	<b>ใบงาน ที่ 6</b>	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า

### สาระสำคัญของใบงาน

ลำโพงทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียง (พลังงานไฟฟ้า) ให้เป็นเสียง (พลังงานกล) แบ่งตามการตอบสนองย่านเสียงได้เป็น 2 ย่าน คือ ลำโพง Woofer ตอบสนองย่านความถี่ต่ำ และลำโพง Tweeter ตอบสนองย่านความถี่สูง และหากแบ่งตามการตอบสนองย่านเสียงเพิ่มเติมได้เป็น 3 ย่าน โดยเพิ่มลำโพง Mid Range ตอบสนองย่านความถี่กลาง หรือยังแบ่งเพิ่มเติมได้อีกมีลำโพง Subwoofer ตอบสนองย่านความถี่ต่ำมาก


ตู้ลำโพงทำหน้าที่ป้องกันเสียงความถี่ต่ำจากด้านหน้าและด้านหลังหักล้างกันและเป็นสาเหตุให้เสียงเบสเบาลง และผนังลำโพงยังทำหน้าที่ป้องกันเสียงความถี่กลางขึ้นไปรบกวนกันอีกด้วย วงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง แบ่งแยกความถี่ที่เหมาะสมส่งออกไปยังลำโพงแต่ละชนิดตามที่ต้องการ วงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง “แบบเฟิร์ทเทอร์เดอร์” แบบของวงจรเป็นเอาท์พุทจาก C ไปยังลำโพงทวิตเตอร์ (Tweeter) จาก L ไปยังลำโพงวูฟเฟอร์ (Woofer) กรณีวงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คสำหรับลำโพงในตู้ลำโพง “แบบเช็คเกินออร์เดอร์” ต้องต่อลำโพงตัวนั้นจากวงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คแบบกลับขั้ว การทดสอบเสียงจากตู้ลำโพง “ในห้องฟังเพลง” ต้องวางลำโพงเบื้องต้น ให้วางลำโพงห่างกัน 1.6 เมตร และห่างจากผนังด้านหลังหนึ่งในสามของห้องฟังเพลงและหันหน้าลำโพงเข้าสู่จุดผู้ฟังบริเวณหัวไหล่ห่างจากผนังด้านหลังระยะสองในสาม การเรียนรู้ประกอบตู้ลำโพงและประเมินผลงานที่ได้ แบ่งเป็นใบงานได้ ดังนี้

ใบงานที่ 1.1 ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง

ใบงานที่ 1.2 วัดและทดสอบลำโพง

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
2. สามารถวัดและทดสอบลำโพง (ด้านทักษะพิสัย)
3. มีเจตคติที่ดีในการจัดเตรียม ใช้งาน รักษาความสะอาด และจัดเก็บ เครื่องขยายเสียง และอุปกรณ์ประกอบเครื่องขยายเสียง อย่างถูกต้อง เหมาะสม รอบครอบและปลอดภัย (ด้านจิตพิสัย)
4. แต่งกายในการปฏิบัติงานและใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ปลอดภัย รักษาบรรยากาศที่ดีในการปฏิบัติงาน และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ถูกต้องตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการได้ (ด้านจิตพิสัย)

	<b>ใบงาน ที่ 6</b>	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง		ใบงานรวม 4 หน้า

### สมรรถนะ

1. อธิบายการประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้อง
2. ประกอบอุปกรณ์เข้ากับตู้ลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้
3. อธิบายการวัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้อง
4. วัดและทดสอบลำโพงได้ถูกต้องตามแบบและใช้งานได้

### ความรู้และข้อมูลเชิงปฏิบัติการ


วงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์ค (Passive Crossover Network for Loud Speaker) มีข้อมูลแบบย่อ ดังนี้

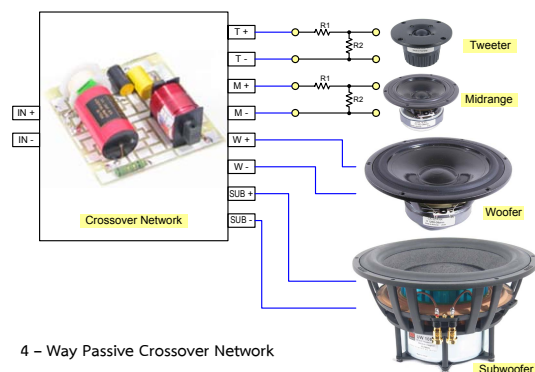
Loud Speaker Driver เป็น Electrical – to – Mechanical Energy Transducer โดยที่ลำโพงที่นิยมใช้จะเป็นชนิด Dynamic มีหลักการทำงานคือ ขดลวดไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กตามสัญญาณไฟฟ้า และใช้ขดลวดไฟฟ้าเป็นตัวพาให้แผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ตาม เพื่อกำเนิดเสียง โดยที่ Loud Speaker มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

1. ย่านการตอบสนองความถี่ (Frequency Response): **Woofer, Midrange, Tweeter**
2. ความไวในการตอบสนอง (Sensitivity): **102 dB; 30 Hz – 150 Hz (dB-SPL, 1W @ 1m)**
3. ความต้านทานไฟฟ้า (Impedance): **8 Ohms ( $\Omega$ )**
4. พิกัดการทนกำลัง (Power Rating):
  - Transducer Power Rating (AES standard) = 1800 W
  - Program Power = 3600 W
  - Peak Power = 10,000 W

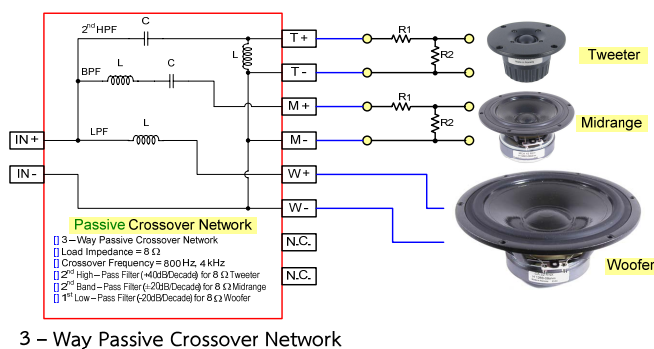
ย่านการตอบสนองความถี่ของนั้นลำโพงนี้เอง ที่ทำให้ต้องมีการจัดแบ่งความถี่ของสัญญาณให้เป็นช่วงตามที่ลำโพงนั้นๆ ตอบสนองได้ดี เพื่อให้ลำโพงเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นเสียง โดยมีการผิดเพี้ยนและ Power Loss (ในรูปของความร้อน) ต่ำที่สุด โดยใช้ Crossover Network เป็นตัวแบ่งช่วงความถี่ ซึ่ง Crossover Network แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. Active Crossover Network: ใช้กำลังน้อย ต่ออยู่ก่อน Power Amplifier (แยก P.A.)
2. Passive Crossover Network: ใช้กำลังมากตามพิกัดกำลังของลำโพง อยู่ในตู้ลำโพง

	<b>ใบงาน ที่ 6</b>	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง	ใบงานรวม 4 หน้า	



รูปที่ 6.1 แสดงการต่อลำโพงเข้ากับ PCB วงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์ค

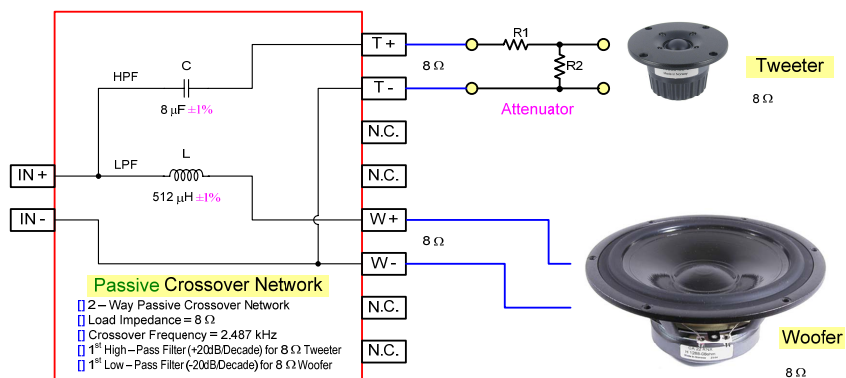


รูปที่ 6.2 แสดงวงจรภายในของครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คชนิดเฟิร์สออร์เดอร์ แบบ 3 ทาง


Design formular:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_{HPF} \cdot R_{LOAD}}$$

$$L = \frac{R_{LOAD}}{2\pi \cdot f_{LPF}}$$



รูปที่ 6.3 แสดงวงจรภายในของครอสโอเวอร์เน็ตเวิร์คชนิดเฟิร์สออร์เดอร์ แบบ 2 ทาง

	<b>ใบงาน ที่ 6</b>	หน่วยที่ 6
	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	สอนครั้งที่ 17 - 18
	รหัสวิชา 2105-2008 ชื่อวิชา เครื่องเสียง	เวลา 6 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ลำโพง	ใบงานรวม 4 หน้า	

### Speaker's Crossover Network Attenuation Calculation

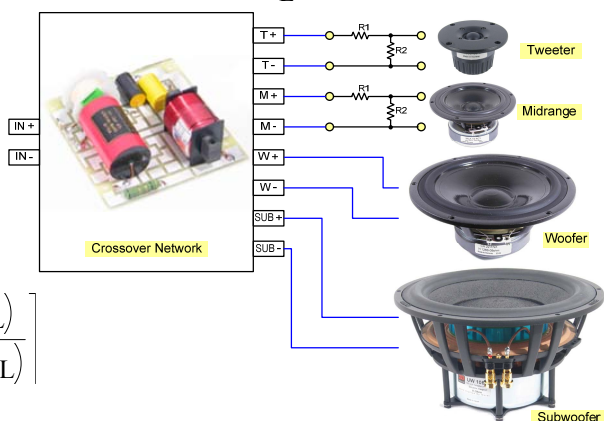
L-Pad Network R1 and R2 (Parallel with RL) for Working Sysyem:

$$R_L = 8$$

$$R_1(\text{Att\_dB}) := \left[ 1 - 10^{-\left(\frac{\text{Att\_dB}}{20}\right)} \right] \cdot R_L$$

$$R_2(\text{Att\_dB}) := \left( R_L - R_1(\text{Att\_dB}) \right) \cdot \frac{R_L}{R_1(\text{Att\_dB})}$$

$$\text{Req}(\text{Att\_dB}) := R_1(\text{Att\_dB}) + \left[ \frac{(R_2(\text{Att\_dB}) \cdot R_L)}{(R_2(\text{Att\_dB}) + R_L)} \right]$$



ตารางที่ 6.1 L - PAD สำหรับลดทอน (Attenuation) ลำโพงตัวที่มีความไวสูงกว่า

Att [dB]	Speaker, $R_L=8$ Ohm		Speaker, $R_L=4$ Ohm	
	R1	R2	R1	R2
0	0	-	0	-
1.5	1.269	42.44	0.634	21.22
3	2.336	19.392	1.168	9.696
4.5	3.235	11.785	1.617	5.893
6	3.991	8.038	1.995	4.019
7.5	4.626	5.834	2.313	2.917
9	5.161	4.4	2.581	2.2
10.5	5.612	3.405	2.806	1.702
12	5.99	2.684	2.995	1.342
13.5	6.309	2.144	3.155	1.072
15	6.577	1.73	3.289	0.865
16.5	6.803	1.408	3.402	0.704
18	6.993	1.152	3.496	0.576
19.5	7.153	0.948	3.576	0.474
21	7.287	0.783	3.643	0.391
22.5	7.4	0.649	3.7	0.324
24	7.495	0.539	3.784	0.269
25.5	7.575	0.449	3.788	0.224
27	7.643	0.374	3.821	0.187
28.5	7.699	0.312	3.85	0.156
30	7.747	0.261	3.874	0.131