่ำสุด
3. ปรับ Bass, Treble, Balance และ Fader ของเครื่องเล่นแหล่งต้นเสียงให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง
4. ถ้ามีปริแอมป์ในระบบ ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตให้อยู่ระดับต่ำสุด (Min) จากนั้นให้ตั้งปุ่มปรับความดังเสียงที่ปริแอมป์ให้อยู่ระดับต่ำสุดด้วย
5. ถ้ามีอีควอไลเซอร์ในระบบ ให้ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตให้อยู่ระดับต่ำสุด (Min) และตั้งปุ่มเพิ่ม/ลดความถี่ในทุกความถี่ให้อยู่ในระดับสูงสุด (Max)
6. ถ้ามีอิเล็กทรอนิกส์ครอสโอเวอร์ในระบบ ให้ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตให้อยู่ระดับต่ำสุด (Min)
7. ถ้าอุปกรณ์ใน 5 และ 6 มีปุ่มปรับระดับสัญญาณขาออก (Output) ให้ตั้งระดับสัญญาณขาออกไว้ที่ระดับ 3 ใน 4 ของระดับสูงสุด (75% of Max)
8. ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ ให้อยู่ระดับต่ำสุด (Min)

ขั้นตอนทั้งหมดให้ทำขณะปิดระบบเสียง จากนั้นให้เริ่มเปิดระบบ แล้วเลือกเล่นเพลงที่คุ้นเคย หรือ ใช้แผ่นซีดีที่ใช้ตัดลิเนียร์แข่งขันกันได้ จากนั้นทำตามขั้นตอนต่อไป

9. เพิ่มระดับความดังของเสียงที่ปุ่มวอลลุ่มของแหล่งต้นเสียงมาที่ระดับ 3 ใน 4 ของความดังสูงสุด ไม่ต้องกังวลเรื่องไม่ได้ยินเสียงเพลง
10. ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตของอุปกรณ์เครื่องเสียงในข้อ 5 และ 6 มาที่ตำแหน่ง 12 นาฬิกา (กึ่งกลาง) และปรับระดับสัญญาณขาออกทุกตัวมาตำแหน่งกึ่งกลาง
11. ถ้ามีปริแอมป์ในระบบ ให้เพิ่มระดับความดังเสียงที่ปุ่มปรับความดังของปริแอมป์มาที่ระดับ 3 ใน 4 ของความดังสูงสุด
12. ค่อยๆ ปรับปุ่มควบคุมความไวอินพุตของปริแอมป์ (ถ้ามี) เพิ่มทีละน้อย และค่อยๆ ลดปุ่มควบคุมความไวอินพุตของชิ้นอุปกรณ์ตัวถัดไปลงให้สัมพันธ์กัน และปรับเพิ่มตัวก่อนหน้า/ลดตัวหลังอย่างช้าๆ พร้อมกับฟังเสียงเพลงที่เล่นอยู่ เมื่อรู้สึกว่าการเพิ่มเสียงเพลงมีความเพี้ยนหรือแตกพร่าแสดงว่าการคลิปปของสัญญาณ ให้ลดระดับที่ขาเข้าของปริแอมป์ลงกระทั่งเสียงเป็นปกติ
13. ให้ทำวิธีเดียวกันตั้งแต่ข้อ 11 และ 12 กับทุกอุปกรณ์ที่เหลือในระบบ
14. ปรับที่ความไวอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ โดยเพิ่มระดับอย่างช้าๆ กระทั่งเสียงเพลงเริ่มพร่าเพี้ยน จึงลดลงกระทั่งได้ยินเสียงที่ปกติ



หมายเหตุ

ในกรณีที่อุปกรณ์เครื่องเสียงบางตัวในระบบไม่มีปุ่มปรับความไวอินพุต แสดงว่าอุปกรณ์นั้นเป็นต้นสัญญาณขาออกที่ค่าเท่ากับระดับสัญญาณขาเข้า เรียกว่า "Unity-Gain-Design"