• ทพ. พงศ์ทิพจักร์ เชื้อเจ็ดองค์

SCAN & READ IT ON MOBILE PHONE

PHASE PROBLEMS

เมื่อหลายปีก่อน ผมได้เคยพูดถึงเรื่องของ Phase และ Time Alignment ไว้ในนิตยสาร Audiophile/Videophile แบบละเอียด ใครสนใจก็ลองไปหาอ่านฉบับย้อนหลังดูได้ครับ

ฉบับนี้ก็จะพูดต่อยอดไปถึงปัญหาของ Phase หรือ Time Alignment ว่าในทางปฏิบัติจะทำให้เกิดความผิดปกติต่อเสียงอย่างไรบ้างในห้อง Home Theater หรือในห้องฟังที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก

ก่อนอื่นก็คงต้องทำความเข้าใจกันก่อนถึงคำว่า Phase Alignment และ Time Alignment ซึ่งบางคนยังสับสนกันว่า สองคำนี้มีความหมายเหมือนกัน หรือ... คือ คำเดียวกันใช้แทนกันได้ แต่ความจริงแล้ว สองคำนี้มีความหมายต่างกัน จากคำว่า Align ซึ่งในที่นี้หมายถึง... ไปด้วยกัน หรือ เข้ากัน โดยถ้าเวลามีความถูกต้องสัมพันธ์กันก็จะเรียกว่า “Time Alignment” และถ้ามีความเข้ากัน ตรงกันในเรื่องของ Phase ก็จะเรียกว่า “Phase Alignment” ทั้งสองสิ่งนี้มีความสัมพันธ์กัน แต่มีพื้นฐานและการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน

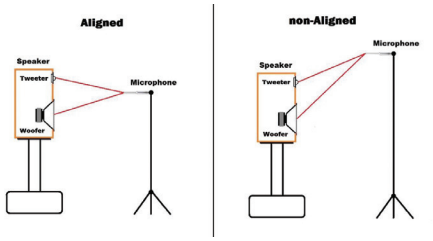
Time Alignment หมายถึง... การตรงกันในเรื่องเวลาของสัญญาณคลื่นเสียง เช่น เสียงจากลำโพงทั้งสองมาถึงพร้อมกันที่ตำแหน่งนั่งฟังในเวลา 14 milliseconds (ms) ก็หมายถึง... เสียงจากลำโพงทั้งสองมี Time Alignment ต่อกัน ส่วน Phase Alignment จะแสดงถึงความเข้ากันของตำแหน่ง Phase ของสัญญาณคลื่นเสียงทั้งสองคลื่นโดย Phase ของเสียงจะสื่อมาจากตำแหน่งองศารอบๆ วงกลม 360 องศา เช่น คลื่นเสียงทั้งสองเมื่อมาถึงจุดนั่งฟังจะมีค่า Phase ของเสียงอยู่ที่ 90 องศาเท่ากัน ก็แสดงว่าสัญญาณคลื่นเสียงทั้งสองมี Phase Alignment ต่อกัน

Phase และ Time จะมีผลต่อเสียงที่มนุษย์เราได้ยินเป็นอย่างมาก แต่ก่อนที่จะพูดถึงในทฤษฎีว่ามันมีความสำคัญ มีผลอย่างไรต่อเสียงบ้าง ถ้า Phase กับ Time ไม่เข้ากัน หรือไม่สัมพันธ์กัน ลองมาเริ่มกันที่ภาคปฏิบัติให้ได้เห็นภาพกันก่อน จะเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น โดยวันนี้ ขอพาเข้าไปห้องที่บ้านผมอีกห้องหนึ่งที่เอาไว้สำหรับทำการทดลองเรื่องเสียงต่างๆ เริ่มต้นจากการวัด Frequency Response ของลำโพงให้ดูว่า Phase Alignment มีความสำคัญอย่างไรต่อการวางลำโพงในห้อง Home Theater บ้าง ว่าแล้วก็กางขาตั้งไมค์วางไมค์ไว้หน้าลำโพงให้ไมค์ห่างลำโพงประมาณสองสามฟุต ทำการวัดค่าระดับความเข้มเสียงที่ความถี่ต่างๆ หรือเรียกกันง่ายๆ ว่า Frequency Response จากกราฟก็พบว่า Frequency Response มี Dip ขนาดใหญ่เกิดขึ้นบริเวณที่ความถี่ 2kHz กว่าๆ มันเกิดจากอะไร แล้วทำไมไปเกิดตรงนั้น

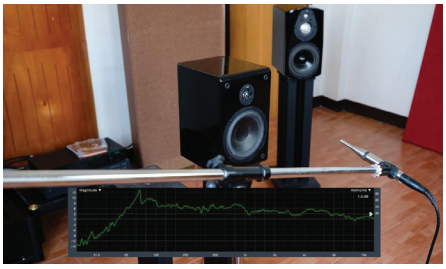
คำตอบในเรื่องนี้เกิดจากที่ว่า ปกติเมื่อลำโพงตู้นั้นๆ ออกมาสู่ท้องตลาดก็จะมีการทำ Time Alignment เรียบร้อยเพื่อให้กรวยลำโพง หรือ Driver แต่ละตัวทำงานประสานเข้ากัน ดังนั้นเมื่อเราวางไมค์อยู่ระหว่าง Driver 2 ตัว เวลาที่เสียงจาก Driver มาถึงไมค์จากทั้ง Woofer และ Tweeter ก็จะถูกปรับแต่งให้เท่ากัน หรือเกิดการ Align กันขึ้น แต่เมื่อเราเลื่อนไมค์ขึ้นหรือลงก็จะทำให้เสียงจาก Driver ตัวใดตัวหนึ่งมาถึงก่อนอีกตัว ทำให้ Phase ของ Driver ทั้งสองที่เคยตรงกันหรือเข้ากันบริเวณจุด Crossover มีการไม่เข้ากัน เกิดการหักล้างกัน (Cancellation) เกิดเป็น Dip ขึ้นมา ทำให้ Phase Alignment ของลำโพงเสียไป ตรงบริเวณ Crossover Point ซึ่งลำโพงตัวนี้ทางบริษัทได้แจ้งไว้ว่ามี Crossover อยู่ที่ 2.7kHz ก็ถือว่าใกล้เคียงจากตำแหน่ง Dip ที่เห็นอยู่ในกราฟ Frequency Response

พบว่ามีหลุม หรือ Dip ที่ความถี่ประมาณ 2kHz กว่าๆ เกิดจากอะไร

ครานี้ลองเลื่อนไมค์วัดเสียงให้อยู่ตรงกลางระหว่าง Driver ของ Tweeter และ Woofer จะพบว่า Dip ตรงบริเวณ 2kHz กว่าๆ ก็หายไป แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเลื่อนไมค์มาอยู่ด้านล่างของลำโพงก็จะเกิด Dip บริเวณใกล้ๆ กัน แถวๆ Crossover Point อีกเช่นกัน



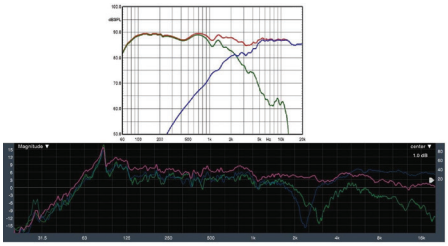
เมื่อขยับไมค์วัดเสียงให้อยู่สูงขึ้นไปจากตู้ลำโพง เสียงจาก Tweeter จะมาถึงก่อน ทำให้ Alignment เสียไป



เมื่อวางไมค์ตรงกลางระหว่าง Driver ทั้งสอง Dip ก็หายไป

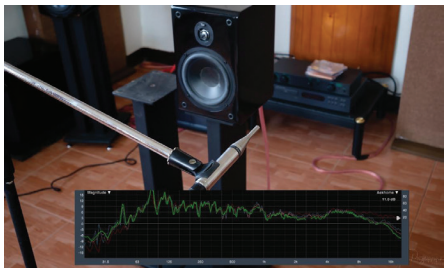
เมื่อไมค์อยู่ด้านล่างก็จะเกิด Dip อยู่บริเวณใกล้เคียงความถี่เดิม แต่ไม่ใช่จุดเดิม

ถ้าลองตั้งข้อสังเกตจะเห็นได้ว่า ตำแหน่งที่เป็น Dip เวลาไมค์อยู่สูงหรือต่ำกว่าลำโพงจะไม่เท่ากันเป๊ะๆ ตรงจุด Crossover Point เนื่องมาจากว่า ระดับความดัง (Level หรือ Magnitude) ที่เปลี่ยนไปของ Driver ทั้งสอง ลองนึกภาพกราฟ Level ของลำโพงตรงจุด Crossover เมื่อเราเลื่อนลำโพงไปทาง Tweeter มากขึ้น ระดับเสียงหรือ Level ของเสียงจาก Tweeter ก็จะมากขึ้น ตำแหน่ง Crossover ก็จะเปลี่ยนไปไม่เท่าเดิม หรือถ้าเลื่อนมาด้านล่างที่ใกล้กับ Woofer เสียง Level จาก Woofer ก็จะดังขึ้น ในขณะที่จาก Tweeter ลดลง ดังนั้น ตำแหน่ง Crossover จึงเปลี่ยนไปเช่นกัน ดังนั้น ในระบบ Home Theater ที่เห็นบางคน Serious กับการตัด Crossover ระหว่างลำโพง Subwoofer กับลำโพง Main ว่า... ต้อง 60Hz, 70Hz, 80Hz, 90Hz ฯลฯ เป๊ะๆ เท่านั้น ในความเป็นจริงแล้ว ค่านี้ไม่คงที่แน่นอนเสมอไป เพราะตำแหน่ง Crossover มันขึ้นอยู่กับ Level ของลำโพง Subwoofer กับลำโพง Main ด้วย ค่านี้เป็นเพียงการบอกคร่าวๆ ว่าอยู่ประมาณนี้เท่านั้น พอวัดออกมาจริงๆ Crossover อาจจะไม่ตรงกับค่าที่เราตั้งไว้ใน AVR หรือ Pre Processor ก็ได้ แต่จุดสำคัญอยู่ที่การ Align Phase ต้องให้มันมีการ In phase และ In time ในบริเวณ Crossover ให้กว้างที่สุด ไม่ใช่มีแค่ตรง Crossover เพียงจุดเดียว

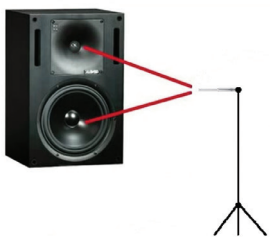


ตำแหน่ง Crossover Point จะไม่ตรงกันระหว่างวางไมค์ไว้สูงกว่าลำโพงและใต้ลำโพง เนื่องจาก Level ของ Driver ทั้งสองเปลี่ยนไป

คราวนี้ลองเลื่อนไมค์วัดเสียงไปออกไปด้านข้างมากขึ้นเรื่อยๆ เรากลับไม่พบ Dip เหมือนอยู่ด้านบนหรือด้านล่างของลำโพง จะมีก็แต่ Level ในความถี่สูงๆ ที่ Roll Off ลง เนื่องจากผลของระยะที่ห่างออกไปของไมค์จากการ Off Axis ซึ่งเรื่องนี้สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากระยะของ Tweeter กับ Woofer ก็ยังห่างจากไมค์เท่าๆ กัน Phase ก็ยังคง Align กันอยู่ จึงไม่มีการ Cancellation ของ Phase ขึ้น เหมือนไมค์อยู่ด้านบนหรือล่างของลำโพง

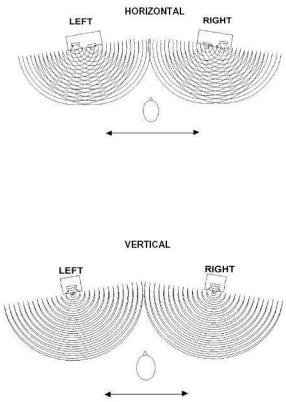


เมื่อเลื่อนไมค์ออกไปด้านข้าง บริเวณ Crossover Point ก็จะไม่พบ Dip มีแต่ระดับ Magnitude ที่ลดลงเนื่องจากระยะห่างของการ Off Axis



เมื่อไมค์ออกไปอยู่ด้านข้างก็ไม่พบ Dip ตรง Crossover Point เนื่องจากระยะห่างของไมค์กับ Woofer และ Tweeter ยังเท่ากันอยู่

ดังนั้น ถ้าเทียบระหว่างการวางลำโพงในแนวตั้งและแนวนอน การวางลำโพงแนวตั้งจะให้การตอบสนองความถี่ได้ราบเรียบกว่า เนื่องจาก Time Offset ของลำโพง Tweeter และ Woofer มี Phase Alignment ที่ดีกว่า แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นไม่ได้หมายถึงวางแบบนี้แล้วเสียงจะดีกว่านะครับ อันนี้เป็นเพียงการมองในแง่ Frequency Response ตามหลักการทาง Physics เท่านั้น เสียงจะดีไม่ดีคงขึ้นกับอีกหลายปัจจัย และมีความหลากหลายที่ยากจะตัดสิน เพราะแค่คำว่า “เสียงดี” ความหมายของแต่ละคนก็แตกต่างกันแล้ว



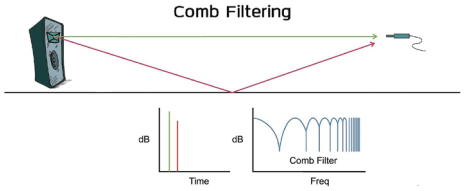
การวางลำโพงในแนวตั้งจึงให้การตอบสนองของความถี่ได้ราบเรียบกว่า เนื่องจากผลของ Time Alignment

สรุปที่ผ่านมาข้างต้นเป็นเรื่องของ Phase Alignment ระหว่างลำโพง Tweeter กับ Woofer ว่า ถ้ามีการมาถึงของเวลาไม่เท่ากัน (Time Offset) ก็จะเกิด Phase Offset หรือเกิดการไม่เข้ากันของ Phase ของเสียง ทำให้มี Cancellation บริเวณ Crossover Point ได้ ต่อไปก็จะพูดถึงว่า ถ้าลำโพงสองตัวเล่นสัญญาณเดียวกัน แต่มี Time Offset จะเป็นยังไงบ้าง

จากหลัก Physical Law ของเสียง ถ้าลำโพงตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเล่นสัญญาณเสียงเดียวกัน แต่มีเวลามาถึงจุดฟังไม่เท่ากัน Phase ของเสียงที่ต่างกันทำให้เกิดการเสริมกันของความถี่บางความถี่ และหักล้างกันของความถี่บางความถี่ โดยเกิดขึ้นเป็น Series หลายๆ ตำแหน่งต่อเนื่องกัน ทำให้กราฟของ Frequency Response ออกมาขึ้นลงคล้ายๆ กับซี่ของหวี เขาจึงเรียกกว่า Comb Filter การเกิด Comb Filter จะทำให้โทนของเสียงเปลี่ยนไป เนื่องจากมีหลายตำแหน่งมีความถี่หายไปหลายตำแหน่งมีความถี่สูงมากกว่าเดิม ทำให้ความสมจริงสมจังของเสียงหรือบางคนเรียกว่าความเป็นธรรมชาติของเสียงเสียไป โดยเฉพาะเสียงพูด ถ้าเกิด Comb Filter ขึ้น เสียงคนก็จะเปลี่ยนไปเพี้ยนไป

บางครั้งเสียงก็อาจจะอู้อี้ บางทีเสียงก็อาจจะสดเกินแบบแปร่งๆ ยิ่งถ้าตำแหน่ง Dip ไปตรงกับตำแหน่งที่เป็นพื้นฐานของเสียงพูดพอดี เสียงพูดที่ออกมาก็จะขาดน้ำหนัก ไม่สมจริง บางที Comb Filter ก็จะทำให้รู้สึกได้ว่า สเกลเสียงพูดของลำโพงชุดนี้ ทำไมเล็กว่าอีกห้องที่ใช้ซิสเต็มเหมือนกัน แต่กลับมีสเกลเสียงที่ใหญ่กว่า เหล่านี้ล้วนเป็นผลของเสียงที่เกิด Comb Filter ขึ้น ยกตัวอย่างให้เห็นภาพว่า ทำไม Comb Filter ถึงมีผลต่อน้ำเสียงของคนมาก อย่างเช่น เสียงของ Darth Vader ในภาพยนตร์เรื่อง Star Wars มันถูกสร้างขึ้นจากเสียงคนปกติรวมกับเสียงเดิมที่ Delay Time เข้าไป 10ms แล้วทำให้เกิด Comb Filtering ขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า เสียง Darth Vader ที่ออกมาดูไม่เหมือนเสียงคนปกติในธรรมชาติเลย

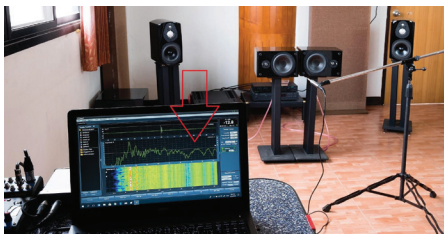
Comb Filter ที่มักพบในห้อง Home Theater ก็เช่น การที่แยกสัญญาณเสียงจาก Channel หนึ่งให้ไปออกลำโพงสองตู้ที่เหมือนกัน ทำให้ลำโพงทั้งสองตู้มีเสียงออกมาเหมือนกันทุกอย่าง เมื่อเวลาที่เสียงจากทั้งสองตู้มาถึงตำแหน่งนั่งฟังไม่พร้อมกันแม้เพียงนิดเดียวก็จะทำให้เกิด Comb Filter ขึ้น และอีกอย่างที่พบบ่อยในห้องฟังก็คือ การรวมกันของเสียงโดยตรงจากลำโพงกับเสียงสะท้อนจากผนัง พื้น เพดาน หรือจากวัตถุที่เกิดการสะท้อนของเสียงได้ ทำให้เสียงที่สะท้อนซึ่งก็คือเสียงเดียวกับเสียงที่มาถึงหูตรงๆ มาถึงช้ากว่าเสียงตรงๆ จากลำโพงรวมกัน ก็เกิดเป็น Comb Filter ขึ้น



Comb Filter เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีสัญญาณเหมือนกัน แต่มาถึงในเวลาต่างกัน

ครานี้ลองมาดูจริงๆ กันว่าจะเกิด Comb Filter ตาม Physical Law หรือไม่ เอาที่เห็นกันบ่อยๆ คือ แยกเสียงจากลำโพง Main แต่ละ Channel มาออกลำโพงสองตัวเหมือนๆ กัน เช่น ลองเอาลำโพงตัวเดียวเล่นเสียง Pink Noise จาก Signal เดียว แล้ววัด Frequency Response ดู ก็ยังไม่พบลักษณะของ Comb Filter แต่พอแยก หรือ Split สัญญาณจากแชนเนลเดียวกันให้ออกลำโพงสองตัวเหมือนกัน ทีนี้ Comb Filter มาเลยครับ และถ้ายิ่งขยับให้ไมค์ให้ Off Axis มากขึ้น พบว่า Comb Filter ก็จะมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นตาม เพราะ Time Offset ของลำโพงทั้งสองตัวมีค่ามากขึ้น

ลำโพงตัวเดียวเล่นเสียง Pink Noise
จาก Signal เดียว ยังไม่พบลักษณะของ Comb Filter



เมื่อแยกสัญญาณให้ออกสองลำโพงเหมือนๆ กัน
จะมี Comb Filter เกิดขึ้น

ยิ่งขยับไมค์ให้ Off Axis มากขึ้น
Comb Filter ก็จะมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น

ครานี้ ลองมาเทียบกับลำโพง Center ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นลำโพง Center เพียงตัวเดียว เมื่อวางไมค์ตรงกลางก็ไม่พบ Comb Filter แต่อย่างไร และถึงแม้ขยับออกนอกแนว Off Axis ไปมาก ก็ยังไม่พบลักษณะของ Comb Filter พบแต่การ Roll Off ของความถี่สูง เนื่องจากระยะทางที่ออกนอกแนวมากขึ้น

ลำโพงที่ออกแบบมาเพื่อใช้เป็นลำโพง Center
เมื่อใช้ไมค์วัดตรงกลาง ไม่พบ Comb Filter

ขยับไมค์ออกนอกแนว Off Axis ด้านข้างไปมาก
ก็ยังไม่พบลักษณะของ Comb Filter แต่อย่างไร

อีกแบบที่พบบ่อยในห้อง Home Theater ก็คือ การวางอุปกรณ์เครื่องเสียงไว้หน้าลำโพง Center ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น แอมป์ AVR ฯลฯ หรือแม้กระทั่งพวก Coffee Table ต่างๆ พบว่าอุปกรณ์พวกนี้จะสะท้อนเสียงทำให้เกิด Comb Filter ขึ้นได้เช่นกัน ผมเลยทดลองเอาโต๊ะญี่ปุ่นวางไว้หน้าลำโพง Center แล้วลองวัดดูก็พบว่าเกิด Comb Filter ขึ้นอย่างชัดเจน แต่แค่พอเอาโต๊ะตัวนี้ออกไปบริเวณที่เคยเกิด Comb Filter ขึ้นเยอะๆ ก็หายไป

การวางอุปกรณ์ต่างๆ ไว้หน้าลำโพง Center พบว่า
การสะท้อนทำให้เกิด Comb Filter ขึ้น

แต่พอเอาของที่วางไว้ข้างหน้าลำโพงออก
Comb Filter ที่เคยเกิดขึ้นมากๆ ก็หายไป

สามารถสรุปเรื่องของ Comb Filter เป็นข้อๆ ได้ดังนี้...

- กราฟ Frequency Response จะมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์คล้ายหวี
- เกิดมาจากความสัมพันธ์ของ Phase, Frequency, Time Delay
- เกิดขึ้นเมื่อเสียงผสมกับสัญญาณเสียงของตัวเองที่มี Delay Time
- รูปร่างของกราฟจะขึ้นอยู่กับ Delay Time
- จะไม่เกิดขึ้น ถ้าสัญญาณทั้งสองไม่ได้เหมือนแบบ Copy กันมา
- EQ ไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้

ปัญหาในเรื่องของ Phase Offset ความจริงยังมีอีกหลายอย่างหลายแบบ แต่ผมเลือกเอาปัญหาที่พบบ่อยๆ ในห้อง Home Theater มาก่อน ส่วนปัญหาของ Phase ในเรื่องอื่นๆ ใครสนใจมากกว่านี้ หรือในแบบละเอียดกว่านี้ก็สามารถหาอ่านจากหนังสือหรือแหล่งความรู้ต่างๆ เพิ่มเติมได้ เพราะอย่างไรก็ตามการอ่านหนังสือก็ยังมีความสำคัญในการศึกษาในทุกศาสตร์ แม้กระทั่งศิลปะเอง ผมชอบคำพูดของ อาจารย์ถวัลย์ ดัชนี อยู่ประโยคหนึ่งที่ท่านเคยกล่าวอย่างน่าฟังไว้ว่า “ถ้าอยากเป็นช่าง ก็ต้องฝึกวาดภาพให้มาก แต่ถ้าอยากเป็นศิลปินต้องอ่านหนังสือให้มาก”. **VDP**