DIY JOURNAL

2020

WE DO IT AGAIN

DIY MUSIC STREAMER

SEE THE SOUND

NEW LIFE WITH SMPS

LCR PHONOSTAGE

JUNK BOX 845 PP

MODERN LOOK VINTAGE HORN

AND MORE

Table of Content

Yearbook 2020 Issue

Preface

DIY JOURNAL 2020

"มันอาจจะเกิดขึ้นอีกก็ได้ ใครจะรู้" ผมเขียนประโยคนี้ตรงบรรทัดสุดท้ายในบทบรรณาธิการของ DIY JOURNAL "Farewell Issue" เมื่อ 14 ปีที่แล้ว จนถึงวันนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 14 ปี มันก็เกิดขึ้นอีกจนได้ จริงๆ

ถ้าย้อนเวลากลับไป ณ วันนั้น ในวันที่เรายังสื่อสารกันผ่าน Mailing list ไม่มี Facebook ไม่มี Line หรือ Instagram กลุ่มคนกลุ่มเล็กๆ ที่มีความลุ่มหลงในการออกแบบ และสร้างเครื่องเสียงด้วยมือตนเอง ค่อยๆ รวมตัวกันขึ้น จากกลุ่มเล็กๆ หลายๆ กลุ่ม ด้วย Network ความสัมพันธ์ที่เชื่อมต่อกันด้วยความสนใจที่ตรงกัน มันทำให้เรามีกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น จาก 4-5 คนที่คุยกัน กลายเป็นหลายสิบ หรือหลายร้อยคนในที่สุด

การที่ DIY JOURNAL ได้ปิดตัวลงไปในเวลานั้น ไม่ได้หมายความว่าพวกเราได้เลิกรา หรือวางมือจากหัวแร้งลงไปแต่อย่างใด แต่ด้วยภารกิจและเวลาที่รัดตัวมากขึ้น เราก็เห็นพ้องต้องกันว่าคงต้องพักผ่อนกันบ้าง แต่ก็ยังทำ ยังสร้าง ยังปรุงแต่งผลงานที่ทำกันอยู่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผมเองยังคงใช้เครื่องที่ทำตั้งแต่ 20 ปีที่แล้วในการฟังเพลงอยู่ แน่นอนว่า มันมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ มาตลอด ซึ่งมันคือเสน่ห์อย่างหนึ่งของ DIY ที่ทุกคนทราบดี

ผมรู้สึกดีใจมากที่สิ่งที่พวกเราช่วยกันทำในวันนั้น ยังคงเป็นอะไรที่ไม่ได้ล้าสมัยไปเลยในวันนี้ ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ที่ได้แลกเปลี่ยน ได้แชร์กันใน DIY JOURNAL ตลอดระยะเวลา 6 ปีนั้น ผมเชื่อว่าเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างแรงบันดาลใจ เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ ให้กับ DIYer รุ่นต่อๆ มาไม่มากก็น้อย

จนถึงวันนี้ (ย้อนไป 1 ปี?) ผมได้รับการติดต่อจากน้องๆ และเพื่อนๆ ว่าพวกเราอยากจะกลับมาทำ DIY JOURNAL กันอีก ซึ่งก็ทำให้ผมรู้สึกตื่นเต้นขึ้นในทันที

ความรู้สึกแรกคือ วงการ DIY ของเรายังอยู่ มือเก่าหลายคนยังคงหมกมุ่นกับการค้นคว้าค้นหา หรือทดลองวงจรใหม่ๆ หลายคนยังคงใช้เครื่องที่ทำด้วยมือตนเองมาจนถึงปัจจุบัน

ความรู้สึกที่สองคือ มันน่าตื่นเต้นที่จะได้รวบรวมสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ DIY JOURNAL ได้พักตัวเองลงไป ผมมั่นใจว่ามันน่าจะมี Material ใหม่ๆ ในการเขียนบทความกันอย่างเต็มที่

ความรู้สึกที่สามคือ หลังจากระยะเวลา 14 ปีที่ผ่านมา วงการ DIY ของบ้านเรามีการสื่อสารกันมากขึ้น การกลับมาทำ DIY JOURNAL อีกครั้งก็น่าจะเป็นโอกาสที่จะรวบรวมผลงานต่างๆ ที่ทำกันในวงกว้างขึ้นได้

และในปี 2562 ก็มีเหตุการณ์สำคัญในวงการ DIY ระดับนานาชาติ คงต้องพูดถึงงาน Lenco Heaven ก่อน ซึ่งเป็นงานที่กลุ่ม DIYer ในยุโรปนัดพบปะสังสรรค์กัน นำเครื่องที่แต่ละคนทำมาโชว์ประกอบกับการสัมมนาทางวิชาการ ปรกติจะจัดกันในเบลเยี่ยมหรือเยอรมัน แต่ในปี 2560 ได้มีการจัดขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่น ในชื่อ Japan Triode Meeting #1 (JTM1) ซึ่งก็มีกลุ่ม DIYer ไทยได้มีโอกาสไปร่วมงาน รวมถึงในปี 2561 ที่จัดขึ้นที่เบลเยี่ยมอีกด้วย และในที่สุดก็ได้เป็นเจ้าภาพในการจัดงาน Thailand Triode Meeting 2019 (TTM1) ขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี 2562 นั้นด้วย

ผมมีความเชื่อว่า กลุ่ม DIY จะยังคงรวมกลุ่มกันต่อไปอีกนาน เพราะมี DIYer รุ่นใหม่ไฟแรงคอยเติมเข้าสู่วงการมาอยู่ตลอด การได้ทดลองสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ด้วยมือตนเอง ยังคงมีเสน่ห์ท้าทายให้ลงมือทำอยู่เสมอ และผมก็เชื่อว่าพวกเราจะยังไม่เลิกรากันง่ายๆ แน่นอนครับ

ประดิชญา สิงหราช

บรรณาธิการ

Preface (English)

DIY JOURNAL 2020

"It could happen again, who knows?" I wrote this last line in an editorial page for DIY JOURNAL "Farewell Issue" 14 years ago. To this day, 14 years later, it's just happen again.

If we go back in time to those days, when we still communicated via mailing list, no Facebook, nor Line or Instagram, a small group of people with a passion for design and built a sound system with their own hands. They just gradually grouping together from many small groups via network and relationships which connected people with the same interests. It gave us a larger group, from four to five people met together, to dozens or hundreds of people in the end.

While DIY JOURNAL was closed at that time. It doesn't mean that we have quit building or lay our hand down from the soldering iron in any way. But, with more tasks and tighter time, we agree that we have to rest for a while. But, I still do it, build it, and make some improvements to those works which I have been doing throughout from then till now. I still using all the gears I made 20 years ago to listen to music. Of course, they keep changing from time to time, which is one of those charms of DIY that everyone is well aware of.

I'm really glad what we did together in those days. It is still something which is not an outdated today. Those knowledge, ideas and experiences that have been shared in DIY JOURNAL over those 6 years, I believe, are inspiring and more or less useful information for the next generation of DIYers.

To this day, (1 year back?), I have been contacted by my brothers and friends that we should do the DIY JOURNAL again, which immediately excites me.

The first impression is that our DIY community is still alive. Many old-timers are still obsessed with researching, discovering or trying out new circuits. Many people still use their own handmade gears to this day.

The second feeling is It is exciting to get a glimpse of what happened throughout the time DIY JOURNAL has taken a break. I am sure there should be plenty of new materials to write articles in new issues.

The third feeling is, after a period 14 years has been past, the Thai DIY community has more communication. Restart the DIY JOURNAL again should be an opportunity to collect more works that have been done on a larger scale.

Back in 2019, there was a big event in the international DIY community. Before that, Let's talk about Lenco Heaven first. This event is a gathering place for DIYers in Europe. They bring their tube gears, that each person has made, to the show and each will hold an academic seminar session with their gears. This event usually held in Belgium or Germany. But, in 2017, it was held in Japan as Japan Triode Meeting festival. It was Triode Meeting #1 (JTM1) where a group of Thai DIYers had an opportunity to attend, including the meeting in 2018 in Belgium as well. Finally, Thailand has opportunity to hosted the Thailand Triode Meeting 2019 (TTM1) for the first time in Thailand, which was held at Chiang Mai.

I believe that DIY group will continue to gather for a long time because there are new enthusiastic DIYers who are constantly entering the community. Trying to create new things with your own hands is still charming and challenging to do so.

It is my feeling that when we are brave enough to build our first gears, start heating our solder iron, watching the solder melting into the component legs, twisting the wire, we are belonged to DIY community.

And that's forever.

Praditchya Singharaj

Editor

Guide for International Reader (English). Our dream is to make the journal in 2 languages in one day, but it is still not today. We hope the Google translator can help you enjoy reading this journal without major misunderstanding. These are story guide for each article.

A. The Journey of my Loudspeaker System

Mr.Mart tells his inspiration and his journey in Horn Loudspeaker tweaking and modification. For almost 10 years, he works with it in many ways, adding super-tweeter, tweaking X-over network, changing to exotic parts, and etc.

B. My First LCR Phono Stage

Mr.Praditchya has long been in DIY Audio. But, building the phono stage using LCR network is his first time. His phono stage is the winner of the shoot-out in TTM1.

C. Junk Box 845 PP

A lot of junk part here, said by Mr.Monsan. This article tells the story about picking many (junk) transformers, chokes, parts and combine them into heavy-weight 845 PP 3-storey mono-block amplifier (41kg each block). It has 3 choke-input tube rectifiers for 3 stages tube amplifier.

D. The Layer

The multi-way horn loudspeaker system designed and created by Mr.Pannawat, all-round experience DIYer. He took the inspiration from the VOX Olympian, one of the most expensive speakers, and trying to build one in his style.

E. DIY Music Streamer with Built-in DI-DAC

An economy music streamer project, used Raspberry Pi Zero and old-school DAC TDA1543 in Direct-Interpolation style. The sound is very analog-like in-compare to market music streamer. PCB trace, overlay and all components also provided in the article.

F. pCP Pi-Core Player

Beside the popular Volumio and moOde, Pi-Core Player is another free-software music streamer for audiophile. Mr.Withaya will tell you step-by-step how to setup to get the best performance from pCP.

G. MC Step-Up Transformer Selection

Mr.Nattawut will guide you how to select the suitable MC Step-up Transformer for your cartridge and phono stage. This included simple calculation for choosing the right one.

H. Can you see the sound?

Hearing is not accurate as seeing. Mr.Withaya, who got in deep with audio measurement, will guide you how to use the REW (Room EQ Wizard) to tune your audio system for best performance.

I. DIY Field Coil Speaker

Field Coil Speaker got popular more and more these days. But, most of them are legendary drivers from 192X, which are hard to find and very expensive in today. How about Do-It-Yourself? Mr.Monsan will show your how he design and build it himself for a stereo set of 3-way system, consist of 15 inch woofer, compression driver and tweeter.

J. New Life with SMPS

Switch-Mode Power Supply (SMPS) is told to be an evil in audio component for many years. Is it true? Have you taste it yet? Do you know the SMPS is developed day by day and it is not an evil anymore? Mr.Monsan will explain what he found and how he used SMPS in his tube amplifier, this included the 1.1kV supply for GM70 PP.

K. Balance Isolation Transformer using NCW Transformer

Mr.Monsan would like to share his DIY 3.0kW Balance Isolation Transformer in this article. This transformer is not ordinary EI or Toroid but NCW (Non Cut-core Winding) Transformer. He also used Negative Temperature Coefficient (NTC) for in-rush current protection, Metal Oxide Varistor (MOV) for Surge Protection, DC-Blocking circuit and 2-stage Power Line Filter in this project.

การเดินทางของลำโพงข้าพเจ้า
Audiophile Horn System

ผู้เขียน : พรพงษ์ วรจิตรสันติ (มาร์ท)

สวัสดีครับเพื่อนๆ ทุกคน ผมได้รับเกียรติให้มาแบ่งปัน การเดินทางของการ โมดิฟายลำโพงตัวนึง ซึ่งไม่ค่อยเป็นที่รู้จักนักในวงการเครื่องเสียงทั่วไป มันมีดีอะไร และอะไรคือแรงบันดาลใจในการลุยลงมือทำ เชิญติดตามอ่านไปด้วยกันได้เลยครับ

Opera Consonance M15-SE

ก้าวแรก เสียงในฝันที่อยากได้

ผมเริ่มสนใจเรื่องเครื่องเสียง ประมาณปี ค.ศ. 1997 ช่วงนั้นชีวิตผูกพันธ์กับการเล่นดนตรี การฟังดนตรีเพื่อพัฒนาฝีมือ เลยหลงเข้ามาวังวนแดนสนธยา ช่วงแรกๆ ของการเริ่มเล่น ผมถูกตีกรอบแนวคิดการเล่นเครื่องเสียง ผ่านหนังสือแม็กกาซีนรายเดือน ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่พอเข้าถึงได้ในช่วงเวลานั้น แค่นั้น

ย้อนไปช่วงปี 2010 ยุคเว็บบอร์ดเติบโตเบ่งบาน แหล่งความรู้ ความสนุก ความคันของการเล่นเครื่องเสียงหาได้จากเว็บดังๆ สองสามที่ การแลกเปลี่ยนข้อมูล การรีวิว ทริคการเล่นเครื่องเสียง การพบปะเพื่อนๆ พี่ๆ จากที่ต่างๆ ทำให้วงการเครื่องเสียง มีชีวิตชีวามากในสมัยนั้น การอ่านรีวิวสินค้าทางฝั่งออดิโอไฟล์ สลับกับการอ่านรีวิวทางฝั่งวินเทจ มันเกิดคำถาม และความตื่นตาตื่นใจเราไปหมด และนั่นทำให้ผมไปเจอคลิปวีดีโอทางยูทูป ซึ่งได้เปลี่ยนแนวคิดการเลือกลำโพงของผมไปเลย

เสียงลำโพงฮอร์นวินเทจจากค่าย Kenrick Sound แม้จะเป็นเพียงการฟังผ่านคลิปวีดีโอยูทูป แต่มันสมบูรณ์แบบเสียจนต้องตั้งคำถามกับตัวเอง *“เราจะเดินต่อไปทางไหน?”* ติดตามไปเรื่อยๆ สิ่งที่น่าสนใจที่เขาทำขาย คือการนำลำโพงฮอร์นวินเทจ

มาทำการโมดิฟาย ครอสโอเวอร์ และ บูรณะลำโพงใหม่

ช่วงกลางปี 2012 ผมมีโอกาส ได้อ่านรีวิวลำโพงฮอร์น สัญชาติจีน ชื่อ Opera Consonance M15-SE ซึ่งผู้รีวิวฝรั่ง ได้กล่าวชื่นชมไว้มาก ด้วยรูปลักษณ์ ที่สวยงามพอตัว ประกอบกับ กระแสฮอร์นวินเทจยังมาแรงอยู่ ผมได้สอบถามกับผู้นำเข้า KTT (พี่ศักดิ์ TAC) พอช่วงปลายปี พี่ศักดิ์ KTT จึงได้นำเข้าลำโพงรุ่นนี้มา และสอบถามมาว่าสนใจ อยากลองฟังไหม... ในที่สุด เจ้า M15 ก็ได้มาอยู่ในห้องผมเพื่อทำการรีวิว ให้สมาชิกเวปได้ทราบข้อมูลกัน ชื่อ M15 ก็หมายถึงการใช้ดอกวูฟเฟอร์ 15 นิ้ว นั่นเอง ขนาดตัวอ้วนพอตัว ต้องอาศัยพื้นที่ห้องที่ใหญ่หน่อย การอยู่กับมันมาช่วง 3-4 เดือน ทำให้ได้รู้นิสัยลำโพง ตามที่เคยรีวิวไว้ดังนี้

"รายละเอียด เนื้อเสียง ของตัวดนตรี ไม่มีคอมเพรส ไม่มีเม้ม เรียกว่ารายละเอียดที่บันทึกมา เปิดเผยออกมาหมด แถมยังเป็นเสียงที่ฟังสบาย ไดนามิคเป็นจุดเด่น ดอก 15 นิ้ว หวดป๊าบๆ ถึงไหนถึงกัน ไม่มีความเครียดให้สัมผัส ความ Live มันอยู่ตรงหน้าดีๆ นี่เองครับ"

Super Tweeter XAV Annie

<u>ก้าวที่สอง ความพอดีที่ไม่บังเอิญ</u>

สเป็กจากทางผู้ผลิต เจ้า M15 เสียงสูงจะเริ่มโรลออฟ ที่ 18 kHz คุณภาพเสียงเป็นแนวมิวสิคเลิฟเวอร์มากกว่ามาทาง Audiophile แต่ก็มีความไวต่อสภาพอคูสติก ซึ่งต้องพิถีพิถันในการจัดวาง และในช่วงเวลานั้น กระแสการเล่น Super Tweeter สำหรับตลาด Audiophile เริ่มเป็นที่พูดกันมากขึ้น มองดูสินค้าในตลาด ณ ตอนนั้น ก็ไปสะดุด กับ Super Tweeter ของไทยเราเจ้าหนึ่ง นั่นคือ XAV Annie ครับ คุณสมบัติ ของ Annie (ปัจจุบันเลิกผลิตไปแล้ว) คือการเน้น ทำงานที่ 18 kHz ขึ้นไปจนถึงประมาณ 40kHz แต่เดิมออกแบบมาใช้กับลำโพงไฮไฟทั่วไป ความไวมีให้เลือกสาม

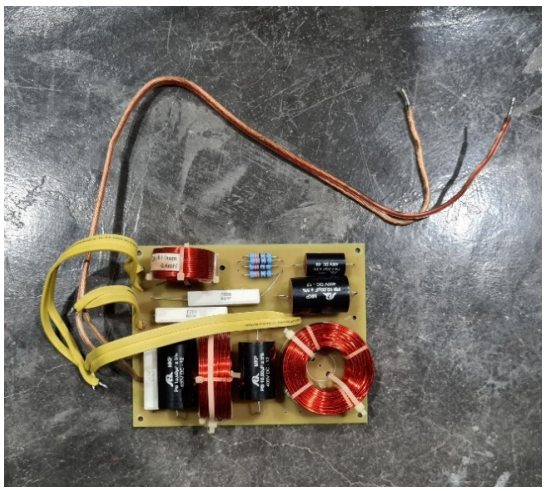
ระดับ รุ่นแรกอยู่ที่ 90dB และรุ่นที่ออกตามมาสำหรับลำโพงความไวสูง คือรุ่น ความไว 93dB และ 96dB ครับ

ทาง XAV ได้ส่งมาให้ลองทั้งรุ่น 93 และ 96dB สเป็คจากทางผู้ผลิต เจ้า M15 จะมีความไวที่ 98dB/1W/1m และเจ้า Annie ไม่สามารถปรับจุดตัด หรือมีปุ่มเลือกความไวใดๆ ให้เลือก ตอนแรกผมเข้าใจว่า ควรต้องเลือกรุ่นที่มีความไวเท่าๆ หรือใกล้เคียงกันกับตัวลำโพงหลัก ช่วงที่ได้ลองตัว 93dB ให้เสียงกลมกลืนกับทั้งระบบ มากกว่าตัว 96dB โดยที่ผมไม่ต้องไปทำอะไรเพิ่ม เพียงแต่หาตำแหน่งวางคร่าวๆ ให้มันกลืนกันเป็นธรรมชาติที่สุดกับลำโพงเดิม เทียบกับตัวความไว 96dB นั้นมีความแตกต่างมาก ไม่ว่าจะวางยังไง เสียงที่ได้จะออกแนวเบสทะลัก หัวเบสคมแข็ง ส่งเสียงเจี๊ยวจ๊าวดุดัน งงตรงเบสมาจากไหน เพิ่มขึ้นเยอะมาก แต่มันก็เครียดมากตามครับ ถ้าดันทุรังใช้คงปราบมันยาก

อันนี้คือข้อนึงที่อยากเน้น คือเรื่องบางเรื่อง มันดูเป็นไสยศาตร์มากไป แต่พอได้เจอกับตัวเอง ถึงกับต้องยอมรับว่า การเพิ่มเสียงระดับย่านปลายตอนบนแบบให้สัมผัสพลังงานได้จริงๆ มีผลกระทบต่อคุณภาพเสียงทั้งย่านอย่างมหาศาล ทั้งด้านบวกและลบ รุ่นความไว 93dB นี่ ผมต้องถอยตำแหน่งไปหลังสุด ตำแหน่งที่ลงตัวอยู่ในช่วงแรกคือ เหนือแม่เหล็กดอกคอมเพรสเซอร์ครับ

การจูนตำแหน่งของ Annie นี้ ผมทำการค่อยๆ ขยับในระดับเซนติเมตรเพื่อหาตำแหน่งที่ลงตัว โดยใช้เวลาอยู่ประมาณครึ่งปี ในการไฟน์จูนเจ้าคู่หูสองตัวนี่ ทุกการปรับตำแหน่งจะใช้เวลาอยู่กับมันตั้งแต่หนึ่งเดือนขึ้นไป เพื่อหมุนวนฟังแนวเพลงที่คุ้นเคยหลายๆ ประเภท จับสังเกต ทั้งข้อดีและข้อเสีย “เฮ้ยจุดนี่ฟังดีหว่ะ” “เฮ้ยลองขยับไปอีกหน่อย” “เฮ้ยจุดใหม่ใช่กว่า” ... มีความตัดสินใจยากในแต่ละจุดที่ขยับ โดยสรุปก็ถือว่าเป็นคู่หูที่ลงตัวโดยบังเอิญ ทั้งรูปร่าง การออกแบบ สเป็คการใช้งาน และการยกระดับ คุณภาพเสียง ถึงตอนนี้คุณภาพเสียงลำโพงชุดนี้ จะย้ายมาทางฝั่ง Audiophile เต็มตัวซะแล้วเมื่อได้ตำแหน่งที่ลงตัว

เจ้าแอนนี่มายกระดับฮอร์นตัวนี้ไปได้อีกไกลครับ มันถ่างการตอบสนองความถี่ ทั้งปลายบน รวมทั้งความลึกแน่น ของเบสเวทีเสียง มิติ ด้านสูงและลึก เพิ่มขึ้นไป ถ้าชอบแนวฟังสบายๆ ไม่ต้องพึ่งแอนนี่ก็ได้ ถ้าชอบความครบเครื่อง จะบอกว่ามาทางแนวโอ้ฟาย แอนนี่ ก็ทำได้ดีมากครับ

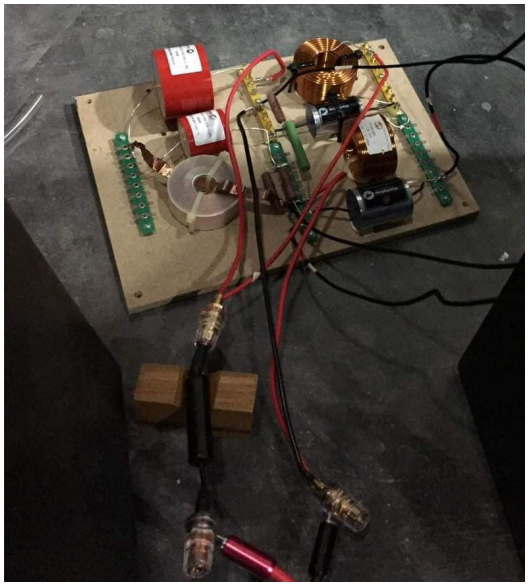


Cross-Over Original

<u>ก้าวที่สาม เหตุเกิดจากความคัน</u>

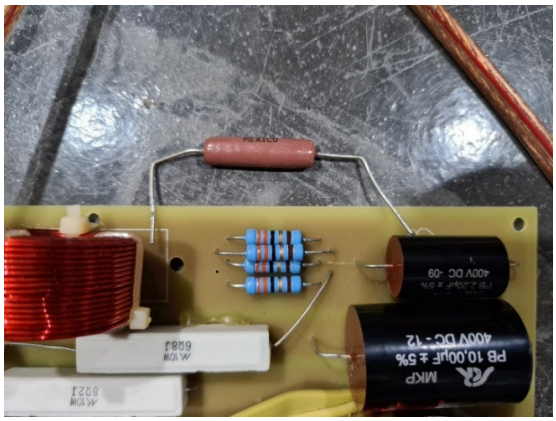
เข้าช่วงปี 2015 ลำโพงนี้ได้อยู่กับผมมาเกือบสามปี ความว่างทำให้เกิดความคัน (ฮา) อย่ากระนั้นเลยลองเปิดฝาท้ายเช็คดู ว่าเราพอซนอะไรเพิ่มได้บ้าง เลยได้ถอดครอสโอเวอร์ออกมาเช็คดูสักหน่อย อืม มันน่าลองซนเหมือนกันนะ ถึงแม้จะเคยได้ยินคนอื่นๆ เตือนกันว่า เดี๋ยวมันจะเละ เพราะของเดิมๆ เขาออกแบบมาดีอยู่แล้ว เดิมเป็นครอสโอเวอร์สองทางดูไม่ซับซ้อน ตามสเป็คจะตัดความถี่ที่ 1,000 Hz เกรดอะไหล่จะเป็นเกรดที่พวกเราคุ้นเคยดี กับงานคอมเมอร์เชียลทั่วไป ค่าอุปกรณ์ไม่ได้ลบค่าออก งานนี้น่าจะทำขึ้นใหม่ตามของเดิมได้ไม่ยาก

ผมได้วานเพื่อนสนิทช่วยไล่วงจร และขึ้นงานครอสโอเวอร์ใหม่ โดยเลือกอุปกรณ์ตามงบที่มีในช่วงแรก เพื่อลองเทสดูความเป็นได้ และความคุ้มค่า Jantzen Coil, Clarity Cap, Mills Wire wound Resistor เป็นจุดเริ่มต้น สลับกับรื้อหาอะไหล่รอบตัวที่พอมีมาลอง เทสเล่นไปเรื่อยๆ ช่วงนี้ห้องรกอยู่หลายเดือนเลยทีเดียว เจ้าครอสโอเวอร์ตัวใหม่นี้ ให้คุณภาพเสียงหลังพ้นเบิร์น ดีขึ้นในเรื่องรายละเอียดเสียง ความละเมียดละไม ไดนามิคคอนทราส เกลี่ยไล่เป็นธรรมชาติมากกว่าเดิม การค่อยๆ ทำไปแบบไม่รีบ ทำให้ผมมีโอกาสทดสอบการเปลี่ยนแปลงของเสียง ตามการเปลี่ยนเกรดอุปกรณ์ต่างๆ และจับประเด็นได้ดีมากขึ้น จุดที่อยากแชร์คือ คุณภาพตัวต้านทานช่วงที่ลดความไวย่านกลาง-สูง ก่อนปล่อยไปดอกปากฮอร์น มีความสำคัญกับคุณภาพเสียงพอตัวเลยทีเดียว



Version 1.0

เพื่อนๆ เคยเจอเหตุการณ์เสียงลำโพงพร่าเพี้ยน อั้น ตื้อ เวลาเปิดเพลงแนวที่ต้องใช้พลังงานสูงๆ ไหมครับ ไม่ว่าจะร็อคหนักๆ, อิเล็กทรอนิกส์ หรือ ออเคสตร้าวงใหญ่ที่โหมโรงขึ้นมาทั้งวง แล้วเสียงพร่าเพี้ยน เราจะคิดว่าความแป๊กที่เจอนั่นคงเป็นลิมิทของแอมป์เราเอง หรือของลำโพงเราเอง?



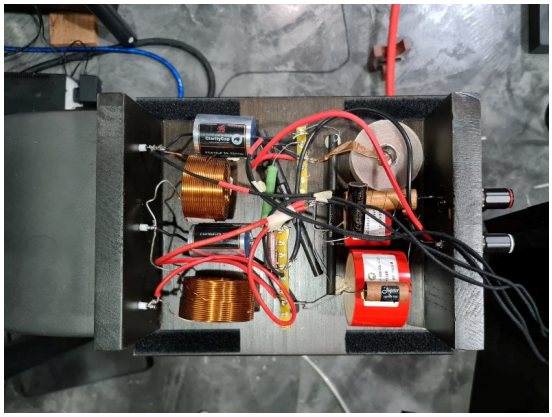
ทดสอบ Mills Wind wound Resistor

การอัพเกรดตัวต้านทานจากของโรงงาน สู่การอัพเกรดครั้งแรก ด้วย Mills Wire wound Resistor และสุดท้ายจบด้วย Duelund Cast Carbon Resistor ได้ขจัดอาการความเพี้ยน อั้นตื้อของลำโพง ให้ดีขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะ เจ้า Duelund นี้ ได้แสดงแสนยานุภาพ ตามเสียงลือเสียงเล่าอ้างตาม Internet ได้อย่างครบถ้วน ดอกคอมเพรสเซอร์ที่มีพลังงานสูง ถูกปลดปล่อยได้เต็มที่ ความอิสระของเนื้อเสียงมีออกมาอย่างแท้จริง นับว่าเป็นจุดที่คุ้มค่ามากในการอัพเกรด

Duelund Cast Carbon Resistor

ครั้งนี้ การอัพเกรดจากราคาอะไหล่ เกรดไม่กี่บาทของโรงงานไปสู่ Mills เกรดหลักร้อยบาท และจบที่เกือบแตะหลักพันบาท จาก Duelund ในงานกึ่งๆ DIY แบบนี้ (งานสำเร็จที่เรากล้ารื้อ...ฮาฮา) เราสามารถเนรมิตคุณภาพเสียงขึ้นมากอีกโข คุ้มกับงบประมาณที่ลงทุนไป

ด้านการเพิ่ม รายละเอียดมิติเวทีเสียง ผมเคยชินกับคุณภาพเสียง ของเจ้าตัวเก็บประจุ Clarity Cap จากงานอัพเกรดในพาวเวอร์แอมป์อยู่แล้ว ตั้งแต่รุ่นท๊อป ตัวน้ำเงิน รหัส MR จนมาถึงตัวแดง รหัส CMR ด้วยราคา แนวเสียง และ คุณภาพ ผมจึงตัดสินใจได้ง่าย ด้วยการเริ่มเปลี่ยนตัวเก็บประจุเป็นเกรด CMR ทันที ยืนพื้นแต่แรกด้วยงบประมาณที่พอจะลงทุนไหว จะโดดไป Duelund



Version 2.0

Cast ซึ่งเป็นอะไรที่โหดร้ายมาก ดังนั้นการ Bicap เพิ่มที่ ซี CMR ช่วงไปกลางแหลม จึงเป็นสิ่งที่ผมลองขยับปรับปรุงอยู่สามครั้ง ในช่วงสามปีที่ปรับจูนไปเรื่อยๆ เริ่มต้นด้วย Jensen Paper In Oil ที่มีอยู่แล้ว ไปสู่ Jupiter Copper Foil และจบด้วย Duelund Bypass Capacitor คู่หู ขี่บน CMR + Jupiter Copper Foil เป็นเจ้าแห่งความคุ้มค่า ในตำแหน่งตัวเก็บประจุ Network ช่วงสัญญาณกลาง-แหลมนี้ คุณจะได้ความเป็นธรรมชาติ ความกว้างของเวทีเสียง รายละเอียดที่ละเมียดละไมขึ้นจากพื้นฐานเดิมของเจ้า CMR และคุณจะได้ความอิ่ม ออแกนิค สดชื่น จาก Jupiter เข้ามาเติมอย่างพอดี ส่วนการขยับเปลี่ยน ซีไบแคป จาก Jupiter Copper Foil มาเป็น Duelund Bypass Capacitor คุณจะได้ คุณภาพเสียงเอกลักษณ์ ของ Duelund เข้ามาแทน ความออแกนิคตลอดย่าน แต่ไม่มีความทึบใดๆ ความเปล่งประกายมีชีวิตชีวาไร้ความเครียด จะสมบูรณ์มากขึ้นไปอีกขั้น

ในยุคช่วง ปี 2000 เราจะมียี่ห้อพระเอกอย่าง Mundorf, Jansen หรือ โคตรแพง อย่าง Audionote ยุคถัดมา เวทีประกวดจะสาดแสงไปยังโคตรแพง VH Audio ส่วนยุคปัจจุบัน 2020 ทัพอะไหล่ จาก Duelund สามารถแผลงฤทธิ์ ยึดครองใจนักเล่น ด้วยลักษณะเสียงที่ครบเครื่อง บุคลิกเสียงมาในแนวที่ทางแบรนด์เรียกว่า Coherent Audio อย่างแท้จริง ผมว่ามันเป็นหนึ่งในอะไหล่อัพเกรดคุณภาพเสียงเปลี่ยนโลกของเครื่องเสียงเลยทีเดียว

The Gryphon Mojo-s 1 Hi-end Speaker with external swappable Duelund resistors

ช่วงปี 2016 ทาง Duelund ได้ออกวางตลาดสายแบ่งตัด ในรุ่นที่ชื่อว่า DCA16GA เป็นสายที่สามารถนำไปประกอบทำเป็น

Mr. Jeff's Tannoy Wesminter Royal SE

New Cross-Over Project

สายสัญญาณ สายลำโพง สายไวริ่ง ได้หมด ในราคาที่เข้าถึงได้ทุกคน ซึ่งเป็นช่วงที่ผมอยากหาสายมาไวริ่งครอสโอเวอร์ผมใหม่พอดี ผมได้ตามหาอ่านรีวิวอยู่พักนึงจนไปสะดุด รีวิวเวอร์ท่านหนึ่ง คือ คุณ Jeff ในคอลัมน์ Jeff's Place, Positive Feedback เกี่ยวกับการนิยามแนวทางเสียงแบบที่เรียกว่า "Real Sound Concept" ในหัวข้อนี้ เขาได้อธิบายแนวคิดและแนวเสียง ผ่านการแลกเปลี่ยนกับ Mr. Shirokazu Yazaki กูรูชาวญี่ปุ่น นัก DIY ประสบการณ์สูง ผู้ออกแบบและเจ้าของแอมป์ยี่ห้อ Spec บทความนี้ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ตรงใจผมเป็นที่สุด เป็นสิ่งที่ผมกำลังทำ และค่อยตามหาจิ๊กซอร์มาประกอบอยู่ พอได้ตามอ่านแนวทางการเล่นของ Jeff ไปเรื่อยๆ คุณ Jeff ได้เริ่มนำลำโพงวินเทจรุ่นดังที่เขามีอยู่ มาทำการโมดิฟายครอสโอเวอร์ โดยค่อยๆ เขียนเริ่มโปรเจค ช่วงปี 2013-2014 การตามอ่านแนวคิด การวางแผน ข้อสรุปของการลงมือทำของคุณ Jeff ทำให้ผมยิ่งมั่นใจในการเดินทางของผมที่เริ่มในเวลาใกล้ๆ กัน ว่า "You're Never Walk Alone"

แนวเพลงที่ผมใช้เทส ในเวลาที่เติมอะไรเข้าไปในระบบใหม่ๆ นอกจากแนวเพลง Audiophile ที่คุ้นหูกันอย่างดีแล้ว แนวเครื่องดนตรีอคูสติก ผมก็จะเน้นฟังเป็นพิเศษ ไม่ว่าจะเป็นแจ๊ส หรือ ออเคสตร้า สิ่งที่ผมจะจับผิดคือ ไดนามิค การสวิงขึ้นลงฉับพลัน การโหมโรง ที่มีพลังงานเยอะ จะเป็นจุดที่ทำได้ยากมาก สำหรับชุดเครื่องเสียง

ในงานโชว์เครื่องเสียง ชุดที่ราคาแพงมากบางทีก็ตกม้าตาย กับแนวโซโล่เครื่องเป่าแค่เครื่องดนตรีชิ้นเดียว แต่มีไดนามิคที่สวิงรุนแรง ซิสเต็มเริ่มแสดงให้เห็นถึงความเครียดของเสียงอย่างเห็น

ได้ชัด สรุปเป็นแนวทางส่วนตัว เรื่องไดนามิคที่สมจริงมักเป็นเรื่องยาก และท้าทายที่สุดสำหรับชุดเครื่องเสียง โดยเฉพาะการทำงานประสานงานกันของพาวเวอร์แอมป์กับลำโพง

ก้าวที่สี่ การเติมเพื่อความสมบูรณ์แบบ

ชุดลำโพงเก่าเดิมที่ผมใช้อยู่คือชุด NHT T6 ที่ออกแบบเป็นโมดูล โดยประกอบด้วยสมาชิกมีทั้งส่วนลำโพงกลางแหลม, พาสซีฟซับวูฟเฟอร์ 2 ตู้, Active Crossover และแอมป์โมโนบล็อคสำหรับไว้ขับตู้ซับโดยเฉพาะ ซึ่งในปัจจุบัน ผมจะถอยหลังไปอยู่ระนาบเดียวกับจอฉายโปรเจคเตอร์ทำหน้าที่เรื่องโฮมเธียเตอร์ไป

การออกแบบที่เป็นโมดูลแยกอิสระนี้ ทำให้คนเล่นปรับเปลี่ยนวิธีการเล่นได้หลากหลายแนวเลยทีเดียว ช่วงปี 2019 เมื่ออุปกรณ์ทุกอย่างลงตัวสมบูรณ์ ผมอยากจะลองใช้ของที่มีอยู่เดิม มาผสมกับชุดลำโพงหลัก จึงได้หาขั้วสปริท RCA แบบสองตัวเมีย-หนึ่งตัวผู้ มาลองจ่ายสัญญาณแยกเป็น 2 ทาง โดยทำการต่อที่ขั้ว Input ทางฝั่งพาวเวอร์แอมป์ เพื่อหวังลดบุคลิคของสายสัณญาณลงไป คือแทนที่จะสปริททางฝั่ง Output ของปรีแอมป์ ผมเลือกใช้สปริททางฝั่ง Input ของแอมป์แทน โดยแบ่งจ่ายสัญญาณไปยัง Active Crossover และส่งสัญญาณต่อไปยัง พาวเวอร์แอมป์โมโนบล็อคสำหรับขับ ตู้พาสซีฟซับในชุด NHT T6 โชคดีที่เมื่อฟังแล้ว การต่อแบบนี้ไม่ได้ลดคุณภาพเสียงของตัวลำโพงเมนเลย ถึงแม้จะใช้ขั้วโนเนมไร้ยี่ห้อครับ

RCA แบบ Split 2 Output

ส่วนการปรับเสียงของซับวูฟเฟอร์เป็นงานง่ายขึ้นมาก เนื่องจากฟังก์ชั่นการปรับเสียงใน Active Crossover ค่อนข้างครอบคลุมสำหรับการใช้งานทั่วไป และการมีตู้พาสซีฟสองตู้ ทำให้ฐานเสียงต่ำยิ่งมีพลังแผ่กระจายเต็มห้อง พอจูนได้ลงตัว เราสามารถรับรู้เสียงโน๊ตดีฟเบสได้สมบูรณ์มากกว่าเดิม แอมเบี้ยนซ์ของฮอลล์ สถานที่บันทึกเสียง สามารถรับรู้ได้อย่างเต็มอิ่ม ลำโพงชุดนี้ สามารถแสดงพลังโอบล้อม เต็มพื้นที่ห้องได้อย่างสบายกว่าตอนที่วูฟเฟอร์ 15 นิ้ว ของคู่เมนหลักทำงานเพียวๆ เราสามารถเจอพลังงานของ

ฮอลล์แบบนี้ได้บ่อย ในแนวเพลงพวกวงออเคสต้รา, แจ๊ส, บิ๊กแบนด์ ที่บันทึกมาอย่างดี

ชุดลำโพงผมใช้เวลาค่อยๆ เดินทางมาจนจบสมบูรณ์แบบในปี 2020 ซึ่งบังเอิญเป็นปีที่ DIY Journal Thailand ได้เวียนกลับมารวมบทความอีกครั้งพอดี หลังจากหยุดไปนาน ส่วนตัวผมจากการเริ่มเป็นผู้อ่านบทความที่พวกพี่ๆ เพื่อนๆ เขียนกันตั้งแต่สมัยต้องคุยกันผ่าน Yahoo (Hahaha) จนตอนนี้ได้มีโอกาสมาแบ่งปันคนรักเครื่องเสียงทุกท่านครับ หวังว่าบทความนี้จะทำให้เพื่อนๆ พร้อมลุย ในการปรับแต่งลำโพงของเราให้ได้ดียิ่งๆ ขึ้นไปนะครับ สวัสดี “May The Tone Be With You”

Clarity Cap CMR Series

MY FIRST LCR PHONOSTAGE

ผู้เขียน : ประดิชญา สิงหราช

ทำไมเพิ่งทำ?

เป็นเพราะความไม่มั่นใจ และคิดว่าการทำ RIAA Equalization มัน Critical มากๆ ในการหาอุปกรณ์มาทำ ผมไม่มีความรู้มากพอที่จะคำนวณ และก็ไม่รู้ว่า วงจรแบบไหนจะดีกว่ากันครับ Phono Stage ของ Cary PH301 ที่ใช้อยู่ มี 12AU7 เป็น MC Stage ส่วน MM มี 12AX7 Cascade กัน โดยมี RC RIAA EQ ระหว่างกลาง ซึ่งก็ให้เสียงที่ผมชอบอยู่แล้ว ดังนั้นจะทำ Phono Stage ตัวใหม่ทั้งที ก็หารูปแบบวงจรที่มันไม่ค่อยจะมีใครทำดีกว่า

Cary PH301

Version1 ลงหีบไม้สักตามสไตล์

ทำไม LCR?

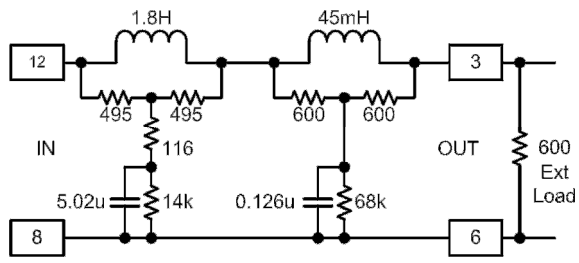
เหตุผลก็คงไม่มีอะไรมาก คือมันเป็นวงจรที่ไม่ค่อยมีใครทำให้เห็น และก็ไม่ค่อยมีใครทำขายอีกด้วย และเท่าที่ลองหาข้อมูลจาก Internet ก็หาคนทำวงจรให้ศึกษาไม่ค่อยเจอ แต่ก็ไม่มีที่บอกว่าวงจรแบบนี้เสียงไม่ดี ผมก็เลยตัดสินใจที่จะทำ

เริ่มแรกเลย ผมก็ลองหาข้อมูลจากใน Internet เกี่ยวกับวงจรและตัว LCR ซึ่งเท่าที่พบก็มี LCR Module ของ Tango ที่ทำมาโดยเฉพาะสำหรับผู้ที่จะทำวงจรแบบนี้คือรุ่น EQ-600P ซึ่งจะเป็น Integrated Network มี LCR ซึ่งคำนวณค่าไว้

Tango EQ-600P LCR RIAA Network for Impedance 600 Ohm ตัวดัง ระดับตำนานของวงการ

สำเร็จรูป ปัญหาก็คือ Tango เลิกกิจการไปแล้ว และเจ้าใหม่คือ ISO Transformer ก็ไม่ทำรุ่นนี้ออกมาอีก ดูใน eBay ช่วงนั้นก็ไม่มีเลย ในที่สุดผมเลยขอคำปรึกษาจากคุณกิตติพงษ์ SACTHAILAND เนื่องจากทราบว่าแกทำ LCR Module ขายด้วยเหมือนกัน ก็เลยจบง่ายๆ พร้อมกับได้วงจรภาคขยายที่ต้องบอกว่า For Non Commercial Use Only มาด้วยครับ

วงจรขยายเป็นวงจร Mu Follower 2 Stages ภาคแรกเป็น 12AX7 ขยายสัญญาณจากหัวเข็มโดยใช้ Load มาตรฐาน 47K Ohm แล้วใช้ C Coupling เข้า LCR Module ด้วยความที่เป็น Impedance 600 Ohms จึงต้องใช้ C ค่าสูงถึง 10uF เจ้า C 10uF นี่แหละครับที่ทำให้ผมปวดหัวกับมันอยู่นานเลย เพราะการหา Coupling Capacitor ค่าสูงๆ ขนาดนี้และมีคุณภาพดีมันหายากมาก และที่สำคัญ ราคาก็แพงมากตามไปด้วย



วงจรและค่า LCR ใน Tango EQ-600P

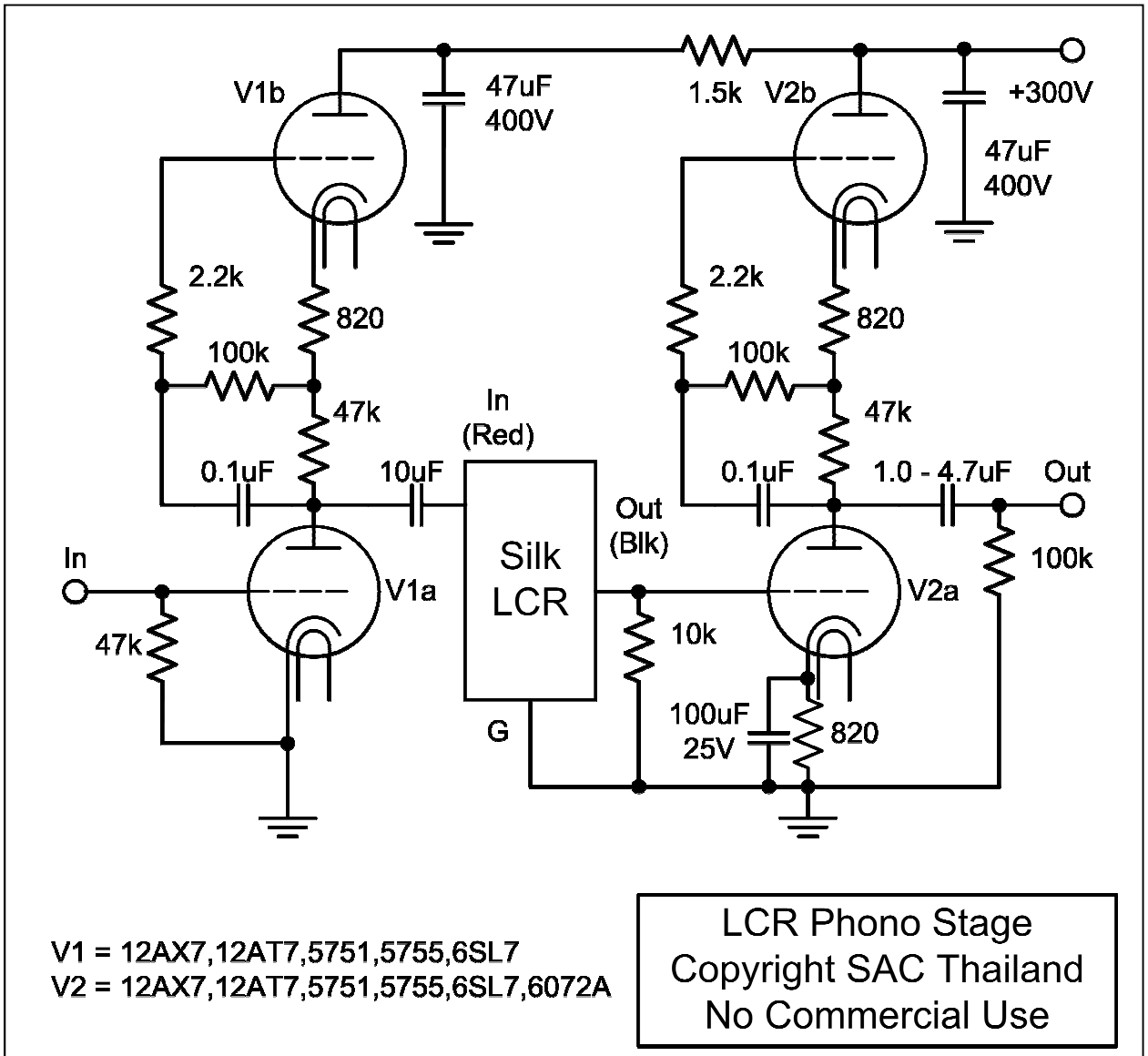
จาก LCR Module สัญญาณที่ปรับ EQ กลับตาม RIAA Curve แล้วจะถูกขยายอีกทีด้วยหลอด 12AY7 ซึ่งผมมีแต่ 6072A ก็ใช้แทนไป ตรงขาออกใช้ Coupling Capacitor ไม่โหดมากครับ หาที่ชอบมาใส่ได้ตามใจชอบ

ในวงจรที่มี Coupling Cap 2 จุดแบบนี้ ความสนุกก็อยู่ที่การหาความลงตัวในการร่วมกันทำงานของ C 2 ตัวนั้นแหละครับ ในบ้านมีอะไรผม

ก็ลองจนหมด สุดท้ายก็เลยออกนอกบ้านไป eBay และแหล่งอื่นๆ อีกหลายที่เลยครับ

ภาคจ่ายไฟ

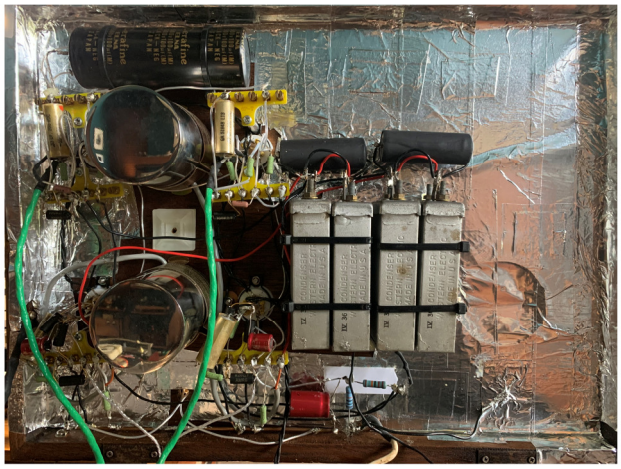
เมื่อเริ่มทำ ผมใส่ภาคจ่ายไฟลงไปในกล่องเดียวกับภาคขยาย แต่มันมีเสียง Hum อยู่บ้าง ก็เลยหากระป๋องทองแดงครอบและลงกราวด์ไป ซึ่งก็ช่วยได้นิดหน่อย ผมเลยตัดสินใจแยกภาคจ่ายไฟออกจากกล่องเดียวกัน ทำแบบเร่งด่วน โดยใช้แผ่นเขียงไม้ของ IKEA 2 แผ่นมาประกบกัน แล้วลากสายไฟสูงและไฟจุดไส้หลอดไปที่แท่นเครื่องอีกที คราวนี้เงียบเลยครับ



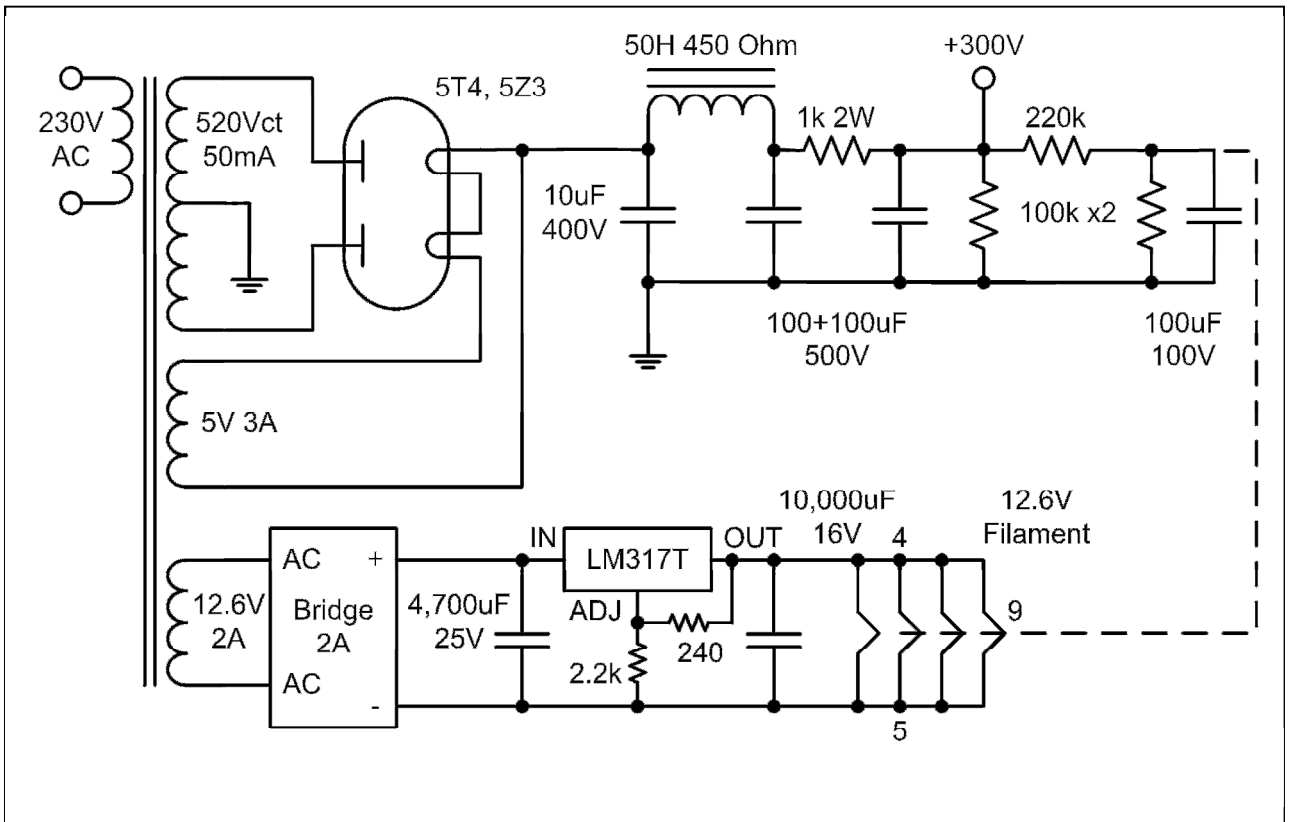
วงจร LCR Phono Stage ตัวนี้

ก้อนกลมสีเงินคือ Silk LCR Network, C Coupling เป็น SiderealKaps 10uF and Jensen Copper Foil

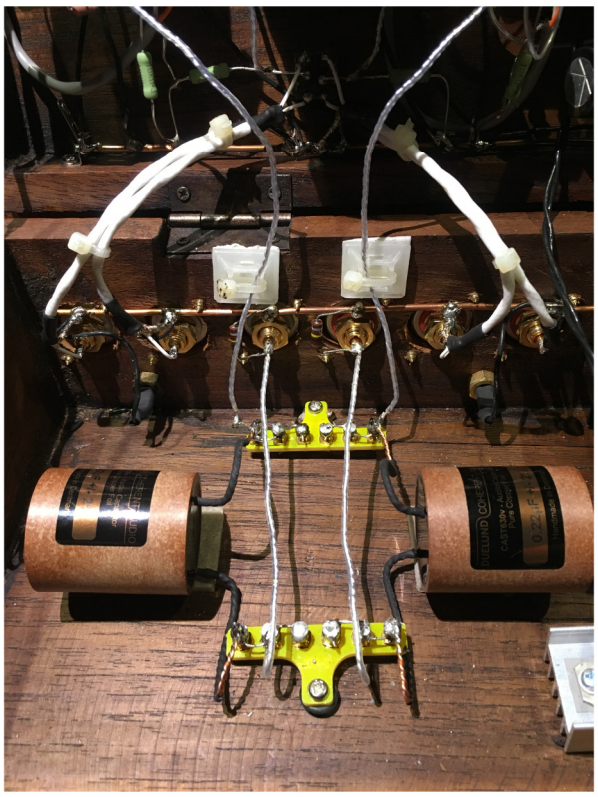
ในส่วน Filter ของภาคจ่ายไฟนี้ เดิมเป็น CLC ใช้ Choke 40H แต่เนื่องจากผมมี Choke ค่าต่างๆ อยู่หลายตัว ก็เลยลองเอามาต่อพ่วงไปอีก สุดท้ายเป็น CLCLC มีค่า L รวมๆ ที่ 200H โดยผมทำเป็นแบบที่สามารถทดลองเพิ่มลด สลับสับสาย คีบเปลี่ยนตัว Choke แต่ละตัวได้ ซึ่งเท่าที่พบก็คือ Choke แต่ละตัว แต่ละแบรนด์ มีผลกับน้ำเสียงที่ไม่เหมือนกันครับ เรื่องนี้ผมถือเป็นเอกสิทธิ์พิเศษของชาว DIY เท่านั้นนะครับ ที่จะทดลองทำอะไรก็ได้ ชอบก็ดี ไม่ชอบก็เปลี่ยนได้



กลางรูป ก้อนใหญ่ๆ 4 ตัว เป็น Capacitor ของ Western Electric



วงจรภาคจ่ายไฟสูง +300V และไส้หลอด 12.6V

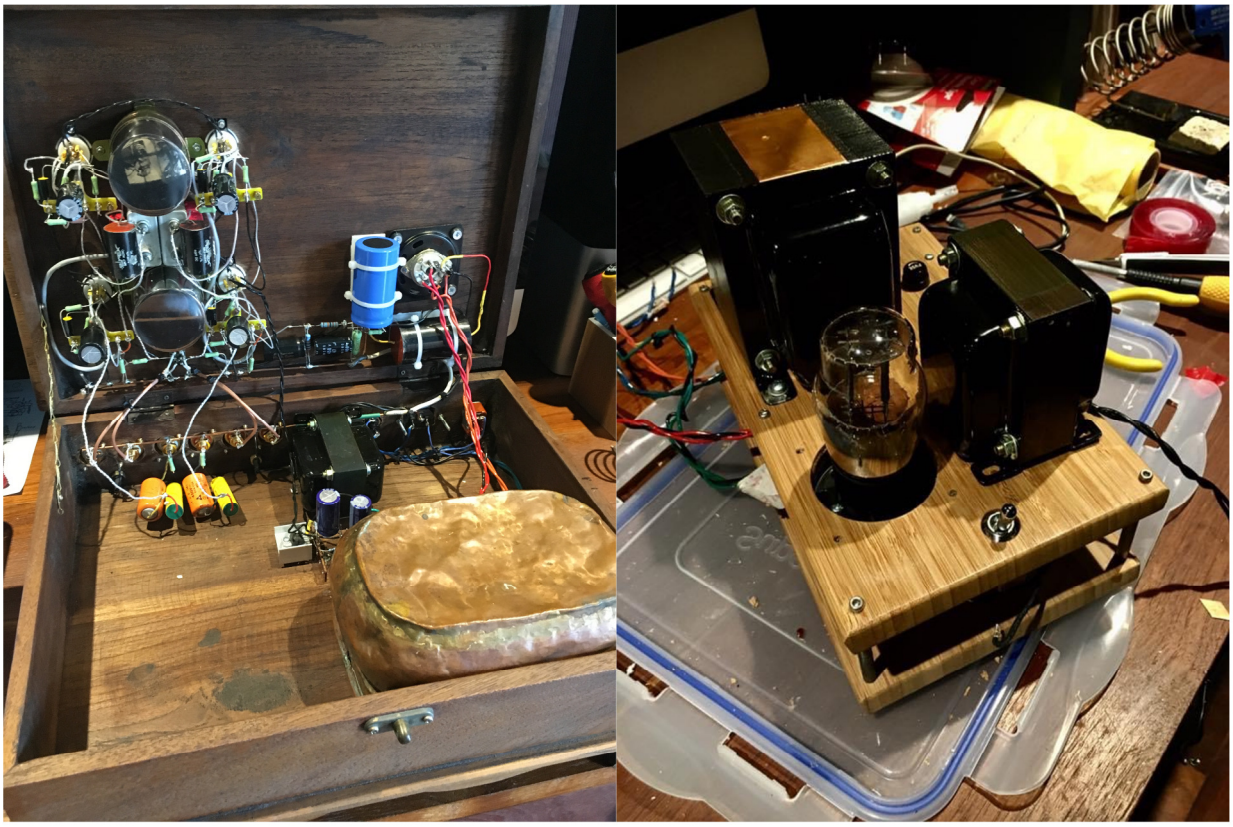


จูนเสียงด้วย Deulund เป็น Output Cap

<u>เสียง</u>

ทีแรกผมคิดว่าเสียงจากวงจร LCR มันคงจะต่างจาก Cary PH301 ที่ผมใช้อยู่มาก แต่ปรากฏว่ามันไม่มากอย่างที่คิด เอาเป็นว่าดีไปคนละอย่าง คือเมื่อเทียบกันแล้ว LCR มันฟังลื่นกว่า แต่ Cary มัน Dynamic กว่า ซึ่งก็ไม่ได้ถึงขนาดต้องเลิกฟังตัวใดตัวหนึ่ง

หลังจากนั้น ผมได้มีโอกาสเทียบกับ Phono Stage อีกหลายตัว เช่น EAR, Aesthetix, Audio Research, Thoress ซึ่งก็มีความแตกต่างกันอยู่พอสมควร ในทุกตัวที่เทียบกัน ผมชอบ



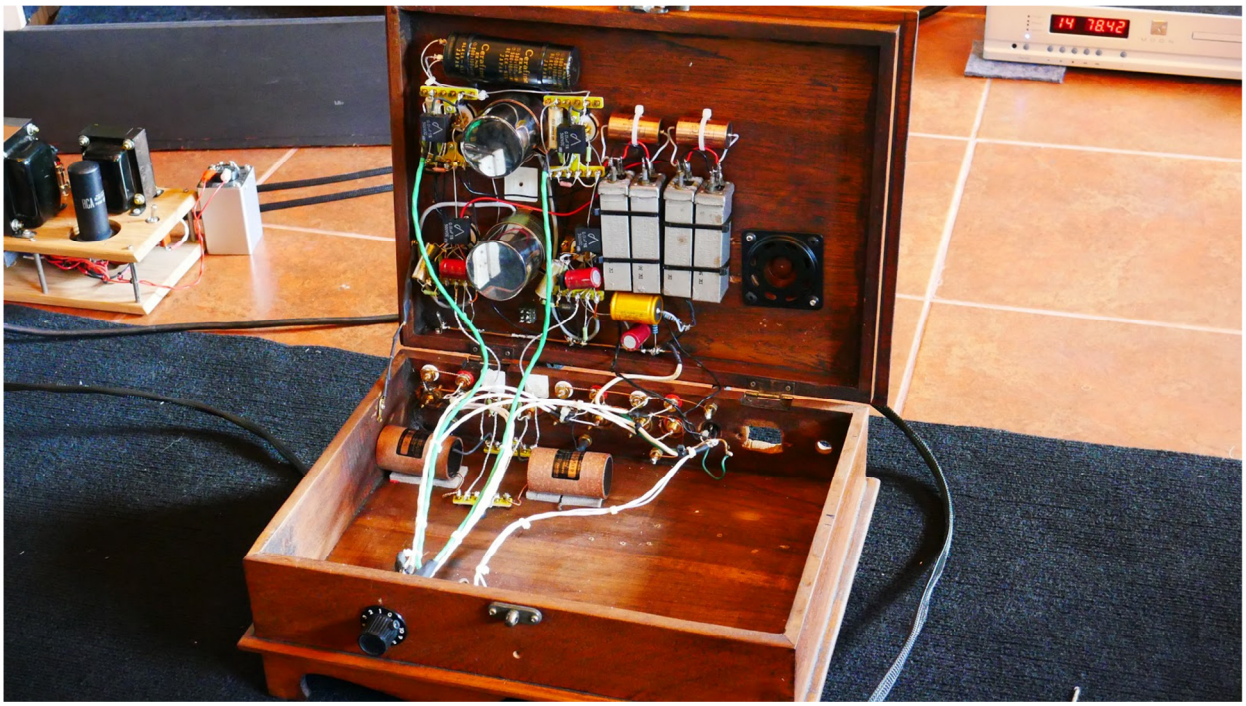
รูปซ้าย ตอนที่ครอบด้วยกระป๋องทองแดง รูปขวา แยกออกมาลงเชียงไม้ IKEA แล้ว

Thoress ที่สุด นอกนั้นไม่ค่อยถูกหูผมเท่าไหร่ อย่าง Audio Research Ref2 ที่ลองเทียบดู เสียงจะแข็งกว่า ในขณะที่รายละเอียดไม่ได้มากกว่า เป็นต้น สรุปว่าเทียบแล้วสบายใจ ของเราสู้ได้นั่นเองครับ

Shootout

ผมได้มีโอกาสพาเจ้า LCR Phono ตัวนี้ไป Shootout ในงาน Thailand Triode Meeting (TTM1) ที่เชียงใหม่เมื่อปี 2019 โดยทางผู้จัดได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมงานที่สนใจจะร่วมสนุก สามารถนำเอา DIY Phono Stage ไป Shootout กันในงานได้ ผมก็ไม่ได้คิดอะไรมาก อยากเอาไปร่วมงานให้มีสีสัน ก็เลยจัดการแพ็คทั้งเครื่องใส่กระเป๋าเดินทางแล้วส่งไปเชียงใหม่ ซึ่งก็สามารถไปถึงได้โดยสวัสดิภาพ

ปรากฏว่าในงานมีผู้นำ Phono Stage มาร่วมสนุกเพียงสามเครื่อง คือของผม ของแมพ ณัฐวุฒิ และ มาจากเยอรมันของ Martina Schoener เห็นเครื่องก็น่าสนุกแล้ว เพราะแต่ละเครื่องมีแนวทางการออกแบบที่ไม่เหมือนกันเลย

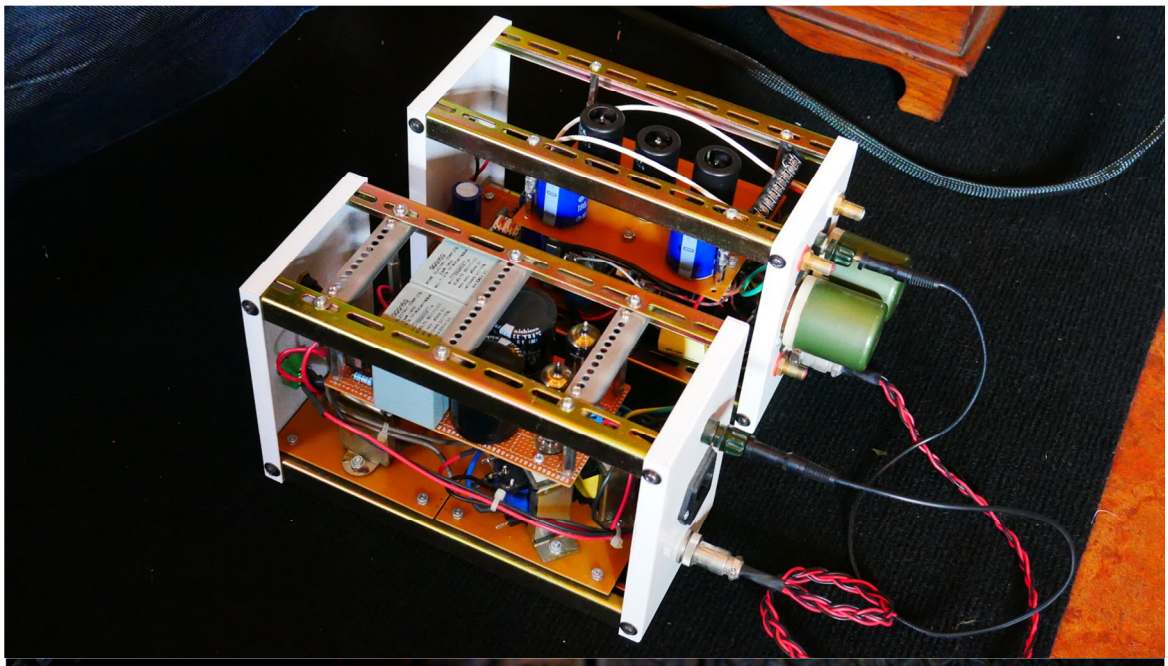


Version ที่นำไป Shootout ที่เชียงใหม่

ของผมเป็นหลอด ใช้ LCR เป็นตัว RIAA Equalization ของแมพเป็นหลอดเหมือนกัน แต่ใช้ Air Core Capacitor ของ Martina เป็น Solid-State ปรับค่าต่างๆ ได้มากมาย ตัวเครื่องซีลด์ฟอล์ยมาโดยรอบ เดาไม่ออกว่าเสียงจะเป็นอย่างไร แต่ที่ลุ้นกว่านั้นคือปรีแอมป์ แอมป์ และลำโพงที่จะใช้ Shootout นั้นเป็นชุดที่ผมไม่เคยฟังมาก่อน แต่ก็นั่นแหละ ไม่เคยมีใครเคยฟังทั้งสามคน แฟร์ดี ผมกับแมพ ขอลองต่อทดสอบกันคนละนิดหน่อย กะว่าถ้าฟังเสียงออกลำโพง JBL PARAGON แล้วไม่รอด ก็จะได้ขอบายกันก่อนจะขายหน้ากับผู้เข้าชมงาน แต่พอทดลองฟัง ก็รู้สึกว่าน่าจะพอไปได้ ไม่ขี้เหร่ ก็เลยได้ Shootout กันในที่สุด

ผู้เข้าร่วม Shootout ทั้ง 3 ในงาน TTM1

ในวันนั้น ผมว่าที่จริงทั้งสามเครื่องมี Voicing ซึ่งผมก็ไม่รู้ว่าแต่ละคนใช้วิธีการอย่างไร น้ำเสียงที่ดีพอๆ กัน แตกต่างกันในเรื่องของการ แต่ที่แน่ๆ คือผมใช้หูฟังการปรับจูนชิ้นส่วนต่างๆ ให้

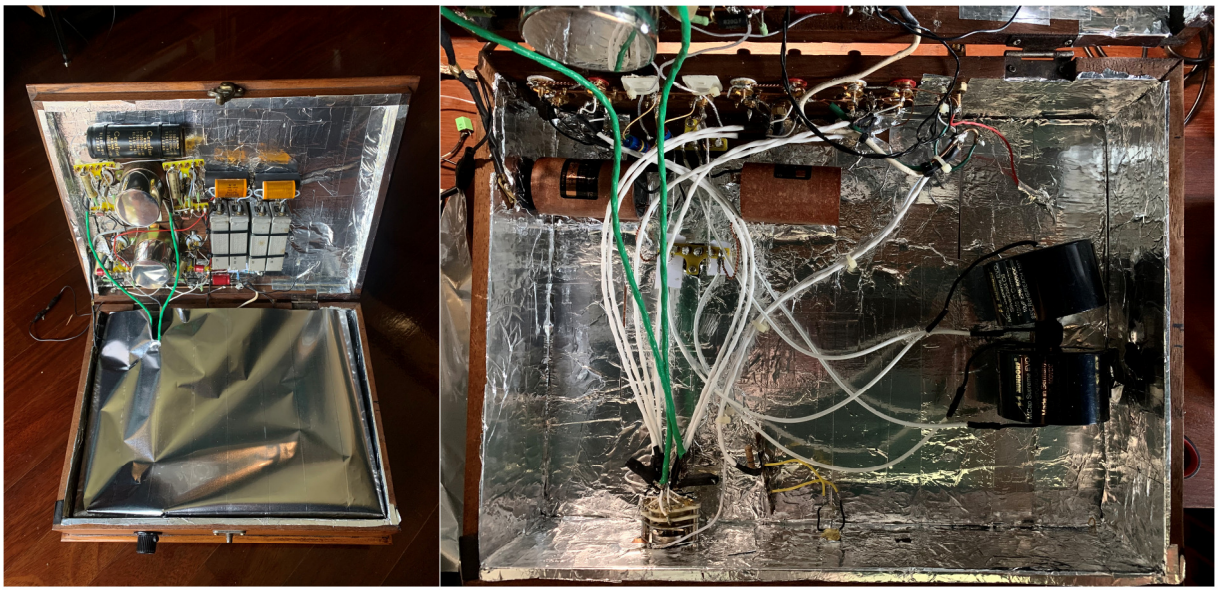


รูปบนเป็น Phono ที่คุณแมพส่งเข้าประชัน ส่วนรูปล่างเป็นของคุณ Martina Schoener

ได้เสียงอย่างที่ตัวเองชอบ ไม่ได้ใช้ Scope หรือเครื่องมือวัดใดๆ ซึ่งก็เป็นเพราะไม่มีนั่นเอง แต่ผมก็ดีใจนะครับ ที่มีคนโหวตให้คะแนนชอบเสียงจากเครื่องของผมเป็นอันดับหนึ่ง ก็ถือเป็นความภาคภูมิใจนะครับ

ว่าไม่กลัวคลื่นวิทยุรบกวนหรือ? ผมก็บอกว่าไม่เห็นมีปัญหา เค้าก็ยังบอกว่าคุณโชคดีมาก

ปรากฏว่าช่วงหลังมานี่ ผมก็โดนคลื่นวิทยุรบกวนจริงๆ คือถ้าเปิดดังๆ มันฟังเป็นสถานีวิทยุเลย ฟังข่าวรู้เรื่องด้วย ทำให้การฟังแผ่นเสียงไม่มีความสุขเอาเสียเลย ผมพยายามแก้ไขโดยวิธีต่างๆ ก็ไม่หาย ไม่ว่าจะเป็นการชีลด์เครื่อง ด้วยการแปะแผ่นอลูมินัมฟอยล์ในเครื่อง ต่อลงกราวด์ก็ไม่หาย สุดท้ายผมตัดสินใจสั่งแผ่นโลหะ Mu Metal แบบที่เป็นแผ่นฟอยล์บางๆ มาหุ้มแทน ก็ยังไม่หายหมด ต้องหุ้มไปจนถึง Step up Transformer เลยจึงจะหาย



หุ้ม Mumetal กัน RF เข้าเครื่อง

RF

เนื่องจากเครื่องของผมมักจะทำใส่กล่องไม้ ผมเองไม่ได้ระวังว่าจะมีคลื่นวิทยุรบกวนเข้าไปในวงจร ด้วยความที่ทำแต่ปรีแอมก็และแอมป์ แล้วไม่เคยมีปัญหา

ในการทำโฟโนตัวนี้ ก็ไม่เคยรู้สึกถึงปัญหา แต่เมื่อครั้งยกไปเชียงใหม่ มีฝรั่งที่มาร่วมงานถาม

ไล่ดูไปว่าจุดไหนที่เราอาจจะมองข้ามไปอีก คิดว่าสาย DC จาก Power Supply ซึ่งก็เป็นสายชีลด์ มันอาจจะยาวเกินไปไหม มันยาวสัก 2 เมตร หรือมันจะทำตัวเป็นเสาอากาศ เลยจัดการตัดลงเหลือ 1.20 เมตร ปรากฏว่ามันหายไปเกือบหมด ต้องเปิดดังจริงๆ จึงจะได้ยินนิดหน่อย ซึ่งไม่เป็นปัญหาละ ต้องขอบอกว่าเป็นการ Doing Before Learning อีกครั้งหนึ่งของผมครับ

สรุปว่าการสร้าง Phono Stage เครื่องแรกในชีวิตของผมนี้ ก็ทำให้ผมได้ทดลองอะไรหลายๆ อย่าง เป็นการต่อ Jigsaw ตัวสุดท้ายในการทำเครื่องขยายเสียงแบบ DIY และทุกวันนี้ผมก็ยังใช้มันอยู่ ยังมีความสุขกับมันอยู่ และก็เชื่อว่ามันยังมีที่ให้ได้ปรับปรุงไปได้เรื่อยๆ ครับ

Version ล่าสุด ในขณะที่เขียนบทความนี้

JUNK BOX 845 PP

ผู้เขียน : มนต์สรรค์ โสธรวิทย์

เรื่องมันเริ่มมาจาก ผมได้รับของขวัญเป็นหม้อแปลงลูกใหญ่ 2 ลูก เจ้าของเดิมรื้อจากแอมป์ตัวหนึ่งเพื่อเปลี่ยนเป็นของใหม่ ของเก่าก็เลยถูกอัปเปหิออกจากบ้านมา หม้อแปลง POT มาอย่างดี สียังสวยอยู่เลย ลองวัดดูได้ไฟ 820Vac Rectify แล้วคงได้ราว 900V กว่าๆ เหมาะกับพวกหลอดใหญ่ 845, 211 แต่.. เอาลงถังดองไว้ก่อนละกัน อ้าว.. ถังเต็ม งั้นจัดระเบียบกันซะหน่อย ได้ Choke กับ Power Transformer ออกมากว่า 30 ลูก งั้นคิดการณ์ใหญ่ (หนักๆ) กันหน่อยละกัน ไม่ได้ทำแอมป์ใหญ่ๆ มานานมากแล้ว ตอนแรกว่าจะเป็น 845 SE เพราะมีเก็บหลอดจีนเก่าๆ ไว้อยู่คู่นึงพอดี พอคุณกฤตย์ทราบเรื่อง คุณกฤตย์ก็ยุส่งต่อ เอา 845 จีน มาให้อีกคู่นึง โครงงานนี้เลยกลายเป็น 845 PP Monoblock ไปครับ ยกทีคงได้หลังหักกันละทีนี้ ไม่แค่เดาะละ

ทำเป็น Mono-Block Block ละ 3 ชั้น

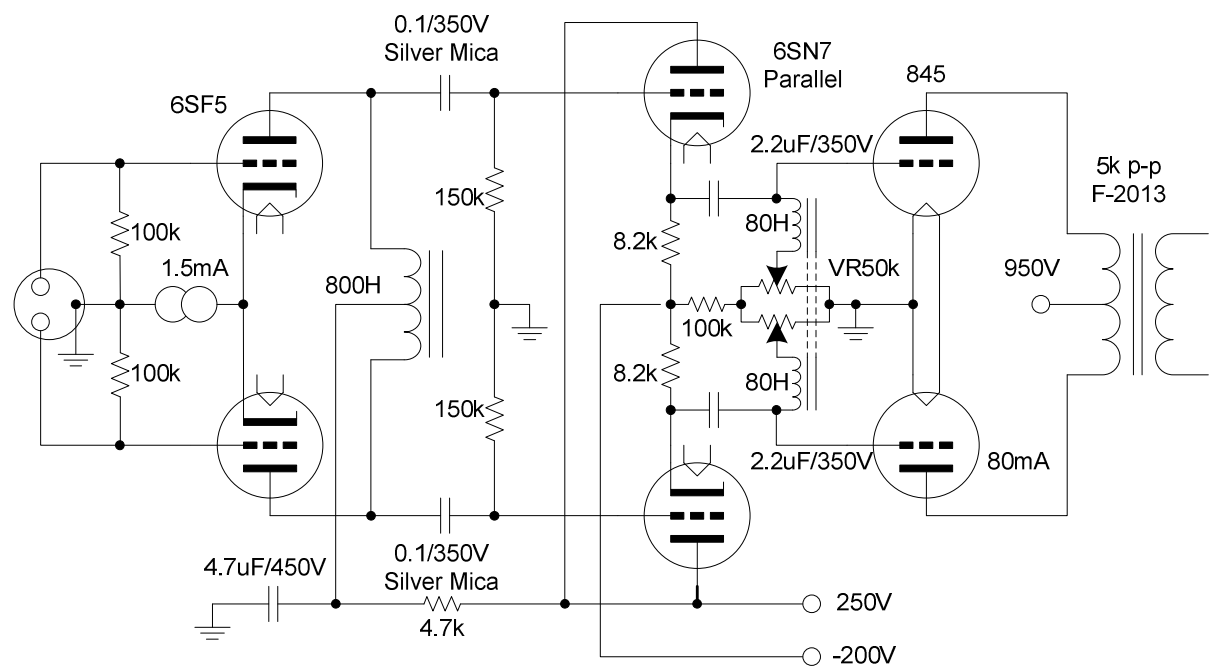
ออกแบบวงจร

สำหรับโครงงาน 845 PP นี้ โจทย์สำหรับการออกแบบคือ

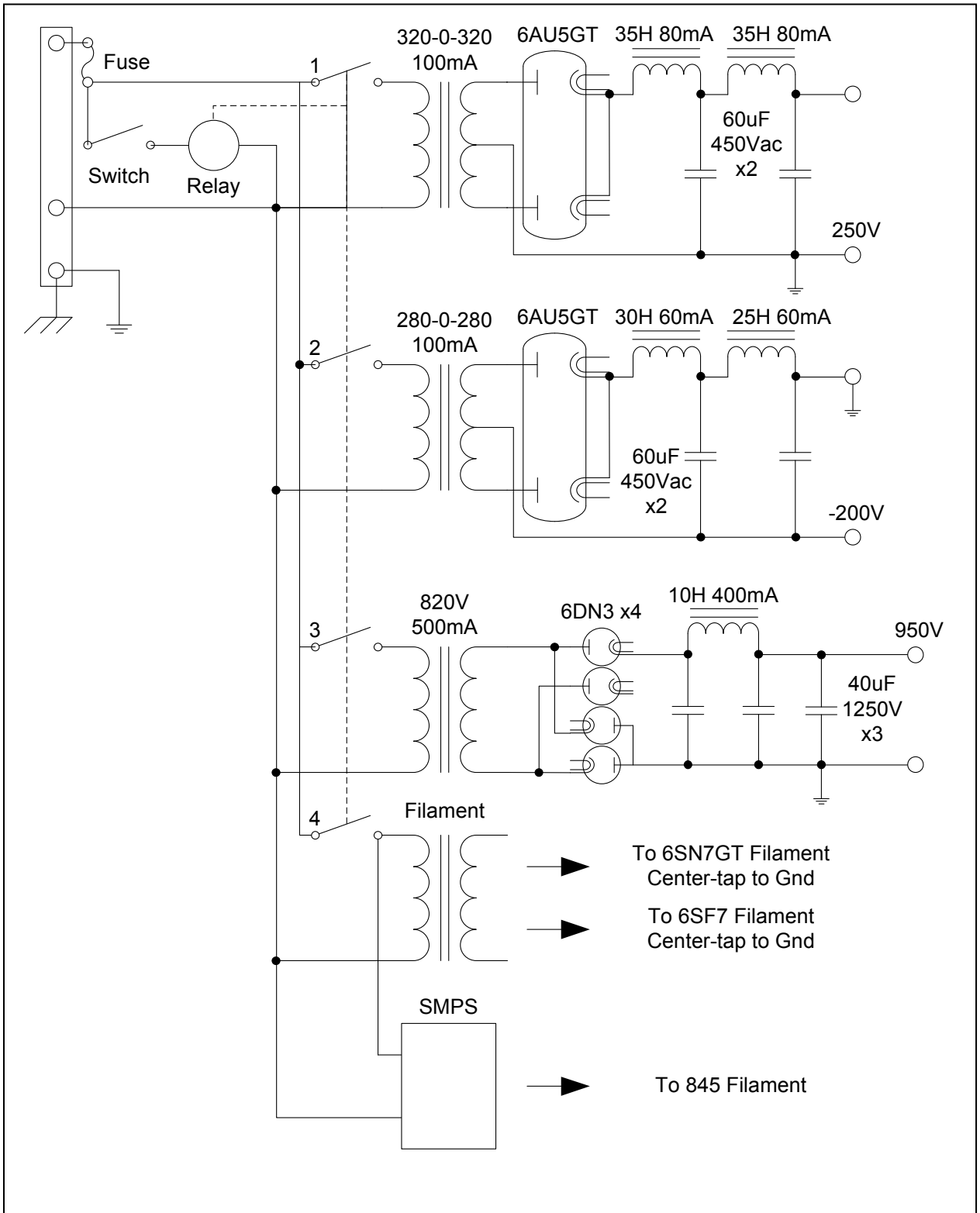
1. 845 Push Pull @950V Supply
2. วงจร Fully Balance เพื่อให้เข้ากับระบบหลัก
3. ใช้หม้อแปลงเก่าให้ได้มากที่สุด

4. ไม่ใช้ C Electrolytic เลย

ก็ได้วงจรออกมาตามรูปครับ 845 PP ใช้ Grid Choke เป็น Load ให้ C Coupling ขับด้วย 6SN7GT Parallel Cathode Follower หลอด Input เป็น 6SF5 Choke-Loaded Bias ด้วย CCS 1.5mA ครับ ต่อจาก Transistor ง่ายๆ Choke กลุ่มนี้ทำจากแกน Amorphous ที่อยู่ในกองของเก่าเหมือนกัน ในเมื่อภาคขยายมี 3 ภาค ก็จัดภาคจ่ายไฟไป 3 ชุดเลยละกัน ชุด 950V จากหม้อแปลงของขวัญ ใช้หลอด 6DN3 4 หลอด ต่อเป็น Bridge Rectifier ตามด้วย CLC 20uF-10H-40uF ชุด 200V สำหรับ Driver ฝั่งไฟลบและใช้ Bias 845 ด้วย ใช้ 6AU5GT ต่อเป็น Full-Wave Rectifier ตามด้วย LCLC 30H-60uF-25H-60uF แต่เอาขั้วบวกไป Reference กับ GND ของชุดสุดท้ายเพื่อให้ได้ไฟลบครับ ชุดสุดท้าย 250V สำหรับ Input Stage และ Driver ฝั่งไฟบวก ใช้ 6AU5GT ต่อเป็น Full-Wave Rectifier ตามด้วย LCLC 35H-60uF-35H-60uF รวม 1 ข้าง ใช้หม้อแปลง+ Choke 10 ลูก รวมกับ Output และ Choke-Loaded อีก 3 ลูก งานนี้ลด Inventory ได้มากโขทีเดียว จริงๆ แล้ว ชุด 950V ก็อยากใช้ วงจร Choke-Input เหมือนกัน แต่แรงดันจ่ายจะเหลือแค่ 700V กว่าๆ ก็เลยยอมลดไปลูกนึงละกัน ส่วนไส้หลอด 845 จ่ายด้วย Switching Module 12V 10A



วงจร Junk Box 845 Push Pull



วงจรภาคจ่ายไฟต่อ 1 ข้าง

โดยปรับลดไฟลงมาเหลือ 10.5V ไส้หลอดอื่นๆ เป็นไฟ AC ตามแรงดันไส้หลอดแต่ละตัว

แท่นเครื่องและการประกอบ

ทำเป็น 3 ชั้นครับ ขนาด 25x40cm โดยใช้ Aluminium Profile ขึ้นเป็นโครง และใช้ Aluminium Sheet หนา 2mm เป็นแผ่นยึดอุปกรณ์ 2 แผ่นสำหรับ Power Supply และ 1 แผ่นบนสุดสำหรับติดตั้งวงจรขยายครับ แต่ละแผ่น Aluminium จะมี Screw Terminal สำหรับการต่อสายข้ามระหว่างชั้นครับ เนื่องจากหม้อแปลงไฟมีถึง 5 ลูก คือ ไฟสูง 3 ลูก ไส้หลอด 2 ลูก รวมกับ Switching Module อีก 1 ถ้าใช้การเดินสายไป Switch หน้าเครื่อง ก็จะพะรุงพะรังทีเดียว ผมเลย

ชั้นบนเป็นวงจรขยายทั้งหมด
ส่วน 2 ชั้นล่างเป็นภาคจ่ายไฟ

สายไฟเชื่อมต่อแต่ละชั้น

ใช้ Relay 220Vac เพื่อจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงแทน ส่วน Switch หน้าเครื่องก็ควบคุมแค่ Relay ตัวเดียวครับ พอประกอบเสร็จก็ทดสอบการทำงานของ Power Supply ทีละชั้นก่อน แล้วค่อยจัดเรียงเข้าโครง แล้วค่อยประกอบแผ่นที่เป็นวงจรขยายซึ่งอยู่บนสุด เสร็จแล้วก็ป้อนไฟเพื่อวัดจุดทำงานของทุกหลอดและปรับ Bias หลอด 845 ให้ได้ตามที่ออกแบบไว้ ประมาณ 85mA ต่อหลอด เป็นอันเสร็จซะที เฮ้อ หนัก... เบ็ดเสร็จแอมป์ 1 ข้างหนัก 41kg ครับ คงไม่มีโอกาสได้เอาไปออกงานที่ไหนแน่ๆ

THE LAYER

Modern-look with Vintage Driver Horn Speaker

ผู้เขียน : ปัณณวัฒน์ วัจฉระกมล

นี่คงจะเป็นอะไรที่ผมทำที่ขนาดที่ใหญ่ที่สุดแล้ว หลังจากที่ทำลำโพงเองมาหลากหลาย ทั้งแบบมีตู้, แบบ OB (Open-Baffle), แบบแหงนหน้าขึ้นฟ้า, ยิงหน้า, ยิงหลัง สารพัด คิดว่านี่เป็นระบบสุดท้ายที่คงทำแล้ว Horn รูปแบบลำโพงที่หลายคนใฝ่ฝัน ผมเก็บดอกลำโพง Field Coil มา 2-3 ชุด เริ่มตั้งแต่ ดอก 12 นิ้ว, 15 นิ้ว เริ่มแรกเอามาทำ OB ก็พอได้เสียงดีทีเดียว ดอกทวีตเตอร์ในตำนาน JBL 075 ก็ได้มาเก็บไว้หลายปีแล้ว เริ่มมองหาเสียงกลาง 3-4 ปีก่อน เดินคลองถม เจอดอกลำโพงเสียงกลางแบบ Hard dome ของ Coral Japan ดอกจะคล้ายดอกเสียงกลางยามาฮ่า M1000 ผมก็ลองเอามาต่อปากโทรโข่งเสียงตามสายในหมู่บ้าน ก็ฟังได้ดี อาจติดที่เนื้อเสียงบาง จนเมื่อต้นปี 2557 ได้มีโอกาสเป็นเจ้าของ JBL LE85 มาพร้อมปาก LE91 ก็ทำให้ได้ทดลองฟังดอกคอมเพรสชั่นไดรเวอร์ของจริงกับเขา ในชุดของตัวเอง ก็พอใจมาก เอามาจับคู่กับดอกลำโพง Field Coil 15 นิ้ว ตัดความถี่ประมาณ 700 Hz ฟังดีกับแจ๊ส เครื่องสายเครื่องเป่า ยังไม่หนำใจ หาปากฮอร์นมาลอง ได้มาอีกชุดเป็น ปากอลูมิเนียมคล้ายๆ Altec 511B ขนาดไล่เลี่ยกัน แต่ใหญ่กว่า

The Layer

หน่อย มาพร้อมดอกลำโพง Compression ที่คนขายบอกว่ามาจากญี่ปุ่น แต่ผมเอามาดูโครงสร้างแล้วน่าจะเป็น Altec รุ่นเก่ามากๆ เพราะโครงสร้างเหมือน Altec 808-8B แต่ไดอะแฟรมมันมีขนาด 51 มม ซึ่งไม่เคยเห็นขนาดนี้เหมือนกัน และเป็น Phenolic ลองต่อฟังดู ชอบเสียงกลางต่ำมากกว่า LE85 เสียอีก ทำไงดีละทีนี้ ก็ต้องดิ้นรนหาดอกเสียงกลางใหม่ ดอกดังๆ ที่พอมีงบจัดได้ตอนนี้ก็เป็น Altec 288C และ JBL พวก 2440-2441 ไม่สามารถข้ามไป JBL 375, TAD, GOTO, YL ได้เลยยยย ราคามันหนาวจริงๆ จนต้นปี 2558 ก็มีโอกาสได้ JBL 2441 มา 1 คู่ เป็นคู่ที่ดูดีครับ เลข Serial ต่อกัน และเจ้าของเดิมเพิ่งเปลี่ยนไดอะแฟรมเป็นอลูมิเนียมแบบ Original มาได้ 2 ปี (ช่วยเบิร์นมาแล้ว 555) เฉพาะไดอะแฟรมแท้อลูมิเนียม ราคาชิ้นละ 338 USD และเดี๋ยวนี้ไม่มีขายที่ไหนแล้ว หมดสต็อกไปจากโลก มีขายอยู่ก็จะเป็นรุ่น Titanium ใน Ebay เท่านั้น เมื่อได้ดอกมาทดลองต่อฟังดูด้วยปากฮอร์นเลียนแบบ JBL Paragon ปรับจูนด้วย ครอส ออเดอร์ที่ 1 ง่ายๆ ก็ได้เสียงออกมาดีมากครับ

<u>เริ่มหา ตู้มิดเบสฮอร์น</u>

ยังไงดี ตัวตู้มิดเบสเคยลองฟังมาก็ไม่มาก 10 กว่าปีก่อนเคยลองฟังบ้านเพื่อน Altec A7 แต่

The Living Voice VOX Olympian

เปลี่ยนปากเป็น 8 หรือ 10 ช่องผมชักลืม ชอบที่ไดนามิคมันดีมาก เบสน้อยไปหน่อยสำหรับผม จึงตัดตู้ A7 แบบ Altec ออกไป อีกตู้ที่สนใจก็ Stormberg Carlson K15 แต่ไม่เคยฟัง เลยสองจิตสองใจ ระหว่างนั้นหาข้อมูลในเน็ตก็ไปเจอลำโพงที่ผมชอบมองอยู่ 2 แบบ Living Voice Vox Olympian ลำโพงโคตรแพง ตัวใหญ่ แต่เวลามองมันแล้วไม่รู้สึกอึดอัดเลย ..

ส่วนอีกแบบนึง แบบตู้ก็ไม่ได้ยากอะไรเป็นตู้เปิดธรรมดา แต่ผมชอบดีไซน์ของมัน รูปตู้ Vox Olympian มันดูซับซ้อนมาก ดูเท่ห์ ผมหลงเสน่ห์

Candidate ที่ไม่ได้เลือก

ปากฮอร์นไม้แบบนี้ เส้นไม้ที่โค้งเป็นชั้นๆ ช่างน่ามอง ดูสะดุดตา จึงเป็นที่มาของชื่อ THE LAYER

มาพูดถึง Living Voice Vox Olympian ลำโพงมหาแพง Cost No Object ขายแบบสั่งทำเท่านั้น หาข้อมูลรายละเอียดดอกที่ใช้

1. ดอก Mid Bass ใช้ Vitavox AK-151 ราคาดอกละ 3,095 ปอนด์ คู่นึงก็เท่ากับ 6,190 x 1.25 = 7,737 USD
2. ดอก Mid Range ใช้ Vitavox S-2 ราคาดอกละ 3,204 ปอนด์ เท่ากับ 6,408 x 1.25= 8,010 USD
3. Mid High ใช้ TAD TD-2002 ราคาคู่ละ 3,500 USD
4. ซุปเปอร์ทวีตเตอร์ TAD TD703 ราคาคู่ละ 1,200 USD
5. Mid Range Wood Horn R300W ตัวละ 3,649 ปอนด์ เท่ากับ 7,298 x 1.25 = 9,122.5 USD มันแพงอะไรนักหนาหว่า

Vitavox AK151

นี่คือต้นทุนที่ท่านจะทำเองรวมต่อคู่ ไม่รวมตู้มิดเบส คิดเป็น USD 29,569 x 36 = 1,064,502 บาท ไม่รวมค่าแรงและอื่นๆ ซื้อจริงอาจได้ลดราคาอีกพอควร แต่ก็มาหนักค่าขนส่งและภาษีในบ้านเราอีก ผมกลมๆ ให้ 1,100,000 สำหรับดอกที่ใช้ อะไรจะขนาดนั้น ยอมๆ แพงจริงๆ นี่ยังไม่รวมซับเบสฮอร์น ที่แยกแอมป์ 500W ขับต่างหากอีก 1 คู่ จึงจะครบเซ็ทลำโพงทั้งชุด

Vitavox S2 Compression Driver

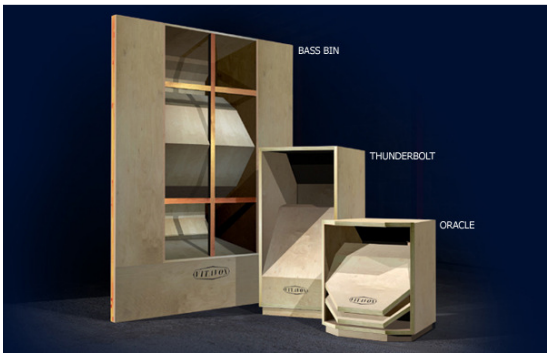
เป็นโชคดีที่ มีนาคม 2558 ได้มีโอกาสฟังตัวจริงของ Vox Olympian ที่จัดงานในกรุงเทพ ยอมรับเลยครับว่ามันให้เสียงที่ผมไม่เคยฟังจากที่ใดมาก่อน ปลดปล่อย โอ่อ่า มีชีวิตชีวา รายละเอียดพร่างพรู ไม่มีการเครียดเค้น ของเสียง ดังนั้นโจทย์ตู้มิดเบสจึงตกมาที่ Vox Olympian เอาแบบที่ไหนล่ะ ก็ต้องอากู๋... ไม่มีเลย หาอยู่หลายวัน ต้องสืบเสาะไปตามเวปแชทที่เขาพูดถึงลำโพงตัวนี้

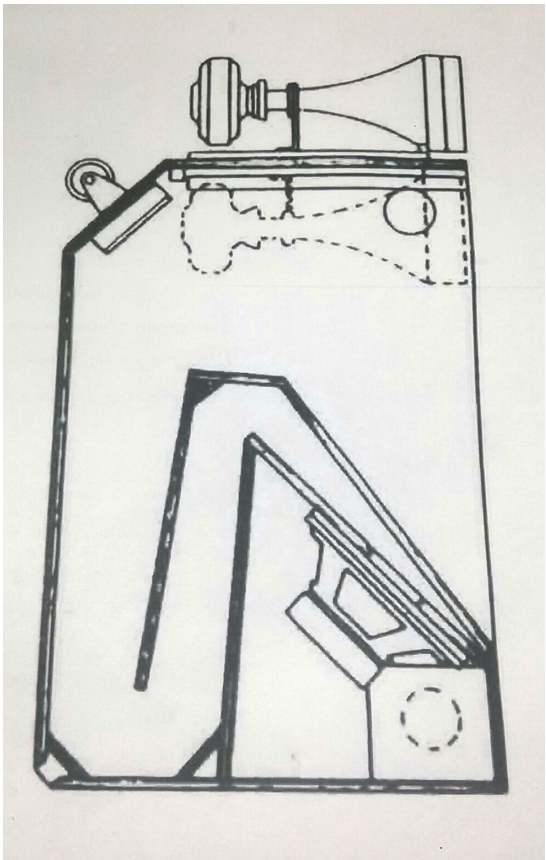
TAD TD-2002 Compression Driver

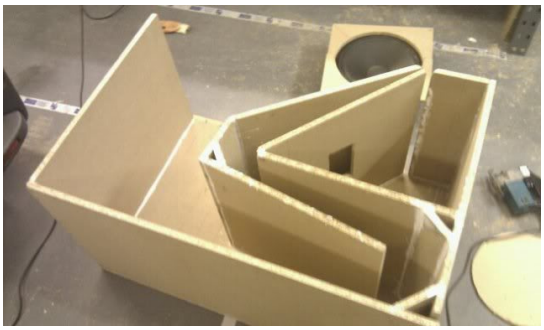
TAD ET-703 Super Tweeter

จนได้รู้ว่าตู้นี้ยกเอาของเก่ามาทำใหม่ โดยเอารูปแบบมาจากตู้ลำโพง Vitavox Oracle

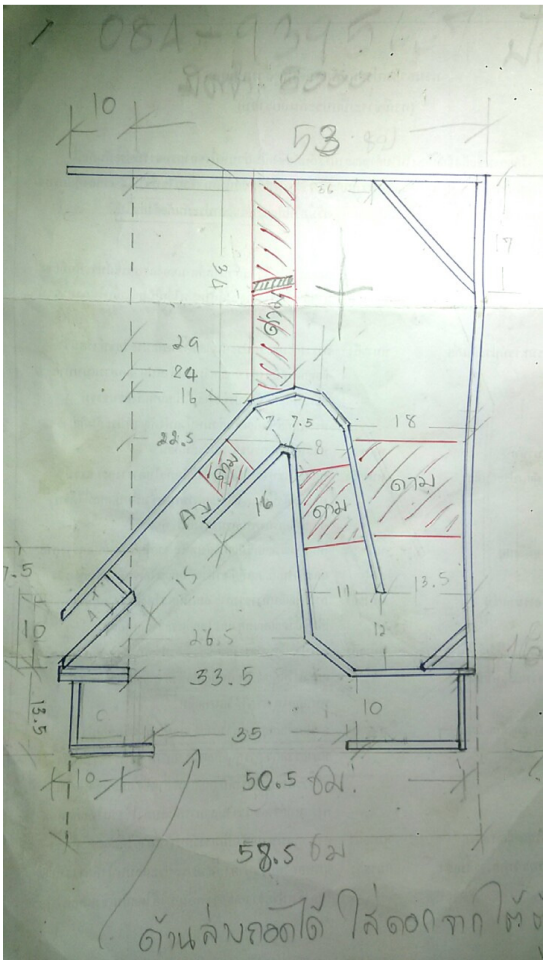
ซึ่งแบบเดิมหน้าตามันน่าเกลียดมาก ยอมรับคนออกแบบ VOX Olympian เลยครับ ว่าตกแต่งได้คลาสสิคมาก โดยเฉพาะหน้ากากลำโพงที่ตีโค้งเข้าไป มันเสริมให้ลำโพงโดดเด่นจริงๆ เมื่อได้ประวัติมาก็ลองหาแบบร่างของ Vox Oracle มาดูแล้วไม่ได้ซับซ้อนอะไรมาก เป็นฟรอนท์โหลดฮอร์นธรรมดา ส่วนหลังดอกเป็นตู้เปิดช่วยเสริมความถี่ต่ำ เอาวะ! ตามนี้ละ ผมเริ่มออกแบบโดยยึด Dimension คร่าวๆ ของ Vox Olympian จากในเนต และปรับขนาดเอา ด้วยการเดาทั้งหมด รูปแบบออกมาตามรูป







VOX Oracle



แบบร่างของตู้ Bass Horn

สั่งเลยแล้วกัน ตัดสินใจสั่งที่สมเจริญ เพราะใกล้บ้านและน่าจะชำนาญเรื่องฮอร์นพอสมควร เนื่องจากประสบการณ์ ก็ลองไปคุยดู สรุปว่าช่างช้างเข้าใจงานดี คุยแล้วผมโอเคไม่ต้องอธิบายมาก ใช้เวลา 1 เดือนก็ได้ตู้เบสมา ผมออกแบบให้ตู้นี้ใส่ได้ทั้งดอก Field coil 12 นิ้ว และ 15 นิ้ว แต่ตั้งแต่เริ่มใส่ดอก 15 นิ้วลงไป ยังไม่เคยถอดเลย (ขี้เกียจยกครับ) ลองใส่ดอก 15 นิ้วครั้ง

แรก ปรากฏว่าใส่ไม่ได้ ติดขอบ เพราะมีไม้ยื่นออกมาเกินแบบไปนิดนึง ต้องให้น้องที่มาส่งตู้ลำโพง กลับไปเอาเลื่อยจิ๊กซอว์มาตัดขอบออกหน่อยนึงจึงลงได้ เกือบไปแล้ว เมื่อลำโพงเป็นของเก่าแก่หายากก็ต้องป้องกันมันหน่อย พอดีลำโพงใช้ไฟ 48V ผมก็เลยจัดรีเลย์ 48V มาเป็นตัวป้องกัน ถ้าไฟไม่เข้า Field Coil รีเลย์ไม่ต่อ ลำโพงก็จะไม่ดัง เพราะถ้าเผลอลืมหรือไฟเลี้ยงหาย วอยซ์คอยล์ไหม้แน่ๆ ถ้าเปิดแอมป์เข้ามา

ขั้นตอนการปรับตู้เบสฮอร์น เนื่องจากตู้ที่ออกแบบมาเราลอกเขามา ความตั้งใจผมนั้นต้องการการตอบสนองความถี่ 50-500 Hz เพราะดอก Field Coil 15 นิ้วที่ผมมี สามารถลงได้ถึง 30 Hz แบบ สบายๆ หลังจากทดลองวัดการตอบสนองความถี่ของทั้งปากฮอร์นและตู้เปิดที่มีรูระบายอากาศออกทางใต้ปากโค้งๆ โดยผมยัดใยสังเคราะห์เข้าไปจนเต็ม ปรากฏว่าได้การตอบสนองความถี่ของตู้เปิดนั้นลงได้ถึง 40 Hz เลยทีเดียว ส่วนปากฮอร์นก็ตอบสนองจาก 100 Hz ขึ้นไป ได้ต่อเนื่องจนถึงจุดตัดที่ออกแบบไว้ ผมดีใจเลยละ แต่เมื่อวัดรวมความถี่กับปากฮอร์นแล้วปรากฏว่า ตู้เปิดที่วัดได้นั้น ความดัง (SPL) มันน้อยมากจนไม่มีผลมาเสริมความถี่จากปากฮอร์นใหญ่เลยเอาละสิครับ ตู้เปิดเบสลึกไป ก็ต้องลองลดให้มันจูนสูงขึ้นโดยลองเอาใยสังเคราะห์ออก ก็ยังไม่พอ เบสยังถูกจูนไปที่ 60 Hz อยู่ และทำให้เกิดอาการเบสโด่ง ที่ความถี่ 70 Hz แต่ที่ 100-150 Hz เบสกลับตกลงมาก เมื่อลองฟังตอนนี้พบว่าเบสขุ่นมัว



และไม่สมูท ดิ้นต่อไปครับ.. ผมลดขนาดตู้เปิดลงอีกด้วยการเอาโฟมยัด เพื่อให้เบสจูนที่ 100-120 Hz ได้ผลดีขึ้น เบสที่ 70 Hz ลดอาการโด่งลงและตอบสนองได้สมูทยิ่งขึ้น ผมจึงเข้าใจแล้วครับว่าผมออกแบบผิด โลภที่จะได้เบสต่ำๆ ลงถึง 50 Hz ซึ่งดูจากกายภาพแล้ว ยังไงฮอร์นโหลดก็ลงได้ไม่ถึง หวังจะเอาตู้เปิดมาช่วยก็หวังลึกไป ที่ถูกแล้วควรจะให้ตู้ฮอร์นเป็นเมน แล้วตู้เปิดก็จะช่วยเสริมอีกแรง

Vox เอง ผมได้ข้อมูลว่าเป็น Vitavox R300W Wood Horn Modified for Vitavox S2 ที่ใช้ใน Vox Olympian ลักษณะจะเป็น Exponential Horn ที่ตูดไม่ลึกนักคล้ายกับ A290 ของญี่ปุ่น ตัดความถี่เสียงกลางที่ 500-5,000 Hz

มีคำกล่าวไว้ว่า ดอกจะเป็นผู้เลือกปากฮอร์น ผู้ใหญ่ว่าไว้เราก็ไม่ลบหลู่ JBL 2441 ที่ผมมี Dr. Bruce Edgar ผู้ผลิต Edgar Horn ออกจำหน่าย ใช้ Mid Range JBL 2441 +

ไม้ที่สั่งตัดมาทำ Horn

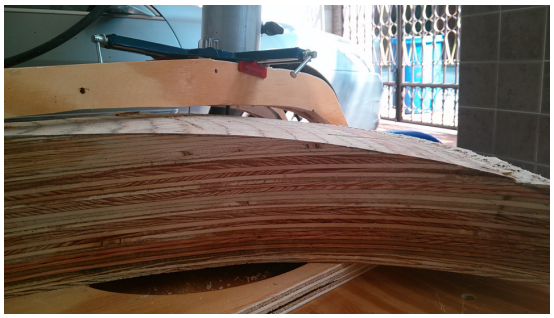
Wood Horn Mid Range

ปากฮอร์นไม้เป็นอะไรที่ผมชื่นชอบมาก มันให้ความสวยงามคลาสสิคและน่ามอง จากตัว

Truextent Beryllium Diaphragm ที่ขายลำโพงอยู่ชุดละเป็นหลักล้าน ได้บอกเอาไว้เสมอว่า JBL 2441 เขาได้ทดลองมาแล้วหลากหลายรูปแบบ The Best Match คือ Round Tractrix Wood

Horn เอาละ พอมาดูหน้าตา ผมเฉยๆ กับฮอร์นไม้แบบนี้รู้สึกว่ามันขาดๆ อะไรไป มันไม่อลังการพออีกอย่าง มันไม่ค่อยเข้ากับรูปแบบ Vox Olympian เลย เอาใหม่ หาข้อมูลไปมา ก็มาเจอะ Iwata Horn ซึ่งโครงสร้างจะคล้ายกับ Tractrix คือปากจะค่อยๆ ขยายออกมาตลอดแนว ไม่เหมือนกับพวก Exponential ที่จะเป็นแนวตรงขนานออกมา แล้วจึงผายออกบริเวณปากฮอร์น ทำยังไงละฮอร์นไม้? คำถามที่ตอบยาก ลองหาดูที่รับทำก็ไม่มีหรือมีผมไม่รู้ ถามที่สมเจริญบอกว่า ทำนานและแพง ผมก็เลยลองคิดจะทำเอง ร้านค้าเก่าที่ผมไปสั่งทำเป็นประจำ ร้านไม้ลังนอกคลองเตย จึงได้รับคำสั่งแปลกๆ จากผม ตัดไม้แล้วประกอบเป็นชั้นๆ ตามแบบ ที่ผมอยากใช้ไม้อัดลังเพราะอยากได้ลายชั้นไม้ของมันนั่นเอง ก็ได้ออกมา 4 ก้อน

ตอนแรกผมมั่นใจว่าไม้ลังไม่ได้แข็งมาก เอากระดาษทรายใส่เครื่องขัดก็น่าจะเอาอยู่ พอทดลองจริง แค่ 10 นาที ผมก็รู้ว่างานเข้าแล้วไง งานออกมาไม่ได้เลย สะเปะสะปะ เละเทะ ไฟในการทำผมมอดดับริบหรี่ ต้องมานั่งหาวิธีเก็บสโลปให้ได้ตามแบบ Iwata Horn ก็คงต้องพึ่งอากู๋อีกแล้ว ได้ไอเดีย การขึ้นรูปไม้จากที่นี่ โดยการทำไกด์นำสำหรับใช้ Trimmer ไล่เก็บเนื้อไม้ให้ได้ตามสโลป ใช้เวลาลองทำ 2 เดือนก็ได้ตัวไกด์นำร่องมาแบบรูป ทำไม 2 เดือน? เพราะทำไปเซ็งไป ด้วยความขี้

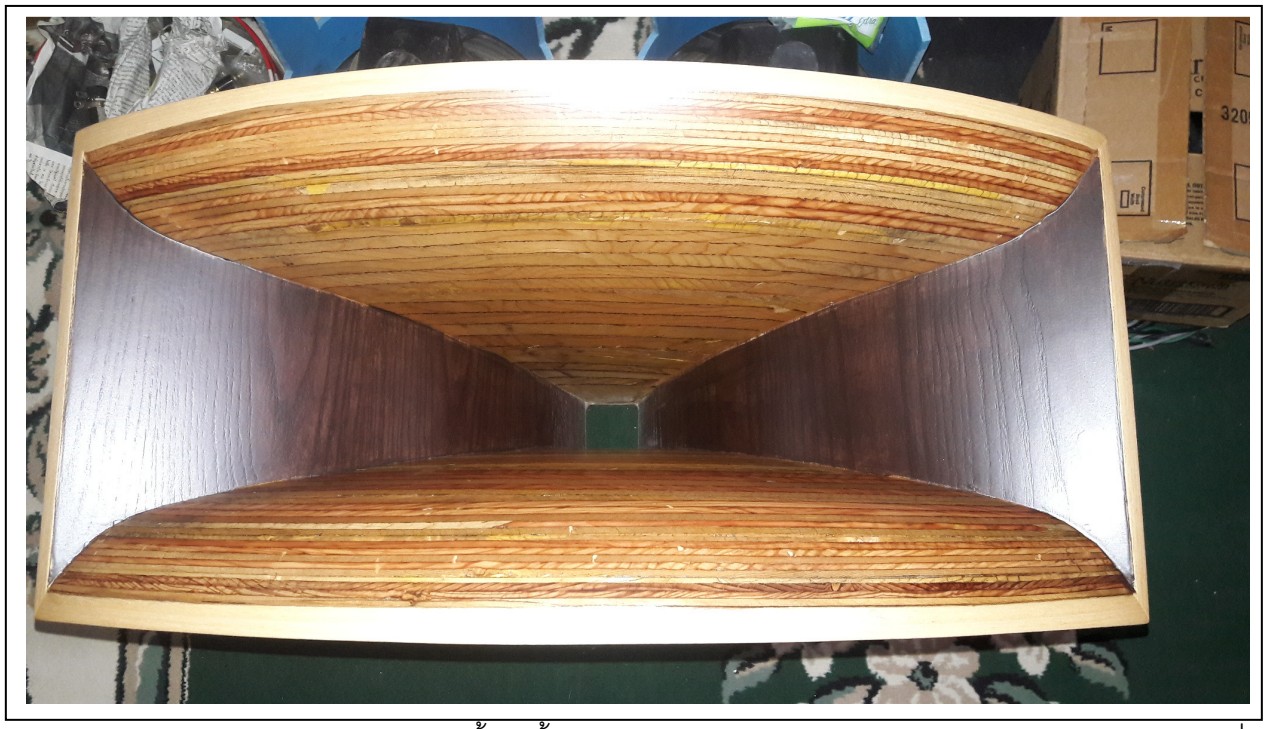


เกียจและเริ่มหมดไฟ นั่งคิดว่ามันจะได้ไหมเวลาทำจริง เพราะพลาดแล้วงานไม้มันแก้ไม่ได้ แล้วก็ถึงเวลาทดลองผมลองวาดแนวที่จะทริมออกด้วยปากกา แล้วลองลากตัว Trimmer ดู ปรากฏว่าใช้งานจริงปลาย Curve ช่วงสุดท้ายจะทำตามแบบจริงไม่ได้ต้องปรับอีก เอาลูกทุ่งสุด มีวัสดุอะไรจับยึดดัดโค้งขันน็อตเข้าไปเลย ก็แก้มาได้ตามรูป

ทดลองทริมทั้งตัวดู ก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ขัดเก็บรายละเอียดอีกนิดก็ใช้ได้เลย ปากไม้ 4 ตัว ปาดด้วย Trimmer ผมใช้เวลาทำจริงแค่ 7 วัน ใช้เวลาแค่วันละ 2 ชม. เท่านั้น แต่ 2 ชม.นี้โคตรเหนื่อย เพราะต้องเกร็งข้อมือจับ Trimmer ไว้ตลอดเวลา ซึ่งตัวมันก็หนักใช่ย่อย ทำเสร็จแต่ละวันผมต้องใช้วีธีแกะมือออกจาก Trimmer คือกำไว้จนมันค้างเลย (ยอมรับว่าแก่แล้ว 5555) แล้วเมื่อเสร็จผมต้องมาทนเจ็บข้อมืออีกเป็นสัปดาห์ แถมอาการเจ็บหลังมาอีกเพราะต้องก้มๆ เงยๆ เสร็จแล้วผมต้องยกไม้ไปให้สมเจริญอยู่ดี เพื่อเข้าผนังข้างและเก็บงานสี หลังจากรอคิวงานสมเจริญอยู่

เดือนครึ่ง ปากมิดเรนจ์ก็ออกมา ตกใจเลยครับ ลองเทียบจากงานดิบ กับงานสำเร็จแล้ว 5555 โล่งเลย

วาดแบบเอาไปให้ช่างกลึงปากใหม่ ซึ่งไม่รู้ผลที่ออกมาว่าจะเป็นไง การตอบสนองมันจะดรอปลงไหม จากนั้นไม่นาน เปิดเนตมาเจอแจกันไม้มะม่วง



งาน Mid Range Wood Horn นี้ ผมตั้งใจมาก เพราะลำโพงทั้งชุดจะสวยไม่สวยก็อยู่ที่ตัวนี้ละ ผลที่ออกมาก็เป็นตามรูป สวยมาก ถูกใจจริง เรื่องเสียงช่างมันแล้วละ เอาอาหารตาก่อน เมื่อวางบนตู้แล้วมันดูดีเลยละ ทั้งสีและขนาดมันช่างเข้ากันจริงๆ

High Freq ผมมีตัวเลือกอยู่แค่ตัวเดียวคือ JBL 075 ลองนั่งคิดพยายามหาปากตรงๆ ยื่นออกมาแบบ Vox Olympian แล้ว แต่ด้วยโครงสร้างของ 075 คงต้องคงเอาไว้ก่อน ค่อยมาเอ้ย! พอได้วะ ปากมันคล้ายกันมาก แต่ต้องมานั่งตัดแต่งให้เข้ากับปาก 075 อีก เอาวะ ลองดูแล้วกัน ราคาไม่ได้แพงมาก เสียงแหลมใน Vox Olympian ตัดความถี่ที่ 5,000-18,000 Hz ก็เข้าทางครับ 075 ตอบสนองได้ ประมาณ 2,500-15,000 Hz ได้เท่านี้ก็พอใจแล้ว เพราะผมฟังแล้วก็ไม่ได้ขาดตกบกพร่องอะไร ไม่มีตัวให้เปรียบเทียบ เข้าข้างตัวเองไว้ก่อน ว่ามันโอเคแล้ว

Super Tweeter ผมไม่ได้เน้นมากนัก เพราะงบไม่มี และในระบบไม่มีก็ได้ ก็เลยหยิบ ริบ

บอน ทวีตเตอร์ เก่าๆ ราคาถูก มาลองใช้ แต่ดันความไวน้อยอีก เลยต้องจัดแอมป์อีกตัวมาขับแยกต่างหาก แต่ดูแล้วไม่สะดวกเท่าไหร่ ก็เลยพับตรงนี้ไว้ก่อน

ตำแหน่งติดตั้ง Woofer Magnavox P232

Sub Bass เราก็มีเหมือนกัน ในระบบของ Vox Olympian นั้น เสริมด้วยซับแบบ Horn Load ขนาดยักษ์ ใช้ดอก 18 นิ้วข้างละ 2 ดอก ขับด้วยวงจรตัดความถี่และแอมป์ ดิจิตอล 500 W ห้องผมคงรับตู้ขนาดนั้นไม่ได้ และไอเดียผมคือ OB โดยใช้ DSP (Digital Signal Processing) เป็นตัวปรับจูน มีดอก 18 นิ้วอยู่ 1 คู่ ก็ออกแบบให้เป็น OB แบบประหยัดพื้นที่ ก็มาได้แนว Slot Load ของป๋า Pass ก็เอาเลยครับ สั่งตู้มาใส่ดอก ตั้งเลย ใช้ DSP ปรับไปเรื่อยๆ แค่นี้ก็เบสล้นห้องแล้วครับ

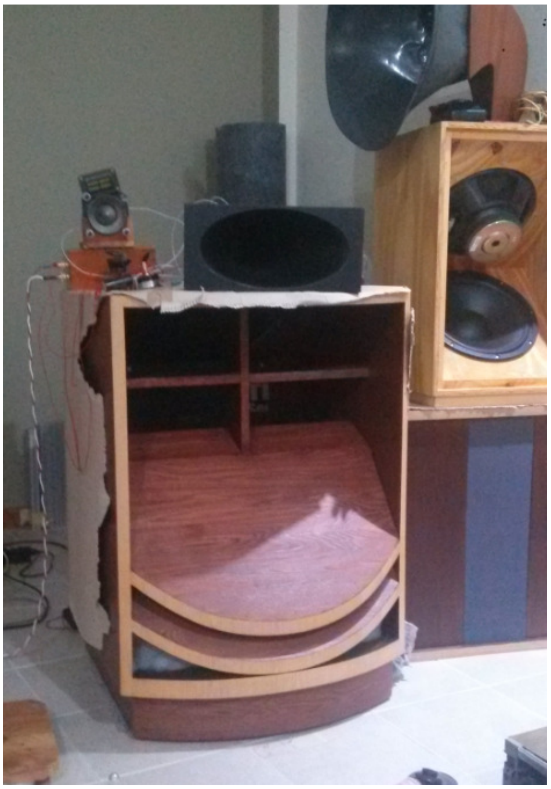
ติดตั้ง JBL 2441 กับ Horn

Crossover Network

ตัว Vox Olympian นั้น ตู้มิดเบสจะรับความถี่ช่วง 70-500 Hz เสียงกลาง 500-5,000 Hz แหลม 5,000-18,000 Hz และ Super Tweeter 18,000-45,000 Hz

ย่าน Mid Bass ผมพยายามดึงให้ความถี่ช่วง 300-400 Hz ลดลงเพราะโด่งกว่าเบสต่ำๆ ไปหน่อย โดยลองใช้ ออเดอร์ที่ 2 ปรับไปปรับมา ก็มาลงตัวที่ประมาณนี้ L 3.4 mH + C 50 uF แต่ยังคงมีจุดดรอปที่ประมาณ 120-150 Hz เนื่องมาจากตัว

ตู้ที่ออกแบบผิดตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยรวมความไวก็ไม่ไวมาก วัดดูแล้วประมาณ 97 dB ส่วนตัวจริงเขาเคลม 105 dB ยอมครับ ผมไม่มีดอกมิดเบสแบบนั้น ตั้งเป้าหมายจุดตัดไว้ที่ 500-600 Hz แล้วค่อยมาปรับเสียงกลางอีกที



ทดสอบกับ Horn JBL และ 075

ย่าน Mid Range JBL 2441 ตามสเปคตอบสนอง 500-10,000 Hz ด้วยไดอะแฟรมอลูมิเนียมนะครับ ถ้าเป็นรุ่นไทเทเนียม จะไปได้ไกลกว่านี้ แต่เสียงของไดอะแฟรมอลูมิเนียมดีกว่าเยอะ และในระบบที่ผมทำนี้ก็ไม่ได้ต้องการความถี่สูงมากถึง 15-16 kHz จากเสียงกลาง เพราะมีเสียงแหลมมารับต่อยอดออกไปอยู่แล้ว เริ่มต้นเมื่อทดลองด้วยปากฮอร์น เลียนแบบปาก JBL Paragon ผมใช้แค่ ออเดอร์ที่ 1 ใช้ C 50 uF + L 1.8 mH ได้เสียงสมูทดีฟังดีมาก เมื่อประกบเข้ากับปากฮอร์นไม้ที่ทำมาใหม่ ทำการลองวัดความถี่และปรับจูนวงจรครอส ออกมาเบื้องต้น ใช้ C 33 uF และเปลี่ยนครอสด้านบนที่ตัด 5,000Hz มาเป็นออเดอร์ที่ 2 L มาใช้ค่า 0.7 mH + C 5.6 uF ได้จุดตัดความถี่เลื่อนไปที่ 5,600 Hz สโลปหลังจุดตัดตกลง 18 ดีบีต่อออคเตป

ย่าน High JBL 075 ตำนานที่ไม่ตายตอบสนองความถี่ 2,500-15,000 Hz ในระบบนี้ผมต้องการ 5,000-15,000 Hz ทดลองด้วย ออเดอร์ที่ 1 ใช้ C 1uF ตัวเดียวตัดความถี่ ก็พอได้ แต่พอลองวัดดูพบว่าอัตตราการลาดลงหลังจุดตัด แค่ 12 ดีบี ซึ่งน้อยเกินไป จะเกิดการกวนกันกับเสียงแหลมได้ จึงมาทดลองออเดอร์ที่ 2 เป็น C 1 uF + L 0.2 mH ได้จุดตัดประมาณ 5,600 Hz สโลปหลังจุดตัดดรอปลง 18-20 dB ถือว่าเด็ดขาดใช้ได้ ยังคงทดลองต่อไป ถึงตอนนี้เฟสของทั้งกลางจาก JBL 2441 และแหลมจาก JBL 075 ยังไม่ต่อเนื่อง 100% และ ณ จุดตัดมีอาการ Phase Shift คือมีการบวกและหักล้างกันบริเวณจุดตัด คงต้องทดลองกันต่อไป

เสริม Mid Hi

ตั้งใจจะทำให้เหมือนแล้วก็ต้องไปให้สุด หา Mid Hi มาจนได้ ตัวแรก JBL 2410 เอามาต่อเป็น Mid Hi ตัดความถี่ที่ 3,000 Hz และประมาณ 10 kHz ต่อจาก 10 kHz ก็ให้ JBL 075 รับช่วงต่อไป แต่ด้วยเป็นดอกที่เปลี่ยนไดอะแฟรมเป็นของเทียบมาแล้ว ก็เลยจับ DUKANE 5A540 / CORAL M100 มาใช้อีกคู่นึง ความไวสูงกว่าตัวแรกมาก ตอบสนองความถี่ได้สูงกว่า จัดการต่อเสร็จสรรพ ปรับครอสสอีกเล็กน้อย ก็ฟังมาเรื่อยๆ

บทสรุป

การทำลำโพงขนาดใหญ่ เป็นอะไรที่ หนักหนากว่าการทำ DIY ประเภทอื่นๆ มาก แม้จะฟังมาหลายปี แต่ก็ยังมีอะไรที่ต้องปรับปรุงอยู่ตลอดแต่ทั้งหลายทั้งปวง ความตั้งใจเป็นสิ่งสำคัญ คุณภาพเสียงเราคงไม่ไปเทียบกับต้นแบบ ทำให้สำเร็จนั่นคือคำตอบที่ต้องการ ลำโพงตัวนี้ใช้เวลาในการทำ 2 ปี ทุ่มเวลาและงบประมาณไปมาก แต่ผมไม่ได้เน้นวัสดุระดับเทพทั้งหลาย ไม่งั้นงบคงบานไปอีกมากมาย โดยรวมๆ นับเฉพาะส่วนที่ใช้งานในระบบลำโพง ใช้งบประมาณ 80,000 กว่าบาท แต่ก็จะมีบางส่วนที่ไม่ได้ประกอบอยู่ในลำโพงวางทิ้งไว้อีกหลายชิ้น ถือเป็นงบส่วนการวิจัย ภาพสุดท้ายเป็นภาพถ่ายหลังสุดในระบบ

DIY MUSIC STREAMER WITH BUILT-IN DI-DAC

ผู้เขียน : มนต์สรรค์ โสธรวิทย์

ผมทำโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อต้อนรับการกลับมาของ Web board www.htg2.club หลังจากที่เปลี่ยนมือผู้ดูแล Web ครับ และที่เลือกโครงงานเป็น Streamer ก็เพราะเป็นของใหม่สำหรับ DIY หลายๆ คนด้วย เป็นสไตล์การเล่นเครื่องเสียงอีกแบบหนึ่ง ลองอ่านดูครับ

Music Streamer คืออะไร?

Data Streaming เป็นวิธีการส่งข้อมูลในระบบ Network หรือ Internet โดยมีการส่งข้อมูลจำนวนมาก และให้มีการ Processing เลย โดยไม่ต้องรอให้ข้อมูลมาครบทั้งหมด ลักษณะเดียวกับ Write CD On-the-fly น่ะครับ เปรียบให้เห็นภาพก็เหมือนกับเราดื่มน้ำโดยตรงจากก๊อกน้ำครับ น้ำจะไหลมาเรื่อยๆ เราก็กลืนไปเรื่อยๆ จนอิ่มก็ปิดก๊อก อันนี้คือ Streaming เทียบกับเราเปิดน้ำใส่แก้วไว้แล้วค่อยยกดื่ม แบบนี้ไม่เรียก Streaming ครับ

Music Streaming ก็เหมือนกันครับ เป็นการเล่นเพลงโดยที่ต้นทางก็ส่งข้อมูลมาเรื่อยๆ ส่วน DAC ก็ถอดรหัสเป็น Audio ให้เราฟังไปเรื่อยๆ จนจบเพลงครับ ต้นทางที่ว่านี้อาจจะเป็น File เพลง หรือมาจาก Internet โดยตรงก็ได้ CD-Player ก็ถือเป็น Streaming แบบหนึ่งนะครับ คือ อ่านจาก CD มาก็ส่งแปลงเป็น Audio เลย โดยไม่ต้องรออ่านให้ครบเพลงแล้วค่อยส่งเข้า DAC เพียงแต่ยุคของ CD นั้น ข้อมูลมีความกระทัดรัดกว่ายุคปัจจุบันที่เป็น High Resolution Audio มากนั่นเอง

Resolution	Media	ขนาด Data 2 Ch
16 Bit / 44.1kHz	CD	10.6MB / 1 Min
24 Bit / 96kHz	DVD	34.6MB / 1 Min
1 Bit / 2.82MHz	DSD	42.3MB / 1 Min
32 Bit / 352.8kHz	Hi Res	169.3MB / 1 Min

Music Streaming ได้รับความนิยมมากในบ้านเรา โดยใช้กับอุปกรณ์ Mobile เช่น

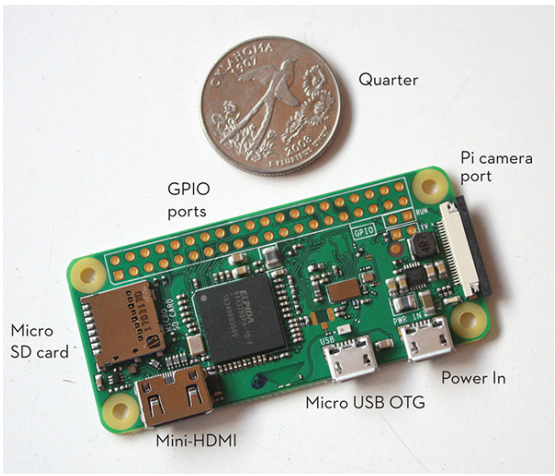
โทรศัพท์มือถือ เราสามารถเข้าถึงเพลงได้มากมาย เอาแค่ฟังฟรีๆ จาก Youtube ก็ฟังไม่หมดแล้ว สามารถเข้าถึงดนตรีได้จากทุกๆ วัฒนธรรมในโลกนี้ ทีนี้เราจะเอามาใช้กับชุดเครื่องเสียงที่เราสร้างกันเองอย่างไรล่ะ ต่อ Audio จากแจ็คหูฟังมือถือ ก็ได้คุณภาพระดับนึง พอจะออกจากบ้านก็ค่อยมาดึงสายออก เอ้า Batt 30% ลืม Charge Batt อีก

ต้องใช้อะไรบ้าง?

Computer กับ DAC แค่นั้นครับ และมี NAS (Network Attached Storage) เป็น Option ในกรณีที่ต้องการเล่นในระบบ Network ในยุคเริ่มต้น ก็จะเป็น Desktop PC หรือ Notebook กับ USB DAC ตอนหลังมี Single Board Computer (SBC) เช่น Raspberry Pi ออกมา ขนาดก็กระทัดรัดขึ้นมาก ไม่นานนักก็มีผู้ออกแบบ HATs (Expansion Board for SBC) เป็น DAC อีกหลาย Model ให้เลือกเล่น บางตัวใช้ Chip ตัวเดียวกับ DAC Hi-End ก็มี และเขียน Program สำหรับงาน Media Streaming โดยเฉพาะ เช่น Pi Core Player, Volumio, MoOde เป็นต้น Music Streamer ยุคนี้ เลยเหลือแค่ขนาดกล่องป๊อกกี้ 2 กล่องซ้อนกันก็มีครับ ถ้าระดับ Hi-End ใหญ่กว่าเครื่องเล่น CD ก็มี สำหรับโครงงานนี้ นอกจากขนาดกระทัดรัดแล้วจะเน้นที่ต้นทุนต่ำด้วย จึงเลือกใช้ Raspberry Pi Zero เป็น Computer และใช้ DI-DAC (Direct Interpolation DAC) ในการแปลงเป็น Audio ครับ

Raspberry Pi

คือ Single Board Computer ขนาดเล็กประมาณ iPhone10 ปัจจุบันพัฒนามาถึง Pi4 แล้ว ซึ่งมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับ PC ย่อมๆ เครื่องหนึ่งทีเดียว ราคา 1,400-2,800 ขึ้นกับว่าเราจะใช้ RAM เท่าไหร่ แต่ที่เราจะใช้กันคือรุ่น Zero W ครับ ซึ่งเทียบเท่ากับ Pi3 โดยตัดวงจรและ Interface ออกบางส่วน แต่คงส่วน WIFI และ Bluetooth เอาไว้ เหลือขนาดเล็กกว่านามบัตรซะอีก



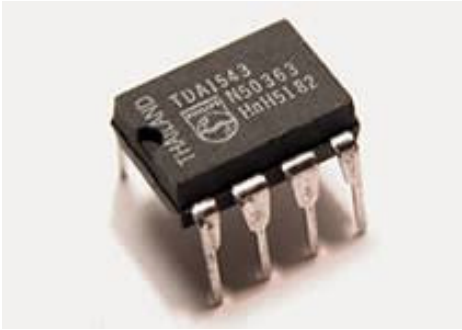
Raspberry Pi Zero W

โครงงานนี้เราจะทำภาคจ่ายไฟคุณภาพดีๆ ให้ Pi Zero ด้วย เพื่อให้คุณภาพสมกับที่จะมาอยู่ในชุดเครื่องเสียงของเรา ที่ต้องใช้อีกอย่างคือ

SD Card สำหรับการติดตั้ง OS และ Program ซึ่งจะอธิบายในภายหลัง

DI-DAC และ Analog Output

ผมเอาวงจร DI-DAC TDA1543 ที่เคยลงใน DIY Journal เล่มเก่ามาปัดฝุ่น รวมร่างกับ Pi ในโครงงานนี้ ด้วยที่เป็น DAC ที่คุณภาพเสียงดี ราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายในบ้านเรา แต่มีการปรับปรุงวงจร I/V Converter และ Buffer ใหม่ ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

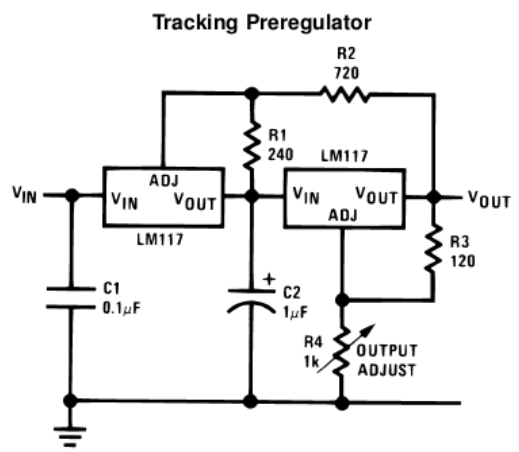


TDA1543 Made in Thailand อันโด่งดัง

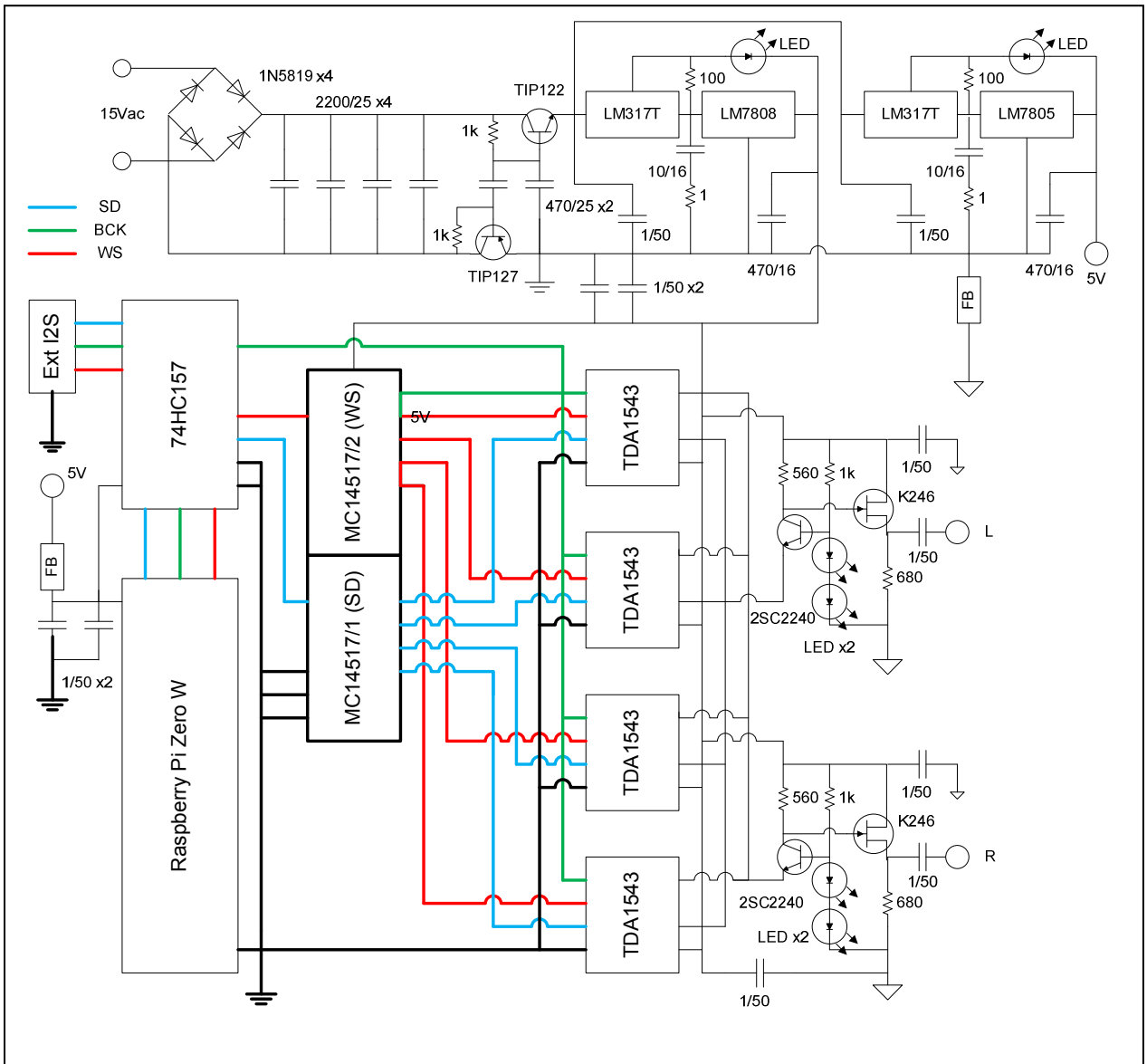
I/V Converter ใช้ Tr 2SC2240 มารับกระแสที่ Sink เข้า TDA1543 โดยตั้ง Bias ไว้ที่ประมาณ 4.0V (Forward Voltage ของ LED 2 ตัว โดยประมาณ) เมื่อหัก V_{BE} ของ Tr แล้ว จะเหลือ Bias TDA1543 ประมาณ 3.3V กระแส Idac ที่ไหลผ่าน Tr จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม R Collector เป็นสัญญาณส่งต่อไป J-FET Buffer 2SK246 (GR หรือ BL Grade) โดยที่วงจรใช้ไฟเลี้ยง 8.0V เท่ากับ TDA1543 ครับ วงจรนี้ไม่ต้องใช้ Vref (ขา 7) ของ TDA1543 ส่วน R Collector จะเป็นตัวกำหนดแรงดัน Output และคุณภาพเสียงด้วย ก็สามารถลองเปลี่ยนเล่นดูได้

ภาคจ่ายไฟ

PI ต้องการไฟ 5.0V 1.0A max ส่วน DAC ต้องการไฟ 8.0V 4 ตัว รวมกันประมาณ 200mA max ผมจึง Rectify ให้ได้ไฟประมาณ 16V แล้วตามด้วยวงจร Balance Gyrator (หรือจะเรียกว่า Capacitance Multiplier ก็ได้) แล้วตามด้วย Regulator 2 ชุด ตามระดับแรงดันที่ต้องการ โดยใช้วงจร Tracking Regulator ทั้ง 2 ชุด Tracking Regulator เป็นการนำ Regulator 2 ตัวมาต่ออนุกรมกัน แต่กำหนดให้ตัวแรกทำหน้าที่ Line Regulator และตัวหลังทำหน้าที่ Load Regulator



Tracking Regulator ใน Datasheet LM317



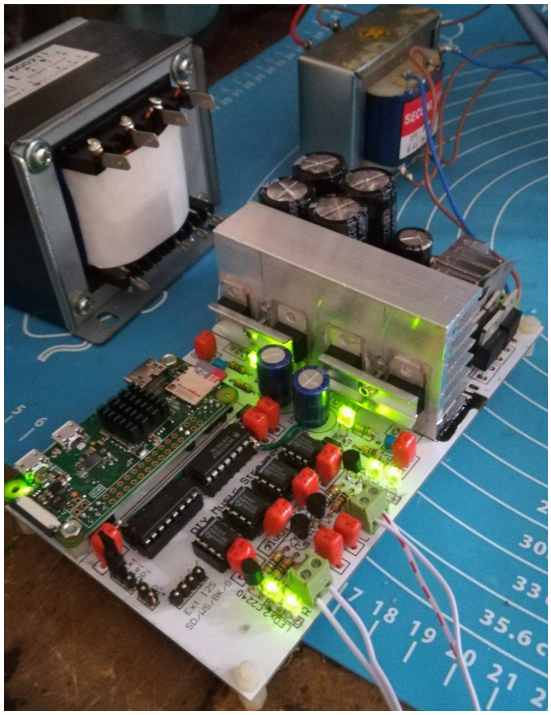
วงจร DIY Music Streamer

ครับ จะเห็นว่าแรงดันตกคร่อม Regulator ตัวหลังจะคงที่อยู่เสมอเพราะถูกควบคุมด้วย Vref ของ Reg ตัวหน้า + Voltage Forward ของ LED รวมกันประมาณ 3.0-4.0V แล้วแต่ว่าใช้ LED สีไหน (สีแดง Vf 1.8V, สีเขียว Vf 2.1V, สีน้ำเงิน Vf 3.0V โดยประมาณ)

ประกอบวงจรและทดสอบ

อุปกรณ์ทั้งหมดหาได้ในบ้านเรา เดินบ้านหม้อวันเดียวได้ของครบ กลับบ้านประกอบได้เลย ยกเว้น Pi Zero ที่คงต้องสั่ง On-Line เอาครับ อ้อ Reg L7805 (ของ ST) ไม่สามารถใช้แทน LM7805 ในโครงงานนี้ได้นะครับ ไม่ทราบเหตุผลเหมือนกัน

แต่พอใช้กับวงจร Tracking Reg แล้ว วงจรไม่ทำงานครับ พอใช้ LM7805, MC7805 ก็ทำงานปกติหมดครับ



ชุดของคุณ WERA_A HTG2 อยู่ระหว่างทดสอบ (ขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้)

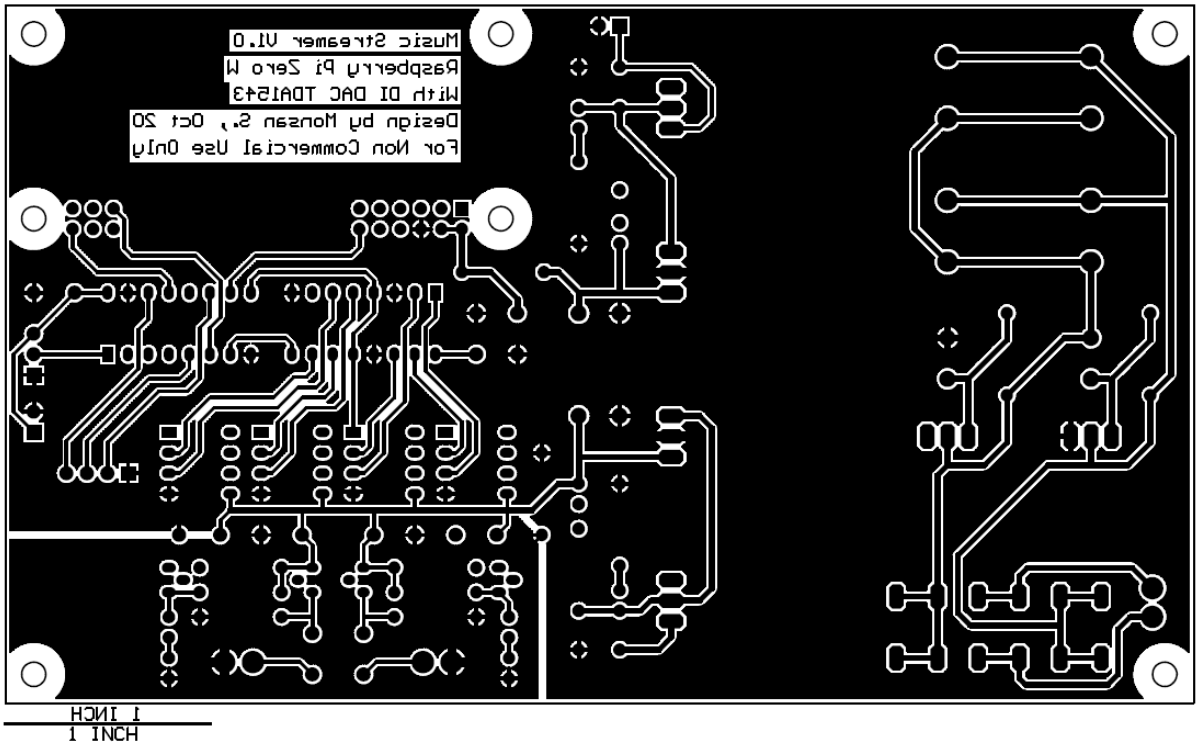
ประกอบเสร็จแล้วก็อย่าเพิ่งเสียบ IC / Pi นะครับ ลองทดสอบภาคจ่ายไฟก่อน สังเกตว่า LED ต้องติดทุกดวงครับ วัดแรงดัน 5V, 8V ได้แล้วก็ลองใส่ IC / Pi ได้เลยครับ

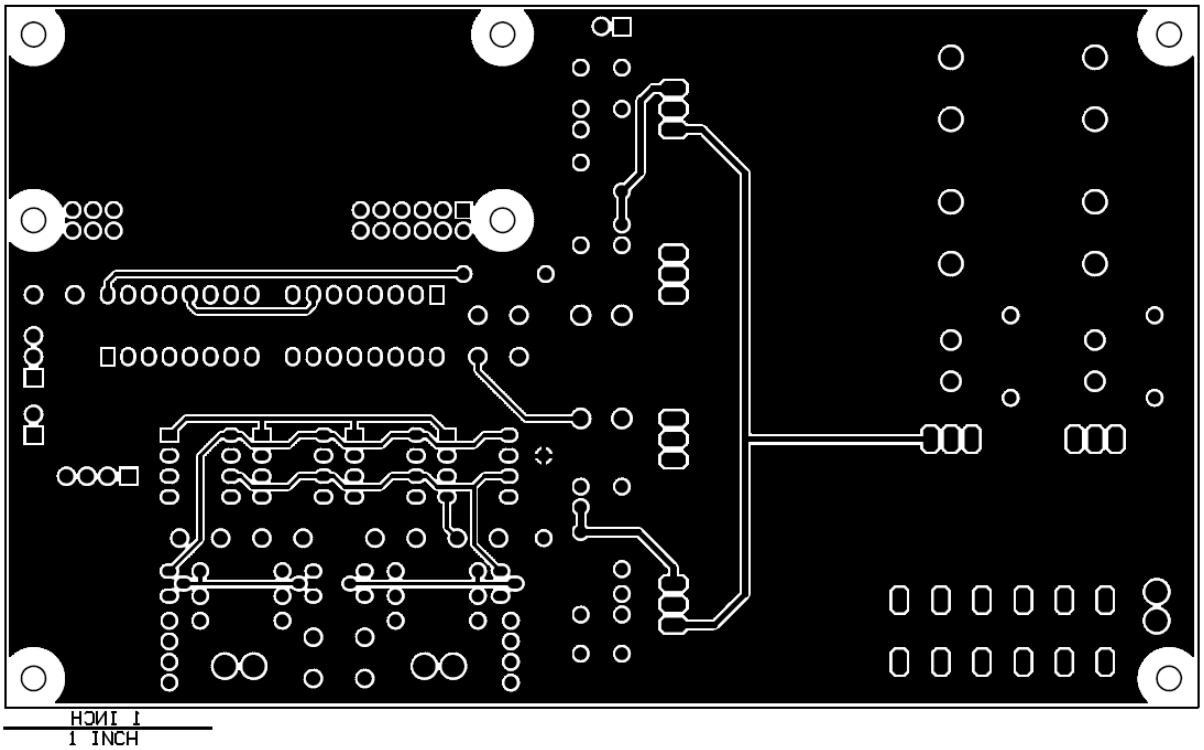
ติดตั้ง Program ลง SD Card

Pi เป็น Computer จึงต้องการ OS (Operating System) และ Program ที่จะให้มันทำงานครับ เบื้องต้นต้องหา Micro SD Card มาก่อนครับ 16GB ขึ้นไปครับ แล้วก็เลือกว่าจะใช้ Program อะไร มี Program Free หลายตัวให้เลือกครับ เลือกแล้วก็ Google หา Website เพื่อ Download Program มา ซึ่งโดยมากจะมีวิธีลง Program มาให้ด้วยครับ ในขั้นตอนนี้จะต้องใช้ PC หรือ Notebook ในการติดตั้ง OS และ Program ลง Micro SD Card ครับ หรือหาดูใน Youtube ก็มีวิธีติดตั้งอธิบายเป็นภาษาไทยใน Web บ้านเราก็มีหลายที่ ลองหาคำว่า Raspberry Volumio ดูครับ

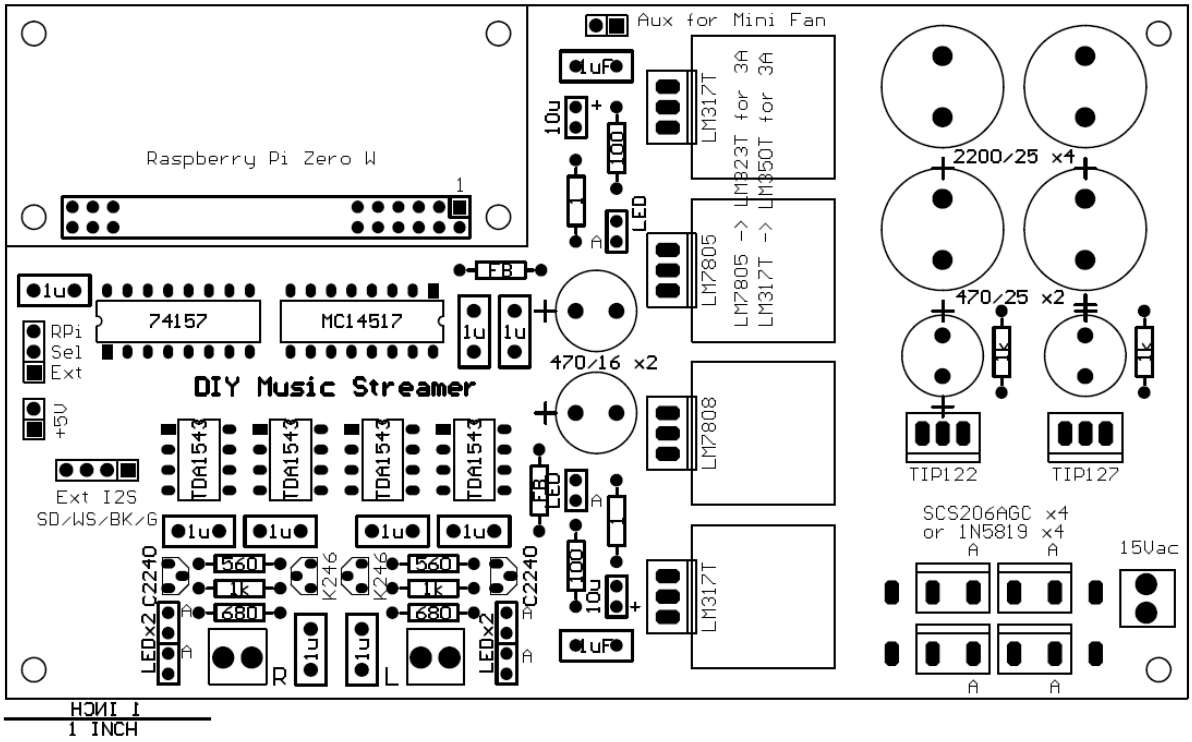
เนื่องจาก MC14517 และ TDA1543 เป็น Chip รุ่นเก่า รับความถี่ Sampling Rate ไม่ได้มาก ให้ลอง Set Sampling Rate เป็น 16 Bit / 44.1kHz ดูก่อนนะครับ แล้วค่อยลองขยับไปที่ Bit Rate สูงๆ ดู พวก File Hi Res นี่เล่นตรงๆ ไม่ได้นะครับ ต้อง Down Sampling ลงมาครับ

โดยทั่วไปแล้ว ทุก Program จะรองรับการใช้งาน 3 รูปแบบครับ คือ เล่น File เพลง เช่น MP3, WAV, Flac เป็นต้น เล่นจากผู้ให้บริการ Music Streaming บน Internet เช่น Spotify, JOOX, Tidal และ เล่นจากอุปกรณ์ Mobile หรืออุปกรณ์อื่นใน Network ของเรา เช่น เปิด Youtube บนมือถือแล้วส่งผ่าน WIFI หรือ Bluetooth ไปออกที่ Pi เป็นต้น





แบบ PCB Bottom Side และ Top Side ตามลำดับ (มุมซ้ายล่างจะมี Scale 1 นิ้ว ไว้ให้เทียบขนาด)



Top Overlay สำหรับการลงอุปกรณ์บน PCB ครับ

เครื่องที่ประกอบเสร็จลงกล่องเรียบร้อยของคุณ Reactor HTG2 (ขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้)

1

PICORE PLAYER
สอนตั้งค่าทุกอย่าง
แต่งทุกจุดให้เสียงดี

ผู้เขียน : วิทยา ตั้งธนาพร

2

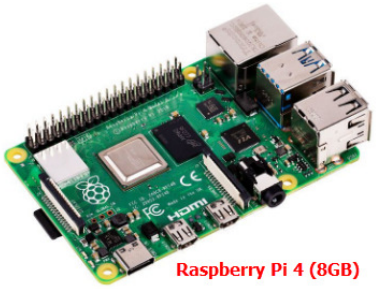
PICOREPLAYER คืออะไร

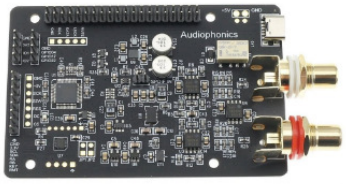
- piCorePlayer รวมเอา LMS และ Squeezelite เข้ามาไว้ด้วยกัน ทำให้มันสามารถเป็นได้ทั้ง มิวสิคเซิร์ฟเวอร์ และ เครื่องเล่นเพลง High-Resolution
- ต่อผ่านไวไฟ และ สายแลนได้ ต่อเข้ากับ Airplay สำหรับสาวก Apple ได้ ต่อกับ Chromecast ก็ได้ ต่อกับ DLNA/UPnP Player ก็ยังได้ ฟังเพลงผ่านลำโพง Bluetooth หรือ หูฟัง Bluetooth ก็ได้
- Bitperfect ที่เล่นไฟล์ได้ทุกสกุลถึง 32Bit / 384kHz (24Bit ถ้าต่อผ่าน i2s) DSD ทั้ง Native และ DOP (DSD on PCM) รวมทั้ง สตรีมเพลงได้ทั้ง Tidal, Spotify, Deezer, Radio Paradize, Internet Radio, Classical.com, Amazon CD Store, iTunes, Last FM, Napster, Orange Live Radio, Pandora, Slacker, BBC, Bands Campout, Youtube, JazzFM, Mixcloud, Soundcloud and Wefunk radio.
- สั่งเล่นเพลงได้จาก มือถือ หรือ iPad หรือจะต่อรีโมทก็ทำได้ หรือจะต่อจอ Touch Screen แล้วควบคุมจากหน้าจอก็ยังทำได้
- ในบทความนี้ ผมจะเขียนแบบให้ piCorePlayer เป็นทั้ง มิวซิคเซิร์ฟเวอร์ และ เพลเยอร์ เป็นหลักนะครับ โดยเน้นฟังเพลงผ่าน Hard Disk แบบต่อตรง และเน้นเอาเสียงดีเป็นหลัก ไม่ได้เอาความสะดวกเป็นหลัก

3

ของที่ต้องมี

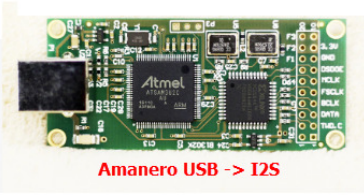
- Raspberry pi 4 จะเอา RAM เท่าไหร่ ก็ตามสะดวกครับ ผมทดลองทั้ง 4GB และ 8GB ใช้ได้ทั้งคู่ 2GB ก็น่าจะทำงานได้สบายๆ
- ภาคจ่ายไฟ (อันนี้อยู่ในขั้นวิจัย เสร็จแล้วจะมาบอกนะครับ) ตอนนี้ใช้แหล่งจ่าย 5V USB-C กันไปก่อน
- SD Card เร็วๆ สักตัว 16GB ขึ้นไป อย่าซื้อของปลอมนะครับ ปวดหัวและเสียเวลา
- DAC จะเป็น HAT ที่ต่อบน pi เลย หรือ จะ USB ก็ตามสะดวก ต่อผ่าน HAT ได้ 24Bit / 384kHz, DSD256 เกินนี้ไม่ได้ แต่ USB เล่นได้ถึง DSD512
- สาย LAN เอาไว้ต่อกับ Router ตอนเซ็ตอัพครั้งแรก แต่ผมแนะนำให้ต่อผ่านสาย LAN ตลอดดีกว่าครับ เสถียรกว่าเยอะ เดี๋ยวนี้ไวไฟแต่ละบ้านตีกันสนั่นมาก
- Hard Disk ที่เก็บเพลงเอาไว้ ผมแนะนำ Hard Disk ที่ใช้ภาคจ่ายไฟแยกนะครับ เราไม่ต้องการให้ Raspberry pi มีโหลดอะไรเกินความจำเป็น เราจะเปิดมันไว้ตลอด 24 ชั่วโมง


Raspberry Pi 4 (8GB)



HAT DAC I-Sabre ES9038Q2M

Micro SD 16GB Class10

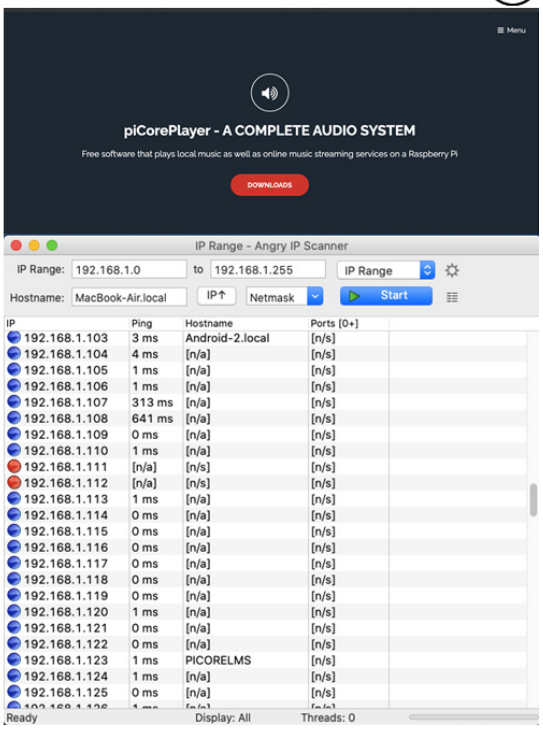


Amanero USB -> I2S

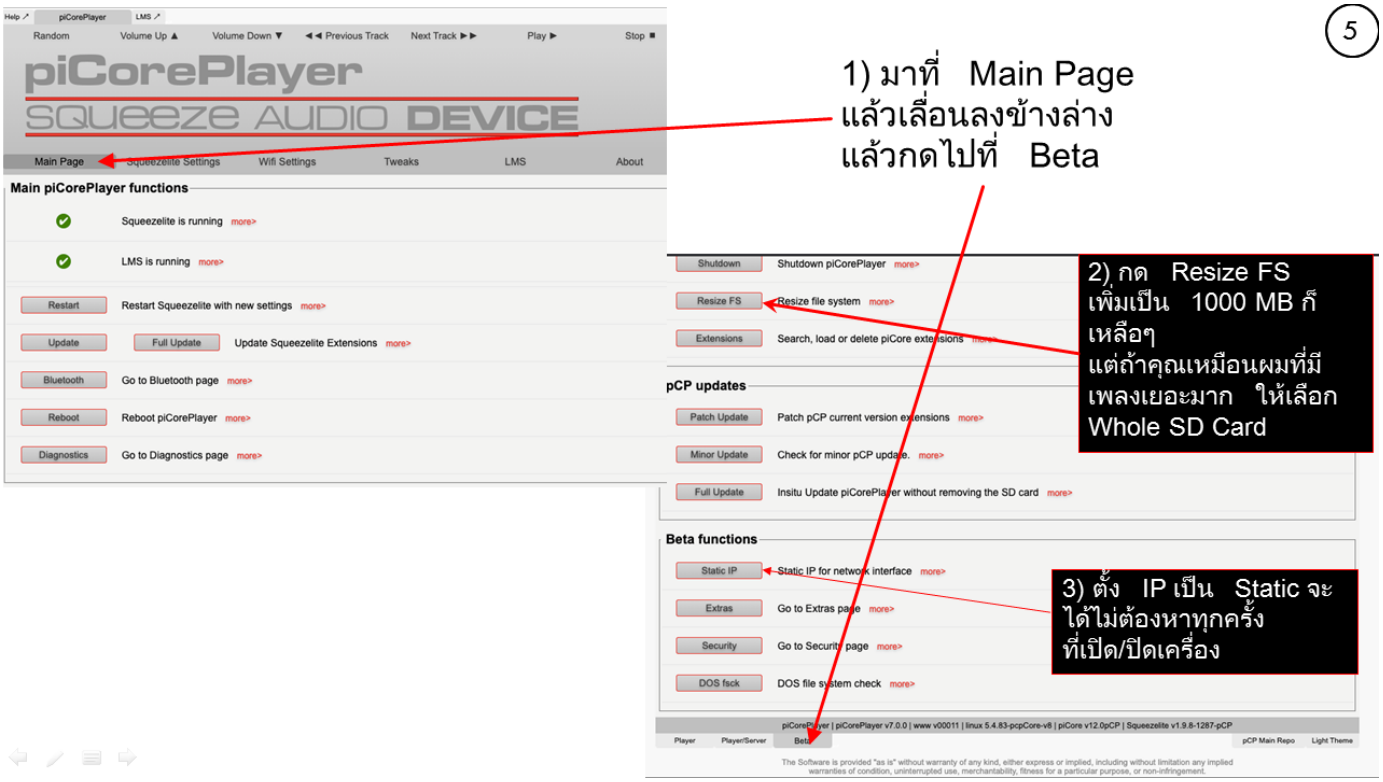
4

ติดตั้ง

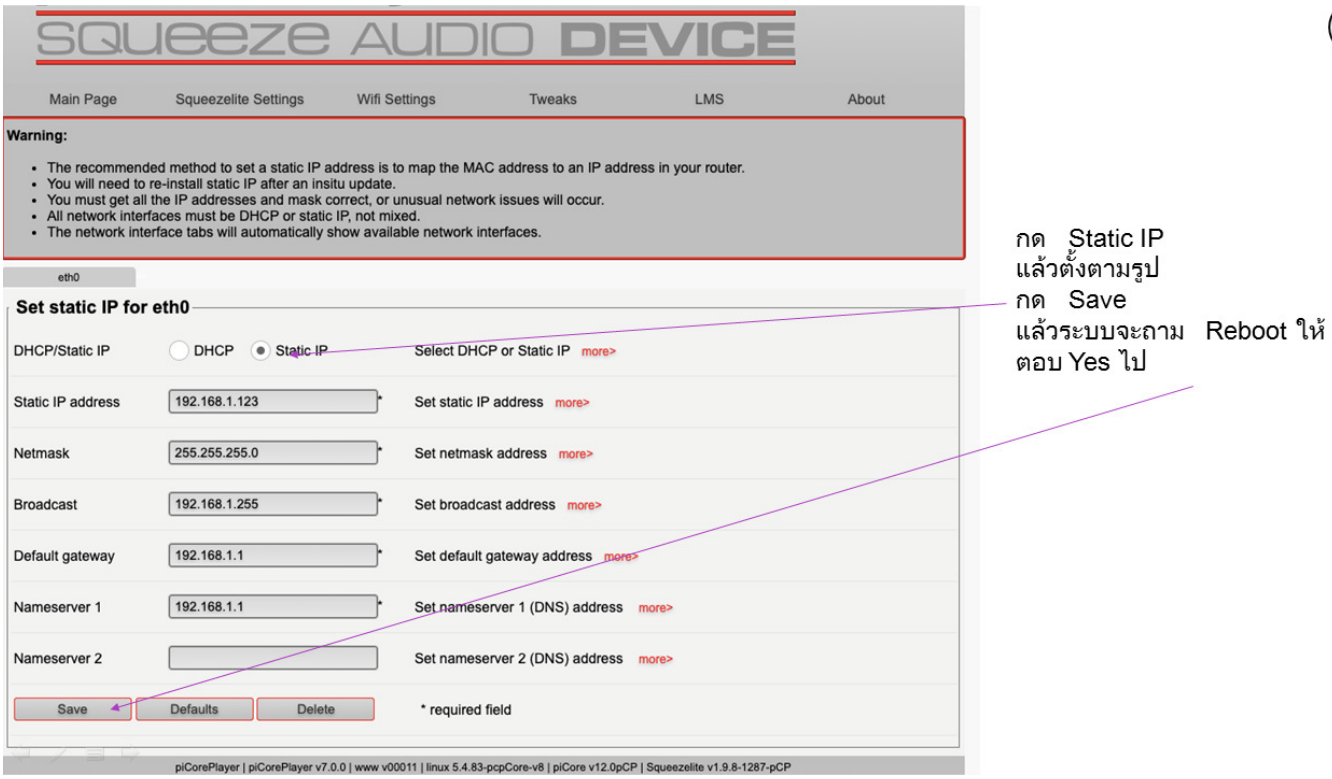
- ไปที่ https://www.picoreplayer.org/ แล้วโหลด piCorePlayer v7.0.0 64 Bit มาก่อน
- ถ้า SD Card ไม่ใหม่ ให้ Format ก่อน ผมใช้ตัวนี้ https://www.sdcard.org/downloads/formatter/
- ติดตั้งลงบน SD Card ผมใช้ตัวนี้ ง่ายฟรี https://www.balena.io/etcher/
- ทำเสร็จ เสียบเข้ากับ Raspberry pi 4 เสียบสาย LAN เข้า Router ให้เรียบร้อย ต่อ Hard Disk เอาไว้เลย แล้วเสียบปลั๊ก หลังจากเสียบปลั๊ก รอสัก 30 วินาที ถึง 1 นาที
- เปิด Computer หา IP Address ของ Raspberry pi ที่พึ่งเสียบขึ้นไป ผมใช้ Angry IP Scanner https://angryip.org/
- พิมพ์ 192.168.1.xxx ที่พึ่งหาเจอลงใน Chrome หรือ Web Browser อื่นๆ ที่คุณใช้



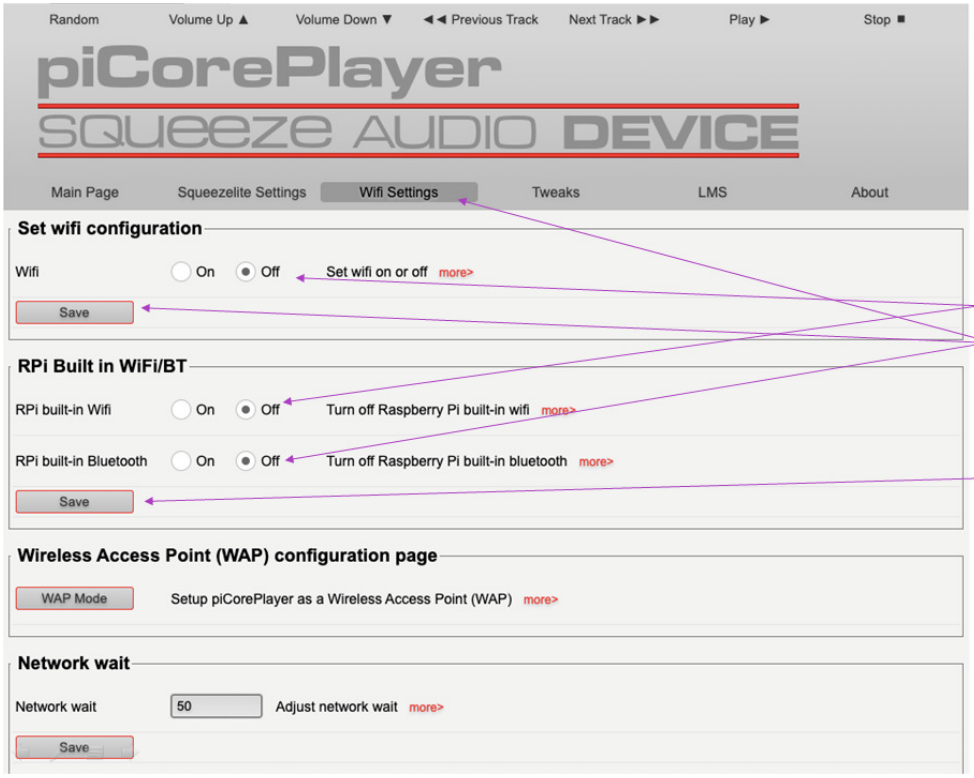
5



6

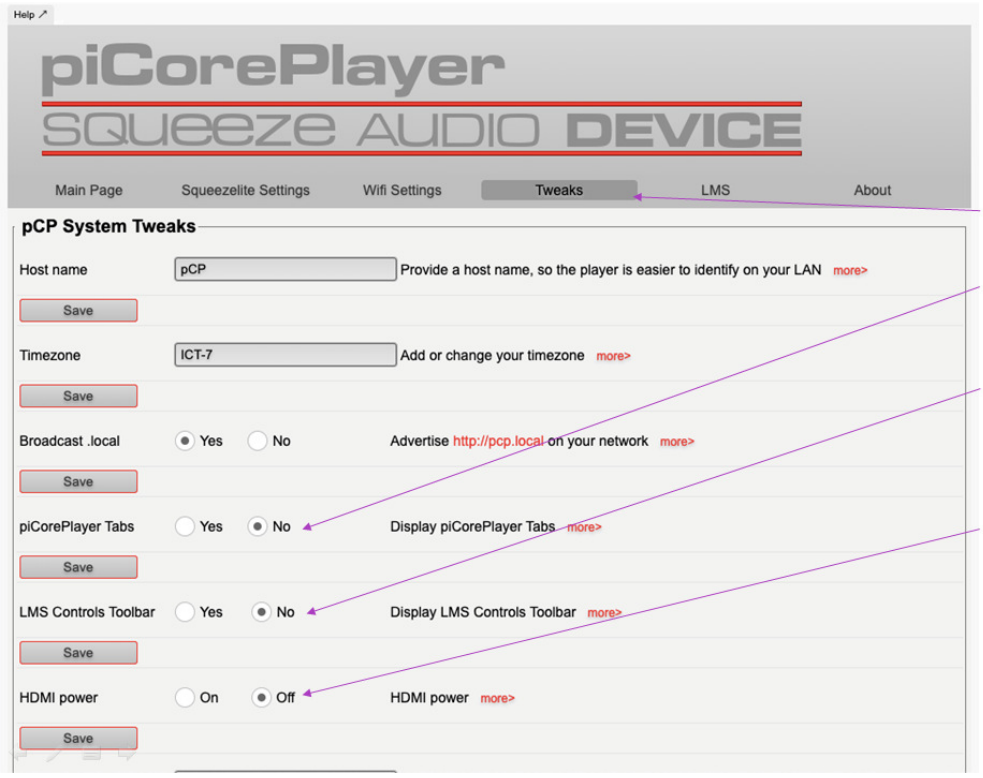


7



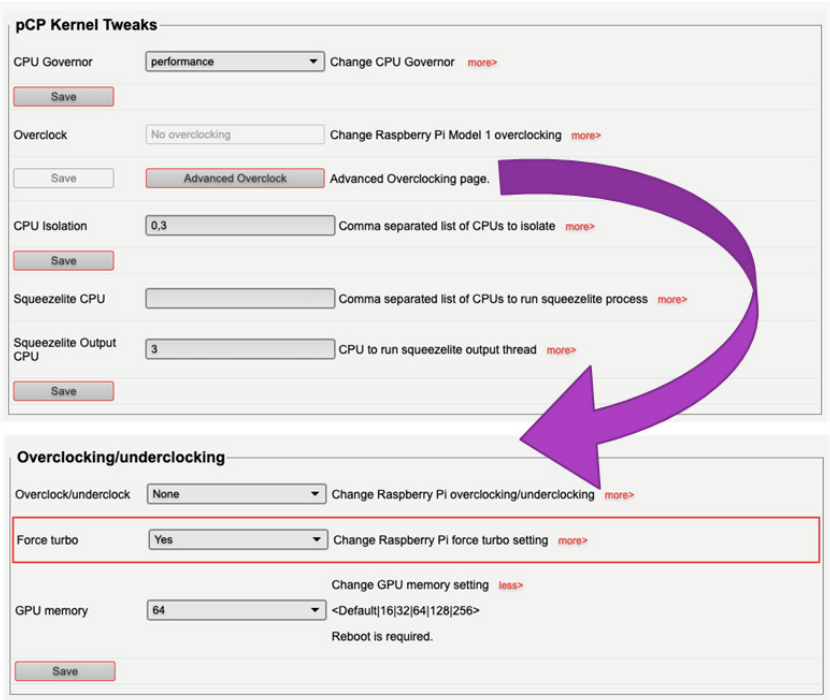
1) มาที่ Wifi Settings แล้วปิดทุกอย่าง ถ้าไม่ใช้จะได้ลด Noise ทั้งหลายที่เกิดขึ้น แล้วกด Save ระบบจะ Reboot รอครู่นึง ระบบจะกลับมา

8



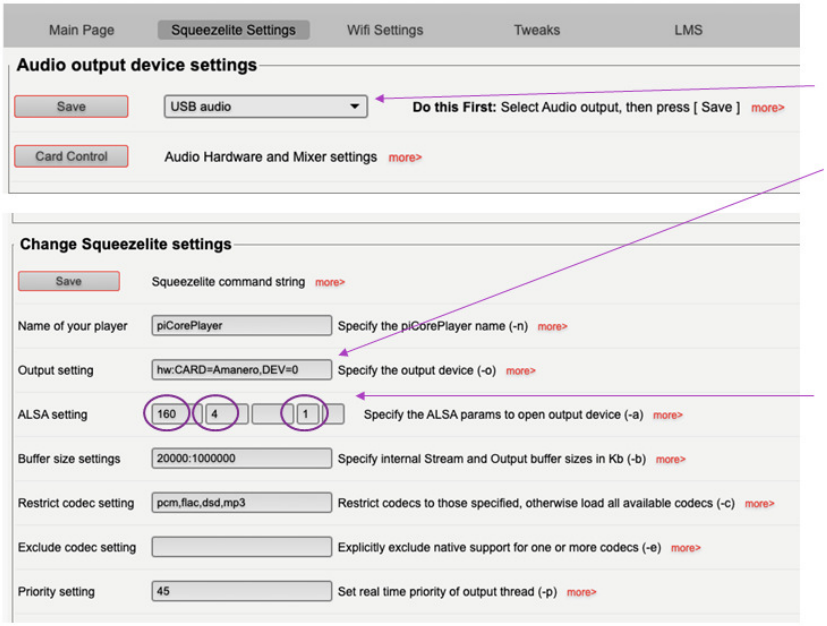
มาที่ Tweeks แล้ว
1) ปิด piCorePlayer Tabs กด Save
2) ปิด LMS Controls Toolbar กด Save
3) ปิด HDMI Power กด Save

อย่าลืม Save ทุกอัน แล้ว Reboot อีกที รอซักแป๊ปนึง ระบบจะกลับมา



9

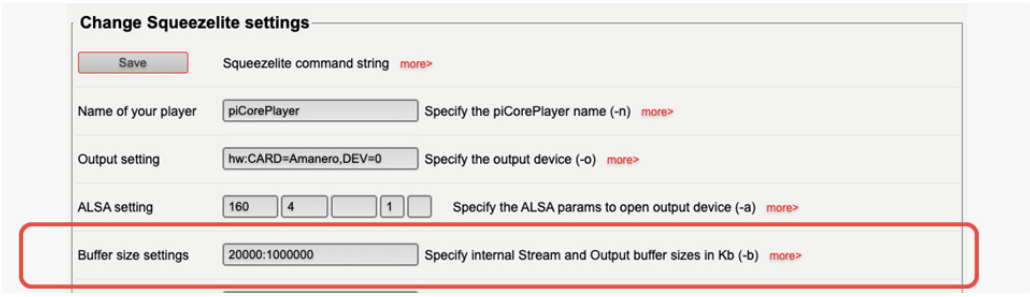
ยังอยู่กันที่ Tweeks เลื่อนลงมาที่ pCP Kernel Tweeks
1) ตั้ง CPU Governor เป็น Performance กด Save อันนี้จะทำให้ CPU วิ่งที่ 1500MHz อย่างเดียว ไม่วิ่งขึ้นลง
2) กด Advance Overclock แล้วตั้ง Force Turbo = Yes กด Save มันจะบังคับให้ CPU ทำงานที่ความถี่เดียว เพิ่มประสิทธิภาพ
3) CPU Isolation 0,3 กด Save
4) Squeezelite Output 3 นี่คือการตั้งให้ CPU 0 ทำงานอื่นๆ ที่ Linux ให้ทำ แล้วให้ CPU 3 ทำงานแต่เล่นเพลงอย่างเดียว
อย่าลืม Save ทุกอัน แล้ว Reboot อีกที



10

มาที่ Squeezelite Setting แล้ว
1) ตั้งให้เสียงออกตาม DAC ที่ใช้ ผมใช้ USB DAC ก็เลือก USB Audio กด Save
2) Output Setting อันนี้สำคัญมาก กดที่ more> เลือกอันที่เขียนว่า hw:CARD=xxxx,DEV=0 ของผมเป็น Amanero มันก็จะขึ้น hw:CARD=Amanero,DEV=0 ซึ่งเลือกแบบนี้ จะได้ Output เป็น Bitperfect
3) ตั้ง ALSA Setting ตามในรูป 160 คือ 160 milli-second buffer
4 คือ Buffer จะแบ่งออกเป็น 4 Period
Bit Depth ถ้าปล่อยว่างไว้ จะเป็น Auto ถ้าอยากให้เล่นเป็น Bit Depth เท่าไหร่ ก็ทำได้ เช่น ตั้งเป็น 32 Bit Depth ตลอดทุกเพลง
1 คือ ตั้งให้ระบบส่งข้อมูลออกจาก Memory โดยตรง ไม่ผ่าน CPU

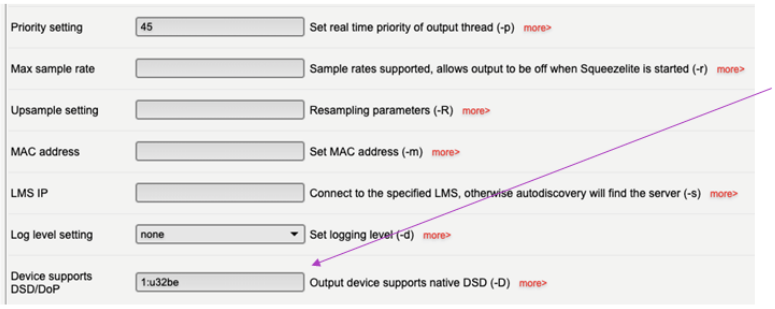
11

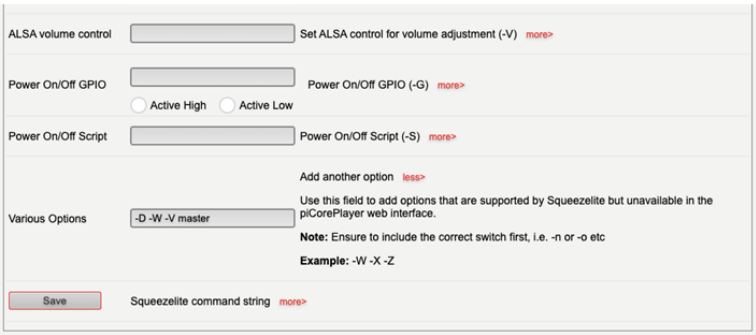


SQUEEZELITE BUFFER SIZE SETTINGS

Buffer อันนี้เป็น Process ข้างในของ Squeezelite ที่ดึงเอาข้อมูลของเพลงมาจากระบบมาอยู่ใน Stream Buffer ก่อน ที่เราตั้งไว้ที่ 20000 = 20M-Byte จากนั้น ก็ทำการ Conversion เช่นเปลี่ยนจาก Flac มาเป็น PCM หรือทำการ Resampling จากนั้นถึงจะส่งไปที่ Output Buffer ซึ่งในรูปจะเห็นว่า ผมตั้งไว้ 1000000 = 1000M-Byte
pi ผมเป็นรุ่น 4GB ใช้ RAM ไป ¼ ก็ยังทำงานลื่นอยู่ ซึ่งที่ Buffer Setting ขนาดนี้เรียกได้ว่า เรา Buffer เพลงทั้งเพลงลงใน RAM ก่อนที่จะเล่นออกไปและ Squeezelite เก็บเพลงไว้ในรูป 32 Bit ครับ จากนั้นก็ผ่าน Software Volume Control หรือ Bit-Depth Adjustment ก่อนจะออกไป
แต่สำหรับคนที่จะใช้เพื่อเล่น Stream เช่น Spotify วิธีนี้ไม่เวิร์คนะครับ ตั้งเป็น 10000:20000 เบเบไป

12

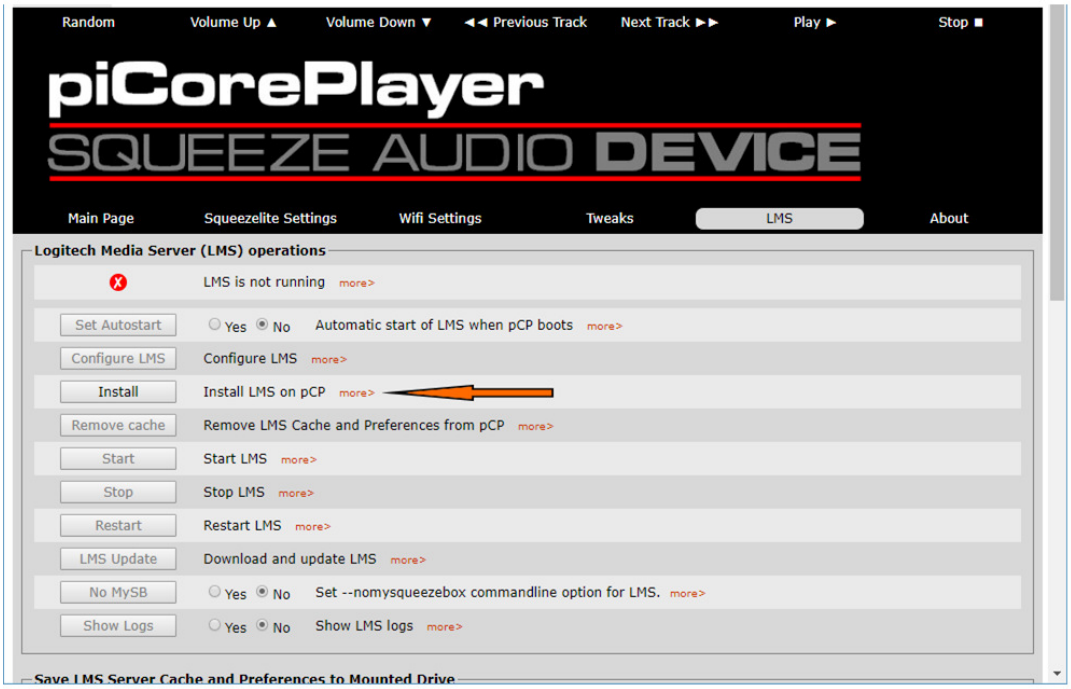




ส่วนนี้ ตั้งตามนี้ ตรงช่อง Device Supports DSD / DOP ผมใช้ 1:u32be
1 คือ 1mS Delay ก่อนที่จะเล่น DSD ลองกดตรง more> ดูว่ามีอะไรขึ้นมาบ้าง แต่ละ DAC จะไม่เหมือนกัน แล้วลองสุ่มเลือกเอา DAC ของผม Soekris R2R DAC DAM1021 ใช้ u32be DAC ของคุณอาจจะไม่เหมือนของผม ลองใส่เอาไปเรื่อยๆ

ตรง Various Options ใส่
- D เพื่อเล่น DSD
- W เพื่อให้ Squeezelite มองเห็นว่า LMS ส่งไฟล์ Bit Depth ที่เท่าไหร่มา
- V Master บังคับให้ใช้ ALSA Volume Control
อย่าลืม Save และ Reboot

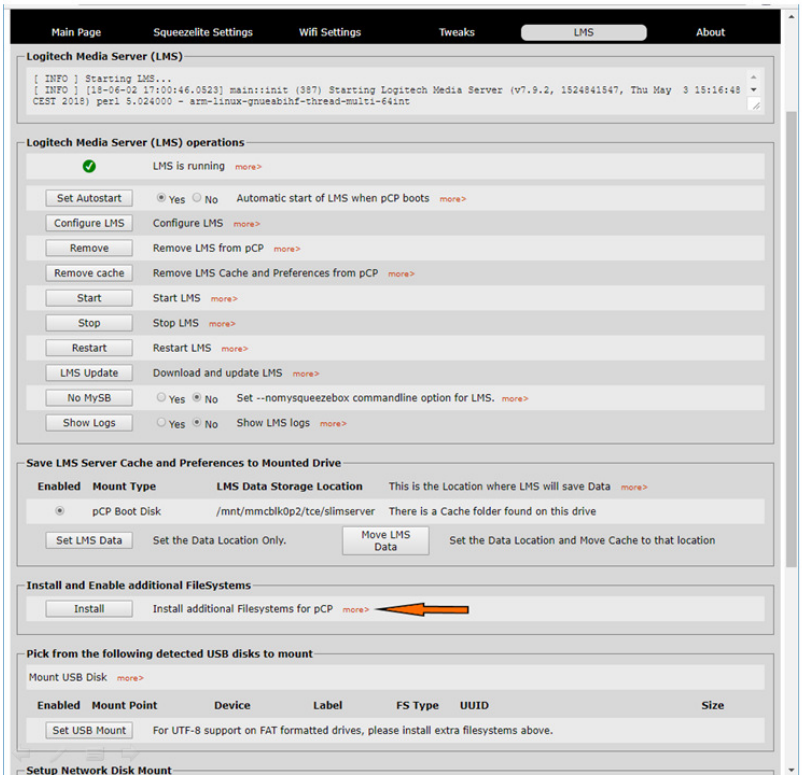
13



มาที่ LMS แล้ว
1) กด Install LMS on pCP
จากนั้นก็รอจนเสร็จ

2) พอเสร็จ ก็กด Start LMS

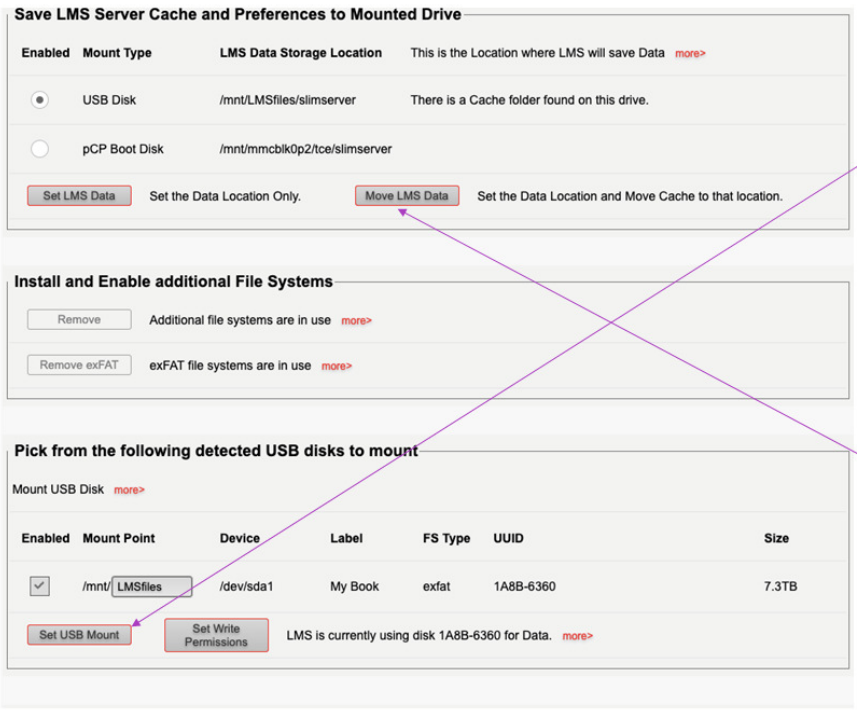
14



พอ LMS ทำงานแล้ว
1) กด Install / Install additional Filesystem for pCP
จากนั้นก็รอจนเสร็จ ขั้นตอนนี้คนที่ใช้ Windows แล้ว Format Hard Disk เป็น Ext4 ให้ข้ามไปเลย แต่ถ้าไม่ใช่ก็ทำซะ

แล้ว ไปที่หน้า Main Page กด Back up และ Reboot สักรอบ

15



1) เลือก Enable ที่ USB Disk ที่ขึ้นมา ตรงช่องว่าง พิมพ์ LMSfiles แล้วกด Set USB Mount รอจนเสร็จ

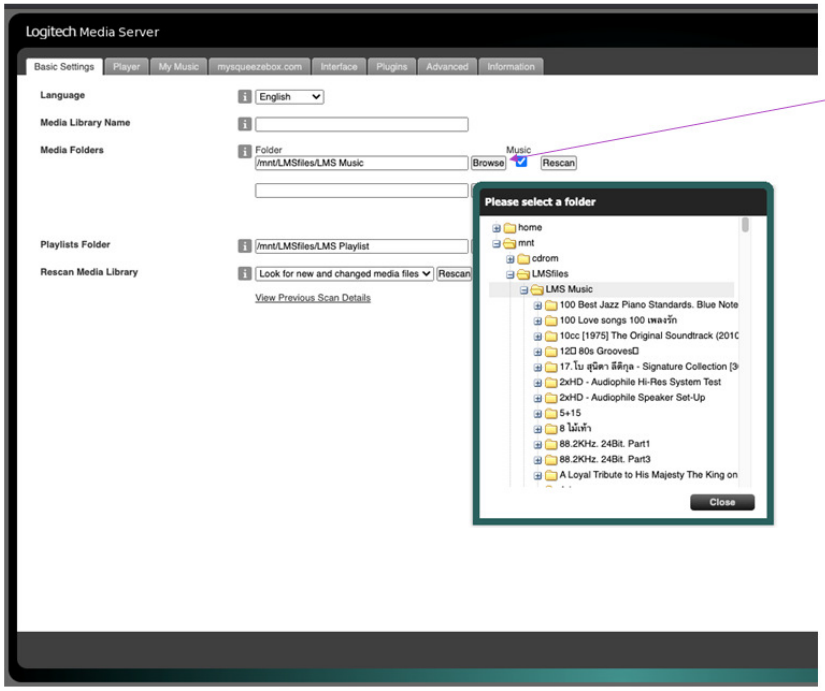
2) ตรงนี้ เลือก USB Disk แล้วกด Move LMS Data

แล้ว ไปที่หน้า Main Page กด Back up และ Reboot สักรอบ

16

ตรงนี้เลือก Configure LMS

มันจะเปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมา หน้าต่างนี้จะมี IP 198.162.1.123:9000 ข้ามการสมัคร mySqueezebox Account ไปเลย มันจะไปที่หน้า Basic Setting

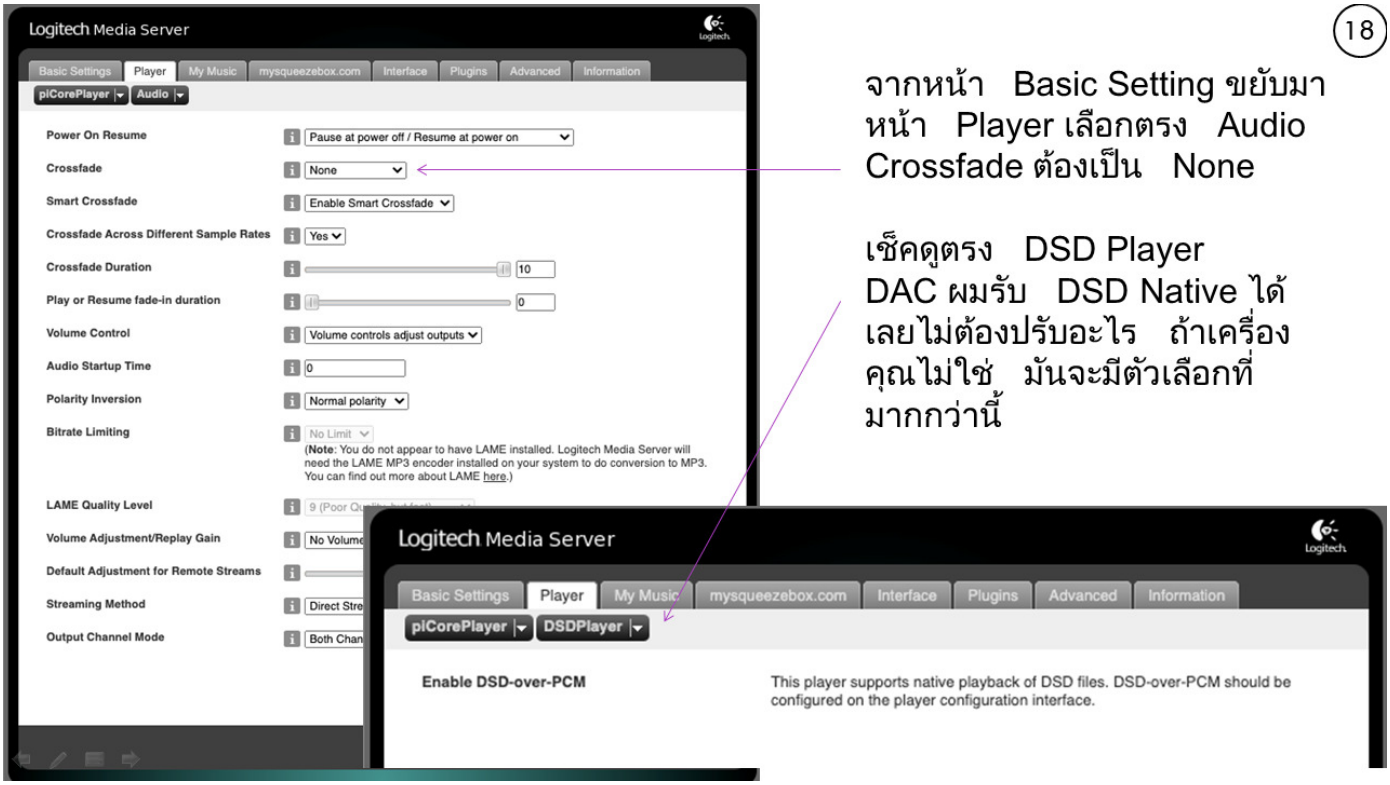


17

ตรงนี้ Browse จะขึ้นหน้าต่างมาให้ ถ้า Hard Disk ใหญ่ อาจจะช้าหน่อยให้ใจเย็นๆ

มันจะเปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมาให้เลือก Folder เก็บเพลงไว้ ใน Hard Disk ผมเก็บเพลงทั้งหมดไว้ใน Folder ที่ชื่อ LMS Music คุณจะตั้งชื่ออะไรก็ได้ ตามใจชอบ พอเลือกเสร็จแล้ว กด Apply ตรงด้านล่างขวามือ จากนั้น ก็รอ จะดู Scan เล่นๆ ก็ได้ ผมไปกินข้าวสักครึ่งชั่วโมง กลับมาก็เสร็จพอดี

ส่วนตรง Playlist Folder ก็เหมือนกัน

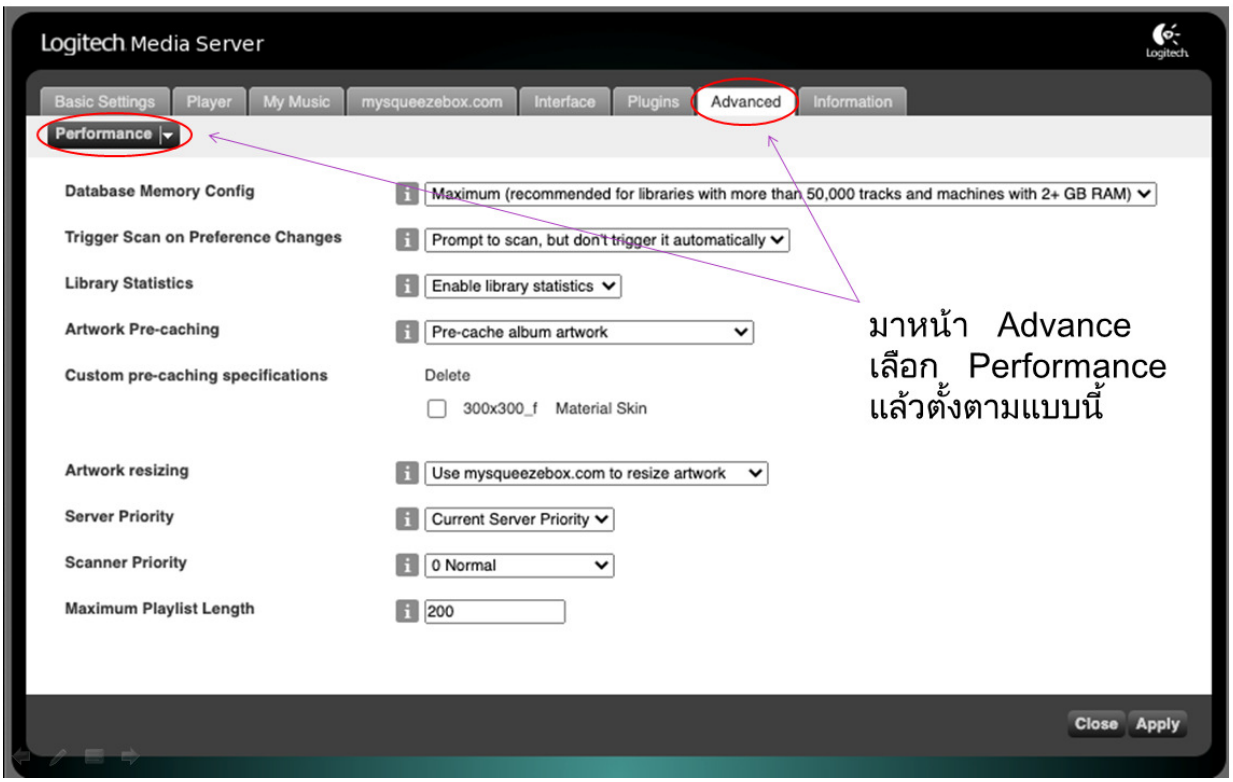


18

จากหน้า Basic Setting ขยับมาหน้า Player เลือกตรง Audio Crossfade ต้องเป็น None

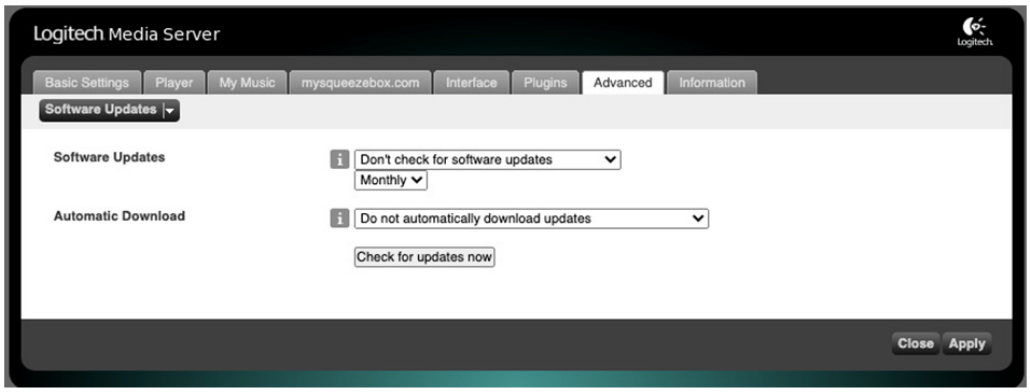
เช็คดูตรง DSD Player DAC ผมรับ DSD Native ได้ เลยไม่ต้องปรับอะไร ถ้าเครื่องคุณไม่ใช่ มันจะมีตัวเลือกที่มากกว่านี้

19



มาหน้า Advance
เลือก Performance
แล้วตั้งตามแบบนี้

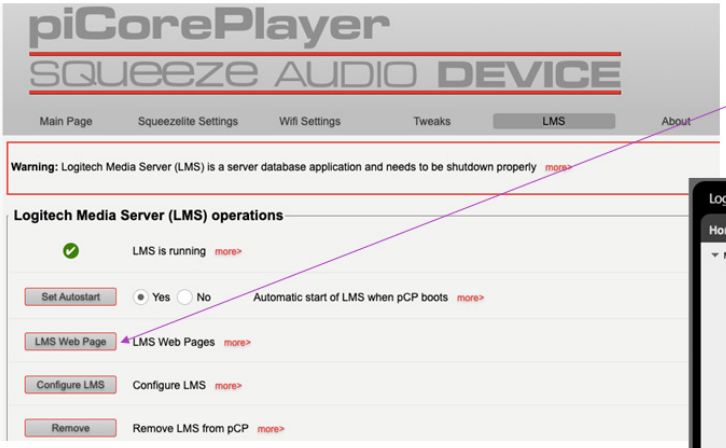
20



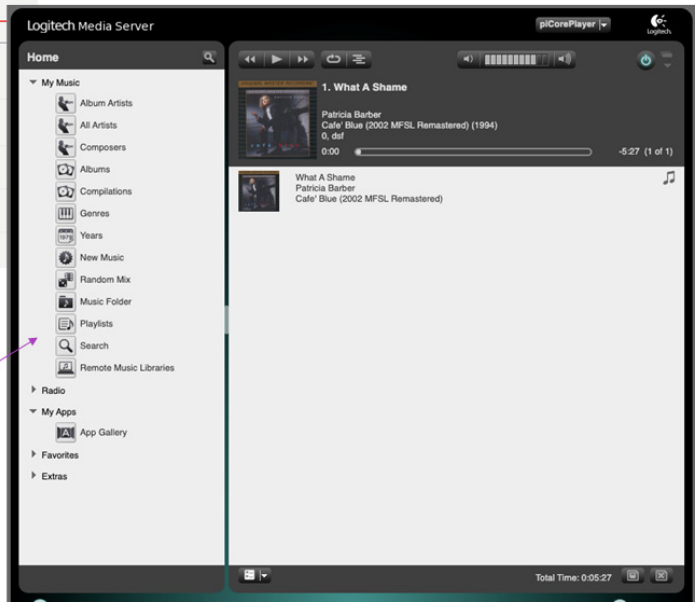
มาหน้า Advance
เลือก Software Updates
แล้วตั้งไม่ให้เช็ค Software
Update เอง

แล้วเดือนนึง เรามาเช็คเองสักครั้ง

21



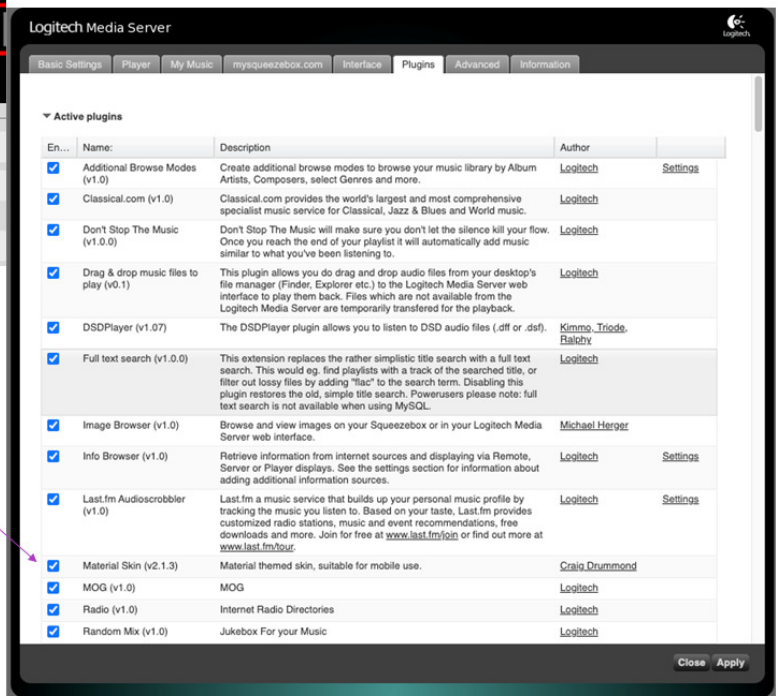
หลังจาก Scan Hard Disk เสร็จ
มาที่นี่ LMS Web Page กดเบาๆ



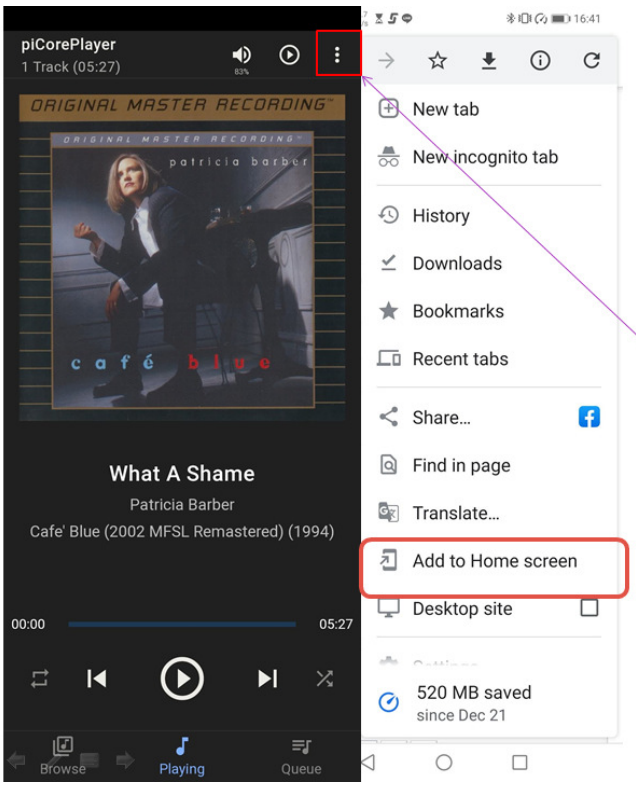
หน้านี้จะขึ้นมา
เย้ ตอนนี้ เราก็เล่นเพลงได้แล้ว

22

เพื่อความสะดวกในการเล่นเพลง
ผ่านมือถือ ให้มาที่ Configure
LMS แล้วไปที่ Plugins
ติดตั้ง Plugin Material Skin



23



Plugin Material Skin

ไปที่มือถือ เปิด Chrome แล้วพิมพ์

192.168.1.123:9000/material

จะได้หน้าตาแบบนี้ออกมา กดมุมขวาบนที่เป็น จุดสามจุดแนวตั้ง Chrome จะมี Option ให้ Add to Home Screen ได้

แค่นี้ คุณก็สั่งการเล่นเพลงจากมือถือได้แล้ว และได้เครื่องเล่นเพลง High-Resolution ที่ทำเอาเครื่องราคาเป็นหมื่นหนาวได้

หมายเหตุ : คุณวิทยาได้เขียนบทความนี้ในรูปแบบ Power Point เพื่อความชัดเจนในการชี้ตำแหน่งในหน้าจอต่างๆ ทีมงานได้ปรับรูปแบบ Power Point ให้เหมาะสำหรับการสั่งพิมพ์เป็นหนังสือได้ ทำให้รูปมีขนาดเล็กลง และอาจจะอ่านได้ไม่ชัดหลังจากสั่งพิมพ์ออกมาแล้ว ทางทีมงานได้แนบเอกสารต้นแบบ ซึ่งรูปจะมีขนาดใหญ่ไว้ให้ในภาคผนวกแล้ว (ทีมงานผู้จัดทำ)

MC STEP UP TRANSFORMER SELECTION

ผู้เขียน : ณัฐวุฒิ อ่วมเครือ

สวัสดีครับ ห่างหายจากการทำ DIY Journal Yearbook กันไปนาน จากเล่มสุดท้ายจนปัจจุบัน ก็ตกประมาณ 14 ปีพอดี เกินจากที่ตั้งใจไว้ที่ 12 ปีไปนิดหน่อย ซึ่ง 14 ปีที่ผ่านมาของผมเองนั้น มีอะไรเปลี่ยนแปลงไปมากมายพอสมควร สามารถเข้าไปติดตามได้ที่ http://mellowgroovy.blogspot.com/ ที่ผมได้บันทึกส่วนหนึ่งของการเดินทางในงาน Audio เอาไว้เป็นที่ระลึกและอาจมีประโยชน์กับหลายๆ ท่านครับ

หลังจากที่ได้พูดคุยกับคุณอาร์ตว่าจะเขียนอะไรลงใน Yearbook ฉบับ Come back นี้ดี ก็มานึกขึ้นได้ว่ามีชุดคำถามอยู่ชุดหนึ่ง ซึ่งผมจะโดนถามและต้องอธิบายบ่อย แต่การอธิบายทางโทรศัพท์หรือแม้แต่การคุยกันซึ่งหน้า ที่ไม่ได้คำนวณให้ดูอย่างละเอียด ก็ดูจะทำให้ผู้ถามยังไม่ค่อยเข้าใจเท่าที่ควร เลยถือโอกาสใช้พื้นที่ตรงนี้ในการเล่าสู่กันฟังและยกตัวอย่างที่มีรูปธรรมชัดเจนขึ้นครับ

หลายท่านที่เป็นนักฟังเพลงและยังรักการ

ฟังเพลงจากแผ่นเสียง อุปกรณ์สำคัญที่เป็นหนึ่งในหัวใจหลัก ก็คือ หัวเข็ม (Cartridge) ซึ่งหลักๆ จะมีอยู่ 2 แบบ คือ Moving Magnet (MM) และ Moving Coil (MC) และต้องนำมาต่อผ่านเครื่องที่เราเรียกว่า Phono Preamplifier เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการตอบสนองความถี่ที่ได้บันทึกลงบนแผ่นเสียงให้กลับมามีรูปแบบการตอบสนองความถี่เดิมของเสียงดนตรีที่บันทึกเอาไว้ รูปแบบความถี่มาตรฐานที่ได้รับความนิยมที่สุดในการ Record และ Playback ก็คือ RIAA Equalization

ซึ่ง Phono Preamplifier ส่วนใหญ่ถูกออกแบบมาให้มีอัตราขยายเพียงพอสำหรับหัวเข็มแบบ MM ซึ่งมี Output Voltage เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4-8 mV หลังจากที่ต่อใช้งาน Phono Preamplifier แล้วควรจะมี Output Voltage ประมาณ 2V คือใกล้เคียงกับระดับมาตรฐาน CD Level ทั่วไป เพื่อที่เวลาฟังเพลงแล้วสลับระหว่าง

หัวเข็มแบบ Moving Magnet

ยี่ห้อ Ortofon รุ่น 2M Black

RIAA Equalization is a specification for the recording and playback of phonograph records, established by the Recording Industry Association of America (RIAA). The purposes of the equalization are to permit greater recording times (by decreasing the mean width of each groove), to improve sound quality, and to reduce the groove damage that would otherwise arise during playback. (Wikipedia)

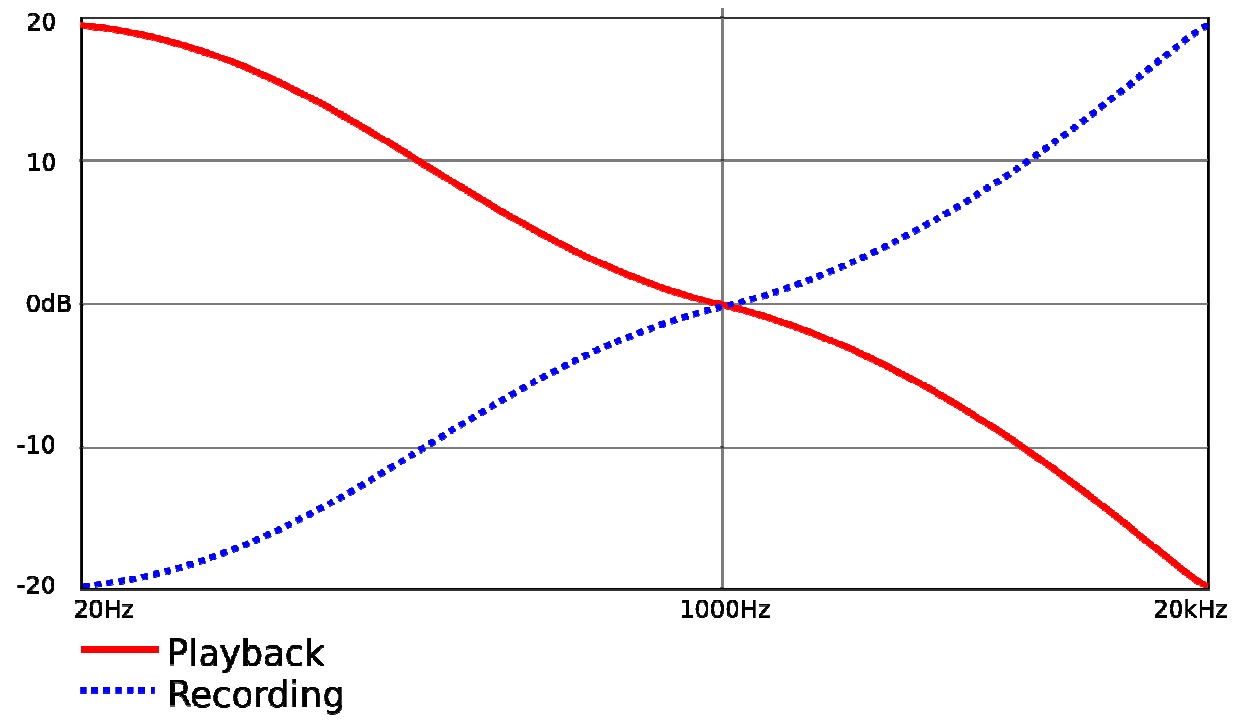
หัวเข็มแบบ Moving Coil

ยี่ห้อ Denon รุ่น DL-103R

แผ่นเสียงกับ CD จะไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงระดับความดังของชุดเครื่องเสียง หรือทำให้เกิดเสียงแตกพร่าขึ้นได้ ถ้าเกิดการ Clip ที่จุดใดจุดหนึ่ง

จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์มาช่วยขยายสัญญาณให้สูงขึ้น ก่อนเข้า Phono Preamplifier

ที่นิยมใช้กันก็จะมี MC Head-amp ที่เป็นวงจรไฟฟ้า (Active) และ MC Step-up



RIAA Equalization Curve

ส่วนหัวเข็มแบบ MC นั้น แยกออกเป็น 2 ประเภทย่อย ก็คือแบบ High Output และ Low Output โดยแบบ High Output นั้น จะมีระดับ Output Voltage ใกล้เคียงกับหัวเข็มแบบ MM ซึ่งส่วนใหญ่ก็มักนิยมต่อตรงเข้ากับ Phono Preamplifier เลย และแบบ Low Output ซึ่งมี Output Voltage ต่ำกว่า เฉลี่ยตั้งแต่ 0.2-0.5 mV

Transformer (Passive) มาช่วยปรับสัญญาณให้มีระดับ Output Voltage สูงขึ้นและเหมาะสม

วิธีการเลือก MC Step-Up Transformer

มาถึงตรงนี้ผมเชื่อว่าหลายท่านที่ใช้หัวเข็ม MC ต้องรู้จักหรือมี MC Step Up Transformer ไว้ใช้งานกันอยู่ ซึ่งหลังจากนี้เราจะเรียกย่อๆ ว่า SUT หลายต่อหลายครั้ง ที่เจอคำถามเรื่องการเลือกใช้

SUT ว่าจะต้องพิจารณาจากอะไรบ้าง ซึ่งจริงอยู่ที่สุดท้ายอยู่ที่ผลการรับฟัง แต่การเลือก SUT ที่เหมาะสมกับหัวเข็ม จะมีผลทำให้การตอบสนองความถี่เหมาะสมตามไปด้วย ส่วนเรื่องแนวเสียงของแต่ละยี่ห้อ ก็ควรเป็นเรื่องที่นำมาพิจารณาเป็นลำดับถัดไป

ต่อไปจะเป็นเรื่องของตัวเลข ลองค่อยๆ คำนวณตาม ยิ่งท่านที่มีหัวเข็มหลายหัวหลากยี่ห้อจะยิ่งสนุกกับการ Matching ค่าที่เราจะต้องนำมาพิจารณา มีดังนี้

1) Output Voltage (mV)
2) Recommended Load Impedance (Ohms)
3) Internal Impedance / Output Impedance (Ohms)

เราจะพิจารณากันทีละเรื่อง ว่าจะหา SUT ที่เหมาะสมกับหัวเข็ม MC หรือจะซื้อหัวเข็ม MC ให้เหมาะกับ SUT ที่มีอยู่ ต้องคำนวณแบบไหน ผมจะยกตัวอย่างด้วยหัวเข็ม Denon DL-103R ที่นิยมกันทั่วโลกก่อน

1) Output Voltage (mV) จากข้อมูลผู้ผลิต หัวเข็ม DL-103R มีค่า Output Voltage อยู่ที่ 0.25 mV
2) Recommended Load Impedance (Ohms) เป็นค่าที่ผู้ผลิตหัวเข็มระบุเอาไว้ว่าเหมาะสมกับหัวเข็มนั้นๆ อย่าง DL-103R ระบุไว้ว่า

◎ 華(Hana) MC Cartridges Specification

Model No.	HANA-EH	HANA-EL	HANA-SH	HANA-SL
Stylus	Synthetic Elliptical	Synthetic Elliptical	Nude Diamond Shibata	Nude Diamond Shibata
Cantilever	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Output level	2mv/1kHz	0.5mv/1KHz	2mv/1KHz	0.5mv/1KHz
Output balance	<2dB/1KHz	<2dB/1KHz	<1.5dB/1KHz	<1.5dB/1KHZ
Vertical Tracking force	2gr	2gr	2gr	2gr
Trackability	60μm/2gr	60μm/2gr	60μm/2gr	60μm/2gr
Channel separation	22dB/1KHz	22dB/1KHz	25dB/1KHz	25dB/1KHz
Frequency response	15-25,000Hz	15-25,000Hz	15-32,000Hz	15-32,000Hz
Impedance	130Ω/1KHz	30Ω/1KHz	130Ω/1KHz	30Ω/1KHz
Suggested load Impedance	47KΩ	>400Ω	47KΩ	>400Ω
Cartridge weight	5gr	5gr	5gr	5gr
Plastic Body Color	Moss Green	Moss Green	Black	Black

ตารางแสดงข้อมูลหัวเข็มแบบ Moving Coil ยี่ห้อ Hana ที่มีทั้ง High Output และ Low Output

Load ที่เหมาะสมต้องมี Impedance มากกว่า 40 Ohms

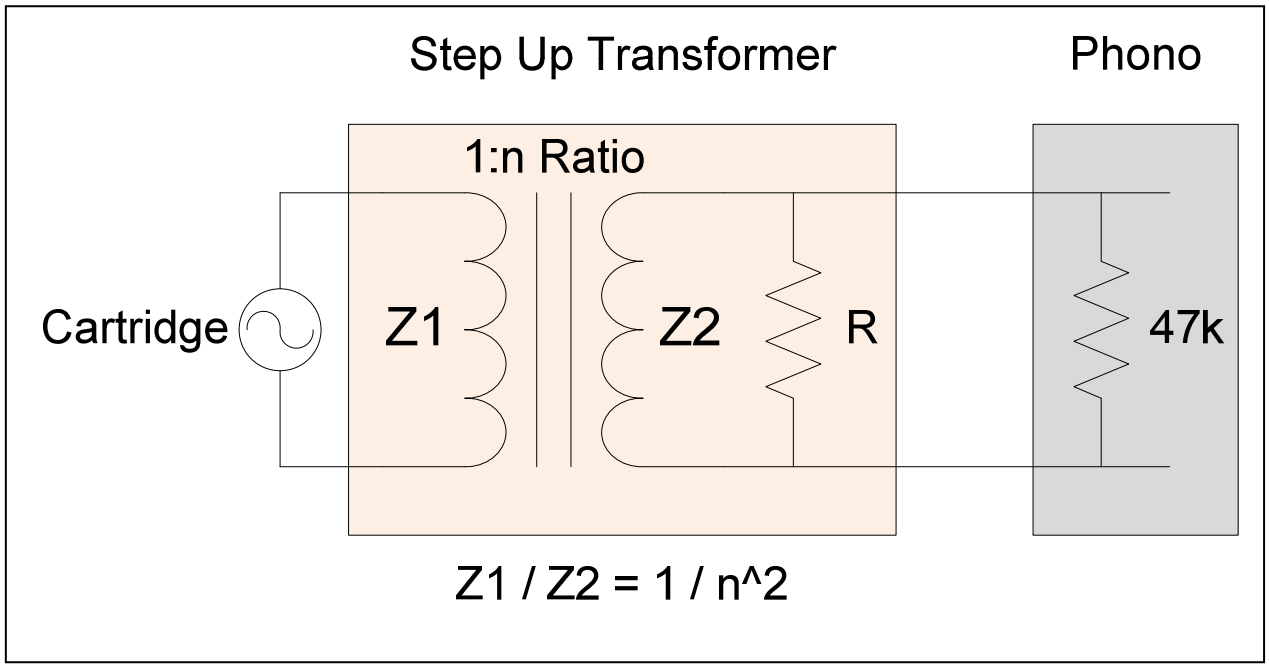
3) Internal Impedance / Output Impedance (Ohms) คำนี้อยู่ที่ว่าเปิดดูสเปคจากยี่ห้อไหนนะครับ อาจจะใช้คำที่แตกต่างกัน หัวเข็ม DL-103R มีค่านี้ตามสเปคอยู่ที่ 14 Ohms

- พิจารณาจาก 3 ข้อนี้ จากที่เกริ่นมาก่อนหน้าว่าหัวเข็ม MM นั้นมี Output Voltage เฉลี่ยที่ 4-8 mV ถ้าเราต้องการขยายสัญญาณของหัวเข็ม MC ให้ใกล้เคียงกัน ก็ต้องพิจารณาอัตราขยายให้เหมาะสม ซึ่งหัวเข็ม DL-103R มีค่า Output Voltage อยู่ที่ 0.25 mV เราเลือกค่ากลางๆ ที่ 5 mV มาคำนวณ **ดังนั้นเราควรต้องใช้** SUT **ที่มีอัตราขยาย** 5 / 0.25 = 20 **เท่า** (1:20)

- Input impedance ของ Phono Preamplifier ก็คือ Load ของ SUT ส่วนใหญ่จะใช้ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 47k Ohms ดังนั้นถ้าใช้ SUT 1:20 แล้วคำนวณย้อนกลับ จะได้ Load Impedance **สำหรับหัวเข็มอยู่ที่** 47,000/(20x20) = 117.5 Ohms ซึ่งมากกว่า 40 Ohms ตามที่ผู้ผลิตระบุไว้

ซึ่งข้อมูลเท่านี้ถือว่าเพียงพอในการเลือก SUT แบบคร่าวๆ แล้ว แต่ถ้าต้องการจุดทำงานที่เหมาะสมที่สุด จะทำการคำนวณเพิ่มเติมตามนี้

- ถ้าเราใช้ค่า 40 Ohms ตามผู้ผลิตแจ้งไว้มาคำนวณ จะได้ Input Impedance **ของ** Phono Preamplifier **ที่เหมาะสมกับหัวเข็ม และ** SUT (1:20) **นี้ คือ** 40x20x20 = 16,000 **หรือ** 16k Ohms



- ซึ่งการที่เราจะใช้ Load ค่านี้ วิธีที่ง่ายที่สุด ก็คือหาตัวต้านทาน (Resistor) ไปขนานกับ Secondary ของ SUT ซึ่งสุดท้ายจะไปขนานกับค่า 47k Ohms ที่ Phono Preamplifier อยู่ดี การหาค่านี้ แนะนำให้เข้าไปที่ http://www.1728.org/resistrs.htm แล้วใส่ค่า 47,000 และค่าอื่นๆ ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่ต้องการ **กรณีนี้เราต้องการค่า 16,000 ไปใช้งาน เลยจะได้ค่า 24,000 มาขนานกับ 47,000**

จากที่ได้คำนวณมาทั้งหมด พอจะสรุปค่าของ SUT ที่เหมาะสมสำหรับหัวเข็ม Denon DL-103R ได้ตามนี้ **ถ้าเรานำ Output Voltage ค่า 5.0 mV มาคำนวณ**

1) อัตราขยาย 20 เท่า
2) Primary Impedance > 40 Ohms
3) Secondary Impedance 16k Ohms (Phono Preamplifier Input Impedance 47k Ohms)

จะได้ SUT ที่มีสเปคของ Impedance ประมาณนี้ คือ 40:16,000 หรือ 50:20,000 ซึ่ง

Western Electric Input Transformer Model 618B

ทั้งหมดเป็นการคำนวณในทางทฤษฎีที่จะให้จุดทำงานต่างๆ ทำงานได้เหมาะสมที่สุด ส่วนน้ำเสียงจะถูกใจต่างกันอย่างไร ต้องลองหาข้อมูลอื่นมาประกอบครับ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของโลหะที่ใช้ ทั้งชนิดลวดและแกนสำหรับพันหม้อแปลง

นี่คือเหตุผลหนึ่งที่หม้อแปลง Western Electric รุ่น 618B ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะถ้าเราพิจารณาเทียบกับหัวเข็ม Denon DL-103R ที่เป็นหัวเข็ม MC ที่มีสเปคค่อนข้างมาตรฐาน จะเห็นว่าสเปคของหม้อแปลง 618B ตามนี้คือ

MC SUT ระดับตำนาน ยี่ห้อ E.A.R. Model TX4 ออกแบบโดย Tim de Paravicini

1) อัตราขยาย 30 เท่า
2) Primary Impedance 30 Ohms
3) Secondary Impedance 25K Ohms

เห็นได้ว่าเราสามารถ Plug & Play แล้วยังอยู่ในช่วงจุดทำงานที่เหมาะสมดีเลยครับ ถ้าเป็นหัวเข็มอื่นๆ ก็ลองใช้วิธีการคำนวณตามที่ได้กล่าวมาครับ น่าจะพอมีแนวทางคร่าวๆ ว่าควรจะเลือกใช้ SUT ตัวไหนกับหัวเข็มอะไรที่เรามีอยู่นะครับ ไม่เช่นนั้นจะกลายเป็นเราลองผิดลองถูก แล้วคิดว่า SUT ตัวนั้นๆ เสียงไม่ดี ทั้งๆ ที่มันอาจจะไม่เหมาะสมกับหัวเข็มที่เรามีอยู่ แล้วกลายเป็นของเกินระบบครับ

เป็นอย่างไรบ้างครับ น่าจะคำนวณไม่ยากและพอเป็นแนวทางในการเลือกหรือซื้อ SUT มาใช้ได้ง่ายและตรงขึ้นนะครับ คำแนะนำทิ้งท้ายของผมสำหรับการเลือก SUT ก็คือให้ความสำคัญกับอัตราขยายก่อน Impedance เช่น SUT ที่มีอัตราขยายที่เหมาะสม คือขยายสัญญาณจากหัวเข็มแล้วระดับสัญญาณอยู่ในช่วงที่เหมาะสมพอดี จะได้ผลบวกกว่า SUT ที่มี Impedance ใกล้กับค่าที่ผู้ผลิตแนะนำ แต่อัตราขยายมากหรือน้อยไปครับ

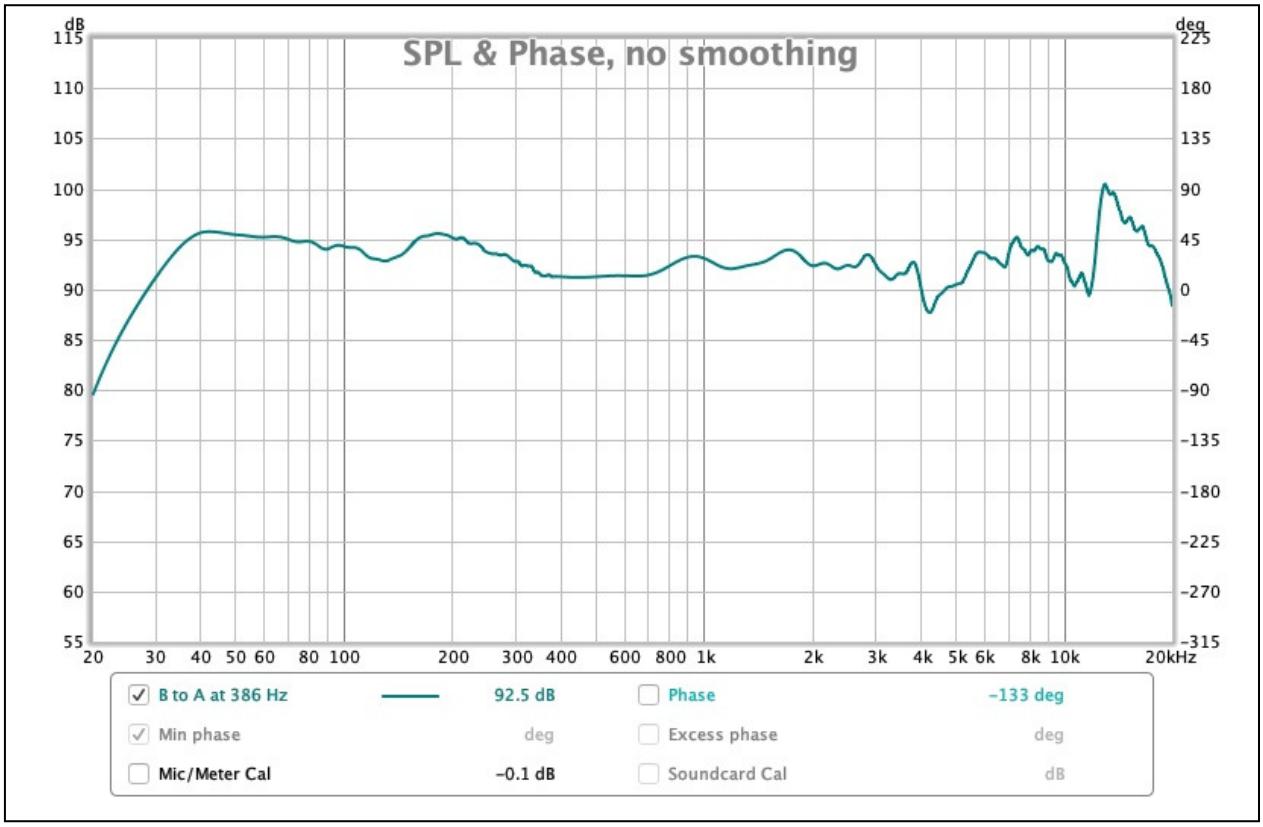
สุดท้ายนี้ขอให้ทุกท่านมีความสุขกับเสียงเพลงและสนุกกับการเดินทางครับ

มองให้เห็นเสียง

ผู้เขียน : วิทยา ตั้งธนาพร

คงดี ถ้าเรามองเห็นเสียงเวลาฟังเพลง แล้วมองออกว่า ลำโพงคู่นี้ เสียงเบสที่ 185 Hz โด่งขึ้นมา 2dB เสียงสูงช่วง 4.1 kHz ตกลงต่ำเป็นเหวลึก 4dB แต่ในความเป็นจริง เราไม่ค่อยสามารถแยกอารมณ์ที่ฟังออกมาเป็นความถี่ หรือ เฟสที่แน่นอนเป๊ะๆ ได้ ถ้าเรามองเห็น จะทำให้เราปรับแต่งอะไรได้ง่ายขึ้นเยอะ ซึ่งเราก็ต้องพึ่งเครื่องมือวัดในการวัดความถี่ของลำโพง

วิธีการวัด ถ้าเป็นห้องทดลอง หรือ บริษัทลำโพง เขาก็จะใช้ห้อง Anechoic Chamber ในการวัด ตอนนี้ห้องที่เงียบที่สุดในโลก อยู่ที่ Microsoft ซึ่งเงียบระดับ –20.6dB ที่ระดับความเงียบนี้ คุณได้ยินเสียงหัวใจ เสียงข้อต่อร่างกายของคุณขยับ แต่ห้อง Anechoic หลายๆ ห้อง ก็วัดเสียงต่ำมากๆ ไม่ค่อยได้ เพราะขนาดของห้องไม่ใหญ่พอ ทำให้ตอนนี้หลายๆ บริษัทหันมาใช้หุ่นยนต์ในการวัดลำโพงแทน เช่น ของ Klippel ซึ่งสะดวกกว่า และประหยัดเวลามากกว่าเยอะ https://www.klippel.de/products/rd-system/modules/nfs-near-field-scanner.html



ห้องที่เงียบที่สุดในโลก ที่ Microsoft, Redmond, Washington, USA.

ในบทความนี้ ผมจะมาเล่าวิธีที่ผมใช้ในการวัดลำโพง ซึ่งแม่นยำตั้งแต่ 10 Hz ถึง 20 kHz และเราสามารถทำได้ในบ้านเราเองง่ายๆ โดยใช้วิธีการวัด Far-Field ผสมกับเทคนิค Gating และวัด Near-Field

ของที่ต้องใช้

1. โปรแกรมชื่อ Room EQ Wizard (REW) อันนี้เป็นโปรแกรมฟรี แต่ฟีเจอร์ต่างๆ ครบพร้อม สู้ได้กับโปรแกรมเสียเงินอื่นๆ ถ้าใช้แล้วอยากบริจาคเงินให้คนเขียนก็ทำได้นะครับ ไปโหลดได้ที่นี่

   https://www.roomeqwizard.com

2. ไมค์วัดแบบ Omni-directional Microphone ผมแนะนำเหมือนกับที่ REW แนะนำคือ ใช้ไมค์ USB และมีไฟล์คาริเบรทมาด้วย ตัวที่แนะนำคือ miniDSP Mic UMIK-1 หรือ UMIK-2 ตัว UMIK-2 เป็นตัวรุ่นใหม่ที่แพงกว่า

Robot สำหรับวัดการตอบสนองลำโพง

UMIK-1 กว่าเท่าตัว มาพร้อม Calibration File ของไมค์ตัวนั้นๆ เลย ไม่เหมือน UMIK-1 ที่เป็น Calibration File ของล๊อตนั้นๆ และ ADC 32 Bit ในขณะที่รุ่นแรกเป็น ADC 24 Bit https://www.minidsp.com หรือใครอยากใช้ของ Dayton EMM-6 ก็ได้ แต่ miniDSP อยู่ฮ่องกง ส่งของจากฮ่องกงมาไทยเร็วกว่าและถูกกว่า ผมเองก็ใช้ miniDSP UMIK-1

3. ขาไมค์ตั้งพื้น เอาแบบตั้งพื้นนะครับ

4. สาย USB ยาวๆ เอาไว้ลากสายไปคอมได้ไกลๆ จะได้ไม่ต้องนั่งใกล้กับไมค์ ไม่งั้น ตัวเราจะมีผลกระทบต่อการวัด ผมใช้สายยาว 5 เมตร ตอนนี้อยากได้ 10 เมตรแล้ว คุณจะใช้ยาวกว่านี้ก็ได้

UMIK-1 จาก miniDSP

<u>เตรียมความพร้อม การวัด Far-Field Measurement</u>

สำหรับวิธีวัดลำโพงที่ผมใช้ที่บ้าน เราเริ่มจากการหาห้องว่างๆ ก่อน จะเป็นห้องอะไรก็ได้ ที่เราขยับของออกไปให้ได้พื้นที่ที่กว้างที่สุดที่ทำได้ ยิ่งกว้างยิ่งทำให้เราวัดได้สะอาดและได้ความถี่ต่ำที่ลึกขึ้น ในกรณีนี้ ผมวัดที่ห้องขนาดเล็กในบ้านขนาด 3 x 3.5 เมตร และเพดานสูง 2.8 เมตร บ้านทั่วไปข้อจำกัดคือเพดาน ดังนั้น เราจะทำการหาอะไรมาวางลำโพง ให้ความสูงของทวีตเตอร์อยู่ราว

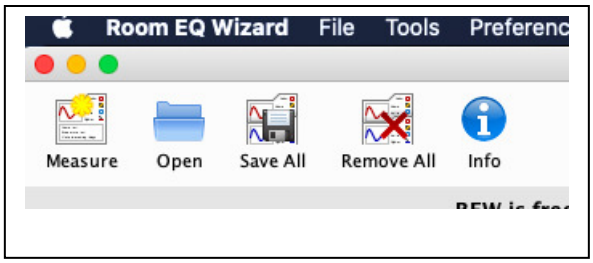
ครึ่งหนึ่งของความสูงของห้อง วิธีการนี้ จะทำให้เราวัดได้เกือบเต็มความสูงของห้อง ซึ่งถ้าเราวัดที่กึ่งกลางของความสูงของห้อง เสียงที่วิ่งออกจากลำโพง ไปที่เพดานหรือ พื้น แล้วสะท้อนมาที่ลำโพงด้วยความสูง 2.8 เมตร จะใช้เวลามากกว่า 8.14 millisecond ซึ่งมากพอที่เราจะวัดลำโพงได้

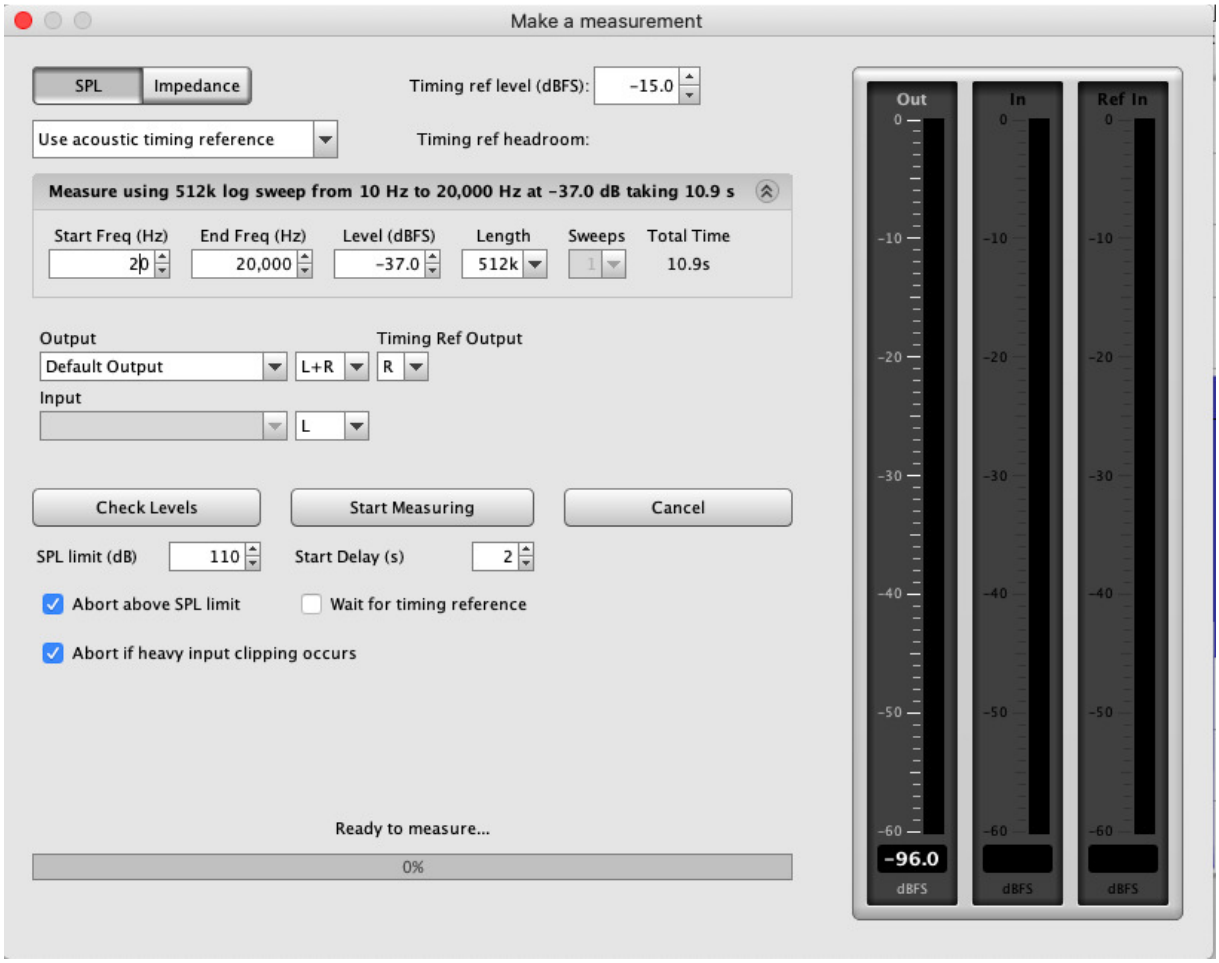
จากนั้น ผมก็หาจุดวางลำโพง ที่ห่างจากผนังหลัง และ ข้าง มา 1.5 เมตร และ เราก็วางไมค์โดยให้ความสูงของไมค์อยู่ที่กึ่งกลางของดอกเสียงแหลม และห่างออกมาในระยะวัดที่เรียกว่า Far Field หลายๆ คนคิดว่าต้องวัดลำโพงที่ระยะห่าง 1 เมตรเท่านั้น แต่จริงๆ เราวัดที่ระยะห่างเท่าไหร่ก็ได้ ขอให้มันห่างพอที่จะวัดความถี่ที่เกิดจากดอกลำโพง และผลจากขอบลำโพง Edge Diffraction (คือ เสียงจากดอกลำโพง เมื่อเคลื่อนที่ไปเจอขอบของตู้ ขอบของตู้จะทำหน้าที่เสมือนจุดกำเนิดเสียงอีกจุดนึง ซึ่งก็จะ หักล้าง และ/หรือ เสริม กับเสียงจากดอกลำโพง) แล้ว ต้องวางไมค์ห่างเท่าไหร่ถึง

Setup การวัดที่บ้านผม

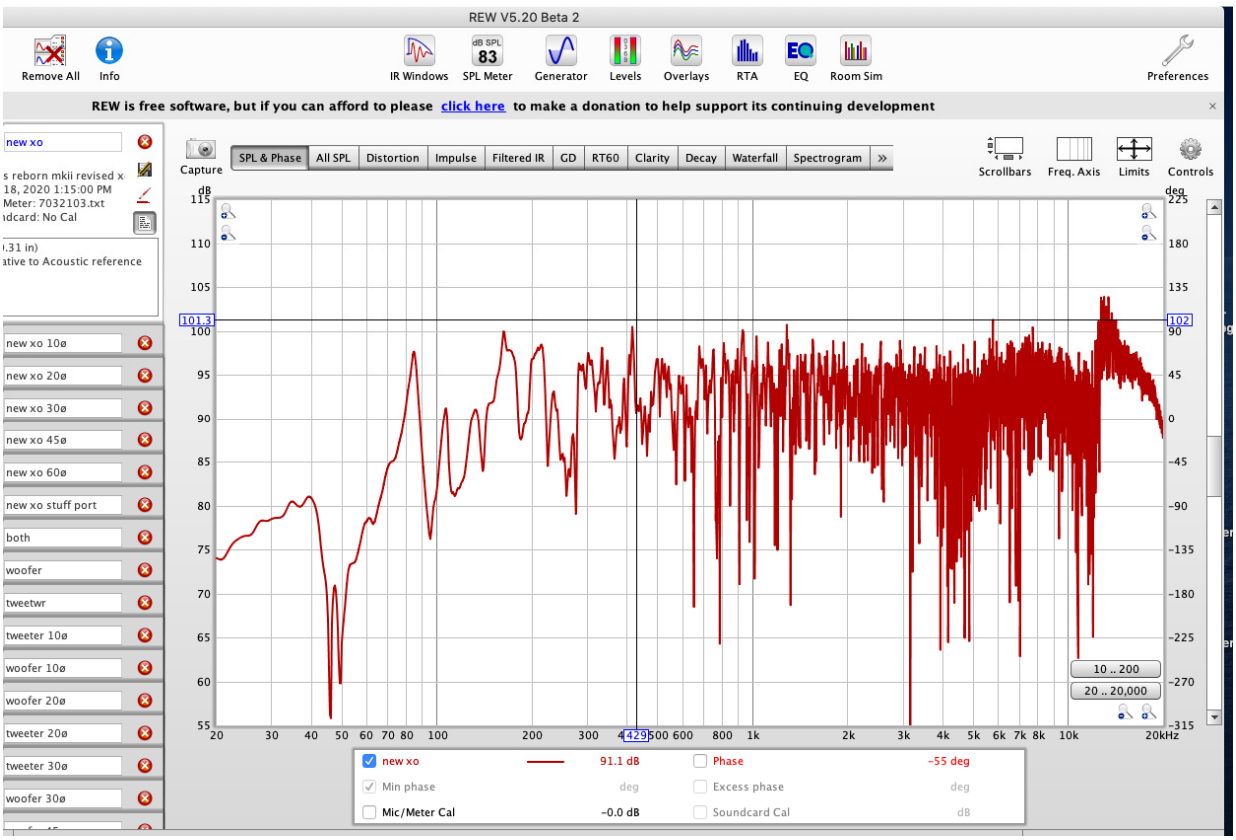
จะวัด Edge Diffraction ได้ ก็ต้องวางห่าง 2.5 เท่าของความกว้างของตู้ลำโพงครับ เช่น ตู้ลำโพงกว้าง 20 เซนติเมตร ก็วางไมค์ห่าง 50 เซนติเมตร ซึ่งจุดที่วางไมค์ ก็ต้องห่างจากผนังข้าง และ ผนังหลัง 1.5 เมตรขึ้นไป เช่นกัน

เมื่อเราเซ็ทเรียบร้อยก็ได้เวลาวัด ตอนเราเสียบไมค์ เข้ากับคอม แล้วเปิด REW โปรแกรม จะถามว่า เรามีไฟล์ Calibrate สำหรับไมค์ หรือเปล่า ก็ให้ตอบว่ามี แล้วโหลดไฟล์นั้นลงไป REW จะมีไฟล์ให้โหลด 2 ไฟล์ อันหนึ่งจะชื่อเหมือนตัวเลข Serial Number ของไมค์เรา ไฟล์นี้ใช้เมื่อเราวัดโดยใช้ไมค์ชี้เข้าไปตรงๆ ที่ลำโพง อีกไฟล์จะเพิ่มคำว่า _90deg ต่อท้าย ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้วัด Room Acoustic ให้เราใช้ไฟล์อันแรก แล้วเราจะกดปุ่ม





ตัวอย่างการ Set ค่าต่างๆ สำหรับการวัด



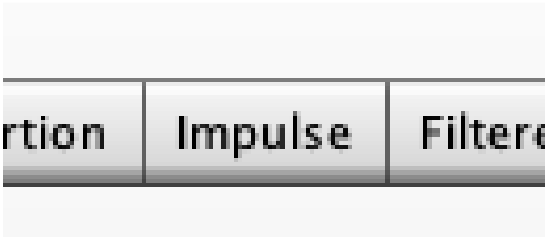
กราฟ Far-Field ที่ยังไม่ปรับแต่ง เส้นยุ่งๆ ทางด้านความถี่สูงเกิดจากการสะท้อนในห้องวัด

Measure ที่มุมซ้ายบน โปรแกรมจะแสดงหน้าตาเพิ่มขึ้นมาดังนี้

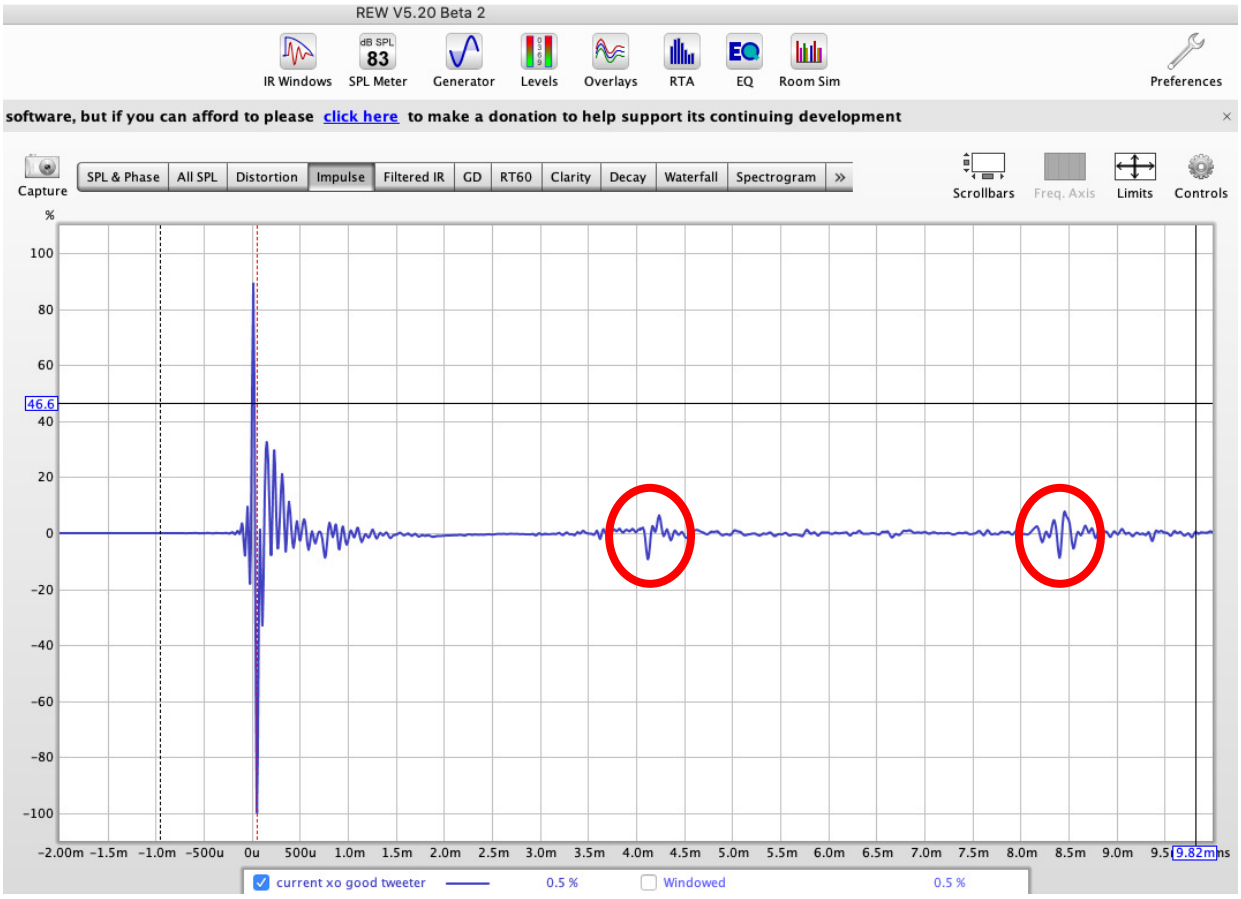
เซ็ตค่าตามที่ผมเซ็ตไว้ก็ได้ แต่ละเครื่องจะต่างกันตรง เกนของแอมป์ คุณต้องปรับเกนของแอมป์ ถ้าปรับได้ หรือปรับตรง Level(dBFS) แล้วกดปุ่ม Check Levels ดูว่ามันดังไป หรือ ค่อยไป ปรับความดังให้เหมาะโดยปรับให้วัดได้ราวๆ 85-90dB แถวๆ 1 kHz โดยที่สัญญาณไม่คลิป ถ้าบ้านคุณไม่เงียบ คุณอาจจะต้องวัดให้ดังขึ้น เพื่อให้ Noise Floor ต่ำลง แต่ระวังดอกลำโพงพังด้วยนะครับ อีกจุดหนึ่งที่ต้องเช็คคือ Timing Ref Output ว่าเป็นข้างขวา หรือ ซ้าย ถ้ากดวัดแล้วเครื่องฟ้องว่าไม่มี Timing Reference ให้ลองสลับขวาไปซ้ายดู จากนั้นก็กด Measure คุณก็จะได้กราฟยุ่งๆ ที่ทำเอาคุณตกใจขึ้นมาว่า ทำไมกราฟไม่เห็นสวยเหมือนที่หนังสือเขาวัดกัน

ขั้นนี้อย่าได้ตกใจ เหตุผลที่กราฟออกมาเป็นแบบนี้ เพราะว่าไมค์จะวัดผลของเสียงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นการวัดไปเรื่อยๆ จนหมดสัญญาณวัด ซึ่งระยะเวลาที่วัดนั้น ความถี่เสียงสูงจะสะท้อนไป

มาจากลำโพงไปผนังห้อง และพื้นผิวอื่น และสะท้อนมาที่ไมค์หลากหลายครั้ง จนเราเห็นเป็นกราฟเส้นถี่ๆ นั่นเอง ในขณะที่ความถี่ต่ำจะสะท้อนน้อยกว่า เพราะความยาวคลื่นยาวกว่าเยอะมากนั่นเอง



ขั้นตอนต่อไปให้เรากดแทป impulse ซึ่งจะแสดงเป็นหน้าจอแบบนี้ ถ้าใครไม่เป็นหน้าตาแบบนี้ ให้ตั้งค่าของแกน Y แนวตั้งเป็น % และปรับ Limits ให้อยู่ในระยะ 0.010 วินาที หรือ 10mS ก็พอ เราสนใจอยู่แค่ระยะนี้ เมื่อปรับจนได้กราฟแบบนี้แล้ว เราจะเห็นว่า Impulse Resonse อันใหญ่สุดที่ 0 วินาที คือ สัญญาณที่เกิดออกมาจากลำโพง จากนั้นที่ราวๆ 4mS เราจะเห็นสัญญาณที่ 2 และที่ 8mS จะเห็นสัญญาณที่ 3 ซึ่งสัญญาณพวกนี้ คือ



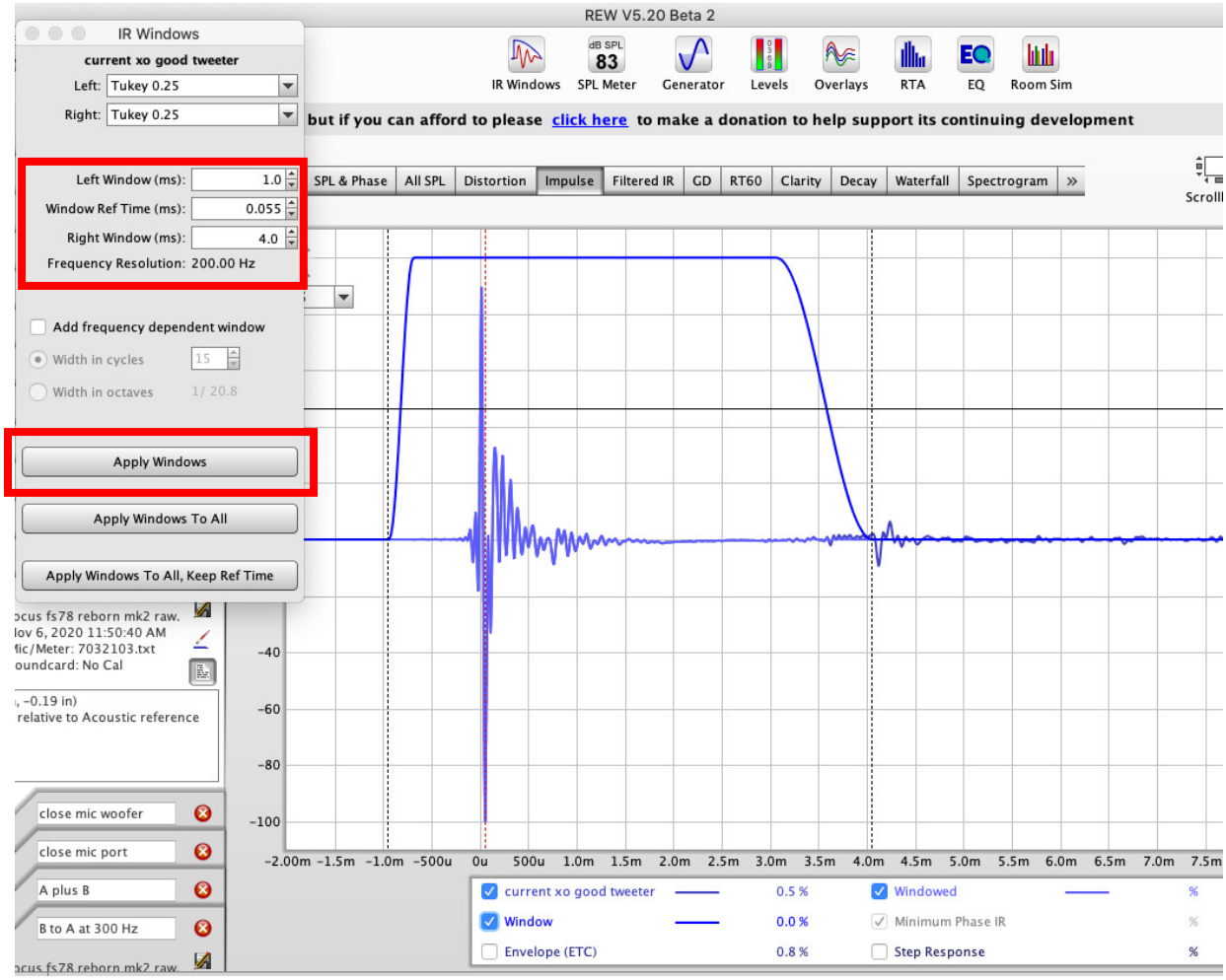
การสะท้อนที่ 4mS และ 8mS

สัญญาณที่สะท้อนมาจากพื้นผิวอื่นๆ ซึ่งเราไม่ต้องการวัด เราต้องการตัดมันออก

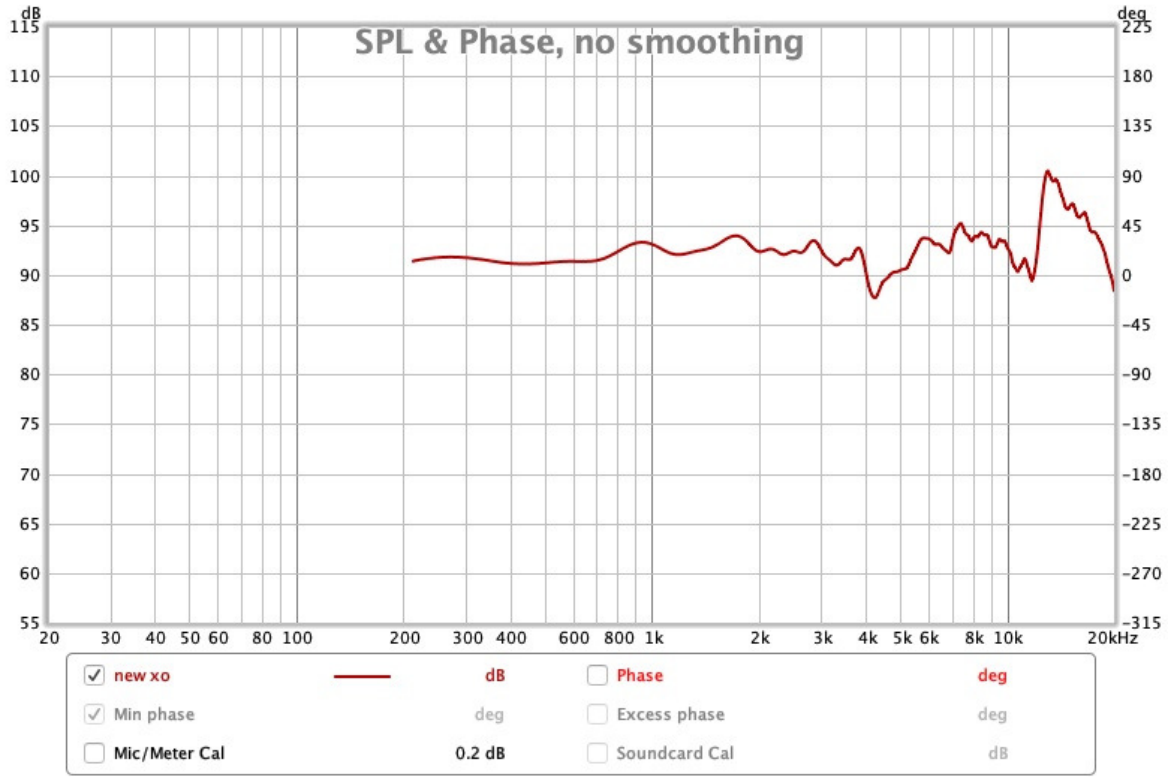
ซึ่งเราก็ทำได้โดยการ กดปุ่มข้างบนที่เขียนว่า IR Windows 

ซึ่งจะแสดงหน้าต่างใหม่ออกมา ให้เราแก้ค่า Left Window เป็น 1.0mS (ค่านี้ไม่สำคัญนัก แต่ผมมักเซทมันเป็น 1.0 เสมอ และ Right Window เป็น 4mS แต่ถ้าคุณวัดแล้วสัญญาณที่ 2 เกิดขึ้นก่อนหรือหลัง ก็ให้ปรับค่าตามนะครับ ถ้าสัญญาณเกิดขึ้นที่ 5.3mS ก็ให้ปรับ Right Window เป็น 5.3 จากนั้นก็กด Apply Window แล้วเลื่อนมากดแทป SPL & Phase คุณก็จะได้กราฟที่สะอาดขึ้นมาเยอะแล้ว

ที่กราฟนี้คุณจะเห็นว่า ความถี่ต่ำจะหยุดแค่ 200 Hz เพราะเราหยุดเวลาการวัดไว้แค่ 3.7mS แล้วตัดผลการวัดหลังจากนี้ออกไปหมด



การปรับช่วงกว้างของการวัดเพื่อตัดเสียงสะท้อนออกจากผลการวัด



กราฟ Far-Field ที่ปรับแต่งเรียบร้อยแล้ว

วิธีการวัดแบบนี้เรียกว่า Gated Measurement มันใช้วัดความถี่กลาง-แหลมได้ดีในพื้นที่จำกัด อย่างในบ้าน แต่ข้อเสียก็เห็นอยู่ คือมันวัดความถี่ต่ำไม่ได้ ซึ่งนำมาด้วยวิธีการวัดแบบที่ 2

การวัด Near Field Measurement

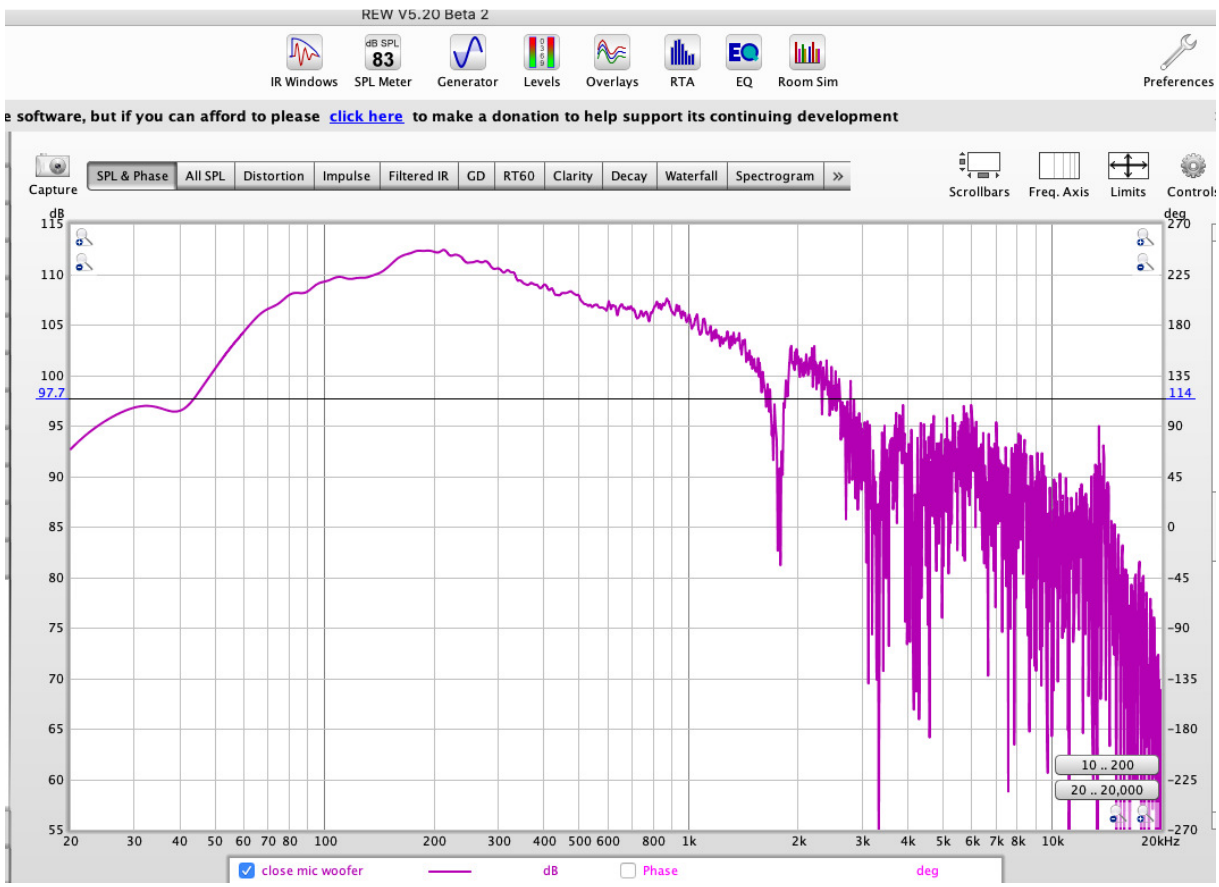
Near Field เอาไว้วัดความถี่ต่ำ หรือความถี่จากท่อเบส โดยตัดผลจากห้องออกไป วิธีการวัดคือ วางไมค์ที่กึ่งกลางดอกลำโพง ห่างจาก ดอกลำโพง 0.1 เท่า ของ Radiating Diameter หาร 2 หรือ รัศมีพื้นผิวดอกลำโพง เช่น

ตำแหน่งไมค์สำหรับวัด Near Field

ลำโพงผมขนาด 6 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยลำโพงอยู่ที่ 5 นิ้ว (Radiating Diameter 5 Inch) ดังนั้น ผมก็วางไมค์ห่างจากจุดกึ่งกลางดอกที่ 0.1 x (5/2) = 0.25 นิ้ว แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ มันจะจำกัดด้านความถี่สูง ที่จะอยู่ที่ Fmax = 4311 / Radiating Diameter (Inch) ในกรณีนี้ ความถี่สูงสุดที่วัดได้คือ = 4311 / 5 = 862 Hz ซึ่งถ้าเราวัดความถี่ต่ำด้วยวิธี Near Field เราก็จะได้กราฟประมาณนี้

วิธีเดียวกัน เราสามารถวัดเสียงจากท่อพอร์ทของเราได้เช่นเดียวกัน

แน่นอนว่า เราอยากรวมกราฟเข้าด้วยกัน เริ่มจากกราฟ Near Field ของ ดอกวูฟเฟอร์และท่อพอร์ตก่อน ไอ้การเอามาบวกกันเฉยๆ ก็ไม่ได้ เพราะพื้นที่ผิวต่างกัน ทำให้ความดันที่เกิดขึ้นกับไมค์ต่างกัน เราต้องลดความดังของท่อพอร์ตก่อนด้วยสูตร 20 log (Port Diameter / Cone Diameter) คือเอาเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อพอร์ต



ผลการวัด Near Field ของ Driver

หารด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกลำโพง ในกรณีนี้ ท่อพอร์ตเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หารด้วย 5 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของลำโพง

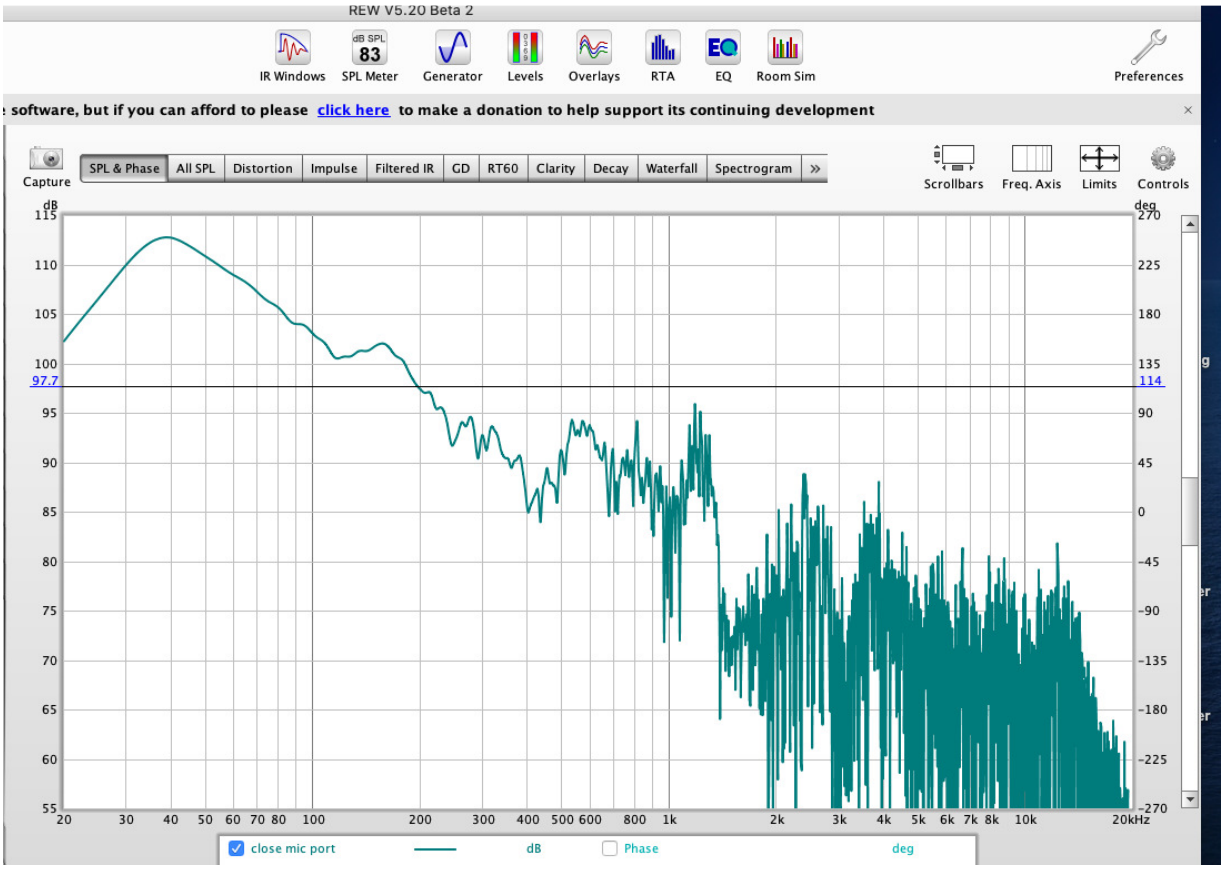
20 log (2 / 5) = -7.96 dB

หรือลดความดังของท่อพอร์ตลง 8dB ซึ่งเราสามารถทำในโปรแกรม REW ได้เลย โดยไปที่แทป All SPL แล้วกดปุ่ม Controls จะขึ้นเมนูเหมือนในรูป ให้เราเลือกกราฟท่อพอร์ทของเราแล้ว Offset (dB) ลงไป 8dB หลังจากนั้น ตรงฝั่งขวา Trace Arithmatic ให้เราเลือก A เป็นกราฟที่วัด Near Field ลำโพง และเลือก B เป็นกราฟที่วัดท่อพอร์ท จากนั้นเลือก A+B แล้วกด Generate

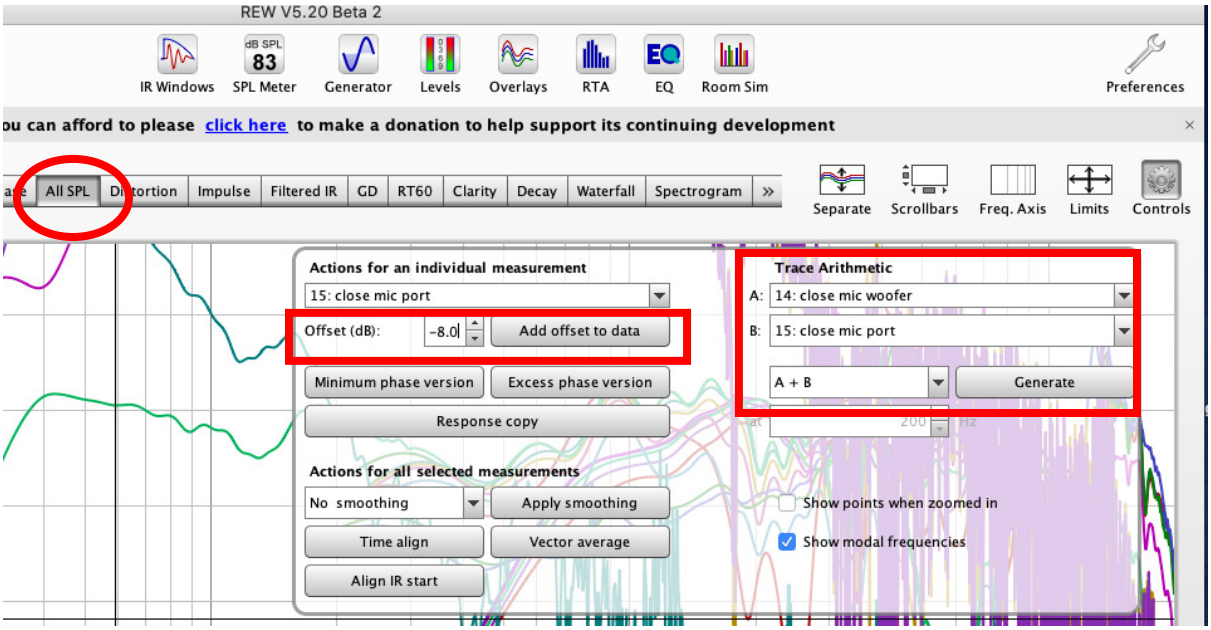
เราจะได้กราฟที่รวมท่อพอร์ตและดอกลำโพงเข้าด้วยกัน อย่าลืมว่า กราฟนี้ ความถี่สูงจะใช้ได้แค่ 862Hz สูงเกินกว่านี้ คือใช้ไม่ได้

การรวม Near Field และ Far Field เข้าด้วยกัน

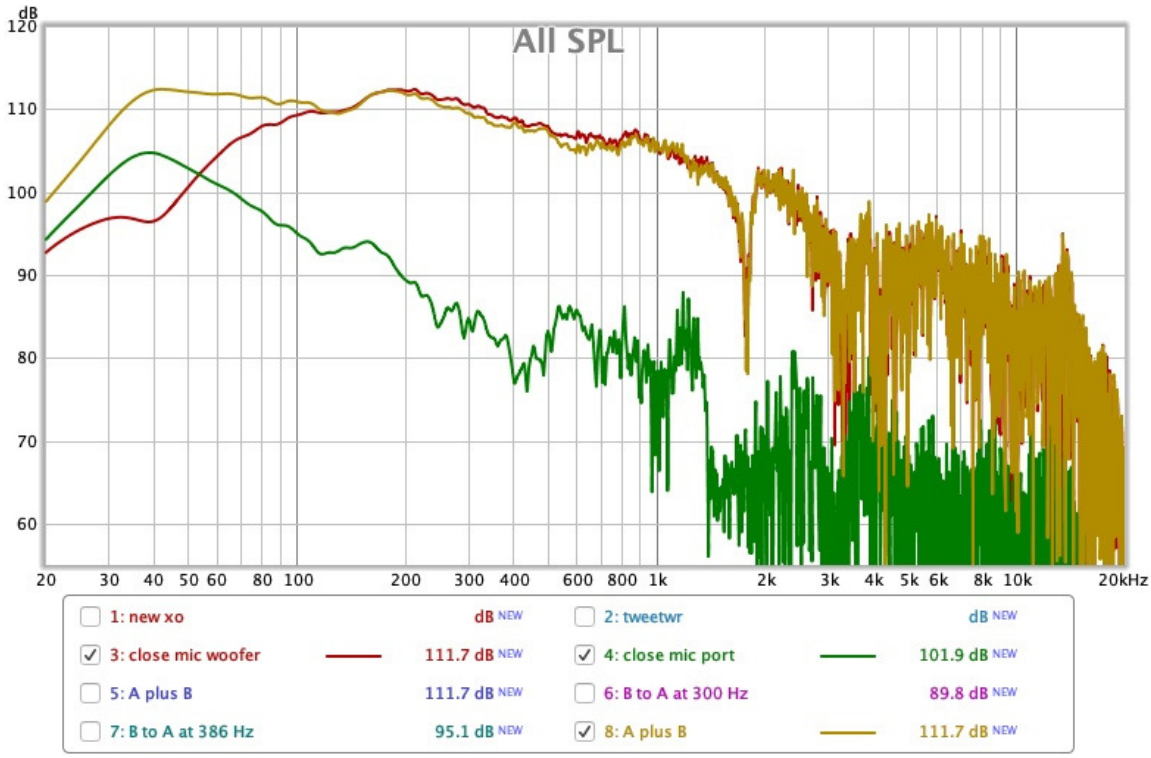
ถึงขั้นตอนนี้ เราจะได้กราฟมา 2 อัน อันนึง



ผลการวัดท่อพอร์ท (Bass Reflect)

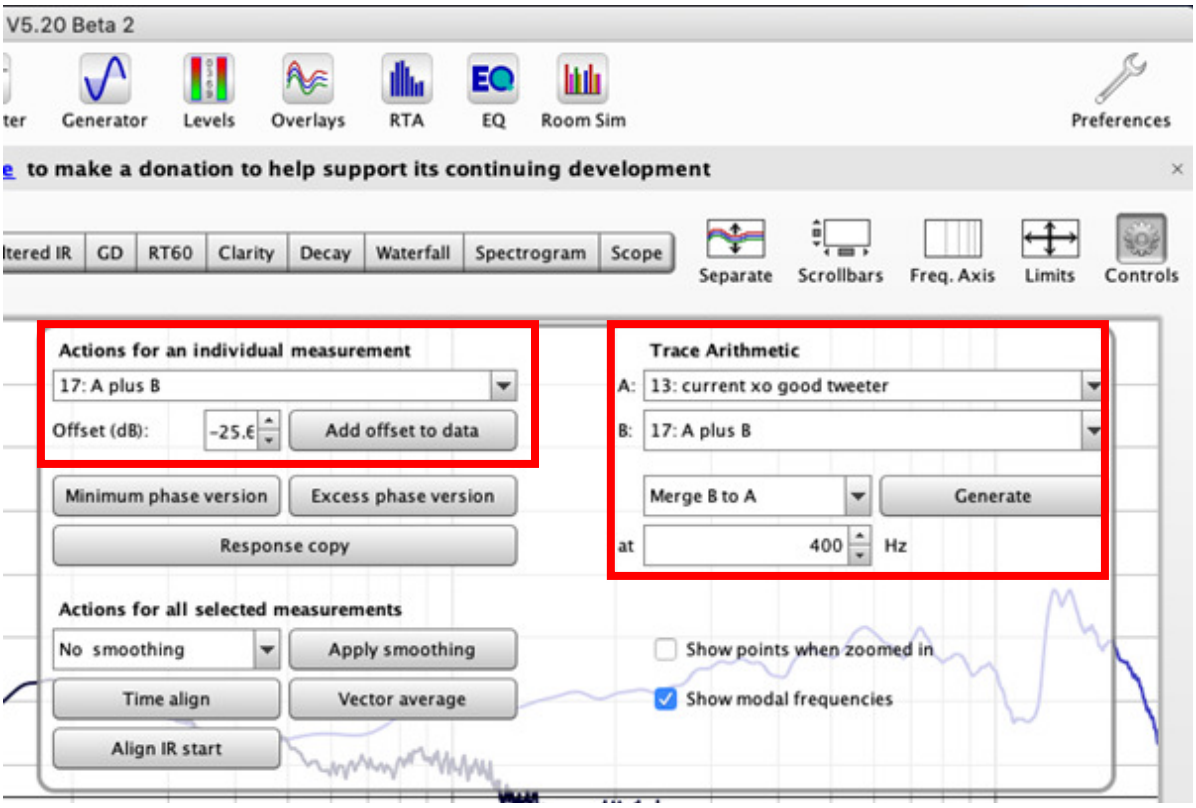


การปรับความดังของท่อพอร์ท และรวมกราฟ Driver และท่อพอร์ทเข้าด้วยกัน



เส้นแดงคือ Driver, เส้นเขียวคือ Port ที่ปรับ Level แล้ว, เส้นเหลืองคือผลรวมของ Driver + Port

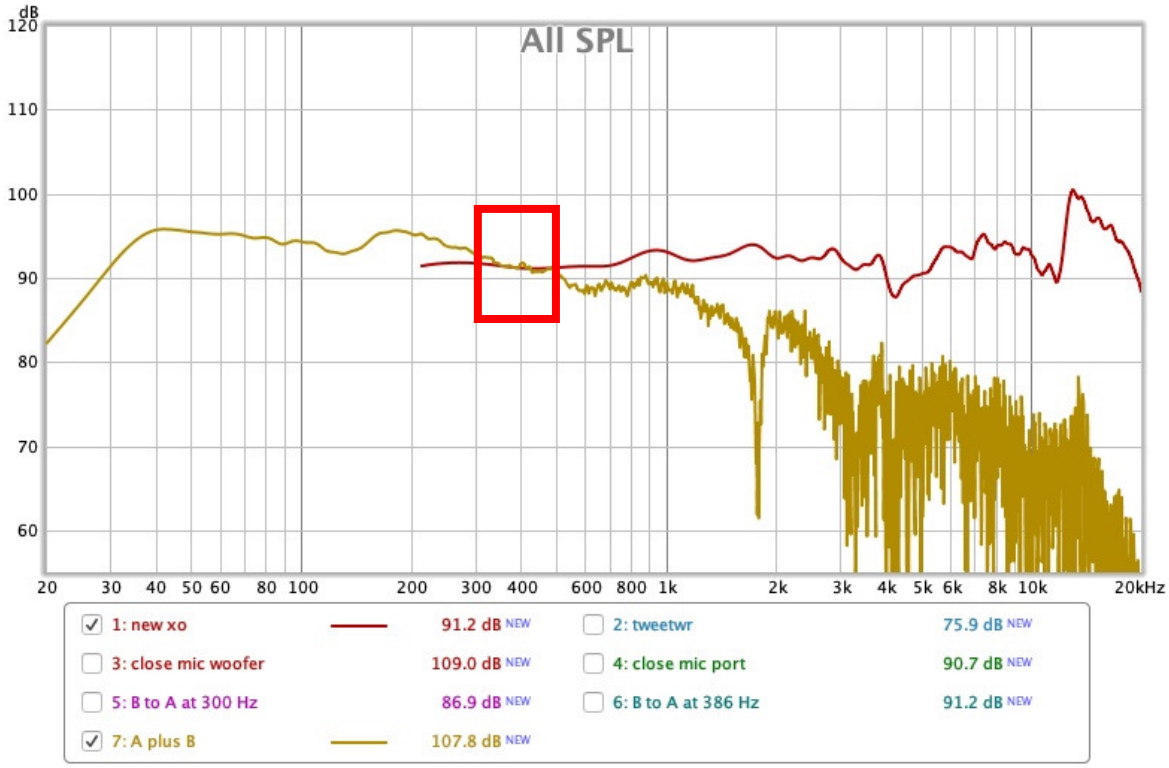
ใช้ได้ตั้งแต่ 200 Hz ขึ้นไป ส่วนอีกอันใช้ได้ตั้งแต่ 862 Hz ลงมา เราอยากจะรวมกราฟสองอันเข้า



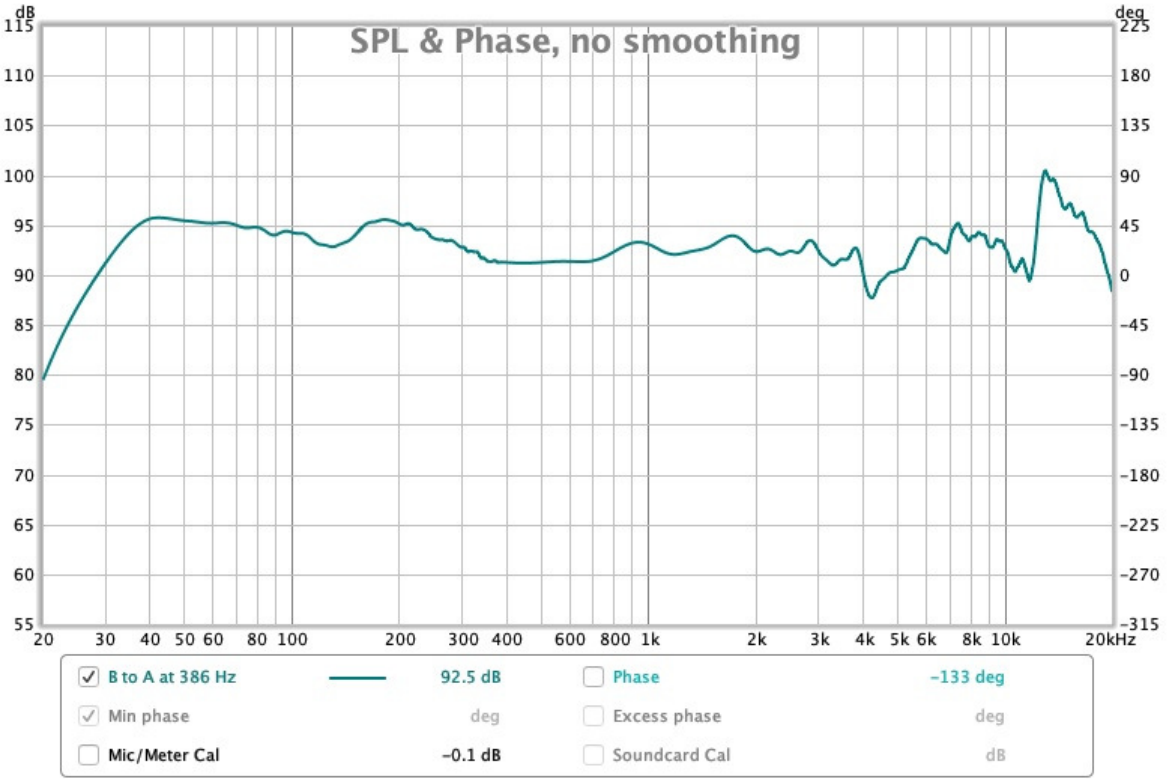
รวมกราฟ Far Field และ Near Field เข้าด้วยกัน

ด้วยกัน วิธีที่ผมใช้คือ ใช้ REW ในการรวม โดยไปที่แทป All SPL กด Controls ก็จะได้หน้าต่างนี้ขึ้นมา ให้เราไปที่ Trace Arithmetic แล้วเลือกกราฟ A Plus B ที่เป็นกราฟ Near Field ที่เรารวมเสียงต่ำเข้าด้วยกันขึ้นมา และเรียกกราฟ Gated Measurement ที่เราวัดเสียงกลาง-แหลมขึ้นมา จากนั้น ให้ลดความดังของเสียงต่ำ จนมีย่านที่ทับกัน ขั้นตอนนี้อาจจะต้องลองใส่ค่าดู แล้วดูกราฟเลื่อนไปเรื่อยๆ (Trial & Error) จนมีเส้นที่ทับกันพอดี อย่างในตัวอย่างนี้

จะมีเส้นกราฟที่ทับกันในย่าน 300-500 Hz ได้เป็นอย่างดี จากนั้นเราก็เลือก Merge B to A at 400 Hz เพราะเป็นความถี่ตรงกลางที่กราฟทับกัน กด Generate เราก็จะได้กราฟที่สมบูรณ์และแม่นยำ ตั้งแต่ 10 Hz จนถึง 20 kHz



เส้นแดง = Far Field, เส้นเหลือง = Near Field และบริเวณที่กราฟคาบเกี่ยวกัน



ผลรวมกราฟเป็นภาพการตอบสนองลำโพงทั้งชุด 20Hz – 20kHz

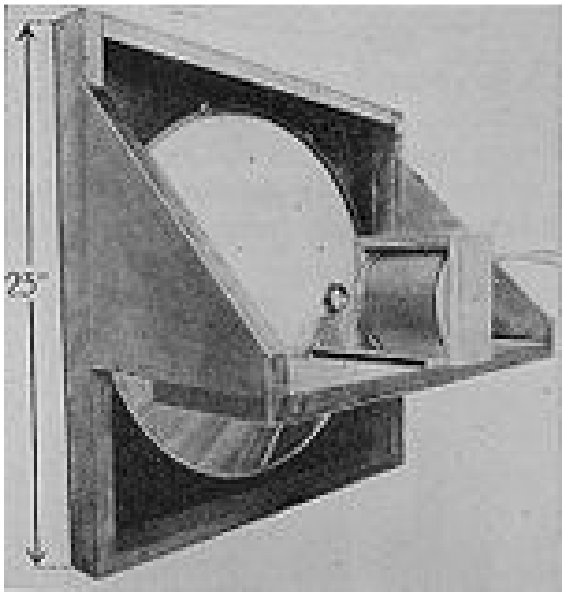
DIY Field Coil Speaker

ผู้เขียน : มนต์สรรค์ โสธรวิทย์

Field Coil เหรอ มันจะยากอะไร!!

"ของมันมีมาตั้ง 100 ปีแล้ว" เป็นประโยคที่ผมตอบเพื่อน DIY ท่านหนึ่งที่ถามว่า ไอ้ลำโพง Field Coil นี่ มันทำเองได้ไม๊วะ? หลังจากนั้นอีกหลายปี คำถามนี้ก็กลับมาหาผมใหม่ ตอนที่เราคุยกันเรื่องการจัดงาน Thailand Triode Meeting #1 และผมรับหน้าที่มาทำ Project นี้ ให้เสร็จทันเอาไปร่วมงานที่เชียงใหม่ด้วย ทีนี้ได้เวลาทำกันจริงๆ ซะทีล่ะ เป้าหมายแรกคือ เราจะเปลี่ยน Driver ของ JBL Paragon เป็นแบบ Field Coil ทั้งหมด ประกอบด้วย Woofer LE15A (150-4C ถ้าผลิตก่อนปี 1960), Compression Driver 375 และ Ring Radiator 075 ครับ ซึ่งตอนที่คุยกันผมทำ Ring Radiator Field Coil เสร็จไปข้างหนึ่งแล้ว แต่สุดท้ายก็เกรงใจเจ้าของ Paragon ที่ยืมมา ก็เลยปรับโครงการเป็นการทำลำโพงคู่ใหม่ไปเลยน่าจะเหมาะกว่า

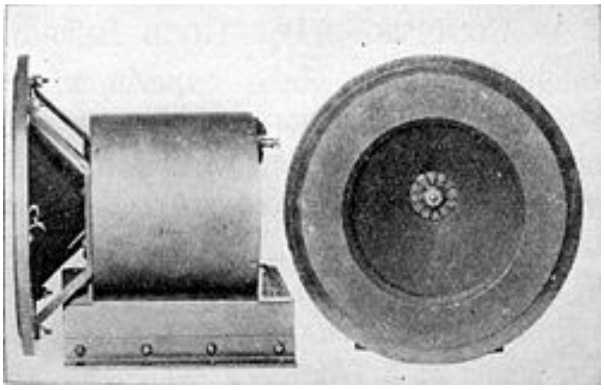
Field Coil เป็นชื่อเรียกย่อๆ ของ Electro-Magnet ก็คือแม่เหล็กไฟฟ้านั่นเองครับ ลำโพงในยุคแรกๆ จะใช้แม่เหล็กไฟฟ้าในการสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อให้เกิดแรงกระทำบน Voice Coil เมื่อมีสัญญาณเข้ามา จึงเรียกลำโพงชนิดนี้ว่า Field Coil Speaker ต่อมาเมื่อมีการประดิษฐ์แม่เหล็ก Alnico ได้ ลำโพง Field Coil นี้ก็ค่อยๆ หายไปจากตลาด เนื่องจาก Alnico เป็นแม่เหล็กถาวร จึงไม่ต้องจ่ายไฟให้เกิดสนามแม่เหล็กเหมือน Field Coil ปัจจุบันนี้ แม่เหล็กที่นิยมนำมาใช้ผลิตลำโพงจะเป็นชนิด Ferrite และมีบางส่วนที่ใช้แม่เหล็ก Neodymium (ลำโพง Electrodynamic



Electrodynamic Speaker ตัวแรกของโลก ประดิษฐ์โดย Edward W. Kellogg และ Chester W. Rice ปี 1925 (Pic: www.wikipedia.org)

ตัวแรก เกิดเมื่อปี 1925 ยังไม่ถึง 100 ปีหรอกครับ แต่ก็อีกไม่นานละ)

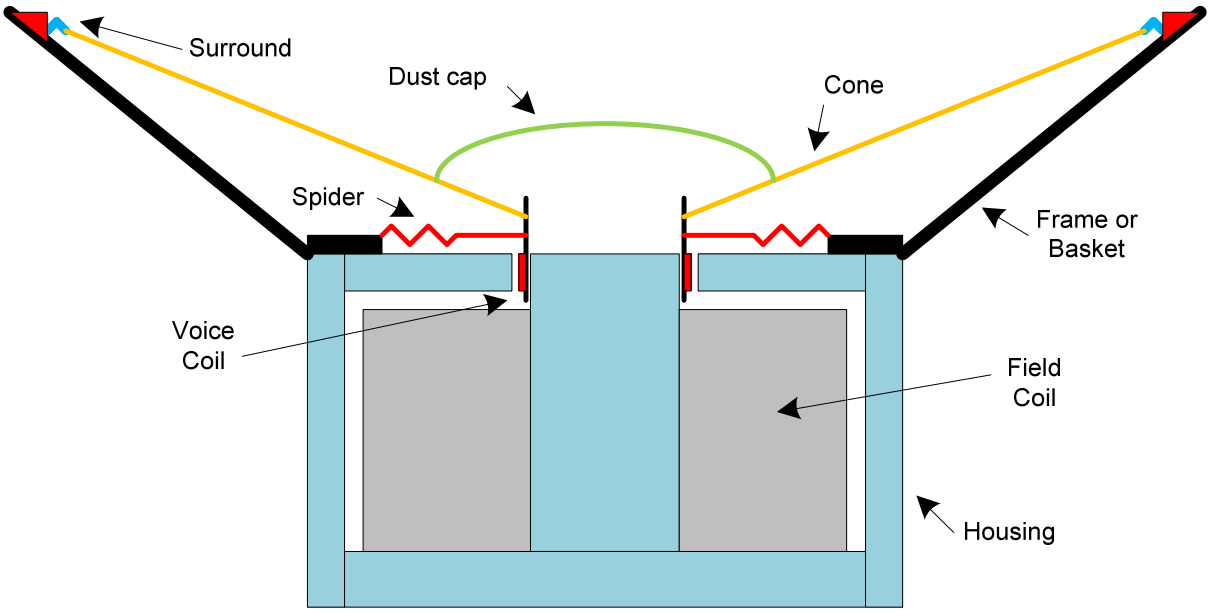
เกร็ดประวัติศาสตร์ : อันที่จริง Paul G.A.H. Voigt ชาวอังกฤษ ก็ประดิษฐ์ Electrodynamic Speaker ได้ในเวลาไล่เลี่ยกัน แต่ Claim Patent ช้ากว่า Kellogg / Rice เพียงไม่กี่สัปดาห์ครับ



Electrodynamic Speaker เชิงพาณิชย์ตัวแรก ผลิตโดย RCA Radiola มีขนาด 6 นิ้ว ราคา US$250 เมื่อปี 1926 (Pic: www.wikipedia.org)

เริ่มต้นออกแบบ

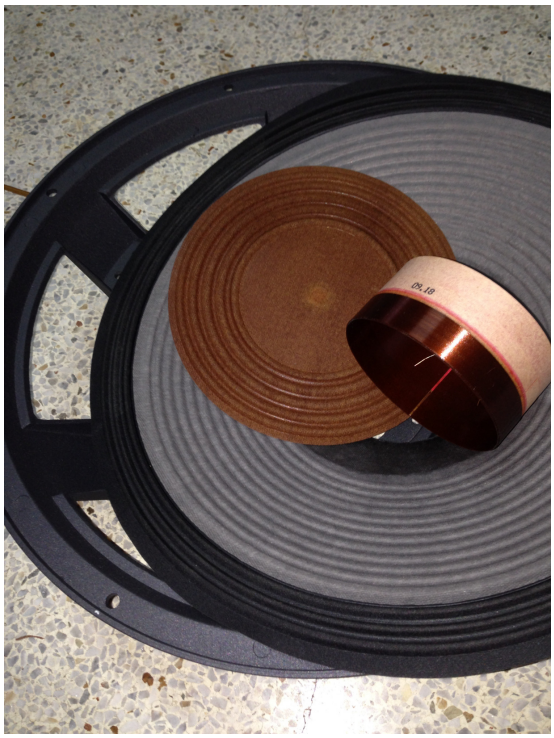
แม่เหล็กไฟฟ้า (Electro-magnetic) เป็นบทเรียนฟิสิกส์ ที่นักเรียนมัธยมปลายสายวิทย์ทุกคนจะต้องเรียน ถ้าคุณจะออกแบบเองบ้าง ไม่ต้องไปหาตำราที่ไหนครับ กลับไปเปิดตำราฟิสิกส์มัธยมปลายอ่านให้เข้าใจ คุณก็มีความรู้พอจะทำ Field Coil (FC) ได้แล้วครับ ส่วนที่ผมทำเองไม่ได้ (ตอนนี้) จะเป็นพวกชุดขับเคลื่อนก็คือ กรวย และ Voice Coil (VC) ครับ ผมจึงไปเริ่มที่การหาชุดขับเคลื่อนก่อน



ส่วนประกอบต่างๆ ของลำโพง Field Coil

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของลำโพง

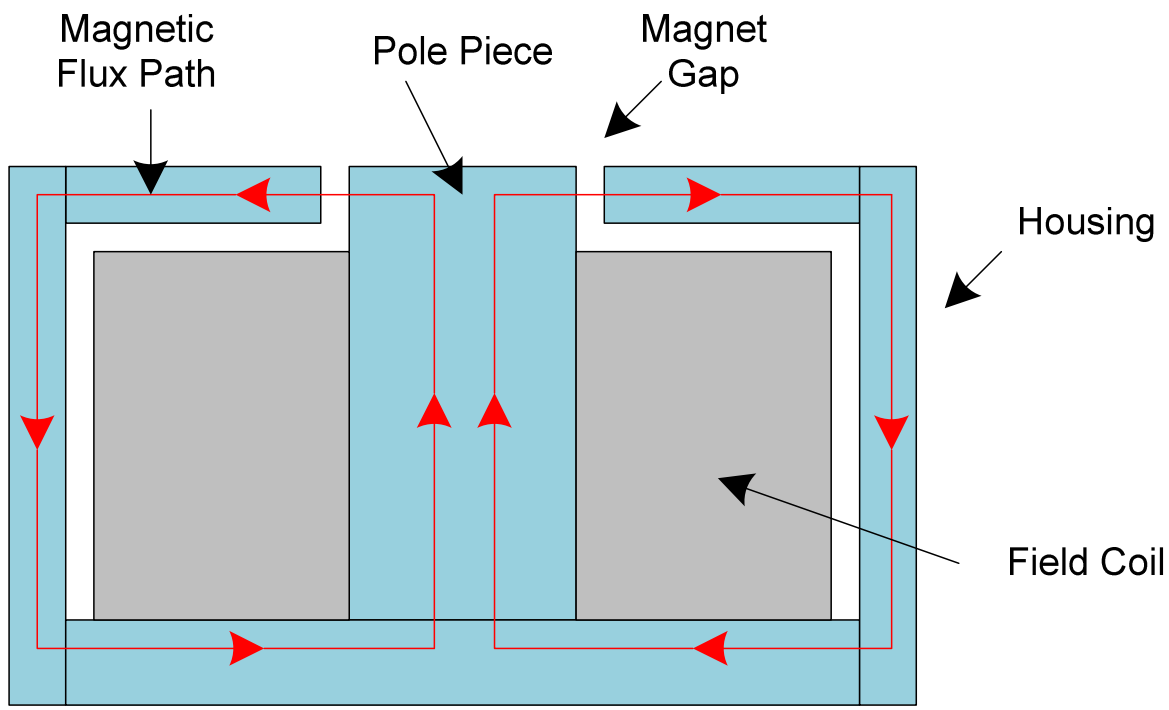
หลายๆ คนคงทราบหรือเคยได้ยินมาว่า ชิ้นส่วนลำโพง JBL (After Market) หลายตัวผลิตในเมืองไทย โดย P.Audio ผมจึงเอา JBL นี่แหล่ะเป็นจุดตั้งต้น อีกเหตุผลคือเป็นเรื่องศรัทธาครับ อันนี้คุณต้องลองไปศึกษาว่าคุณ James B. Lansing แกคิดค้นอะไรไว้บ้าง Driver ลำโพงที่ทำกันอยู่ทุกวันนี้ล้วนอยู่บนฐานมรดกความรู้ที่คุณ Lansing ทิ้งไว้ให้ครับ Project นี้ ผมตั้งเป้าไปที่ Driver ขนาด 15 นิ้ว ก็เลยเลือกหาอะไหล่ของ JBL 15 นิ้ว หลายๆ ตัวมาผสมกัน กรวย JBL 2226, VC 4 นิ้ว ลวดอลูมิเนียมแบน (Edge-Wound) ของพวกนี้กับ FC ไม่มีโอกาสได้เจอกันครับ คือตอนที่คุณ Lansing พัฒนาชิ้นส่วนพวกนี้ออกมา ก็เป็นยุคของ Alnico ไปแล้ว ส่วน Spider ผมเลือกแบบที่นิ่มกว่าที่ JBL ใช้ปกติ เพื่อให้กรวยเคลื่อนไหวในย่านต่ำมากๆ ได้ตรงกับสัญญาณที่ป้อนให้ VC ครับ คุณอาจจะสงสัยว่าผมเอาเงื่อนไขอะไรมาเลือกชิ้นส่วนพวกนี้ หลักข้อแรกของผมก็คือ เบาและแข็งแรง ครับ ที่เหลือก็ต้องบอกว่าเซ็นส์ล้วนๆ ครับ ถูกใจอันไหนก็เลือกอันนั้นแหล่ะครับ ก็ยังไม่เคยทำเลยนี่ครับ จะรู้ได้ยังไงว่าจะได้เสียงแบบไหนครับ ส่วน Frame ผมเลือกใช้เป็นอลูมิเนียมหล่อครับ เพื่อความแข็งแรงเนื่องจาก FC จะหนักมาก



ชิ้นส่วนที่หามาได้จากบ้านหม้อ

ตอนนั้นยังไม่รู้ว่ามันจะหนักกว่าที่คิดไว้เยอะครับ ไว้บอกทีหลังว่าน้ำหนักซั่งก่อนขึ้นซกเท่าไหร่นะครับ เอาล่ะ พอได้ Frame แล้วก็ถึงเวลาออกแบบ FC กันละ

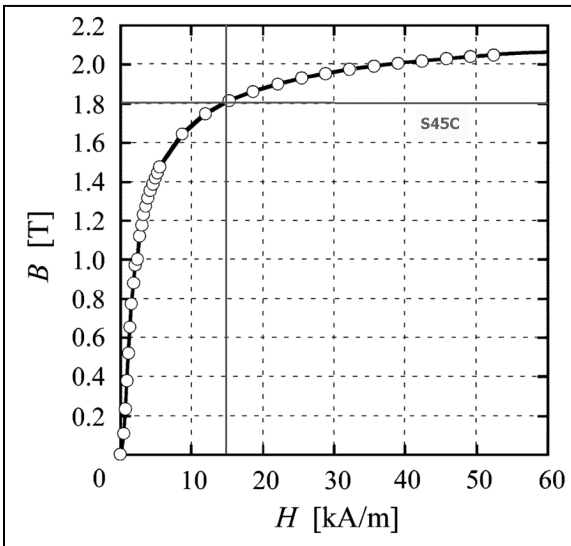
มารู้จักส่วนประกอบต่างๆ ของ Field Coil ก่อนครับ ดูตามรูปเลยครับ จากหนังสือฟิสิกส์มัธยม เราทราบว่าในหมู่วัสดุพื้นๆ เป็นวัสดุที่หาได้ทั่วไป เหล็กบริสุทธิ์มีอัตราการอิ่มตัวทางแม่เหล็กสูงที่สุด ที่ประมาณ 2.1 Tesla (= 21,000 Gauss) แต่เหล็กบริสุทธิ์นั้นราคาสูงมาก และหาได้ยากในบ้านเรา ปรึกษากับปั๊ปแล้ว เอานี่แหล่ะ S45C เหล็กสำหรับงานโครงสร้าง-อุตสาหกรรมทั่วไป เริ่ม



วงจรแม่เหล็กของชุด Field Coil เส้นสีแดงแสดง Magnetic Flux ที่เกิดจาก Field Coil

อิ่มตัวทางแม่เหล็กแถวๆ 1.8T และ Max ที่ 2.0T มีค่า Relative Permeability ประมาณ 130

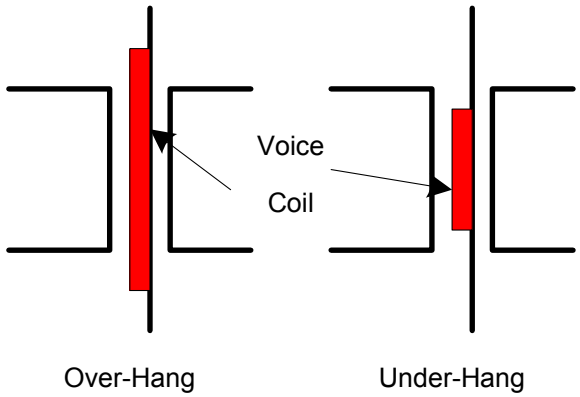
องค์ประกอบ	อัตราส่วน
Carbon	0.42-0.48
Manganese	0.60-0.90
Sulfur	0.035
Phosphorus	0.030
Silicon	0.15-0.35
Iron	Balance
Note: ตามมาตรฐาน JIS Steel S45C (Equiv: DIN C45, AISI 1045)	



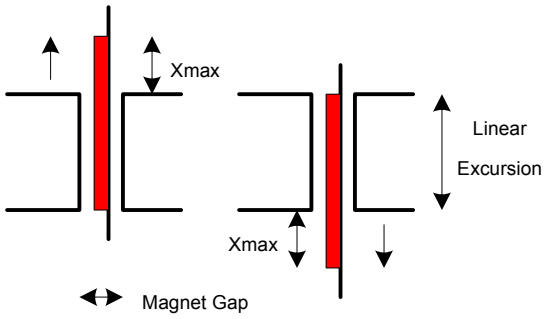
B-H Curve ของเหล็กเกรด S45C

หาได้ทั่วไป และราคาไม่สูงนัก พอได้ Spec เหล็กแล้ว ก็มาออกแบบ Magnet Gap และ Housing กันครับ

เบื้องต้นจะต้องเลือกระหว่าง Over-hang กับ Under-hang ก่อน ดูตามรูปเลยครับ Over-hang (OH) คือ Voice Coil จะสูงกว่า Magnet Gap คือมีส่วนที่เลย Magnet Gap ออกมา ส่วน Under-hang (UH) VC จะจมอยู่ใน Magnet Gap ทั้งหมด ข้อดีของ UH คือ พลังงานไฟฟ้าที่วิ่งเข้า VC จะเกิดแรงกระทำกับสนามแม่เหล็กทั้งหมด และเนื่องจาก VC จมอยู่ใน Gap ทั้งหมด ทำให้แรงมีความสม่ำเสมอ ผลลัพธ์คือความเพี้ยนต่ำ อย่างไรก็ตาม VC สำหรับ UH มักจะต้องใช้ลวดขนาดเล็ก ทำให้รับกำลังขับไม่ได้มาก ซึ่งเป็นข้อดีของ OH คือ รับกำลังขับได้มาก แต่มีส่วนของ VC ที่ไม่ได้รับสนามแม่เหล็กอยู่มาก รวมถึงน้ำหนัก



Over-Hang and Under-Hang Voice Coil



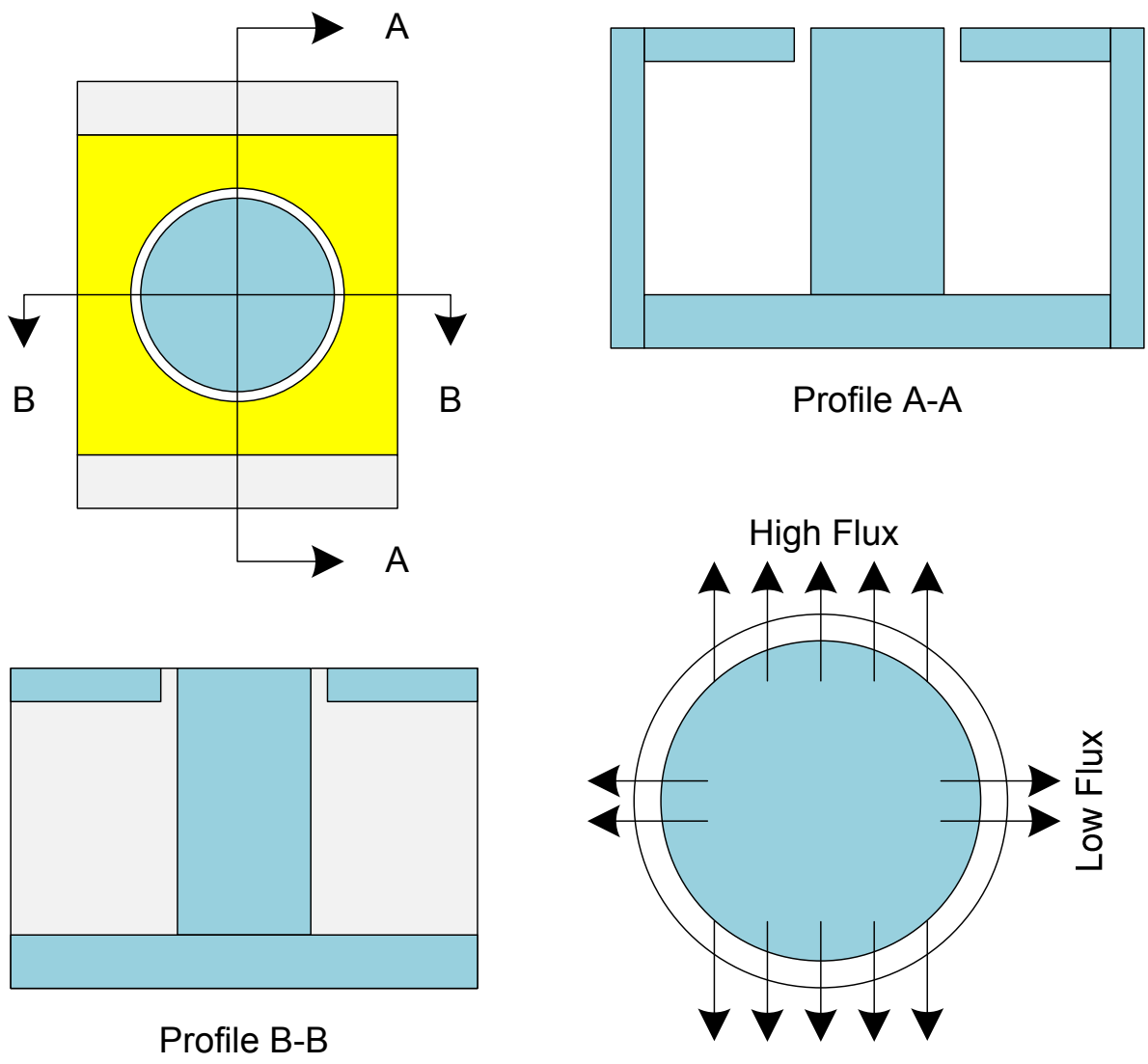
Magnet Gap และ Linear Excursion

ลวดที่ต้องมากกว่าแน่นอน ประสิทธิภาพจึงต่ำกว่า UH ครับ ลำโพงกรวยยุคแรกๆ (< 1935) มักจะเป็นแบบ UH เช่น Western Electric TA-4151, RCA MI-1432 เป็นต้น ส่วนรุ่นหลังจากนั้นจะเป็นแบบ OH เกือบทั้งหมดครับ เพื่อให้รับกำลังขับได้มากขึ้น ส่วน Compression Driver จะเป็นแบบ UH ทั้งหมดครับ VC ที่ได้มา มี Diameter 99.1mm, ความสูง Coil 18mm และหนา 1.8mm ถ้าเลือกแบบ UH ก็จะต้องทำ Magnet Gap ลึก 24mm เป็นอย่างน้อย แน่นอนว่า FC ก็ต้องใหญ่ขึ้นเพื่อให้ได้ Flux Density ที่ต้องการ ผมจึงต้องเลือกใช้ OH ครับ โดยกำหนด Xmax (ช่วงการเคลื่อนที่ของกรวยที่ยังคงเป็นเชิงเส้นอยู่) ไว้ที่ ±4.0mm ได้ความสูงของ Gap 10.0mm, Pole Piece Diameter 98.5mm และ Gap กว้าง 3.0mm Flux Density ที่ต้องการ 2.0T (2.0 Weber/m^2) คิดเป็น Magnetic Flux = 2 x [Gap Area] =

2 x [¶ x 0.0985 x 0.01] = 0.0062Wb ค่านี้จะเป็นค่าเป้าหมายในการออกแบบ FC ครับ

ปัญหาของเกือกม้า

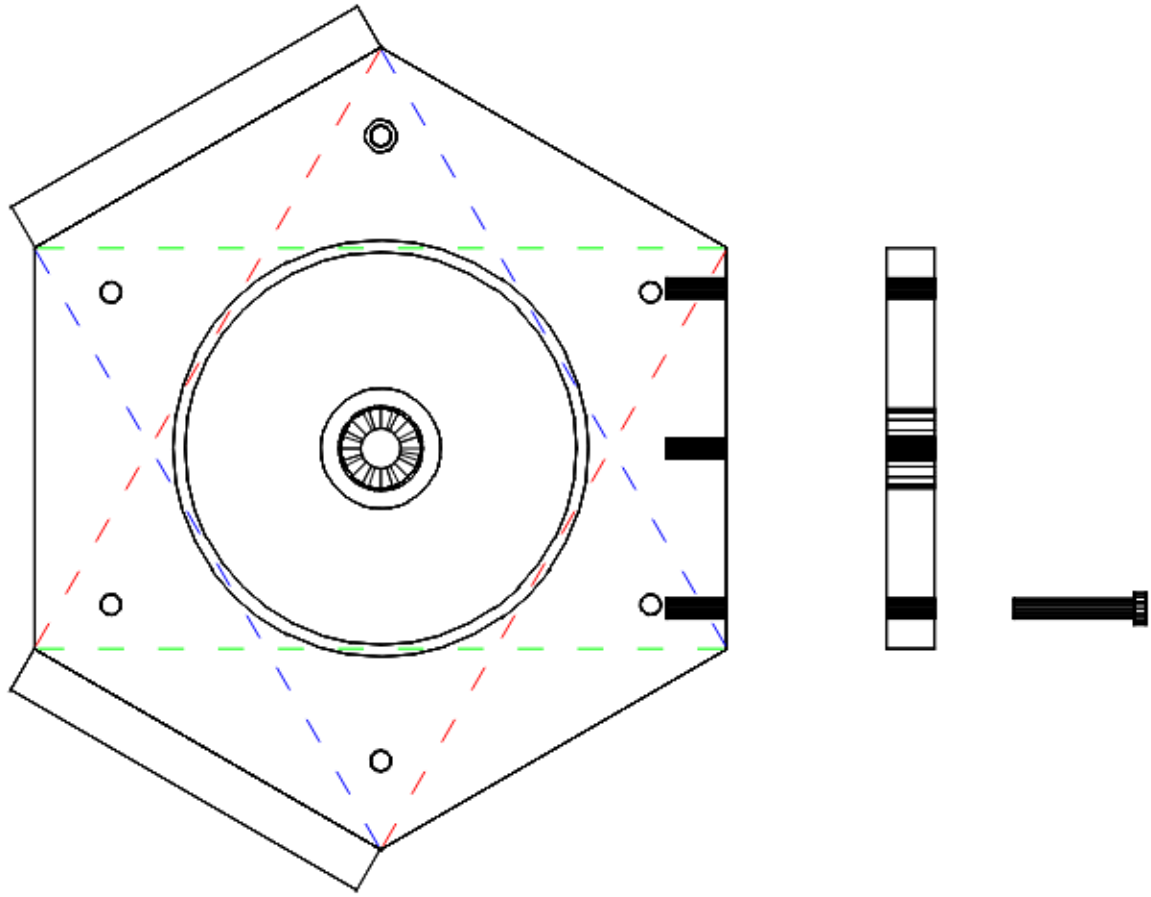
ลำโพง FC ส่วนใหญ่ มักจะใช้ Housing เป็นเหล็กตัวยู หรือที่หลายๆ คนเรียก เกือกม้า มาครอบ FC เพื่อให้ครบวงจรแม่เหล็ก หลักการนี้พอจะเปรียบเทียบได้กับวงจรไฟฟ้า กล่าวคือ เส้นแรงแม่เหล็กจะพยายามวิ่งในวัสดุที่เป็นแม่เหล็กได้ดีกว่า ในที่นี้ เหล็ก ย่อมดีกว่า อากาศ มาก Housing จึงเป็นสิ่งจำเป็น และต้องมีรูปร่างและขนาดใหญ่เพียงพอด้วย ไม่เช่นนั้น เส้นแรงแม่เหล็ก



การใช้เหล็กเกือกม้าหรือ U-Shape ในการทำให้วงจรแม่เหล็กครบรอบ

จะมาอิ่มตัวใน Housing แทน และเราจะไม่ได้ Flux Density ที่ต้องการใน Gap เช่นนั้น เวลาออกแบบ FC จึงมีหลักคิดง่ายๆ ว่า พื้นที่หน้าตัดที่ Flux ผ่าน จะต้องเล็กที่สุดตรง Gap ส่วนอื่นให้มีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าเสมอ สำหรับโครงการนี้พื้นที่ใน Gap = [π x 98.5 x 10] = 3,100mm^2 จุดอื่นๆ ตามแนวเส้นแรงแม่เหล็กจึงต้องมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่า 3,100mm^2 ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่ผมจะใช้ประมาณ 1.5-2.0 เท่า เช่น Pole Piece Dia 98.5mm = 7,600mm^2 ส่วนแผ่นหลังใช้หนา 15mm (1.5 เท่าของ Gap Depth) เป็นต้น ทีนี้ก็มาถึงปัญหาของเกือกม้าละ ดูตามรูปเลยครับ

เกือกม้าจะรองรับ Magnetic Flux ได้แค่ 2 ด้านเท่านั้น (A-A) ในขณะที่ Gap ของเราเป็นรูปวงกลม เช่นนั้น Flux จะมาแออัดกันในด้านที่มีเกือกม้าติดอยู่ ส่วนด้านที่ไม่มีเกือกม้า (B-B) Flux จะโค้งตามเนื้อวัสดุเพื่อไปเข้าเกือกม้าให้ได้ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะเลี้ยวมาได้หมด ส่วนหนึ่งก็จะต้อง



การติดแผ่นเหล็ก 3 ด้านเพื่อให้วงจรแม่เหล็กวิ่งได้ครบรอบ เส้นประแสดงแนวที่ครอบคลุม Pole-Piece

วิ่งผ่านอากาศออกไปเพื่อกลับไปที่ Pole Piece อีกขั้วหนึ่ง ผลคือ VC จะได้รับ Flux แรงๆ แค่ 2 ด้าน คือด้านที่ติดกับเกือกม้า (A-A) อีก 2 ด้านจะได้รับ Flux น้อยกว่ามาก และเกิดเป็นความเพี้ยนขึ้นมาในช่วงความถี่ต่ำ ซึ่งต้องการกำลังในการขับกรวยมากๆ การแก้ปัญหานี้ก็คือทำ Housing เป็นทรงกระบอกครับ Flux ก็จะกระจายไปใน Gap เท่าๆ กันทุกด้าน แต่การทำทรงกระบอกขนาด Dia 30cm สูงอีก 15-20cm หนา 10mm คงต้องไปสั่งท่อเหล็กทั้งเส้นมาตัดเอา ซึ่งค่าใช้จ่ายสูงแน่นอน และการระบายความร้อนจาก FC ก็จะไม่ค่อยดีด้วย เพราะ Housing จะอมความร้อนไว้ภายใน ผมจึงออกแบบให้เป็นรูป 6 เหลี่ยมตามรูปครับ โดยตัดเหล็กแผ่นมาประกบ 3 ด้านจาก 6 ด้าน โดยได้แนวคิดมาจากเรื่องดาวเทียม 3 ดวงจะครอบคลุมพื้นที่โลกในแนวศูนย์สูตรได้ทั้งหมด ซึ่งจะ Cover การไหลของ Flux ได้ทั้งวงรอบ 360 องศา ในขณะที่อากาศยังไหลเวียนได้ดีอยู่ แบบที่ได้จึงออกมาตามรูปครับ ใครจะลองทำแปดเหลี่ยม แล้วสลักลายยันต์แปดเหลี่ยมลงไปด้วยก็ได้ครับ คงดูขลังไม่น้อยทีเดียว

จะเห็นว่าแผ่นเหล็ก 3 ด้าน จะครอบคลุมเส้นแรงแม่เหล็กจากเส้นรอบวง Air Gap ได้ทั้งหมด ถ้ากำหนดให้ความกว้างแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่าขนาดของ Pole Piece ครับ หรือจะลองทำเพิ่มเป็น 6 ด้านก็ได้ โดยอาจจะใช้เหล็กขนาดเล็กกว่าเพื่อให้มีช่องระบายอากาศได้บ้าง ลักษณะของ Housing ทั้งอัน จะเป็นตามรูปนี้ครับ

<u>คำนวณรอบขดลวด</u>

สุดท้ายคือการคำนวณรอบขดลวดครับ มาดูค่าคำนวณต่างๆ กันครับ

1. พื้นที่ Pole Piece = 7,600mm^2
2. เหล็ก S45C มี Relative Permeability = 130 แต่เนื่องจากมี Gap 3mm กับการอิ่มตัวทางแม่เหล็กของวัสดุบริเวณ Gap อยู่ด้วย ค่า R. Permeability จะลดลงเหลือราวๆ 100 เท่านั้น ถ้าคุณจะใช้วัสดุอื่น ก็ศึกษาวิธีคำนวณ Relative Permeability จากวิชาแม่เหล็กไฟฟ้านะครับ หาได้จากตำราฟิสิกส์มัธยมครับ
3. ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กใน Pole Piece คิดเทียบจาก Gap = 2.0T @3,100mm^2 Flux Density ใน Pole Piece = 2 x [3100/7600] = 0.816T
4. คำนวณหาจำนวนรอบใช้สูตรพื้นฐานของ Solenoid เอาครับ ตรงนี้ไม่ต้องคำนวณ

ละเอียด เพราะยังไงเราก็ปรับกระแสเพื่อเพิ่ม-ลดความแรงแม่เหล็กได้อยู่แล้ว เอาแค่รอบคร่าวๆ มาพันขดลวดก็พอ

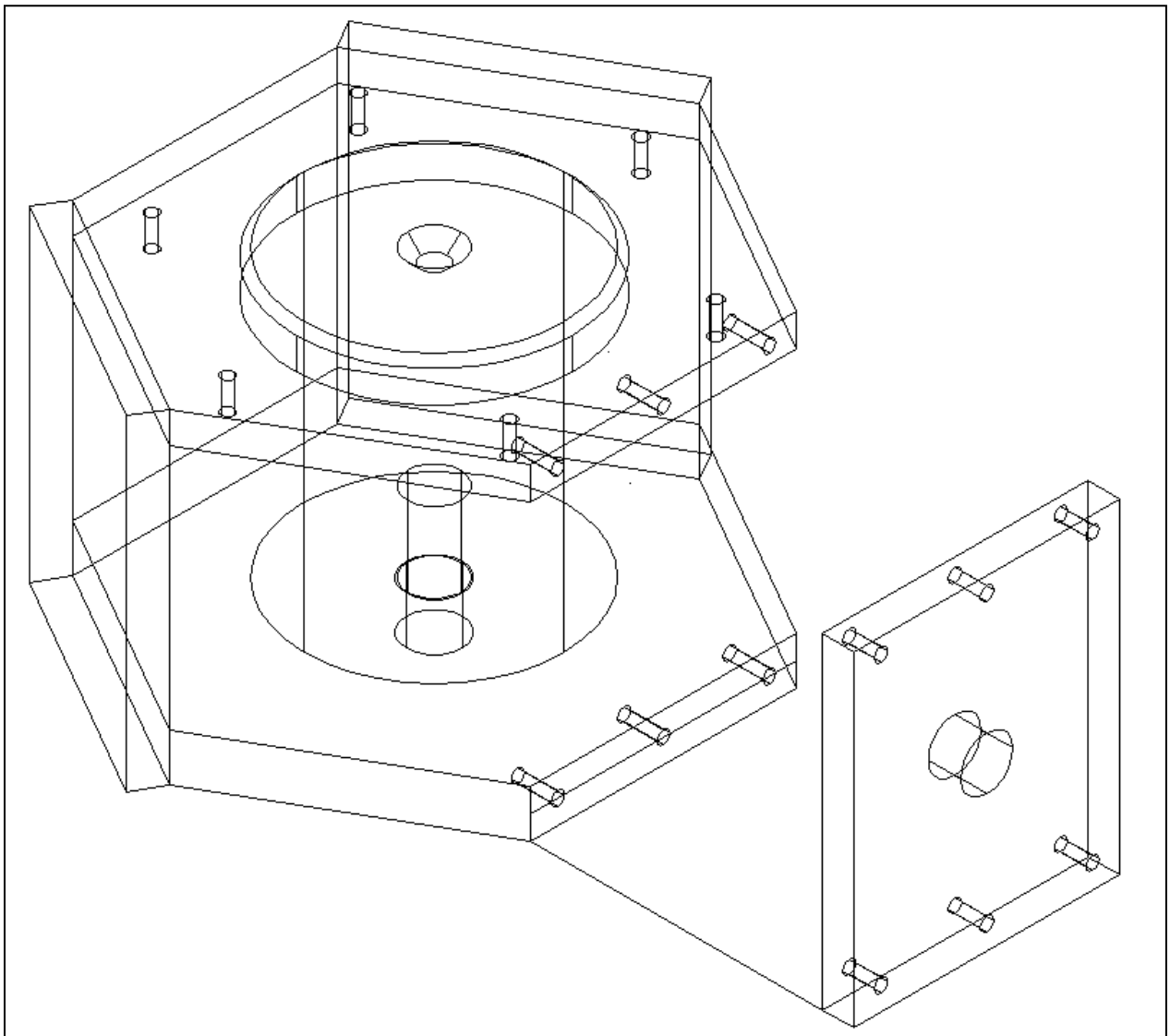
$B = \mu_0 \mu_r NI / L$

B = Magnetic Flux Density

μ_0 = Permeability of Vacuum (เป็นค่าคงที่ เท่ากับ $4\pi \times 10^{-7}$)

μ_r = Relative Permeability of Material (100)

N = จำนวนรอบ



Drawing ชุด Field Coil Housing

I = กระแสที่ไหลในขดลวด (ประมาณ 1.5A)

L = ความสูงของขดลวด (ประมาณ 0.14m)

$N = B \times L_m / [\mu_0 \mu_r I]$

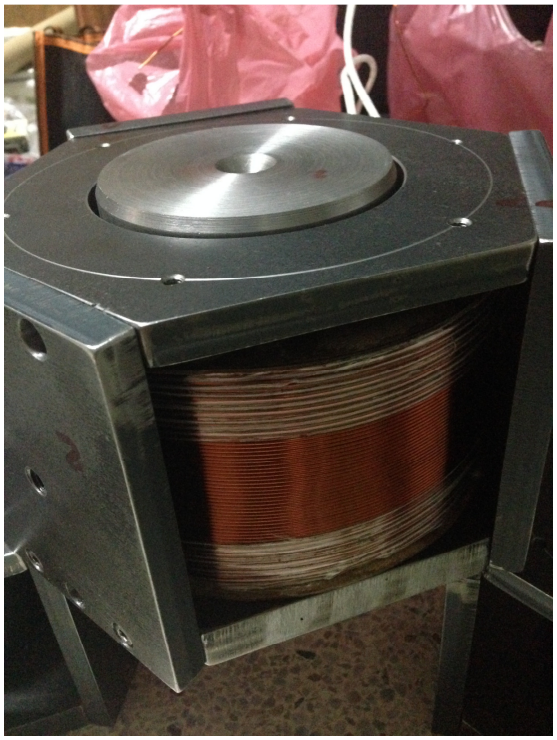
$N = 0.82 \times 0.14 / [4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 1.5]$ = **610 Turns**

สรุป FC ของเรามี Dia 100mm (เท่า Pole Piece) สูง 14cm พันลวด 610 รอบ เป็นอย่างน้อย เนื่องจากผมเผื่อขนาด Housing ไว้ใหญ่มาก เมื่อเทียบกับรอบที่ต้องการขั้นต่ำ เลยแจ้งร้านพันมอเตอร์ไปว่า ให้ใช้ลวด #18 SWG พันไปจนกว่าจะเต็ม Bobbin เลยได้มา 1,700 รอบครับ DCR 10.5 Ohm เนื่องจากจำนวนรอบเป็น 3 เท่าของค่าที่ออกแบบไว้ เพียงแค่ป้อนกระแสตรง 1/3 = 0.5A ก็ได้ Flux Density ที่ต้องการแล้วครับ หรือจะใช้ Website ช่วยคำนวณก็ได้ครับ แต่ต้อง Trial & Error ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่ต้องการนะครับ แนะนำ Web นี้ครับ

http://www.calctool.org/CALC/phys/electromagnetism/solenoid

ประกอบร่าง

ผมส่งแบบ Mechanical ให้ปั๊ปช่วยสั่งทำชิ้นส่วนมาให้ พอได้ Pole Piece แล้วค่อยเอาแกนไปสั่งพันขดลวดมาครับ อย่าพันลวดให้เต็มความสูงของแกนนะครับ ต้องเผื่อระยะให้ VC ขยับได้ด้วย เพราะเราออกแบบเป็น Over-hang ครับ เช่น Pole Piece ของผม สูง 15cm ผมก็พัน FC มาแค่ 14cm เหลือระยะไว้ 1.0cm ครับ Xmax ของโครงการนี้คือ 0.8cm ถือว่าผมเผื่อไว้แค่พอดีเพราะโอกาสที่ผมจะเปิดดังมากๆ จนกรวยเคลื่อนเกินค่า Xmax คงเป็นไปได้ยาก ถ้าคุณเปิดดังมากๆ จะเผื่ออีกซัก 0.5cm ก็ได้ครับ พอได้ของครบก็ถึงเวลา

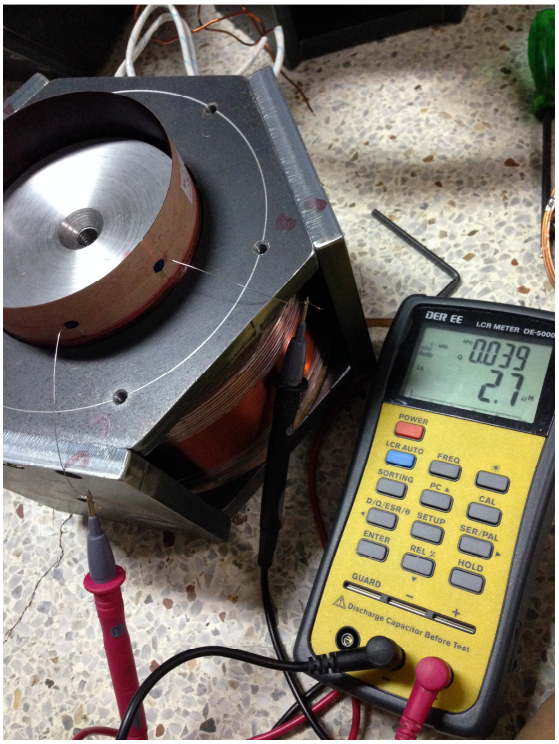


Housing และ Field Coil ที่ประกอบแล้ว

ลองประกอบ Housing กับชิ้นส่วนอื่นๆ ดู

ประกอบร่าง โดยการติดตั้ง FC ลงไปใน Housing ก่อน แล้วก็ทำการ Alignment Pole Piece ให้ได้ Gap สม่ำเสมอกันทั้งวงรอบ ก่อน Alignment ผมติดตั้ง Shorting Ring ลงไปด้วย หรือบางคนก็เรียกว่า Faraday Ring คือเป็นขดลวด Short รอบครับ ใส่ลงไปใน FC เพื่อ Short Inductance ของ VC ครับ เป็นการลด Resonance อันเนื่องมาจาก Inductance ของ VC และลดความเพี้ยนย่านต่ำครับ ลำโพงยุคแรกๆ จะไม่มี Shorting Ring ครับ เพิ่งมามียุค '60 นี่เองครับ (JBL เรียกใน LE-8T Datasheet ว่า Silvered Pole-Piece) จากนั้นก็ประกอบ Frame เข้ากับ FC Housing สุดท้ายก็ติดตั้ง VC, Spider และกรวยลงไปครับ บัดกรีสาย VC แล้วก็ทดสอบป้อนสัญญาณดูครับ สุดท้ายก็ปิด Dust Cap เป็นอันพร้อมใช้งานครับ ขั้นตอนส่วนนี้ผมไม่ลงรายละเอียดนะครับ ลองไปยืนดูช่าง

ค่า Inductance Voice Coil ใน Free-air



ค่า Inductance Voice Coil ใน Magnet Gap

ค่า Inductance ใน Magnet Gap

ที่มี Shorting Ring

บ้านหม้อซ่อมซัก 2-3 ตัว ก็กลับไปทำเองได้แล้วครับ หรือจะหาดูใน youtube ก็มีเยอะแยะครับ

ผมใช้ลวดทองแดงประมาณ #25 SWG มาขด 3 ชั้นและบัดกรีให้มัน Short รอบกัน เป็น

การติดตั้ง Shorting Ring ใน Pole Piece

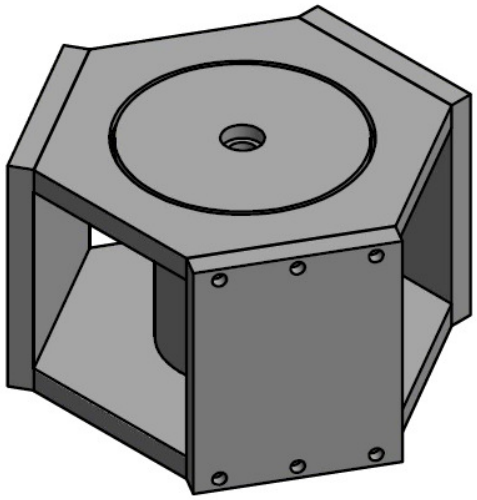
ทดสอบฟังก่อนปิด Dust Cap เป็นขั้นตอนสุดท้าย

Shorting Ring และติดตั้งลงไปบน Field Coil ลองวัดเปรียบเทียบค่า Inductance ของ VC เทียบกับเมื่ออยู่ใน Gap ที่ไม่มีและมี Shorting Ring จะได้ค่า 1.17mH, 2.70mH และ 1.25mH ตามลำดับ จะเห็นว่าค่า L เกือบจะเท่ากับค่าใน Free Air เมื่อมี Shorting Ring ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของ Shorting Ring คือมันจะลดการ Coupling ระหว่าง Voice Coil กับ Field Coil ลง จริงๆ แล้วเรียกว่าเกิดการสูญเสียพลังงานใน Shorting Ring จะถูกต้องกว่า เหมือน Transformer Short ขดน่ะครับ แต่กลับให้ผลดีคือ ไม่เกิดการ Coupling สัญญาณจาก Voice Coil กลับไปที่ Field Coil ซึ่ง Load ทางฝั่ง Field Coil ก็คือภาคจ่ายไฟ Field Coil นั่นเอง ซึ่งแอมป์จะเห็นเป็น Non-Linearity Load ชนิดหนึ่ง และส่งผลให้เกิด Distortion ครับ

ประกอบเสร็จเรียบร้อย 4 ตัว

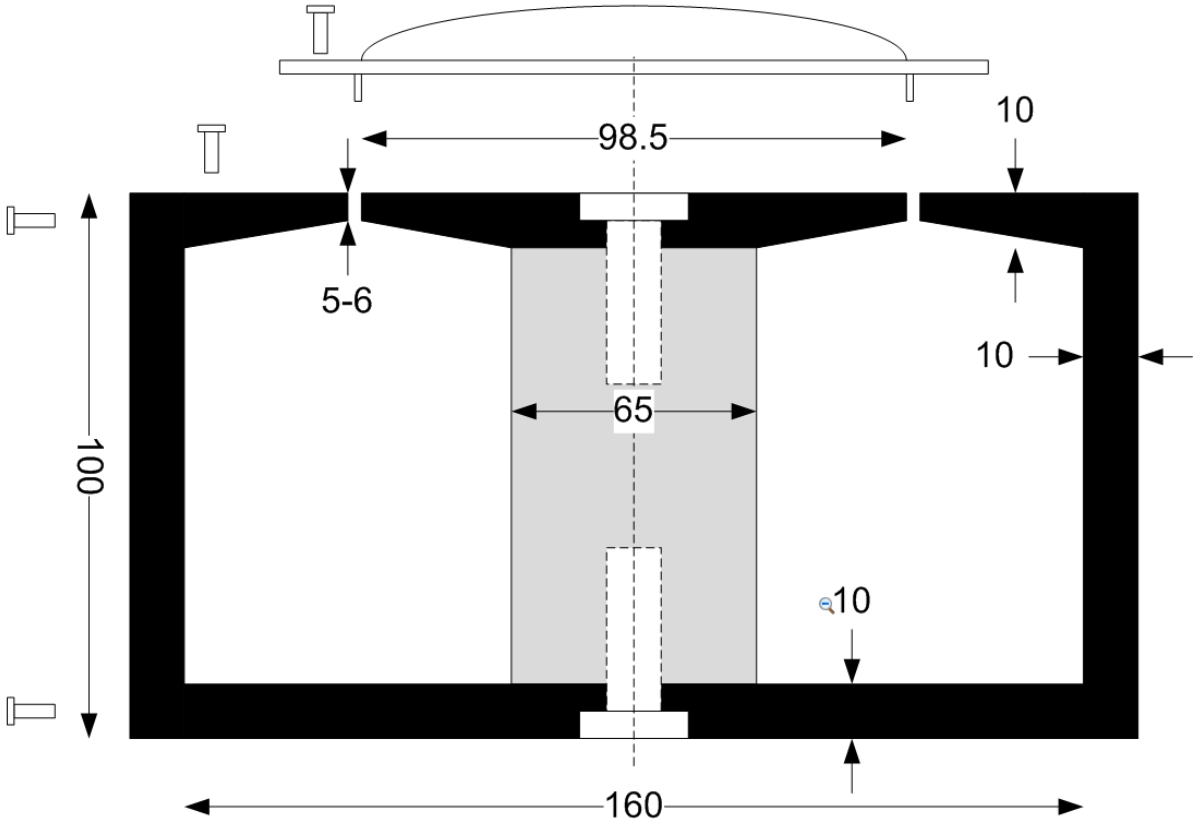
Field Coil Compression Driver

ได้ Woofer มาแล้ว ก็ต้องทำ Compression Driver มาเข้าชุดกับมันต่อครับ ขั้นตอนเหมือนเดิมครับ เริ่มจากการหา Diaphragm กับ Voice Coil ที่ยังไม่มีปัญญาทำเองก่อน มาทาง JBL ขนาดนี้แล้วก็ต้องไปต่อให้จบครับ จะเป็นรุ่นอื่นไปไม่ได้เลย JBL 375 เท่านั้นครับ Diaphragm ที่ได้มาเป็น Titanium Dome ครับ แมพก็ทักว่า “เค้าว่า Aluminium Dome เสียงดีกว่านะพี่” ก็เคยได้ยินมาแบบนั้นเหมือนกันครับ แต่มันหายากและราคาแพงครับ อีกอย่างผมคิดว่าเราทำ Driver ตัวใหม่ ไม่ได้ทำเลียนแบบ JBL ซะหน่อย Diaphragm ก็ติดด้านหน้าเหมือน Dome Tweeter ทั่วไป ไม่ได้ติดด้านหลังแล้วผ่าน Throat มาเหมือน JBL 375 และไม่มี Phase Plug ด้วย ก็เลยสั่ง Diaphragm จากจีนมาคู่ละ 1,300 รวมส่งถึงหน้าบ้าน ที่บ้านหม้อก็มีนะครับ เป็น Titanium เหมือนกัน คู่ละ 2,500 ครับ ไว้ว่างๆ จะไปซื้อมาลองเปลี่ยนดูครับ



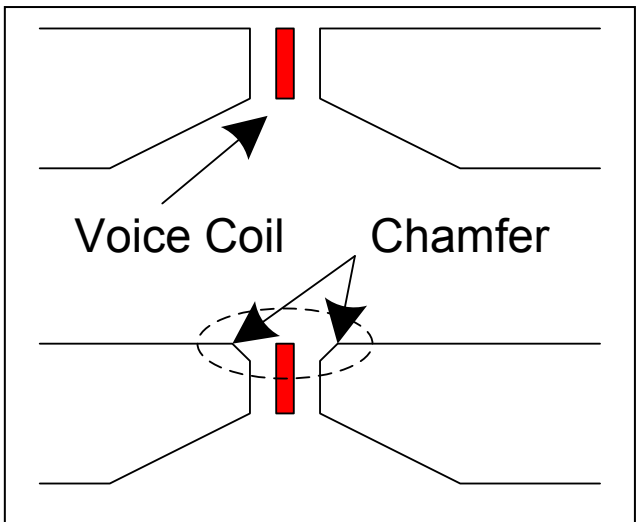
Draft 3D ใน Auto-CAD

Voice Coil ของ JBL 375 มีความสูงแค่ 3-4mm เท่านั้น Diameter 4 นิ้ว (99.2mm) เท่ากับ Woofer ครับ หนาแค่ 1.0mm ขนาด Magnet Gap จึงเป็น Diameter 98.5mm สูง 5.0mm กว้าง 1.75mm ครับ เนื่องจากความสูง Gap เหลือแค่ครึ่งหนึ่งของ Woofer ผมจึงลดขนาดของ Pole Piece ลงด้วย เหลือแค่ Dia 65mm ส่วนแผ่นหน้าผมยังใช้หนา 10.0mm ตามเดิม แล้ว Taper ลดขนาดให้เหลือ 5mm ที่ Gap รูป Profile แบบนี้ครับ



Dimension ของ Field Coil Housing

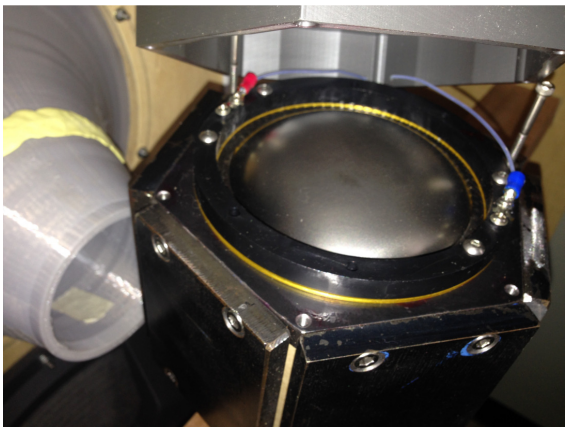
รอบนี้ไม่ต้องทำแบบละเอียดครับ เพราะช่างเข้าใจแล้วว่าเราจะสั่งทำอะไร แต่พอได้ของมาปรากฏว่าขนาดของแผ่นหน้าเล็กกว่าแบบอยู่ 2cm มีผลให้แผ่นประกบ 3 ด้าน ไม่ครอบคลุมเส้นรอบวงของ Magnet Gap ทั้งหมดครับ ก็เลยแก้ปัญหาโดยการทำแผ่นประกบให้ครบ 6 ด้านเลย โดย 3 ด้านที่ทำเพิ่ม ขนาดจะเล็กลง 10mm เพื่อให้มีช่องระบายความร้อนบ้าง นอกจากนั้นช่างยังช่วยทำ Chamfer (ลบคม) ทั้ง 2 ด้านของ Magnet Gap มาให้ด้วยความหวังดี เกรงว่าจะบาดมือ แต่จริงๆ แล้วเราไม่ต้องการ Chamfer ครับ เพราะทำให้ Magnet Gap ตรงนั้นกว้างกว่าจุดอื่น แต่ก็ไม่ได้ส่งผลขนาดใช้การไม่ได้ งั้นก็ประกอบมาฟังกันก่อนละกัน



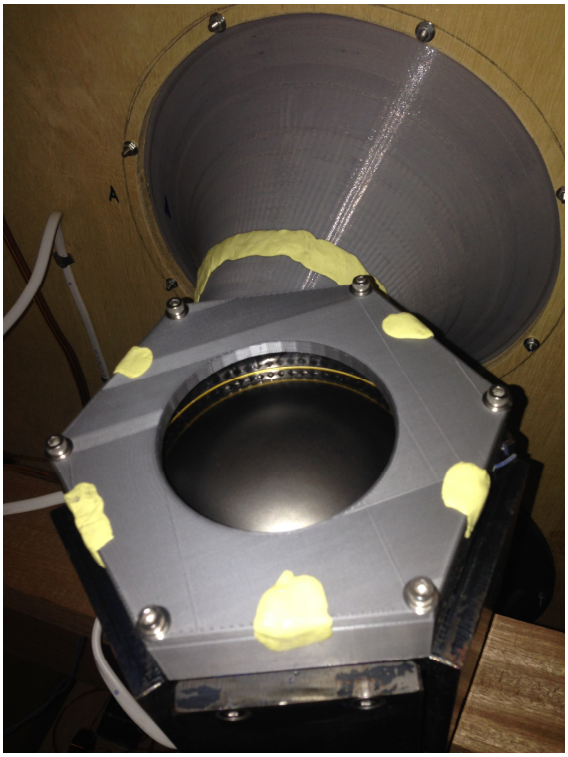
Chamfer ที่เราไม่ต้องการ

Horn or No Horn

ตอนประกอบเสร็จ ผมเปิด Driver เปล่าๆ ฟังอยู่เกือบ 2 สัปดาห์ เพื่อตัดสินใจว่าจะทำ Horn ให้มันหรือไม่ บางวันก็ลองม้วนกระดาษแข็งมาเป็น Conical Horn ให้มันดู คือเนื่องจาก Driver ตัวนี้เหมือน Dome Midrange/Tweeter ครับ จะติดฟังตรงๆ เลยก็ได้ครับ ส่วน Bass Loading ก็ต้องไม่มีอยู่แล้วสำหรับผม Open Baffle เท่านั้นครับ สุดท้ายผมตัดสินใจเลือก Round Tractrix Horn ครับ ให้มี Compression Ratio 0.5 และ Cut-off 380Hz ครับ ผมใช้ Excel ทำ Curve ตาม Function Tractrix แล้วให้ปั๊ปช่วยทำแบบ 3D และส่งร้าน 3D Printer พิมพ์มาให้พร้อมกับ Compression Chamber ครับ แล้วก็ประกอบลองฟังเลย ปรากฏว่ามันมีข้อดี-ข้อเสียเมื่อเทียบกับฟัง Driver เปล่าๆ อยู่ครับ คือเมื่อมี Horn จะได้ Focus ที่ชัดกว่า แต่เสียงคนจะมีอาการก้องเล็กน้อย ผมคิดว่าอาจจะเกิดจาก Resonance ของวัสดุหรือของ Horn เองก็ได้ ผมยังไม่สามารถแยกแยะได้ ก็เลยเดินหน้าต่อครับ เลือกใช้แบบมี Horn นี่แหล่ะไหนๆ ก็ทำมาแล้ว



ทดสอบเสียงก่อนประกอบเข้ากับ Horn



ประกอบ Compression Chamber

ผมกำหนดขนาด Baffle ไว้ที่ 2x1m ครับ Driver ติดตั้งในแบบ D'Appolito Configuration หรือที่เรียกกันย่อๆ ว่า MTM ซึ่งผมติดใจมาตั้งแต่ตอนใช้ Lynn Olson's The Ariel เนื่องจาก Driver แต่ละตัวหนักมาก Woofer ตัวละ 25kg และ Compression Driver 18kg ผมจึงทำโครงคาด Baffle เป็นคาน เพื่อรับน้ำหนัก Field Coil ไปด้วย Frame จะได้ไม่ต้องรับน้ำหนักแต่ลำพัง เกรงว่าคนออกแบบ Frame ก็คงคิดไม่ถึงว่าจะมีใครเอา

คุณเอ๊ะช่วยทำ Phase Plug เก๋ๆ ให้ที่เชียงใหม่

ประกอบ Driver กับ Horn หลัง Driver เป็นขั้วต่อไฟ

ทั้งหมดนี้ 25kg

แม่เหล็กตั้ง 20kg มาติดครับ เสร็จแล้วหน้าตาก็ออกมาประมาณนี้ครับ

Power Supply

ลำโพง Field Coil ต้องการไฟตรงจ่ายให้มัน เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กครับ DCR ของ Woofer 10.5 Ohm ส่วนของ Compression Driver 12 Ohm ผมจึงทำภาคจ่ายไฟตรงง่ายๆ ใช้ Bridge 35A กับวงจรกรอง CLC ครับ จ่ายให้ Woofer 18V (ต่อขนานกัน) กระแสไหลตัวละ 1.7A และให้ Compression Driver 14V ประมาณ 1.2A ก็ถือว่าเกินค่าที่ออกแบบไว้ไปมาก FC จะอุ่นๆ ราว 40C ที่ Housing ครับ

จากรูปจะเห็นหม้อแปลง, Bridge Diode 2 ตัว, Choke 0.1H 2 ตัว, C 2200uF 35V 6 ตัว 4 ตัวใช้จ่ายให้ Woofer และอีก 2 ตัวสำหรับ Compression Driver แค่นั้นครับ ไม่มีอะไรซับซ้อน

DC Power Supply สำหรับ Field Coil

หลังจากประกอบเสร็จ ก็ลองเอา C ตัด Compression Driver 1 ตัวแล้วลองฟังเลยครับ Woofer ปล่อยฟรี No-Network ไปเลย ถือว่าพอใจมากครับ รายละเอียดเสียงเยอะมาก ได้ยินเครื่องดนตรีเพิ่มขึ้นจาก Record ที่ฟังจนชินมา 30 ปี Driver 15 นิ้ว 4 ตัว + Open Baffle ได้เสียงเบสเป็นโน๊ตๆ อย่างที่ตั้งใจ หลังจากนั้นก็ทดลองปรับค่า C จนเสียงฟังดูสมดุลดีแล้ว ก็ไม่ได้ทำอะไรต่อครับ เพราะอีก 2 วันก็ต้องรื้อออกจาก Baffle เพื่อ

ซ้าย : Upsize จาก Baffle อันเดิมที่ใช้มา 10 กว่าปี ขวา : Driver แต่ละตัวต้องเอาคานมาหาม

ขนไปออกงาน TTM #1 ที่เชียงใหม่แล้ว ก็ค่อยไปจูนที่เชียงใหม่อีกทีละกัน

Field Coil Ring Radiator

ไหนๆ ก็มาขนาดนี้แล้ว คงต้องทำ Ring Radiator อีกซักคู่มาจัดเข้าชุดลำโพง 3 ทางครับ ซึ่งผมชอบ JBL 075 เป็นการส่วนตัวอยู่แล้ว อย่างที่เกริ่นตอนแรกว่า ผมเริ่มจากทำ JBL 075 ข้างหนึ่งก่อน โดยทำเฉพาะ Field Coil มา แล้วถอด Diaphragm และชิ้นส่วน Horn / Phase Plug จาก JBL 075 ตัวจริงมาประกอบ ป้อน FC ด้วย DC 24V ได้ความไวน้อยกว่าของจริงราวๆ 2 แก็ก Volume แต่ได้รายละเอียดดีกว่าตัวจริงพอสมควรทีเดียว อย่างไรก็ตาม ตัวต้นแบบนี้เป็นผลงานที่ผิดพลาดครับ

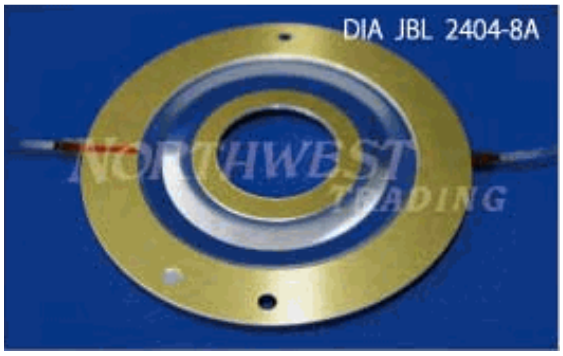
JBL 075 Ring Radiator

Ring Radiator อีกซักรอบ

หลังจากทำ Woofer กับ Compression Driver เสร็จ ก็กลับมาวางแผนทำ Ring Radiator อีกทีครับ สิ่งที่ผมยังคาใจอยู่ก็คือ ทำไม RR-V1 ถึงต้องป้อน DC ตั้ง 24V ซึ่งสูงกว่า Woofer / Compression เสียอีก แล้วยังได้ความไวต่ำกว่าตัวจริงที่ใช้ Alnico ที่ไม่ได้ Recharge ด้วยซ้ำ Diaphragm / Horn / Phase Plug ก็ถอดมาจากตัวจริง แน่นอนว่าสิ่งที่ต่างกันก็เหลือแค่แรงแม่เหล็กครับ กลับไปเปิดตำราเรียนมัธยมปลายใหม่ ผมคิดอะไรผิด? ก็สรุปออกมาได้ 2 เรื่องครับ

1. Air-gap มีขนาดกว้างเกินไปและขาดความสม่ำเสมอ ID ของ Voice Coil = 44.7mm แต่ผมเกรงว่าจะฟิตเกินไปเลยเขียนแบบไป 44mm OD = 47mm เท่ากับ Air-gap กว้าง 1.5mm พอชิ้นส่วนมาถึง ก็พยายาม Alignment ให้ Air-gap เท่าๆ กัน จริงๆ ผมควรจะทำ Jig ขึ้นมา แต่ก็ขี้เกียจและพยายามทำด้วยมือ ผลคือ Air-gap ไม่สม่ำเสมอกันเท่าไหร่

Field Coil และ Housing แบบเปิด ตัวแรกที่ทำ



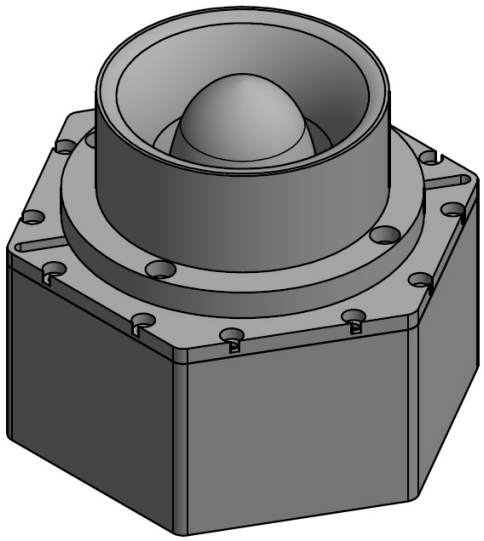
Diaphragm ของ JBL 075

เฉพาะวงแหวนสีเงิน เป็น Diaphragm

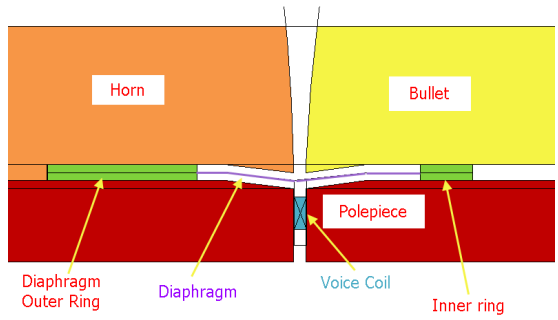
2. วงจรแม่เหล็กใหญ่เกินไปและมีส่วนที่เป็น Air เยอะเกินไป จากรูปจะเห็นว่า Field Coil ยาวมาก และเสายึดเพลท 2 ด้าน จำนวน 6 ต้น มีขนาดเล็กมาก รวมพื้นที่หน้าตัด 6 ต้นแล้ว น้อยกว่าพื้นที่ Air-gap เยอะ ผลคือไม่สามารถอัดไฟเพื่อให้ได้เส้นแรงแม่เหล็กสูงใน Gap ได้ เพราะมันไปอิ่มตัวที่เสาซะก่อน และส่งผลให้ค่า Permeability ของทั้งวงจรแม่เหล็กลดลงด้วย Flux ใน Gap ยิ่งน้อยเข้าไปอีก

ออกแบบใหม่ Concept เดิม

ยึดทรง 6 เหลี่ยมตามเดิมเลยครับ เป็น Signature ของลำโพงชุดนี้ไปแล้ว ต้นแบบใช้ AlNiCo ความแรงใน Gap 18,500 Gauss ผ่านมา 40-50 ปี ตอนนี้คงจะเหลือราวๆ ครึ่งหนึ่งครับ ส่วน Field Coil ชุดนี้คำนวณไว้ที่ 20,000 Gauss เช่นเดิมครับ โดยปรับ Scale ให้เหมาะกับขนาด Voice Coil และ Diaphragm เท่านั้น รอบนี้พยายามจะทำ Compression Chamber ให้เหมือน 075 ต้นฉบับด้วย ก็เลยกลายเป็นงานละเอียดขึ้นมา เพราะต้องกลึงปาด Top Plate และ Pole-piece ให้มุมตรงกับ Diaphragm ด้วย ส่วน Horn และ Bullet ก็ต้องกลึงปาดให้มุมตรงกับ



แบบ Drawing 3D



Compression Chamber ของ JBL 075

Diaphragm เช่นกัน ปั๊ปเลยลองพิมพ์ชิ้นส่วนด้วย 3D Printer มาดูก่อนที่จะทำตัวจริง ช่างจะได้ทำตามได้ไม่ผิดแบบ พอได้ของมาก็ไม่ผิดแบบครับ Air-gap เป๊ะๆ ใส่ VC ได้พอดี แต่ช่างลืมต๊าป

ชิ้นส่วนต่างๆ สำหรับ Field Coil

เกลียวสำหรับยึดปาก Horn มาให้ และขนาดรูที่ Pole-piece ก็ไม่พอดีกับ Bullet ที่ถอดมาจาก 075 ของจริง งั้นก็ประกอบมันเท่าที่มีละกัน เลยกลายเป็น 075 แบบ Open-Frame ออกมาหน้าตาแบบนี้ครับ

รอบนี้ผมหา Gauss Meter มาวัด Magnetic Flux ดูด้วย แต่หัว Probe หนาเกินไปหน่อย เลยต้องเอากระดาษทรายขัดออกจนพอจะใส่ Probe ลงไปใน Air-Gap ได้ FC เป็นลวดอาบน้ำยา (180C) เบอร์ 24 SWG พัน 3,400 รอบ วัด DCR ได้ 49 Ohm ทดลองป้อนไฟ 12.0V ดูก่อน แล้วค่อยลองปรับไฟไปที่ 24.0V กระแสไหลเกือบครึ่งแอมป์ คิดเป็น 12W Dissipation วัด Flux Density ได้ 2,008mT ตามที่ออกแบบไว้ แต่พอใช้งานจริง พบว่าผิวโลหะด้านนอกร้อนมาก ราวๆ 45-50C หลังจากเปิดฟังไป 1 ชั่วโมงแล้วก็คงที่อยู่อย่างนั้น คาดว่าแกนกลางน่าจะ 80-100C ก็ไม่ถึงกับต้องระบายความร้อนเพิ่มเติมอะไร ทดลองเปิดฟังรวดเดียว 24 ชั่วโมงก็ใช้งานได้ปกติ ก็เลยไม่ได้ลดไฟลงครับ

ก็เป็นอันจบ Project ลำโพง 3 ทางที่ใช้ DIY Field Coil Driver ทั้งหมด ที่บรรทัดนี้นะครับ หวังว่าเพื่อนๆ จะนำไปเป็นแนวทางสร้างสรรค์ Project ของตัวเองได้ต่อๆ ไปครับ

ค่าสนามแม่เหล็กใน Air-Gap 2,008mT เทียบกับที่รั่วออกมาจากผิวบน 89.8mT

SMPS NEW LIFE WITH

ผู้เขียน : มนต์สรรค์ โสธรวิทย์

SMPS คือ…?

SMPS ย่อมาจาก Switch-Mode Power Supply ครับ ที่บ้านเราเรียก ภาคจ่ายไฟแบบ Switching นั่นแหล่ะครับ มีการใช้งานอย่างกว้างขวางมานานแล้วในทุกวงการ ทั้ง Computer, การส่องสว่าง, เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยเหตุที่ SMPS มีประสิทธิภาพทางพลังงานดีกว่า และน้ำหนักเบากว่า ภาคจ่ายไฟแบบ Linear (หม้อแปลงไฟแกนเหล็ก, Rectifier, C Filter ขนาดใหญ่

SMPS ในตลาดทั่วไป มีตั้งแต่ 20-500W

และ Regulator) มาก เมื่อคิดกำลังไฟฟ้าเท่าๆ กัน อย่างไรก็ตาม SMPS ยังไม่ค่อยแพร่หลายนัก ในเครื่องระดับ Audiophile ด้วยข้ออ้างที่ไม่ค่อยสมเหตุสมผลนัก โดยเฉพาะเครื่องหลอด ต้องใช้หม้อแปลงจ่ายไฟแบบดั้งเดิมเท่านั้น ไม่งั้นเสียงไม่ดี จริงหรือ??

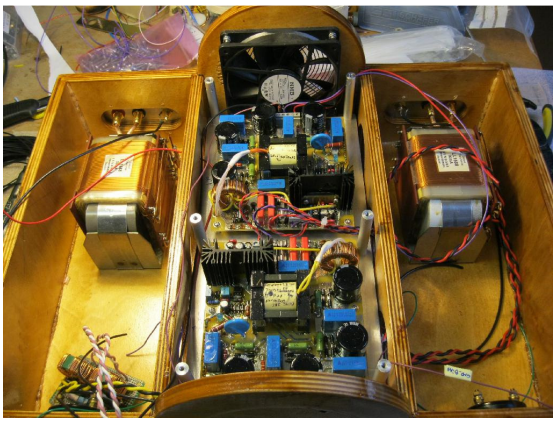
เปิดโลกใหม่

หลายคนอาจจะเคยอ่าน หรือได้ยินมาว่า SMPS มีสัญญาณรบกวนเยอะ โดยเฉพาะความถี่สูง เอามาใช้กับงาน Audio ที่ต้องการสัญญาณรบกวนต่ำไม่ได้หรอก โดยเฉพาะระดับ Audiophile ที่เครื่องตอบสนองได้เป็น 100kHz บ้างก็ว่าจะทำให้วงจรรวน ทำงานผิดปกติ บ้างก็ว่าสัญญาณความถี่สูงจาก SMPS จะ Modulate กับ Audio ทำให้ทั้งระบบเสียงแข็ง ผมก็ฟัง “เขาว่า” มาอย่างนั้น แต่ไม่รู้จะพิสูจน์ยังไง อย่างไรก็ตาม ผมมีซื้อ SMPS มาใช้จ่ายไส้หลอดบ้าง 2-3 ครั้ง ก็ไม่เห็นว่าจะมีปัญหาอะไรแบบที่ว่าข้างต้น แต่ตราบใดที่ยังไม่ได้ใช้ SMPS จ่ายไฟสูงดู ความสงสัยก็ยังไม่คลี่คลาย

จนมาถึงงาน TTM 2019 ที่เชียงใหม่ คุณ Benny Glass เจ้าของ www.diyparadiso.com (เชื่อว่า DIYer คนไทยจำนวนไม่น้อย เคยซื้อของกับเค้า) นำแอมป์ GM70 SE มาร่วมงานด้วย ซึ่งคุณ Benny เคลมว่า เป็นแอมป์หลอดเชิงพาณิชย์

แอมป์ GM70 SE ที่คุณ Benny นำมาร่วมงาน

ตัวแรกในโลก ที่ใช้ SMPS จ่ายไฟ ทีมงานประทับใจกับเสียงที่ได้ฟังมาก กับ JBL Paragon และ Altec VOT A-5 แล้ว แอมป์ตัวนี้ให้เสียงดีกว่าแอมป์ตัวอื่นๆ ที่มาร่วมงานด้วยซ้ำ เอาล่ะ แค่นี้ก็ถือว่าพิสูจน์พอแล้ว งั้นขอวงจรเลยดีกว่า คุณ Benny ก็บอกว่าเป็นความลับทางการค้าของเขา ให้เฉยๆ ไม่ได้หรอก แต่พอเบียร์หมดไป 4-5 ขวด ก็พอได้ข้อมูลมาว่าเป็น Flyback-Type แยกจ่ายไฟ

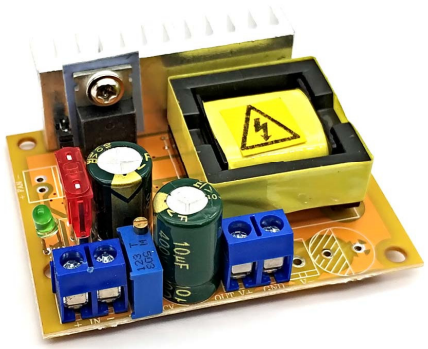


ภาคจ่ายไฟ SMPS อยู่ตรงกลาง

หลายชุด ทั้ง HV, ไส้หลอด DHT และไส้หลอด Driver เพื่อนเค้าออกแบบให้ ทดลองอยู่หลายเดือนกว่าจะลงตัว เอาล่ะ แค่นี้ก็พอจะไปต่อได้แล้ว

Test #1

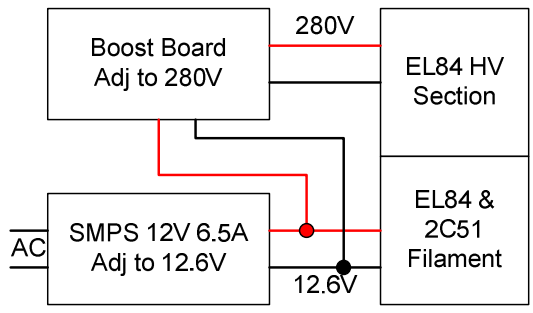
ผมไปเจอ Board สำเร็จรูปนี้ อยู่ใน Ebay หน้าตาตามรูปครับ เป็น Boost Converter แปลง



Board Boost 8-32V to 45-390V ZVS

จาก 8-32V เป็น 45-390V ปรับค่าได้ จ่ายกำลังงานได้ 40W ต่อเนื่อง สูงสุดไม่เกิน 70W ก็เลยคิดว่าจะซื้อมาลองทำ EL84 SE ดูซักตัว ใช้ SMPS 12V จากบ้านหม้อจ่ายไส้หลอด 2C51 และ EL84 อนุกรมไส้หลอด แล้วเอา 12V นั่นแหล่ะ ป้อนเข้า Board นี้ เพื่อให้ได้ไฟ 250V ไปจ่ายวงจรเพลท ตอนแรกผมก็กังวงเรื่องสัญญาณรบกวนที่เคยได้

ยินมาอยู่เหมือนกัน ว่าจะทำ Filter เพิ่มให้มันอีกชุด แต่ไหนๆ ก็ต่อเสร็จแล้ว เปิดเครื่องวัดไฟดูซิ OK Bias ต่างๆ ปกติดี งั้นต่อลำโพงเลยละกัน ปรากฏ



รูปการต่อภาคจ่ายไฟ

ว่าเงียบสนิทครับ ไม่มีอะไรหลุดออกมาจากลำโพงเลย ไม่ว่าฮัมหรือจี่ มันเงียบมาก ลำโพงผมก็ความไวใช่น้อยๆ แต่นี่เงียบยังกะไม่ได้เปิดเครื่อง จนเสียงเพลงลอยออกมานั่นแหล่ะ ถึงค่อยแน่ใจว่าวงจรทำงานปกติ นั่งฟังอยู่หลายเพลง เสียงดีแฮะ พอไม่มีฮัมแล้ว รายละเอียดมันก็ออกมาดี เสียงเบสก็ฟังชัดและแน่น เสียงสูงก็ฟังสบาย ไม่ใช่ EL84 ที่คุ้นเคยเลย สรุป Test#1 ประสบความสำเร็จดี ยังไม่เจอปัญหาทั้งหลายที่เคยได้ยิน "เขาว่า" มา อย่างไรก็ตาม พอวันรุ่งขึ้นก็เจอปัญหาครับ คือตอนเปิดเครื่อง ถ้าต่อลำโพงไว้จะได้ยินเสียง วี้ด... จากต่ำไปสูง คล้ายๆ สัญญาณ Sweep น่ะครับ เข้าใจว่าเป็นช่วงที่วงจร Boost กำลังเร่งแรงดันขึ้น แต่หลังจากนั้นแล้วก็ฟังได้ดีเหมือนวันแรก ผมอยู่กับเสียง วี้ด... ตอนเปิดเครื่องหลายวันอยู่ เลยลองเอา Board ที่ซื้อมาสำรอง มาเปลี่ยนดูปรากฏว่าไม่วี้ดครับทีนี้ บางทีอุปกรณ์บางอย่างของ Board1 อาจจะผิดปกติ แต่ไม่เสียหาย ก็เลยมีอาการอย่างนั้น แต่ผมก็ไม่ได้ไปทดสอบหาความจริงอะไรต่อครับ Board ละ 200 บาทเอง

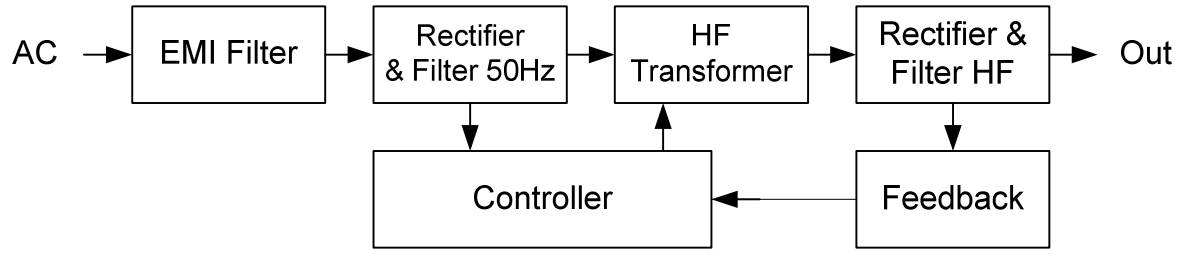
ทีนี้เรามาลองเปรียบเทียบ SMPS กับภาคจ่ายไฟ Linear ดูครับ ถ้าจะจ่าย EL84 SE Stereo ซักตัว ต้องใช้หม้อแปลง 60-80VA ตัวนึง ถ้าใช้หลอด Rectifier ด้วย ก็ต้องเผื่อไป 100VA ใช้ C 100uF 350V 2 ตัว กับ Choke 10H 100mA อีก 1 ตัว ถ้าสั่งกับร้านประจำของผม Power Trans ก็ราวๆ 650 บาท Choke 250 บาท รวม Diode Rectifier และ C Filter ก็เป็น 1,000 บาท ถ้าจะ Regulate ไส้หลอดด้วย ก็ต้องจ่ายอีก 100 บาทเป็นอย่างน้อย

Part	ราคา	น้ำหนัก
Power Trans 100VA	650	2.5kg
Choke 10H 100mA	250	0.8kg
Rectifier Diode	4	N/A
C Filter 100uF / 350V	100	N/A

ส่วน SMPS 12V 100W บ้านหม้อขายประมาณ 250-350 บาท Board Boost 200 บาท รวมเป็น 550 บาท น้ำหนักรวมกันราวๆ 3 ขีดเท่านั้น เท่ากับน้ำหนักลดไป 3kg Output เป็น Regulated Low Ripple ทั้ง HV และไส้หลอด ซึ่งแรงดัน Output จะไม่เปลี่ยนค่าตามการขึ้นลงของไฟบ้านด้วย เอาล่ะ ข้อดีเพียบ แถมผลการรับฟังก็ออกมาดี ว่ากันที่ตัวถัดไปเลยดีกว่า

ปูพื้นฐานกันหน่อย

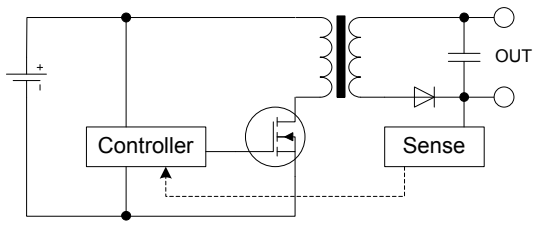
จริงๆ แล้ว หลักการทำงานของ SMPS แทบจะไม่ต่างจากวงจรภาคจ่ายไฟพื้นฐาน ที่เราคุ้นเคยกันเลยครับ เพียงแต่เปลี่ยนจากความถี่ 50 / 60Hz ไปเป็นความถี่สูงกว่านั้นเท่านั้นเอง โดยมากก็ 40kHz ขึ้นไป ซึ่งจะทำให้ขนาดของหม้อแปลงเล็กลงมาก ความถี่ยิ่งสูงเท่าไหร่ ก็ยิ่งลดขนาดอุปกรณ์และความสูญเสียได้มาก บางวงจรใช้หลัก MHz ก็มี ส่วนประกอบพื้นฐานก็จะมี EMI Filter เป็นตัวกรอง ไม่ให้ EMI (Electromagnetic Interference) จากระบบ AC เข้ามารบกวนการทำงานของ Controller และกันไม่ให้ EMI จากการ Switch ของวงจร ย้อนกลับเข้าระบบ AC ด้วย จากนั้นก็เอา 220Vac มาเข้า Bridge Rectifier ได้ไฟ DC ประมาณ 310V ป้อนเข้า Primary ของหม้อแปลงความถี่สูง ซึ่งจะมี MOSFET คอยเปิด-ปิดวงจร Primary โดยการควบคุมของ Controller เพื่อให้หม้อแปลงส่งไฟไปออกที่ Secondary เข้า Rectifier และ Filter ให้ได้แรงดัน DC โดยจะมีวงจร Feedback คอยตรวจสอบระดับแรงดันและส่งผลมาบอก Controller ให้ปรับการเปิด-ปิด Switch MOSFET ให้สมดุลกับแรงดัน Output ที่ต้องการอีกที ก็ตรงกับหลักของวงจร Regulator แบบ Linear ครับ แต่การสูญเสียพลังงานจะต่างกันมาก เพราะ SMPS ใช้การเปิด-ปิด ซึ่งช่วงที่ปิด จะไม่มีการสูญเสียพลังงาน ส่วน Regulator ใช้การปรับแรงดันตกคร่อมตัวมันเอง จึงเป็นการเผาพลังงานออกมาเป็นความร้อนตลอดเวลานั่นเอง



ส่วนประกอบพื้นฐาน SMPS

ปัจจุบัน SMPS มีมากมายหลายแบบ ชนิดที่ควรจะรู้จักไว้ และนำมาใช้ในการ DIY ของพวกเราได้ ผมคัดมาให้ดังนี้

Flyback Converter

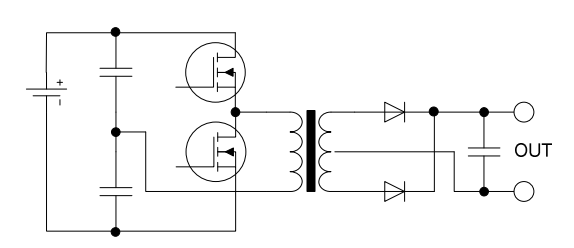


Flyback Converter

Controller จะควบคุมเปิด-ปิด MOSFET ที่ต่อกับ Primary ส่วน Output ที่ Secondary จะถูกตรวจจับระดับแรงดัน และนำมาป้อนกลับให้ Controller คอยปรับการเปิด-ปิดของ MOSFET จนได้แรงดันที่ต้องการอีกที Flyback Converter มีความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้น้อย เมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ โดยมากจะใช้กันไม่เกิน 150W SMPS ที่ขายตามบ้านหม้อขนาดเล็ก ไม่เกิน 80W โดยมากจะเป็นวงจรชนิดนี้ (รูปต่อๆ ไปจะละส่วน Sense กับ Controller ไว้นะครับ)

Half-Bridge Converter

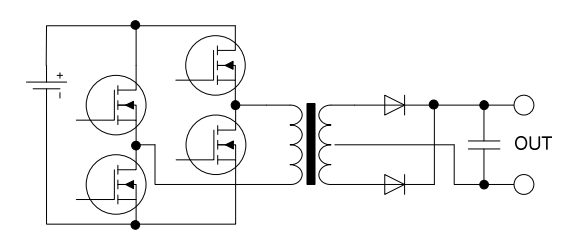
เป็นการใช้คู่ MOSFET ทำงานสลับกันเป็น Oscillator ในการกระตุ้น Primary วงจรชนิดนี้จะจ่ายกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าแบบ Flyback มาก ราว



Half Bridge Converter

150-300W SMPS ขนาดใหญ่หน่อยที่บ้านหม้อขนาด 100W ขึ้นไป โดยมากจะเป็นชนิดนี้ โดยใช้ Transformer Drive Gate ของ MOSFET อีกที

Full-Bridge Converter



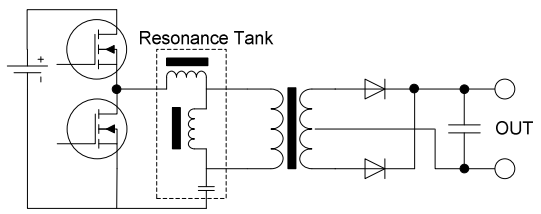
Full Bridge Converter

การทำงานคล้าย Half Bridge แต่เพิ่มตัวขับอีกชุด Output จะเป็นแบบ Symmetry ซึ่ง Filter ได้ง่ายกว่าแบบ Half Bridge เท่าที่ซื้อของบ้านหม้อมา ยังไม่เจอแบบ Full Bridge เลย

LLC Resonance

วงจรจะคล้ายแบบ Half Bridge แต่จะมีวงจร Resonance เพิ่มขึ้นมาระหว่างตัวขับกับ

Primary ทำหน้าที่สร้างความถี่ Converter วงจรชนิดนี้ รองรับกำลังไฟฟ้าได้สูงมาก ระดับ 1kW ขึ้นไป และสามารถกำหนด Resonance ให้มีความถี่สูงมากเป็น MHz ได้ ซึ่งจะทำให้ขนาดของอุปกรณ์ทั้ง Transformer, Resonance Tank และ Filter มีขนาดเล็กลง ความสูญเสียพลังงานก็จะลดลงอีก

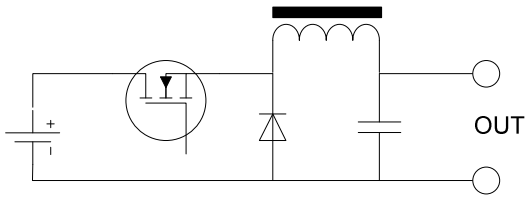


LLC Resonance Converter

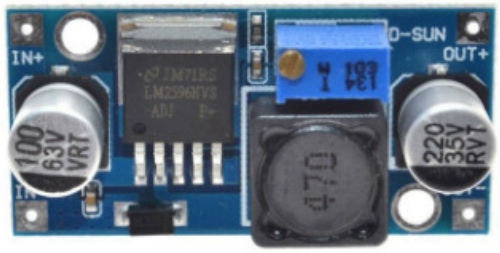
วงจรชนิดนี้ยังมีการปล่อย EMI น้อยกว่าแบบอื่นๆ และกำลังได้รับความนิยม นำมาใช้ในวงจร Audio มากขึ้นเรื่อยๆ ข้อเสียคือห้าม Standby เพราะวงจร Resonance Tank ต้องปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ออกตลอดเวลานั่นเอง

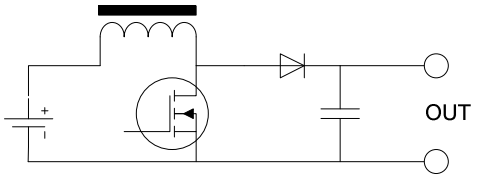
Buck & Boost Converter

Buck คือวงจรลดแรงดันลง ส่วน Boost ก็เพิ่มแรงดันขึ้น แต่จะมีบางวงจรที่เป็น Buck & Boost คือทำได้ทั้งเพิ่มและลด แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเป็น Buck หรือ Boost อย่างใดอย่างหนึ่ง วงจรประเภทนี้จะอาศัย Inductance และ Switch ในการเพิ่มหรือลดแรงดัน ถ้าสนใจศึกษาลึกลงไปก็หา



LM2596 Buck Converter

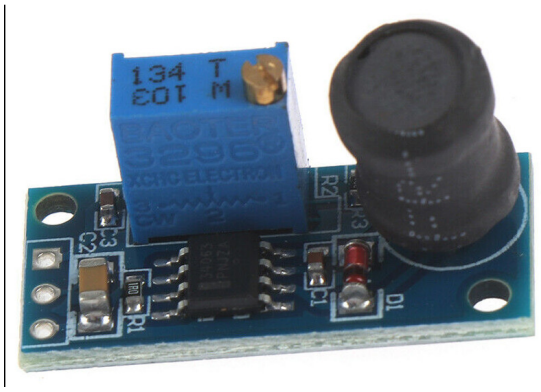




MT3608 Boost Converter

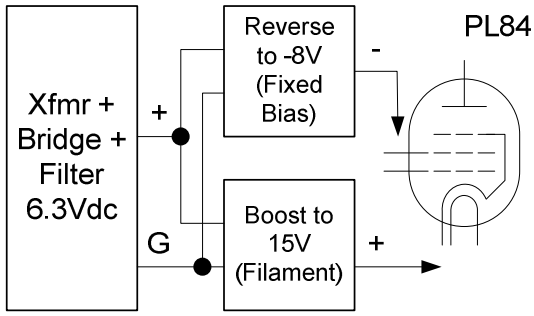
ได้ทั่วไปใน youtube นะครับ มี Simulation ให้ดูอย่างดี บอร์ดเล็กๆ ตามในรูปนี่แค่ 30-40 บาทเท่านั้น แต่มีประโยชน์มากนะครับ โดยเฉพาะคนที่ชอบ Tube Rolling กับหลอดที่มีไส้หลอดหลายแรงดัน และคนที่ชอบเล่น Fixed Bias ลองนึกดูว่า

ถ้าคุณสั่งหม้อแปลง 6.3V 2A มาจ่ายไส้หลอด EL84 (6.3V 760mA) 2 หลอด ทีนี้คุณอยากจะเปลี่ยนเป็น PL84 (15V 300mA) บ้างละ คุณอาจจะใช้ Voltage Doubler กับขดไส้หลอดก็ได้ แรงดันขาดไปหน่อยก็พอใช้ได้ละ แล้วถ้าอยากเล่น UL84 (45V 100mA) ละ คงต้องไปซื้อหม้อแปลงไส้หลอดมาต่างหาก แถมไม่ใช่ Stock Transformer ด้วย อาจจะต้องสั่งทำ แต่ Board ตามรูปข้างต้นโดยมากจะปรับค่าได้ 3-45V จ่ายกระแสได้ 2-3A ชีวิตดูง่ายขึ้นไม๊ครับ ในทำนองเดียวกัน ก็สามารถใช้กับวงจร Fixed Bias ก็ได้ โดยจะมีชื่อเรียกเฉพาะว่า Reverse Voltage Board / Module โดย



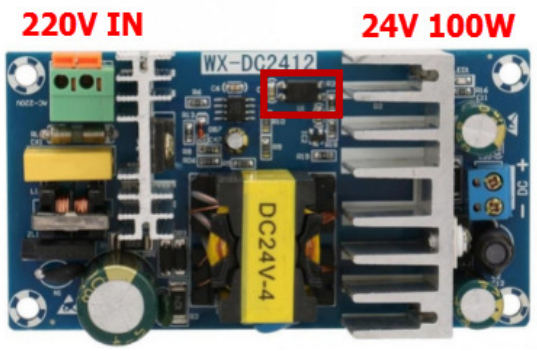
MC34063A Reverse Voltage Board

เมื่อเราป้อนไฟ +4 to +35V เข้าไป เราก็จะได้ -3 to -35V ปรับค่าได้ออกมา แถม Output เป็น Regulate ด้วยคือไฟจะนิ่งไม่ขึ้นกับ Input ที่เข้ามา ทีนี้อยาก Bias เท่าไหร่ก็ปรับเอาตามใจชอบได้เลย บางคนอาจจะถามว่า แล้วจะเอา +4 to +35V มาจากไหนละ ก็ต้องหาหม้อแปลงใหม่มาติดอยู่ดีไม่ใช่หรือ ก็เอาจากขดไส้หลอดไงครับ



ตัวอย่าง Fixed Bias ด้วย Reverse Voltage

ข้อควรระวังข้อหนึ่งก็คือ วงจรชนิดนี้ ไม่ Isolate ระหว่าง Input กับ Output นะครับ เพราะ Ground จะต่อถึงกัน ถ้าระบบ Ground มี Noise Output ก็จะได้รับไปด้วย และไม่สามารถ Stack วงจรเพื่อเพิ่มแรงดันได้อีก ยกเว้นจะแยกแหล่งจ่ายฝั่ง Input มา แต่ก็จะมี Limit ของการ Stack ต้องไม่เกินที่อุปกรณ์ในวงจรจะทนได้ อันนี้ต้อง Check เป็นรุ่นๆ ไปว่ามีข้อจำกัดแค่ไหน บางคนอาจจะเคยเห็นนักเล่นคนหนึ่งใน www.diyaudio.com เอา SMPS 48V 1A 6 ตัวมา Stack กัน จะได้แรงดัน 300V ไปป้อนแอมป์หลอดของเค้า SMPS วงจรอื่นๆ ตั้งแต่ Flyback ถึง LLC ถ้าจะทำแบบนั้นบ้างก็ต้องดูว่า Input กับ Output Isolate กันหรือไม่ ตรงนี้ขึ้นกับวงจร Sense และ Feedback ครับ ถ้าใช้พวก Opto-Coupler ป้อนกลับ Ground มักจะ

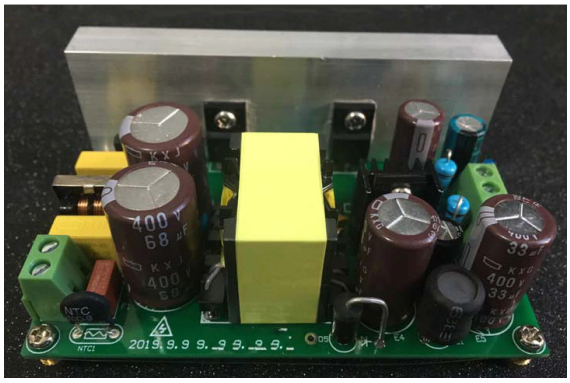


ในกรอบสีแดงเล็กๆ คือ Opto-Coupler แสดงว่า SMPS ชุดนี้เป็นแบบ Isolate Ground

แยกกัน SMPS บางชุดใช้วงจรแบ่งแรงดันเฉยๆ ในการป้อนกลับ Ground Input กับ Output ก็จะต่อถึงกันและไม่สามารถ Stack ได้ เพราะถ้าใช้ AC ร่วมกัน ฝั่ง Secondary จะ Short กันได้

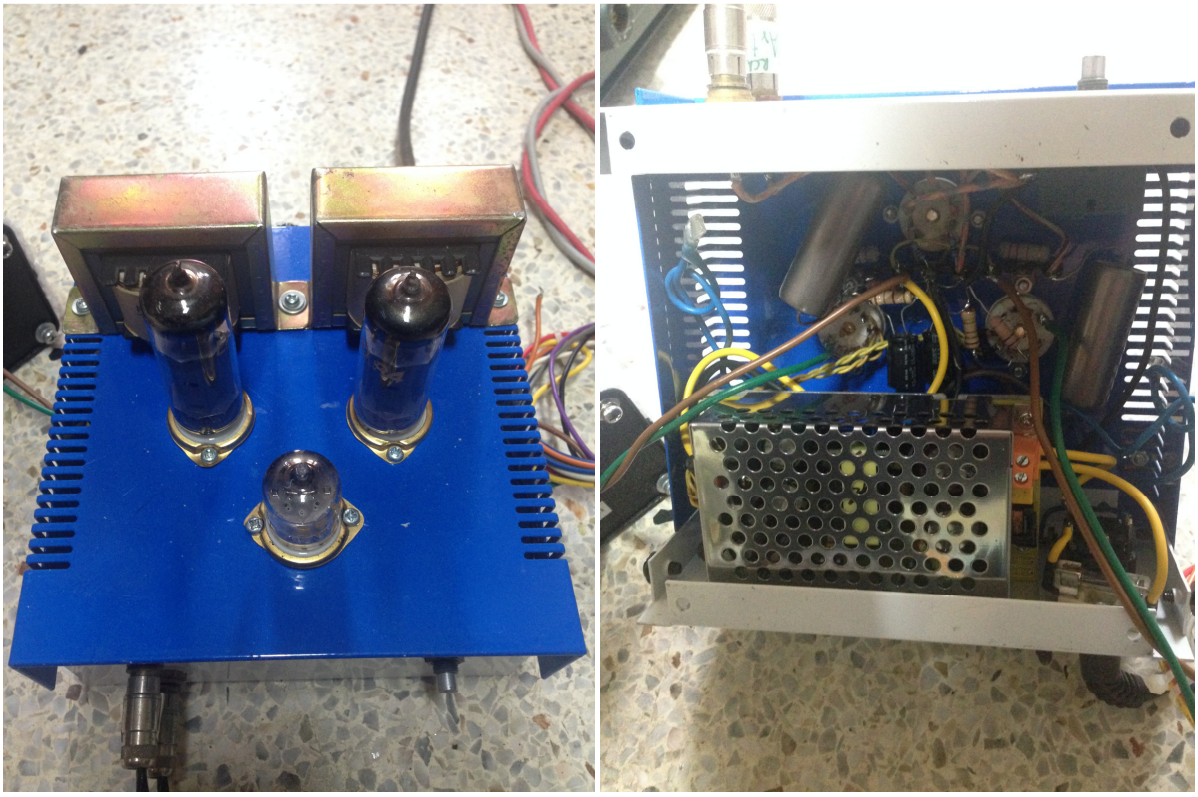
Test #2

ช่วงปี 2020 มีวงจร SMPS ไฟสูงสำหรับแอมป์หลอด ทยอยออกมาใน Aliexpress หลายรุ่น 3-4 เดือน ออกมาทีนึง ผมก็หาเรื่องซื้อมาลองไปเรื่อย ช่วงต้นปี 20 ที่โควิด-19 กำลังอาละวาดไปทั่วโลก บางทีรอ 10 กว่าสัปดาห์ กว่าของจะมาถึง บางทีลืมไปแล้วด้วยซ้ำ เอ.. สั่งมาทำอะไรหว่า? อย่างตัวในรูปนี้ มีขนาด 10x6 cm สูง 3 cm หนัก 2 ขีดเท่านั้น รับไฟ AC 95V – 265V ก็เรียกว่าครอบคลุมทั่วโลกละ ไฟออก 2 ชุด 300V 160mA และ 6.3V 4.5A จ่ายกำลัง 70W ต่อเนื่อง ก็เรียกว่าจ่าย EL34 SE Driver ด้วย 6DJ8 Stereo Block ตัวนึงได้พอดีๆ หรือจะเป็น PP 6L6GC ก็ใช้ 1 ชุดต่อ 1 Mono-block ก็ได้ ราคารวมค่าส่งชุดละ 900 บาทเท่านั้น (Nov ‘20) ผมซื้อมาเปลี่ยนในแอมป์ EL84 SE แทนชุด Boost ที่ทดสอบใน Test#1 ดู ก็ให้ผลออกมาดีมาก รายละเอียดเสียงออกจะดีกว่าชุด Boost ด้วยซ้ำ เปิดรวดเดียว 40 ชั่วโมงก็ไม่ร้อน แรงดันคงที่ไม่มีตก ไม่ว่าไฟบ้านจะเป็นเท่าไหร่



SMPS for Tube Amp Input 95 – 265Vac Output 300Vdc 160mA & 6.3Vdc 4.5A

(บ้านผม หัวค่ำเหลือ 205V เลยเที่ยงคืนไปแล้วถึงจะกลับมาเป็น 220V) ก็เลยรื้อจากแผ่นอลูมิเนียมแล้วไปซื้อกล่อง NPE เล็กๆ มาลงแทน กะเอาไว้เป็นชุดกับลำโพง Field Coil Full Range 8 นิ้ว และ Network Streaming DI DAC TDA1543 ไว้ให้คุณแม่ฟังไล่ฉินในห้องนอน ไปๆ มาๆ เพื่อนมาขอยืม PP 845 ไปลอง เลยต้องเอาไว้ฟังเองไปก่อนละกัน



EL84 SE Stereo เหลือกล่องแค่ 15x15x7cm SMPS ติดไว้ในกล่องสบายๆ

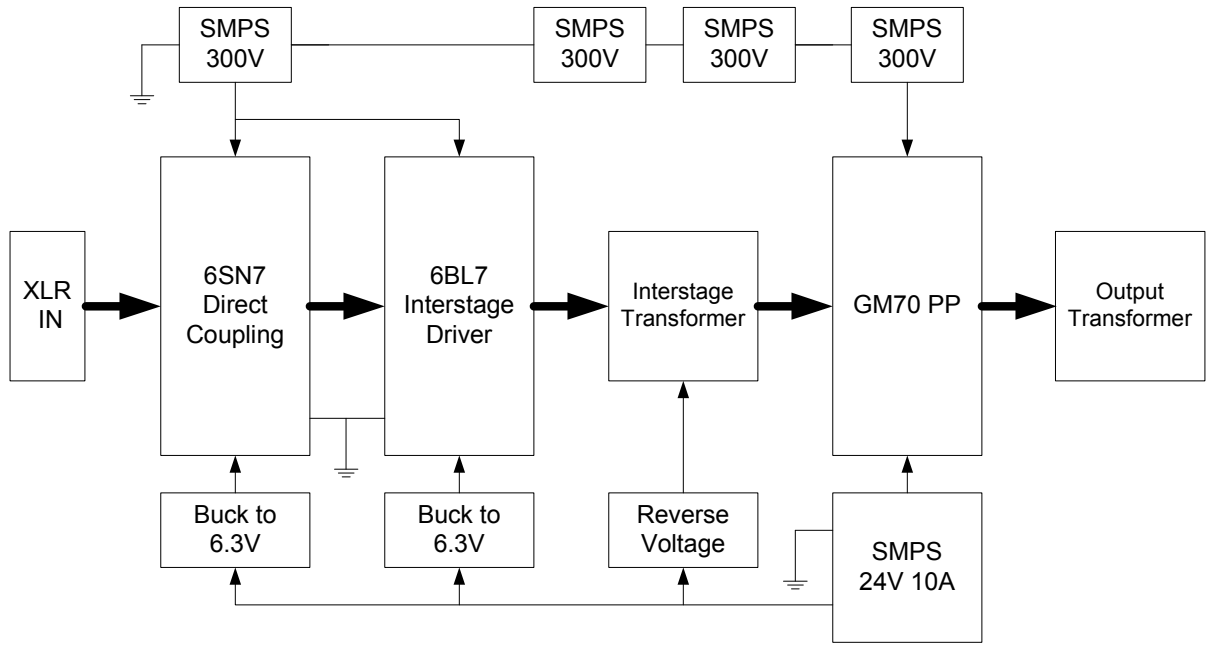
ข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ SMPS ชุดนี้ ใช้วงจร Pi-Filter (CLC) ทั้งไส้หลอดและไฟสูงครับ แสดงให้เห็นว่า ผู้ออกแบบเองก็ให้ความใส่ใจเรื่อง Noise ในระดับนึงเหมือนกัน จุดนี้จะต่างกับ SMPS สำหรับงานทั่วไป ที่มักจะใช้ C แค่ชุดเดียว

ผมเริ่มมองหาของเล่นชิ้นถัดไปละ ก็ไปเจออีกเจ้า ใน Aliexpress อีกนั่นแหล่ะครับ ทำชุด SMPS สำหรับ 300B / KT88 SE Stereo Block จ่ายไฟสูง 500V 300mA มีแยกชุดสำหรับไส้หลอด Direct Heat 15W 2 หลอด (ปรับค่าได้), ไส้หลอด Driver 6.3V (ปรับไม่ได้) และไฟ -100V 15mA สำหรับทำ Fix-Bias ให้เสร็จสรรพ แต่ผมยังไม่มีอารมณ์จะทำ 300B SE ตอนนี้ แถมราคาก็ค่อนข้างสูงด้วยคือรวมส่ง 3,500 บาท (Nov '20) ก็เลยข้ามไปก่อน อย่างไรก็ตาม ราคานี้ถือว่า OK มากๆ เลย เทียบกับ ถ้าจะต้องสั่งทำหม้อแปลง, Choke และหาซื้อ Filter Cap คุณภาพดีๆ มาทำ 300B SE และถ้าจะลดฮัมให้ต่ำสุดๆ ก็ต้องลงทุน Rectify หรือ Regulate ไส้หลอดอีก Regulate ไฟ Fix-Bias ด้วย ไม่ต้องเดินสายไป-มาหลาย Board ด้วย ทำง่ายๆ เครื่องเบาๆ และไม่ฮัมเลย ก็เล่าความคิดให้ฟัง เผื่อใครสนใจจะลองนะครับ

เพื่อนผมคนที่ยืม PP 845 ไปฟัง กลับมาพร้อมกับความคิดที่จะทำ PP GM70 บ้าง ให้ผมช่วยออกแบบให้หน่อย ผมก็บอกว่า ไม่ทำแบบ Junk Box PP 845 ตัวนั้นแล้วนะ จะใช้ Switching จ่ายไฟทั้งหมดเลย ผมก็ Chat ไปคุยด้านเทคนิคกับร้านค้าที่จีน ถามว่า SMPS ของคุณ Stacking ได้ไม๊ Insulation Strength เป็นเท่าไหร่ ถ้าจะขอให้เพิ่มเป็น 2,000V เฉพาะ Order ของผม 8 ตัว ทำให้ได้รึเปล่า ถามไป 2-3 ประเด็นด้านความปลอดภัยและ Protection ของวงจร ก็พอจะมั่นใจว่า Stacking ได้ถึง 1,200V ไม่น่าจะฉนวนทะลุหรือมีปัญหาการใช้งาน ก็เลยบอกเพื่อนว่าให้สั่งของได้เลย เตรียมลุยกัน

<u>ส่งท้าย</u>

SMPS เป็นเทคโนโลยี Power Supply ที่ยังมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา และกำลังค่อยๆ เข้าไปแทนที่ภาคจ่ายไฟแบบดั้งเดิมมากขึ้นเรื่อยๆ แม้แต่วงการเครื่องหลอดตอนนี้ SMPS ก็มาถึงแล้ว เชื่อว่าต่อจากนี้จะเริ่มมี SMPS สำหรับแอมป์หลอด DIY รวมถึงแอม์หลอดเชิงพาณิชย์ที่จ่ายไฟด้วย SMPS ออกมาเรื่อยๆ ถ้าคุณได้เริ่มลองใช้งาน SMPS ดู แล้วจะเข้าใจครับว่า ชีวิตใหม่ในการ DIY แอมป์หลอด มันเป็นยังไง ก็หวังว่าบทความนี้จะช่วยให้คุณตามทันโลกและมีความกล้าที่จะลองกับสิ่งใหม่ๆ เหล่านี้ มากขึ้นนะครับ



Block Diagram GM70 Mono-block using all SMPS

Balance Isolation Transformer
Using NCW Transformer

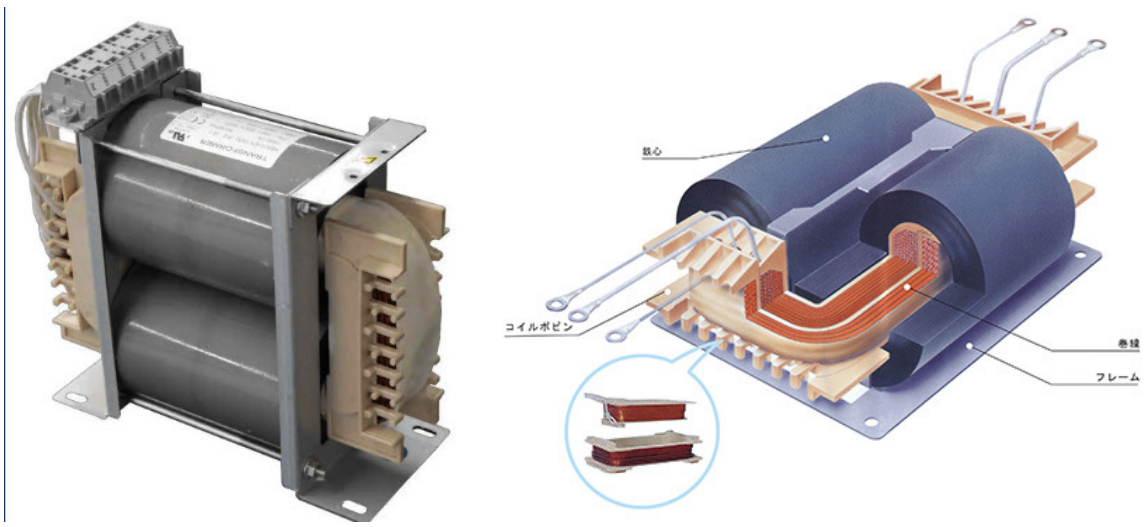
ผู้เขียน : มนต์สรรค์ โสธรวิทย์

<u>ชวนเสียตังค์</u>

วันหนึ่งคุณแมพก็ Email มาถามผมว่า พี่รู้จัก NCW Transformer ไม๊? ผมก็ไป Google Search หาข้อมูลดู ก็ได้เห็นหน้าตา, คุณสมบัติ และ มี VDO วิธีการผลิตใน youtube ให้ดูด้วย เอ้อ เพิ่งรู้จักนี่แหล่ะ แล้วก็ได้รู้จากคุณแมพต่อว่า พี่กั๋ง ได้มาใช้งานเป็น Isolation Transformer โดยใช้ตัวแรกต่อแปลงจาก 220V เป็น 110V แล้วค่อยใช้อีกลูกหนึ่ง มาต่อแปลงจาก 110V กลับเป็น 220V อีกที ซึ่งแกชอบเสียงของมันมาก โอ้ มายั่วกันแบบนี้เลยเหรอ? หาของกันละสิ ทีนี้ สักพักใหญ่ๆ ก็ได้ NCW Transformer 200V to 100V ขนาด 1.5kVA มากองที่บ้าน 2 ลูก

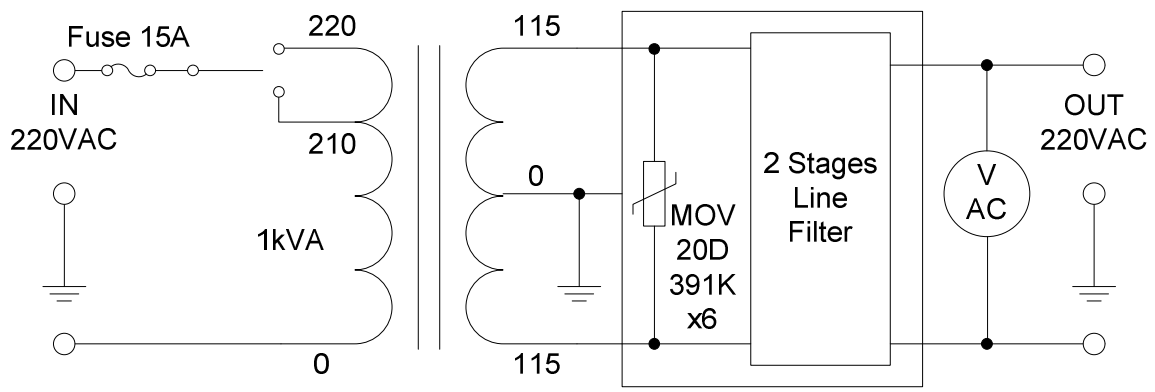
<u>ทำให้ดีกว่าตัวเดิม</u>

คำว่า NCW นี่ เจ้านึงคือ Kuni Denki เขียนตัวเต็มว่า No-Cut Wound Core Type อีกเจ้า Shimizu Denshi เรียกว่า No Cutcore Winding แต่ดูชื่อแรกจะตรงประเด็นกว่า ยังไงก็ถือว่าเป็นของอย่างเดียวกันครับ เข้าใจว่าเป็นเทคนิคการผลิตในญี่ปุ่นเท่านั้น ยังไม่เคยเห็น Product แบบนี้ที่ผลิตในยุโรปหรืออเมริกาเลย ตอนนี้มีเห็น



สภาพภายนอกและภาพตัดของ NCW Transformer

ในไต้หวันและจีนบ้าง แต่ก็ไม่มากนัก หม้อแปลงชนิดนี้ แกนจะไร้รอยตัดเหมือน Toroid ครับ คือ Air-gap เป็น 0 อย่างแท้จริง มีประสิทธิภาพทางพลังงานสูงกว่าพวก EI หรือ C-Core อยู่นิดหน่อยครับ ในขณะที่พันลวดได้ง่ายและเร็วกว่า Toroid ที่ขนาด VA เท่าๆ กัน ส่วนของเดิมผมเป็น EI 1.0kVA สั่งพันจากร้านซ่อมมอเตอร์แถวบ้าน เอาความรู้ก่อน ก็ไปได้ความรู้เรื่อง In-Rush Current หรือกระแสกระชากในช่วงเปิดใช้งานไฟฟ้ามา และการทำ DC-Blocking ป้องกันไม่ให้ DC เข้าไปที่ Primary ของหม้อแปลง ซึ่งจะทำให้แกนอิ่มตัวได้ง่าย Power Rating จะลดลงและอาจจะทำให้หม้อแปลงสั่นได้ด้วย เอาล่ะ แบบนี้ค่อยดูมีพัฒนาการขึ้นมาหน่อย



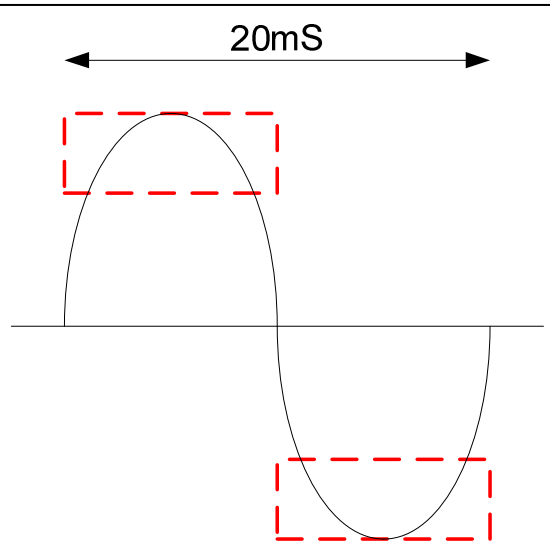
รูปวงจรของตัวเดิม ขนาด 1.0kVA

ล่ะ หม้อแปลงน่าจะดีกว่าเดิมแน่ๆ ทีนี้ก็ส่วนประกอบอื่นๆ ละ ของเดิมผมใช้ชุด Power Line Filter ทำเอง จาก นิตยสาร เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 80 กว่าๆ ซึ่งใช้ Metal-Oxide Varistor (MOV) ในการป้องกัน Surge จากระบบไฟบ้าน และตามด้วย Line Filter อีก 2 Stages แล้วก็มี Meter ไว้ดูแรงดัน Output ตัวหนึ่ง ถ้าไฟตกต่ำกว่า 210V ก็สามารถจะ Switch Primary ให้ Output เป็น 220V ได้ ซึ่งก็ใช้งานได้ดี 20 ปีมานี้ไม่เจอปัญหาเลย เอาละ จะให้ดีกว่าเดิม ก็ต้องหา

<u>ทดลองกันก่อน</u>

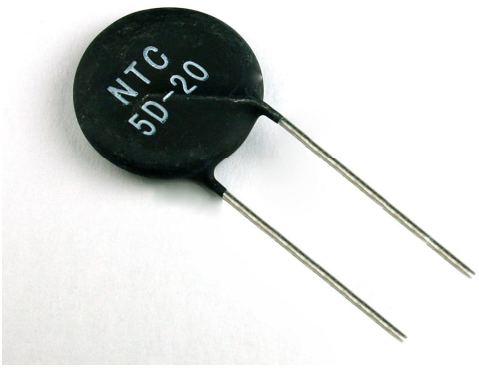
มันต้องพิสูจน์กันก่อน ว่าของดีจริง ค่อยลงมือทำจริงจัง ผมเลยไปซื้อ Breaker 20A มาตัวหนึ่ง แล้วก็ต่อเฉพาะ NCW มาใช้งานดูก่อน ปลั๊กก็ใช้แท่นยางสำหรับ Out door ทั่วๆ ไปนี่แหล่ะครับ แต่ผมไม่ได้เอาหม้อแปลง 2 ลูกมาอนุกรมกันเหมือนของพี่กั๋ง ผมรู้สึกว่ามันสิ้นเปลืองเกินไป เพราะกลายเป็นว่า หม้อแปลง 1.5kVA 2 ลูก แต่จ่ายได้แค่ 1.5kVA คือใช้งานได้แค่ 50% ของที่ควร

จะเป็น ผมจึงเอา Primary 200V มาขนานกัน และเอา Secondary 100V มาอนุกรมกัน ได้เป็น Isolation 3.0kVA ที่มี Output แบบ Balance จริงๆ แล้วก็ไม่ Balance กันสมบูรณ์หรอกครับ เพราะหม้อแปลง 2 ตัว ก็ต้องมีความแตกต่างกันเล็กๆ น้อยๆ แต่เมื่อคิดเทียบกับหม้อแปลงตัวเดียวแต่มี Center-Tap ถึงจะวงจรแม่เหล็กเดียวกันแต่ 2 ขดก็ไม่เหมือนกัน 100% เหมือนกัน แต่จะคิดมากทำไม ยังไงก็ต้องอยู่กับของที่มี ก็ลองใช้งานกันเลย เปิด Breaker ครั้งแรก OK ใช้งานได้ดี เปิดรวด 10 ชั่วโมงเลย เป็นที่ชัดเจนละว่า เสียงดีกว่าตัวเดิมแน่



Zone ที่จะเกิด In-Rush Current สมมุติ Primary มี DCR 1 Ohm ถ้าเปิด Switch ตอนที่ยอดคลื่นสูงสุดหรือต่ำสุดพอดี ก็จะมีกระแสไหลทันที 220A Breaker 20A จึง Trip ทันที NCW ของผม DCR แค่ 0.3 Ohm เท่านั้น

พอจะลองเปิดใหม่ Breaker เด้งสู้มือทันที เอ ลองใหม่ซิ ก็ลองเปิด-ปิดอยู่หลายรอบ บางทีก็ได้ บางทีก็เด้ง หรือ Breaker จะไม่ได้มาตรฐาน แต่ผมพยายามตัด Choice นี้ไปก่อน เพราะของที่ซื้อมาเป็นของใช้ในงานอุตสาหกรรม ยี่ห้อก็น่าเชื่อถือ มี มอก. และ Spec ใน Internet ก็ดูเชื่อถือได้ จนไปเจอคำว่า In-Rush Current 200A เข้าครับ เฮ้ย ไอ้ค่านี้มันบอกอะไรหว่า? ศึกษาลงไปถึงได้รู้ว่า มันขึ้นกับจังหวะเปิด Switch ครับ ถ้า Switch ON ตอนที่ยอดคลื่น AC อยู่ในช่วงจุดสูงสุดหรือต่ำสุด จะเกิดกระแสไหลจำนวนมากผ่าน Primary ทันทีทันใด เรียกว่า In-Rush Current และมันมากพอที่จะทำให้ Breaker Trip ทันทีครับ แต่ถ้า Switch ON ช่วงที่คลื่น AC อยู่ในระดับแรงดันต่ำ ก็จะใช้งานต่อไปได้ ซึ่งวิธีป้องกัน In-Rush Current ก็คือ ทำให้ Primary มีความต้านทาน DC มากขึ้น จนถึงจุดที่ In-Rush Current ไม่มากพอที่จะทำให้ Breaker Trip ครับ ก็มี 2 ทางเลือกในใจ คือ อนุกรม Resistor R ต่ำวัตต์สูงๆ เข้าไป แล้วค่อยใช้ Swtich Short R อีกที ซึ่งมัน Simple ไป และถ้าเราลืม Short R ตัวนี้ ก็จะเสียพลังงานความร้อนคร่อม R ไปด้วย ผมจึงเลือกอีกทางคือใช้ Negative Temperature Coefficient (NTC) ซึ่งก็คือ Thermistor ที่สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเป็นลบ เมื่อกระแสผ่านตัวมันจะร้อนขึ้น และความต้านทานจะ

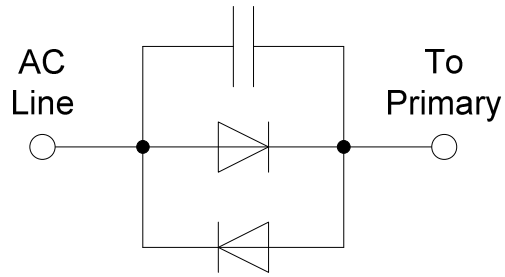


NTC 5 Ohm ตัวเลข D-20 จะบอกขนาด Diameter NTC 20mm

ลดลง ผมซื้อ NTC 5 Ohm Dia 20mm (5D-20) มาลองใช้ ซึ่งเดี๋ยวนี้หาซื้อง่ายและราคาถูกกว่าแต่ก่อนมาก เพราะใช้กันแพร่หลายใน Switching Supply และพบว่าใช้งานได้ดีทีเดียว ไม่มีปัญหา Breaker เด้งสู้มืออีก อย่างไรก็ตาม ถ้าปล่อยให้ NTC ร้อนอยู่ตลอดเวลา อายุการใช้งานจะสั้นลง ผมจึงต้องทำ Bypass ให้มัน โดยใช้ Toggle Switch มาต่อ Relay เพื่อ Bypass NTC อีกที สรุปว่า ต้องเปิด Switch 2 จังหวะ คือยก Breaker แล้วกด Toggle Switch อีกที ถึงจะลืมกด Toggle Switch ก็ไม่เป็นไร เพราะ NTC จะปรับ R ของตัวมันเองจนความร้อนคงที่ จุดนี้จะต่างจากการใช้ R เพราะความร้อนจะสะสมจนร้อนขึ้นเรื่อยๆ ได้ อีกจุดที่ต้องเล่าให้ฟังคือ NTC ที่ผมใช้ มี Max Steady Current แค่ 7A (ต้องดูใน Datasheet แต่ละผู้ผลิตนะครับ) ในขณะที่ Primary รองรับกระแสสูงสุดถึง 13A จริงๆ ผมควรจะใช้ 2 ตัวขนานกันเพื่อให้รับกระแสได้ 14A แต่ผมรู้ว่ายังไงผมก็ใช้งานไม่ถึง 3.0kVA หรอก และผมไม่มีทางลืม Bypass มันแน่ ผมจึงปล่อยผ่านไป แต่ถ้าชุดเครื่องเสียงใครใช้ไฟเยอะมากขนาดนั้น ก็ควรจะรู้ถึงจุดนี้ด้วย จะได้เลือกใช้งานให้ถูกหลักครับ

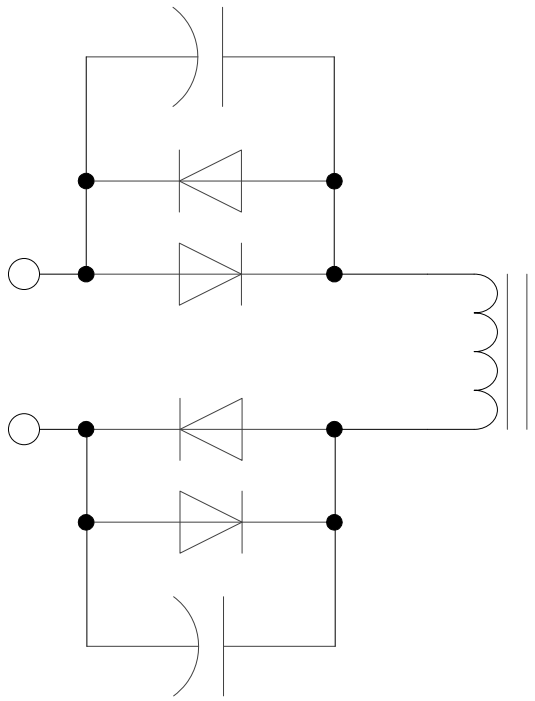
DC-Blocking Circuit

อ่านถึงตรงนี้แล้ว คุณอาจจะรู้สึกแปลกๆ อะไรนะ Block DC ในสาย AC เนี่ยนะ? คุณ Rod Elliott ได้อธิบายการเกิด DC Offset ในสายส่ง AC ไว้อย่างละเอียด ถ้าสนใจที่มา-ที่ไป สามารถหาอ่านได้ที่ https://sound-au.com/articles/xfmr-dc.htm ของแบบนี้ อ่านอย่างเดียวได้ไง มันต้องลองกันหน่อย ผมจึงคำนวณตามที่คุณ Rod แนะนำเพื่อออกแบบวงจรที่จะใช้งานขึ้นมา ซึ่งพื้นฐานจริงๆ แล้ว มีแค่ Diode 2 ตัว กับ C 1 ตัว เท่านั้น โดย C จะ Block DC ไว้ ให้ผ่านได้แต่ AC ค่าน้อยๆ และเมื่อแรงดัน AC สูงกว่า Forward



พื้นฐานวงจร DC-Blocking

Voltage ของ Diode (0.7V) ก็จะไปวิ่งผ่าน Diode แทน แล้วแต่ว่ากระแสไหลทิศทางไหน C ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะผ่าน 50Hz ไปที่ Primary ได้ แต่ไม่ต้องทนแรงดันมาก เพราะยังไงก็ไม่เกิน Vf ของ Diode นั่นเอง ส่วน Diode ก็ต้องผ่านกระแสใช้งานสูงสุดได้นั่นเอง แต่ด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ วงจรใช้งานจริงก็เลยดูว่าอุปกรณ์เยอะครับ คือ Diode 8A 4 ตัวกับ 10,000uF/10V 8 ตัว

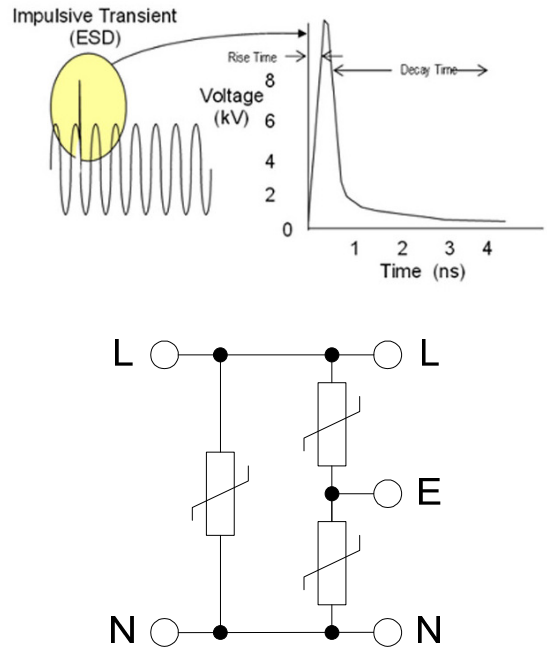


เมื่อแยกวงจรเป็น 2 ส่วน ทำให้สามารถใช้ C Electrolyte แบบมีขั้วขนาดใหญ่ 2 ตัว มาอนุกรมกัน ให้เท่ากับ C ไม่มีขั้วตัวเดียวได้ด้วย C ตำแหน่งนี้มีผลกับเสียงในลักษณะเดียวกับการเปลี่ยน C Coupling ด้วยนะครับ

หลังจากทำเสร็จลงกล่องเรียบร้อยแล้ว คิดย้อนกลับไปเทียบกับตอนทดลอง พบว่าหม้อแปลงสั่นน้อยลงจริง ซึ่งน่าจะเป็นผลจาก DC-Blocking นี่แหล่ะ และมาคิดได้อีกทีตอนทำเสร็จว่า เราน่าจะแยกวงจรออกเป็น 2 ส่วนได้ แต่ผมก็ไม่ได้รื้อมาทำใหม่ครับ เพราะมันอนุกรมกันอยู่ทั้งหมด จะต่อแบบไหนก็เหมือนกัน แต่แยกต่อตามรูปสุดท้าย ดูจะเข้ากับ Concept Balance มากกว่าเท่านั้นเองก็เลยเล่าให้ฟังเผื่อใครจะเอาไปทำดูครับ

Surge Protection

Power Surge คือการเพิ่มขึ้นของแรงดัน, กระแส หรือ พลังงาน ในช่วงสั้นๆ Power Surge ที่ขนาดใหญ่มากพอ สามารถก่อความเสียหายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ไฟผ่า, ไฟดับ, Breaker Trip เป็นต้น ในปัจจุบัน มีการใช้งานภายจ่ายไฟแบบ Switching มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งวงจรเหล่านี้ สามารถสร้าง Voltage Spike ซึ่งเป็น Surge แรงดัน ป้อนกลับเข้ามาในระบบสายส่ง AC ได้ตลอดเวลา ซึ่งผมยังคงใช้ Metal Oxide Varistor (MOV) ในการป้องกัน Power Surge เหมือนกับตัวแรกที่ทำ แต่มีการปรับให้เป็นวงจรแบบ Delta เพื่อจะสามารถดัก Surge ได้ทั้ง 3 เส้น และใส่ไว้ทั้งขาเข้าและขาออกจาก Transformer เป็น Protection 2 ชั้นครับ



Power Surge (Voltage Transient) และวงจร Surge Protection แบบ Delta

Line Filter

Line Filter หรือ Noise Filter หรือถ้าเรียกให้ดูหรูมีระดับหน่อยก็ Line Conditioner ครับ เป็น L-C Network ใช้สำหรับกรองความถี่ที่ไม่ต้องการในวงจรสายส่ง AC ครับ ก่อนหน้านี้ผมทำเองอย่างที่เล่าให้ฟังตอนต้น ส่วนรอบนี้ซื้อสำเร็จของ TDK ขนาด 20A มาใช้ เป็นแบบ 2 Stages ครับ

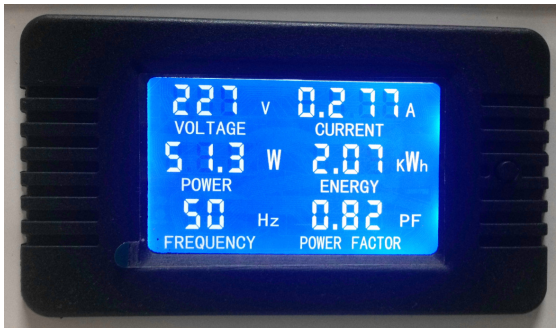
Meter

ผมเลือกซื้อ Meter LCD Display ซึ่งแสดงข้อมูลทางไฟฟ้า 6 ค่ามาใช้งาน มี แรงดัน AC, กระแส AC, Power Factor, ความถี่, อัตราการกินไฟ (Watt) และอัตราการบริโภคพลังงาน (kW-H) บนหน้าปัด ก็ดูดีขึ้นมาอีกระดับ จากเดิมที่ดูได้แต่แรงดัน Output ครับ

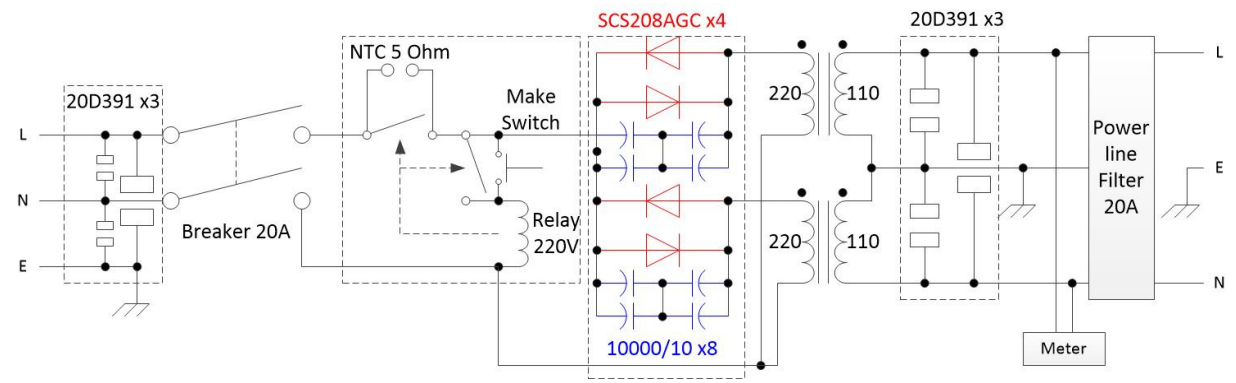
AC Outlet

เพื่อนผมที่เวียดนาม เสนอให้ใช้ AC Outlet ชุบ Rhodium หนาพิเศษ ที่ DIYer ใน

Noise Filter TDK ขนาด 20A



Meter แสดง 6 ค่าการวัด ค่า kW-H เป็นค่าสะสม ซึ่งจะนับไปเรื่อยๆ จนกว่าจะ Reset มัน



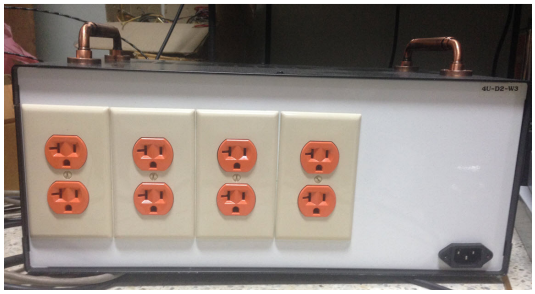
รูปวงจรทั้งหมดที่ใช้งานจริง แยกส่วนต่างๆ ไว้ให้ตามกรอบเส้นประ

เวียดนามทำขึ้นมาแบ่งกันจำนวนไม่มาก พอถามราคา แกบอกอันละ US$100 ผมเลยถอยกรูด ผมเลือกลงทุนแค่ AC Outlet สวยๆ จากบ้านหม้อ 5 ตัว และซื้อ Used Hubbell Hospital Grade มาลองเทียบตัวนึงเท่านั้น

ประกอบร่าง

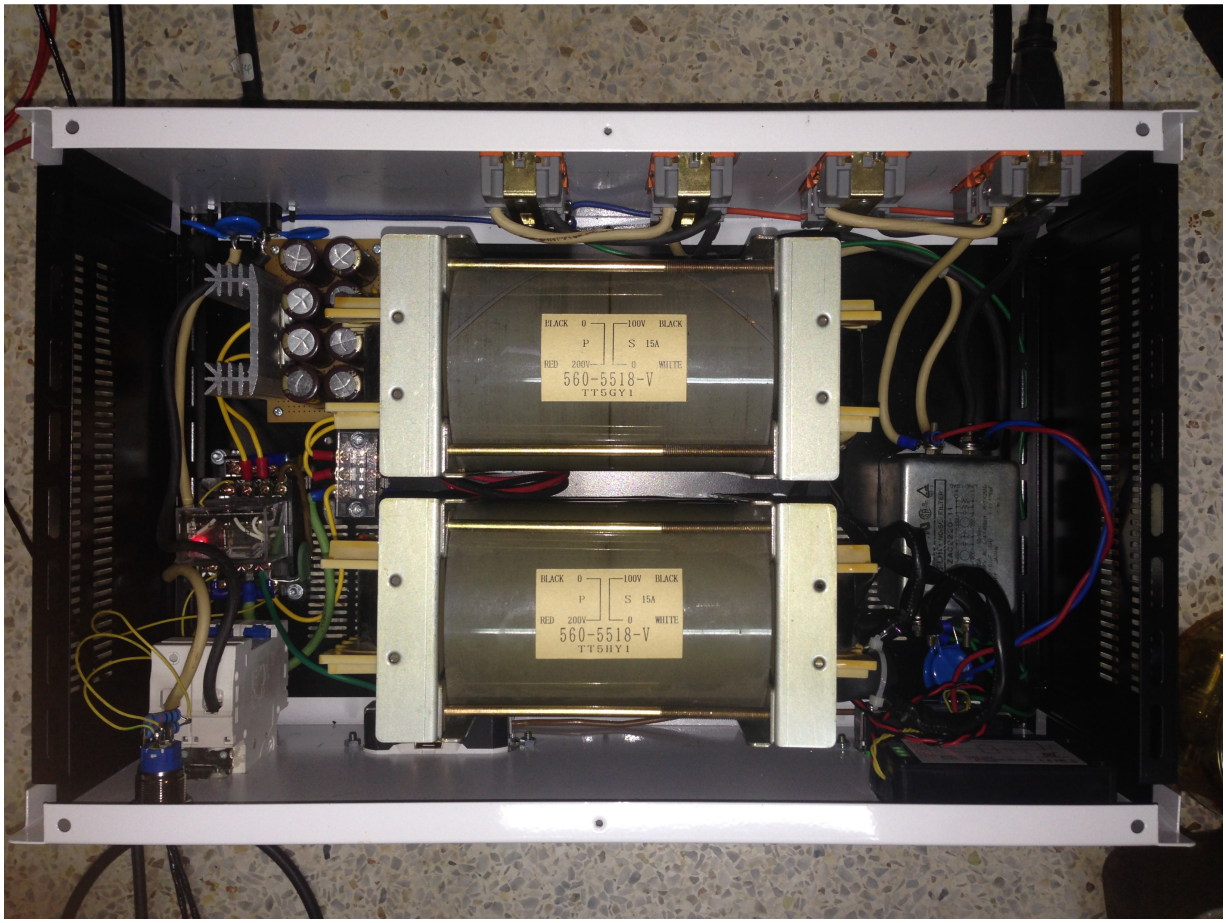
ตอนแรกว่าจะทำกล่องไม้สวยๆ มาใส่ครับ แต่พอมีเวลาว่างจะทำ ยังไม่ได้ออกแบบกล่องเลย ก็เลยไปซื้อกล่องเหล็ก NPE มาใส่ซะเลย เนื่องจากน้ำหนักมาก ก็เลยซื้อมือจับประตูอลูมิเนียมมาติดที่ฝากล่อง 2 อันด้วย ซึ่งดูแล้วไม่เข้ากันเลย รสนิยมห่วยแตก (555) วงจร DC-Blocking ทำบน PCB ไข่ปลา อเนกประสงค์ สาย AC หลักๆ เป็นสายซิลิโคนขนาด 4.0 sq mm. ร้านขาย AC Outlet แถมมาให้ ทำเสร็จแล้วก็ได้หน้าตาตามรูปครับ

เสร็จแล้วก็ต้องทดลองฟังกันครับ ฟังแล้วก็รู้สึกดีที่ทำมันขึ้นมาครับ มันดีกว่าตัวเดิมพอสมควรเลย แต่ที่ทำให้รู้สึกแย่ก็คือเจ้า Meter LCD ตัวใหม่นี่แหล่ะครับ ผมเปิด Burn มันรวดเดียว 3 วัน 3 คืนเลย โดยไม่ได้สังเกตตัวเลขบน Meter ว่าขึ้น 600W พอมาดูอีกทีตอนจะปิด ใช้ไฟไป 45 หน่วย ก็ราวๆ 160 บาท โอ้ จะฟังเพลงแพงไปไม๊เนี่ย? ทำเอาผมเกรงๆ ที่จะเปิด 845 PP ไปพักใหญ่ครับ เปิด EL84 SE สบายกระเป๋ากว่ามาก (555)



ลองทายซิ อันไหน Hubbell

อันไหน Hubbahn (Mor) เอ่ย?



มุมซ้ายบนของรูปเป็น IEC Inlet ส่วนที่มี Heat Sink คือวงจร DC-Blocking, ถัดลงมากลางเครื่องเป็น NTC กับ Bypass และ Breaker ส่วนด้านขวาเป็น TDK Noise Filter กับ Meter ส่วน MOV จะติดไว้ที่ IEC Inlet กับก่อนเข้า Noise Filter ที่เห็นเป็นชิ้นสีน้ำเงินเล็กๆ ในรูป

ด้านหน้าปลั๊กสีขาวต่อตรงจาก Breaker ไม่ผ่านหม้อแปลง ส่วนสีเขียวผ่านหม้อแปลงและ Noise Filter แล้ว เอาไว้เสียบทดลองผลงานใหม่ๆ

PICORE PLAYER
สอนตั้งค่าทุกอย่าง
แต่งทุกจุดให้เสียงดี

ผู้เขียน : วิทยา ตั่งธนาพร

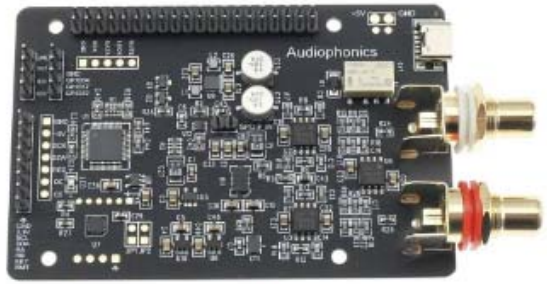
PICOREPLAYER คืออะไร

- piCorePlayer รวมเอา LMS และ Squeezelite เข้ามาไว้ด้วยกัน ทำให้มันสามารถเป็นได้ทั้งมิวสิคเซิร์ฟเวอร์ และ เครื่องเล่นเพลง High-Resolution
- ต่อผ่านไวไฟ และ สายแลนได้ ต่อเข้ากับ Airplay สำหรับสาวก Apple ได้ ต่อกับ Chromecast ก็ได้ ต่อกับ DLNA/UPnP Player ก็ยังได้ ฟังเพลงผ่านลำโพง Bluetooth หรือ หูฟัง Bluetooth ก็ได้
- Bitperfect ที่เล่นไฟล์ได้ทุกสกุลถึง 32Bit / 384kHz (24Bit ถ้าต่อผ่าน i2s) DSD ทั้ง Native และ DOP (DSD on PCM) รวมทั้ง สตรีมเพลงได้ทั้ง Tidal, Spotify, Deezer, Radio Paradize, Internet Radio, Classical.com, Amazon CD Store, iTunes, Last FM, Napster, Orange Live Radio, Pandora, Slacker, BBC, Bands Campout, Youtube, JazzFM, Mixcloud, Soundcloud and Wefunk radio.
- สั่งเล่นเพลงได้จาก มือถือ หรือ iPad หรือจะต่อรีโมทก็ทำได้ หรือจะต่อจอ Touch Screen แล้วควบคุมจากหน้าจอก็ยังทำได้
- ในบทความนี้ ผมจะเขียนแบบให้ piCorePlayer เป็นทั้ง มิวซิคเซิร์ฟเวอร์ และ เพลเยอร์ เป็นหลักนะครับ โดยเน้นฟังเพลงผ่าน Hard Disk แบบต่อตรง และเน้นเอาเสียงดีเป็นหลัก ไม่ได้เอาความสะดวกเป็นหลัก

ของที่ต้องมี

- Raspberry pi 4 จะเอา RAM เท่าไหร่ ก็ตามสะดวกครับ ผมทดลองทั้ง 4GB และ 8GB ใช้ได้ทั้งคู่ 2GB ก็น่าจะทำงานได้สบายๆ
- ภาคจ่ายไฟ (อันนี้อยู่ในขั้นวิจัย เสร็จแล้วจะมาบอกนะครับ) ตอนนี้ใช้แหล่งจ่าย 5V USB-C กันไปก่อน
- SD Card เร็วๆ สักตัว 16GB ขึ้นไป อย่าซื้อของปลอมนะครับ ปวดหัวและเสียเวลา
- DAC จะเป็น HAT ที่ต่อบน pi เลย หรือ จะ USB ก็ตามสะดวก ต่อผ่าน HAT ได้ 24Bit / 384kHz, DSD256 เกินนี้ไม่ได้ แต่ USB เล่นได้ถึง DSD512
- สาย LAN เอาไว้ต่อกับ Router ตอนเซ็ตอัพครั้งแรก แต่ผมแนะนำให้ต่อผ่านสาย LAN ตลอดดีกว่าครับ เสถียรกว่าเยอะ เดี๋ยวนี้ไวไฟแต่ละบ้านตีกันสนั่นมาก
- Hard Disk ที่เก็บเพลงเอาไว้ ผมแนะนำ Hard Disk ที่ใช้ภาคจ่ายไฟแยกนะครับ เราไม่ต้องการให้ Raspberry pi มีโหลดอะไรเกินความจำเป็น เราจะเปิดมันไว้ตลอด 24 ชั่วโมง


Raspberry Pi 4 (8GB)



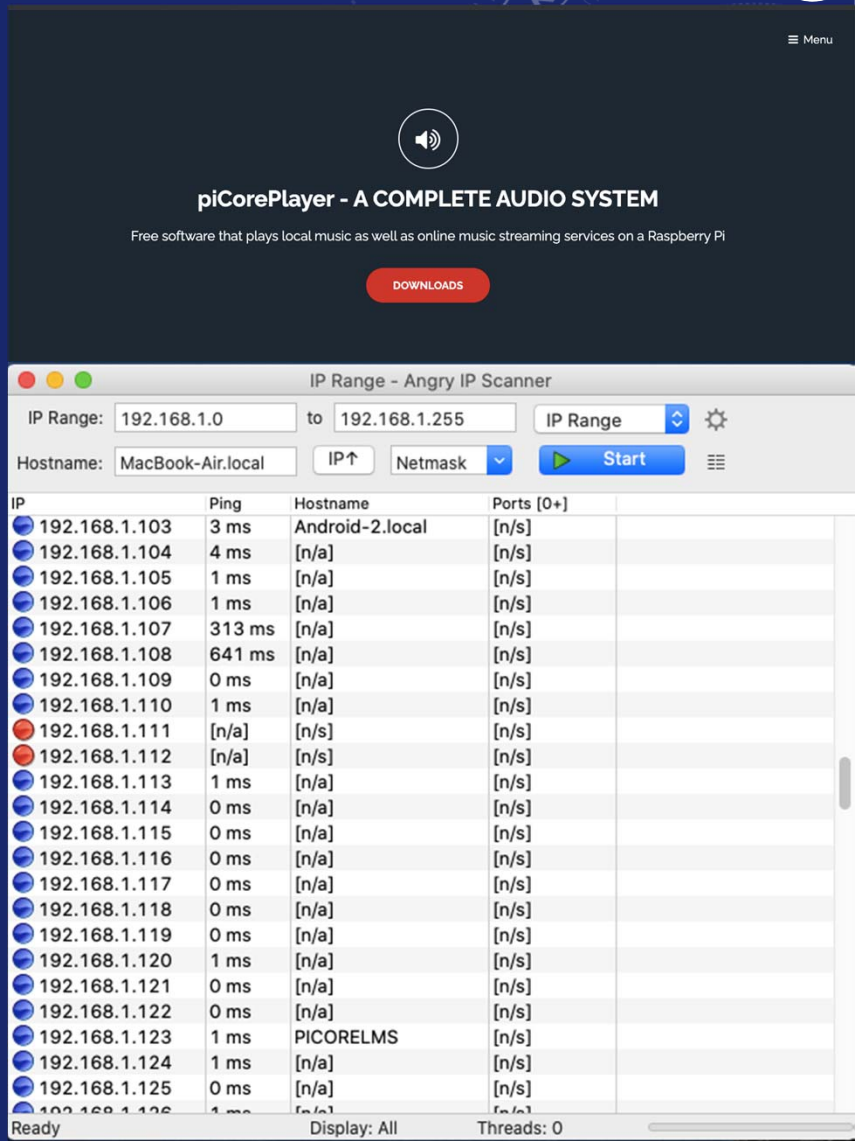
HAT DAC I-Sabre ES9038Q2M

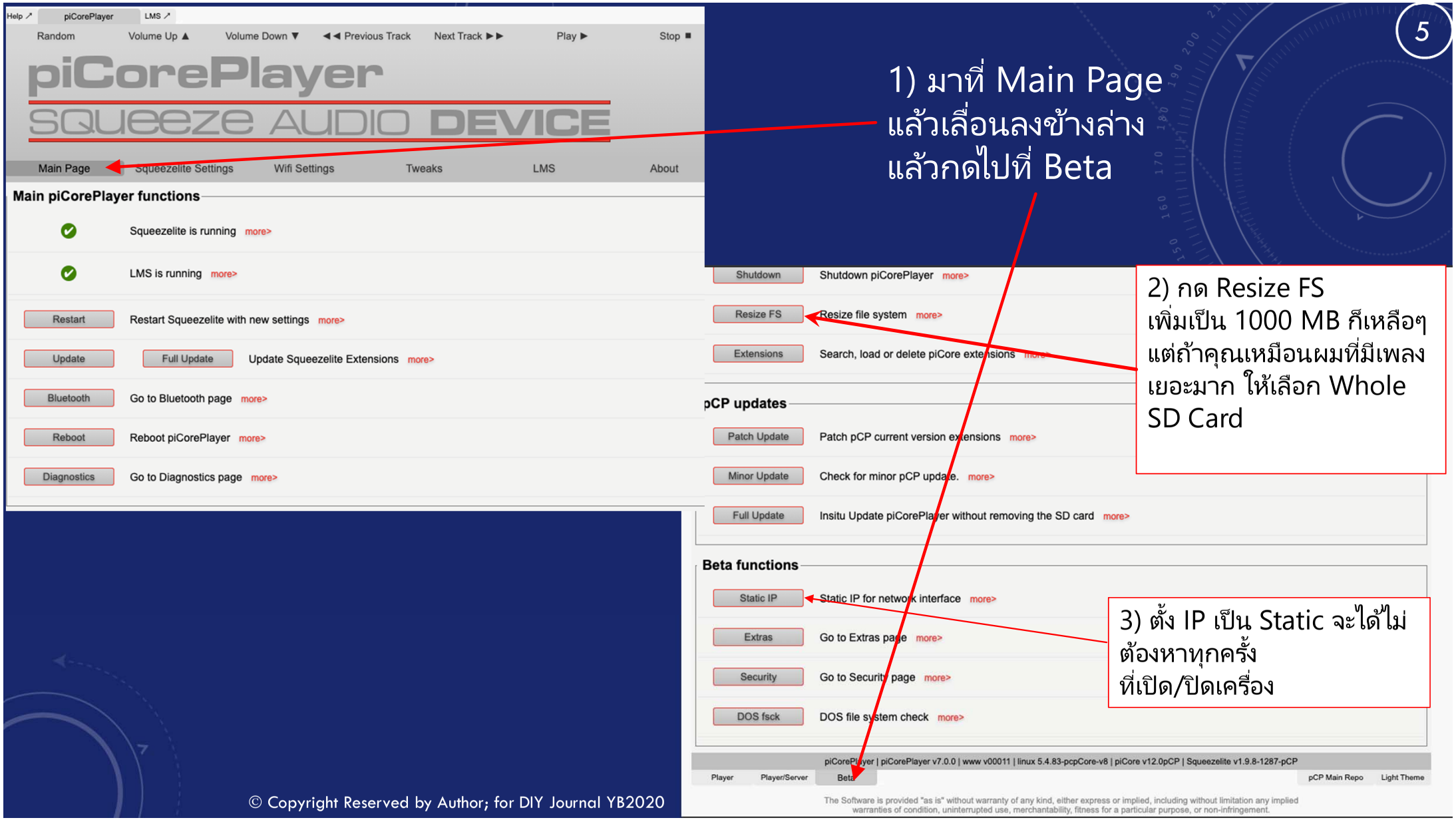
Micro SD 16GB Class10

Amanero USB -> I2S

ติดตั้ง

- ไปที่ https://www.picoreplayer.org/ แล้วโหลด piCorePlayer v7.0.0 64 Bit มาก่อน
- ถ้า SD Card ไม่ใหม่ ให้ Format ก่อน ผมใช้ตัวนี้ https://www.sdcard.org/downloads/formatter/
- ติดตั้งลงบน SD Card ผมใช้ตัวนี้ ง่ายฟรี https://www.balena.io/etcher/
- ทำเสร็จ เสียบเข้ากับ Raspberry pi 4 เสียบสาย LAN เข้า Router ให้เรียบร้อย ต่อ Hard Disk เอาไว้เลย แล้วเสียบปลั๊ก หลังจากเสียบปลั๊ก รอสัก 30 วินาที ถึง 1 นาที
- เปิด Computer หา IP Address ของ Raspberry pi ที่พึ่งเสียบขึ้นไป ผมใช้ Angry IP Scanner https://angryip.org/
- พิมพ์ 192.168.1.xxx ที่พึ่งหาเจอลงใน Chrome หรือ Web Browser อื่นๆ ที่คุณใช้

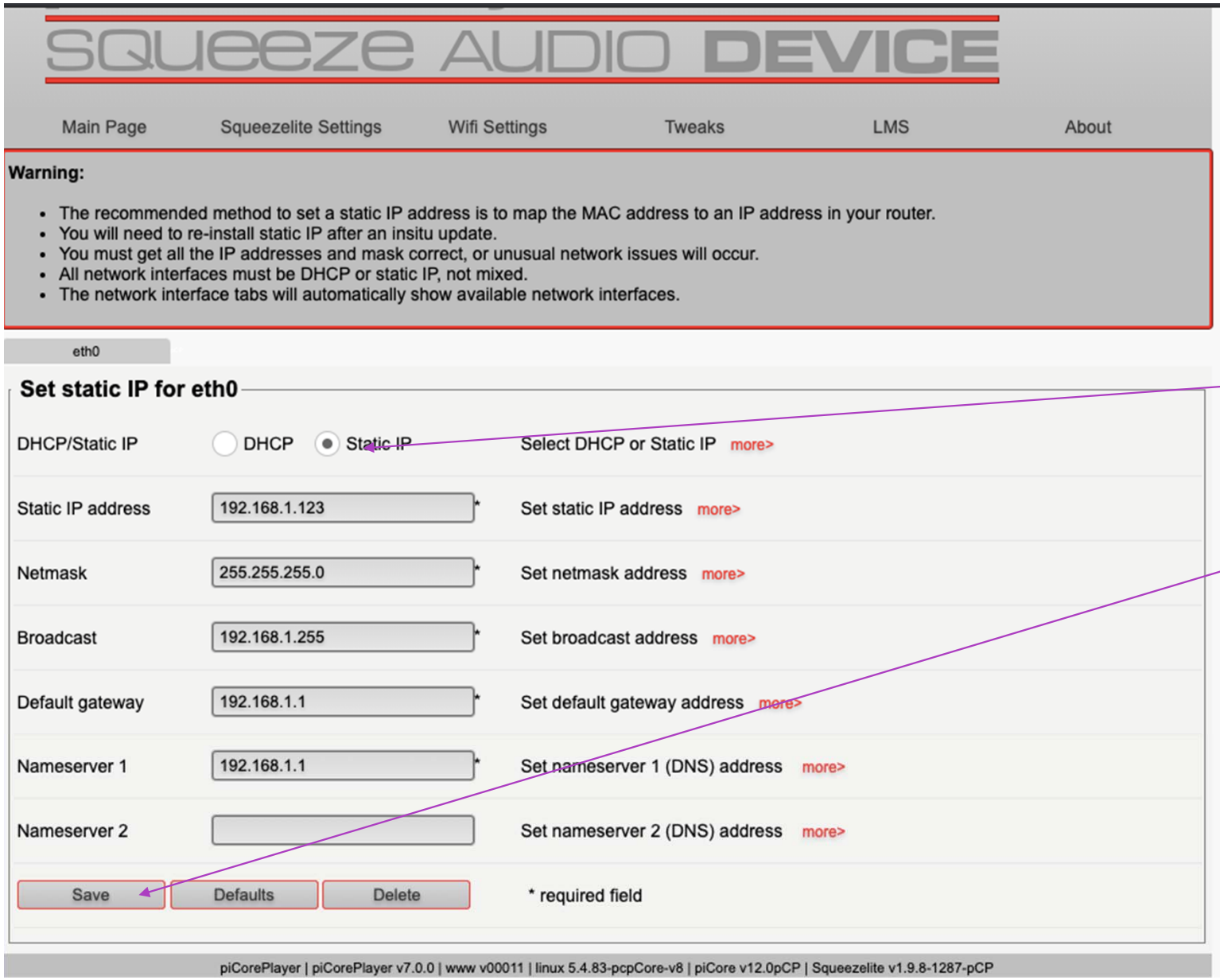




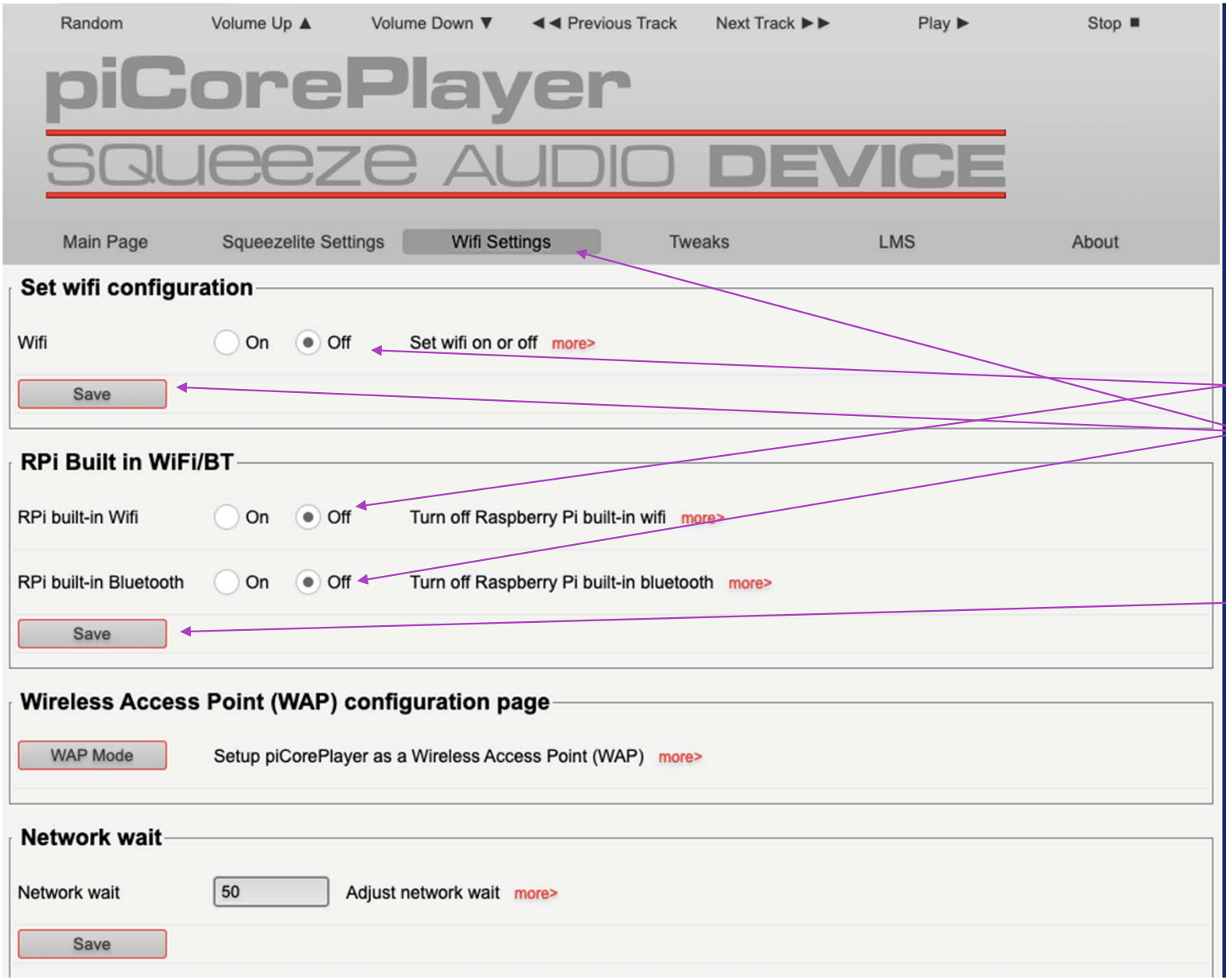
1) มาที่ Main Page
แล้วเลื่อนลงข้างล่าง
แล้วกดไปที่ Beta

2) กด Resize FS
เพิ่มเป็น 1000 MB ก็เหลือๆ
แต่ถ้าคุณเหมือนผมที่มีเพลง
เยอะมาก ให้เลือก Whole
SD Card

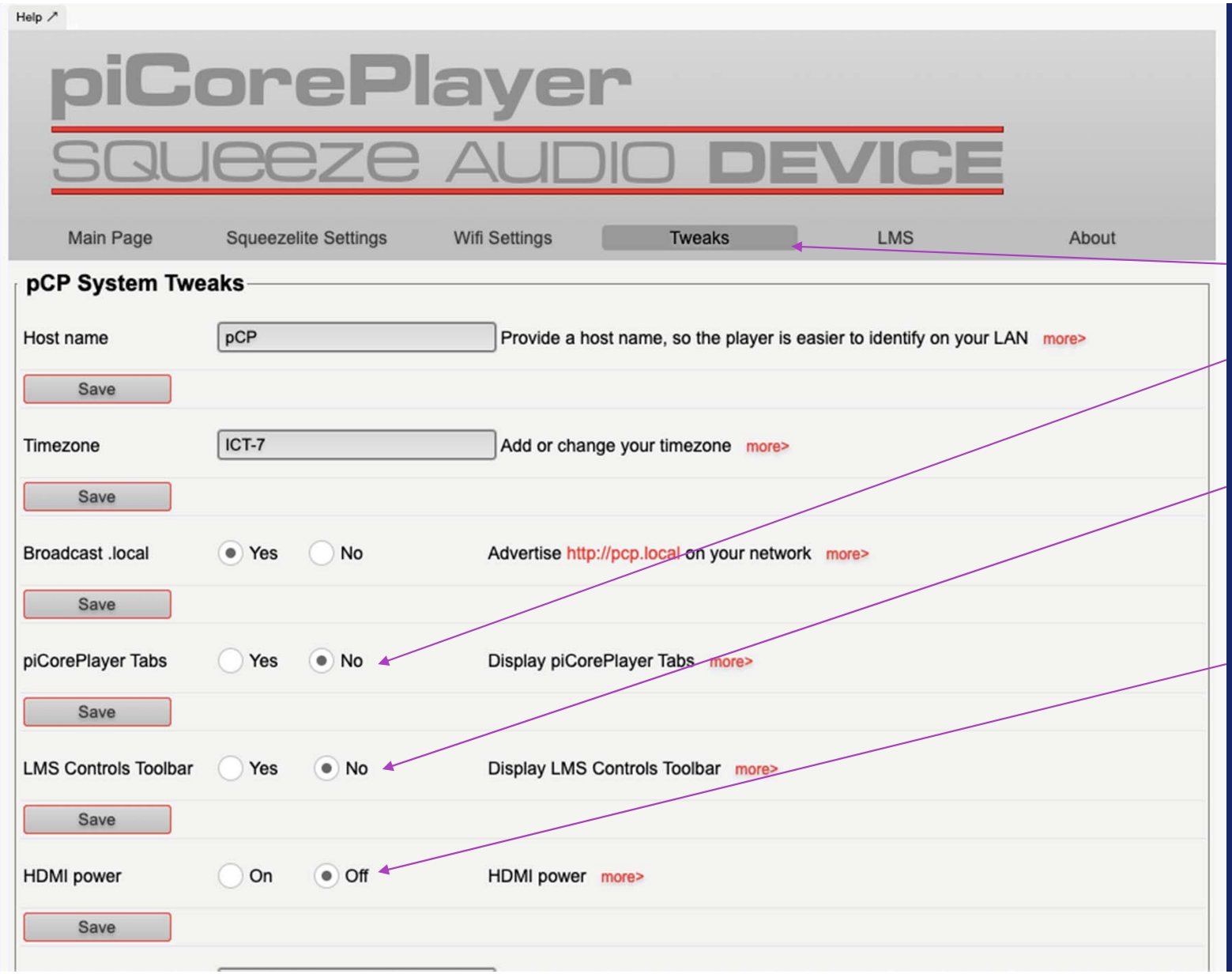
3) ตั้ง IP เป็น Static จะได้ไม่
ต้องหาทุกครั้ง
ที่เปิด/ปิดเครื่อง



กด Static IP
แล้วตั้งตามรูป
กด Save
แล้วระบบจะถาม Reboot ให้ตอบ
Yes ไป



1) มาที่ Wifi Settings แล้วปิดทุกอย่าง ถ้าไม่ใช้ จะได้ลด Noise ทั้งหลายที่เกิดขึ้น แล้วกด Save ระบบจะ Reboot รอครู่นึง ระบบจะกลับมา



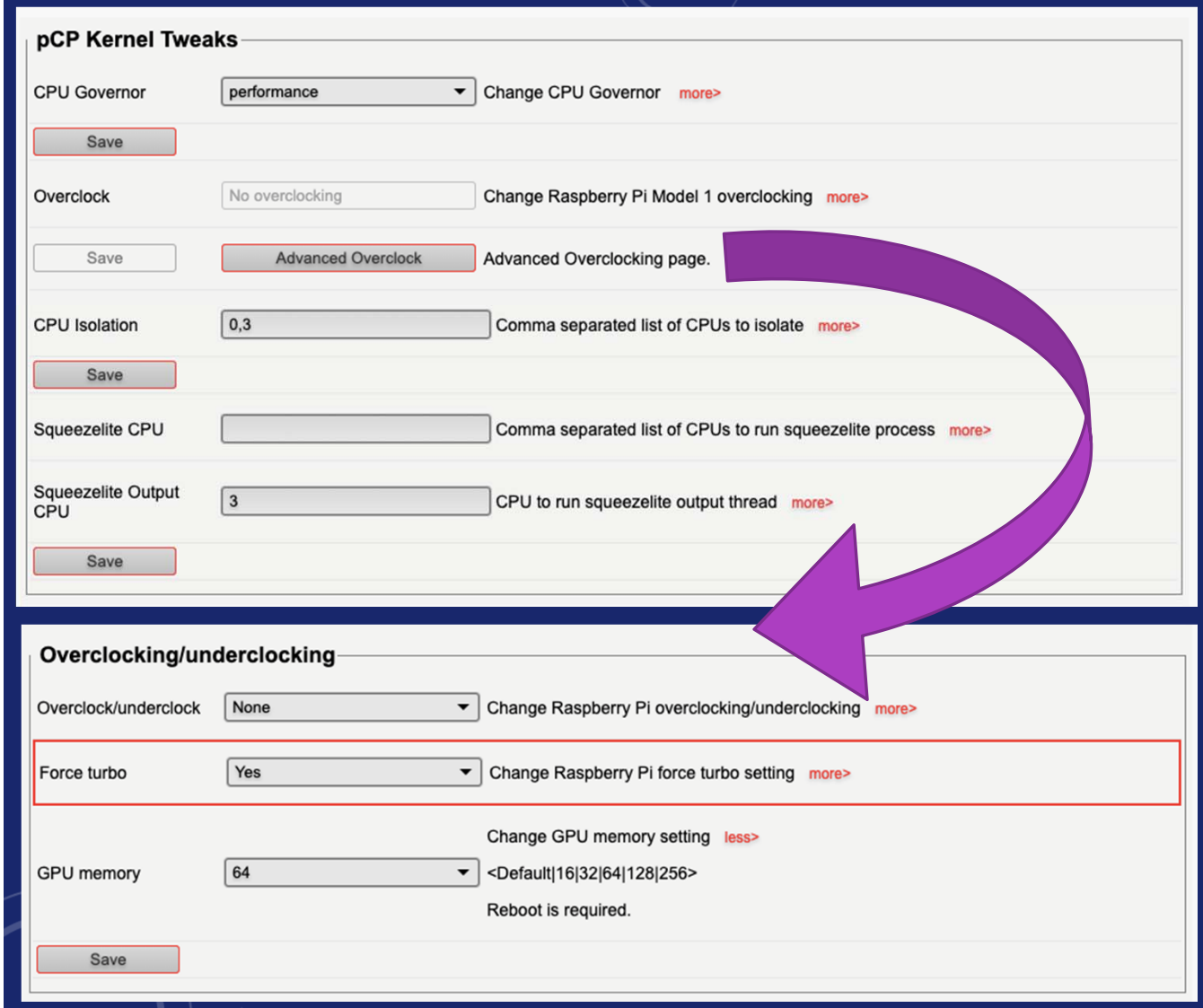
มาที่ Tweeks แล้ว

1) ปิด piCorePlayer Tabs กด Save

2) ปิด LMS Controls Toolbar กด Save

3) ปิด HDMI Power กด Save

อย่าลืม Save ทุกอัน แล้ว Reboot อีกที รอซักแป๊ปนึง ระบบจะกลับมา



ยังอยู่กันที่ Tweeks เลื่อนลงมาที่ pCP Kernel Tweeks

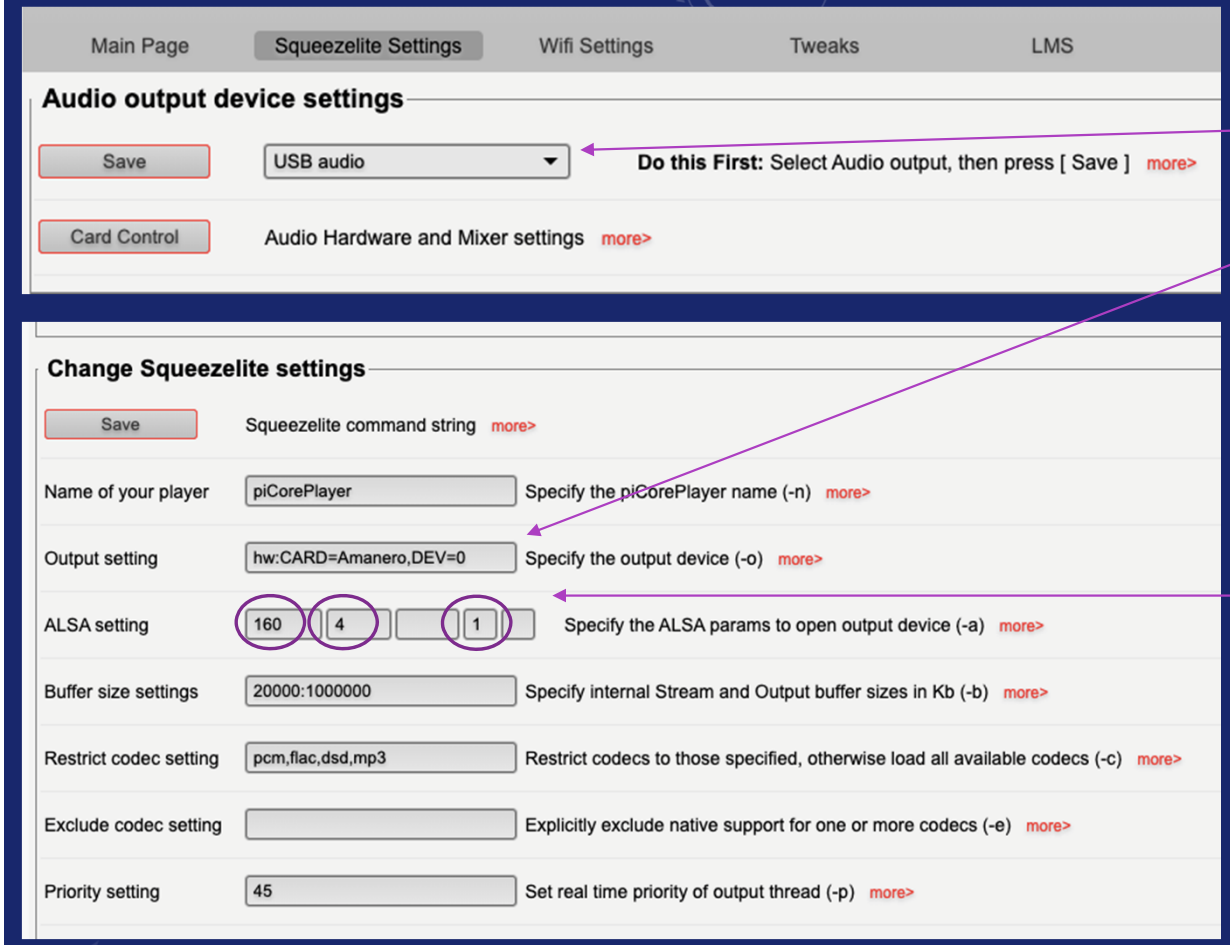
1) ตั้ง CPU Governor เป็น Performance กด Save อันนี้จะทำให้ CPU วิ่งที่ 1500MHz อย่างเดียว ไม่วิ่งขึ้นลง

2) กด Advance Overclock แล้วตั้ง Force Turbo = Yes กด Save มันจะบังคับให้ CPU ทำงานที่ความถี่เดียว เพิ่มประสิทธิภาพ

3) CPU Isolation 0,3 กด Save

4) Squeezelite Output 3 นี่คือการตั้งให้ CPU 0 ทำงานอื่นๆ ที่ Linux ให้ทำ แล้วให้ CPU 3 ทำงานแต่เล่นเพลงอย่างเดียว

อย่าลืม Save ทุกอัน แล้ว Reboot อีกที



มาที่ Squeezelite Setting แล้ว

1) ตั้งให้เสียงออกตาม DAC ที่ใช้ ผมใช้ USB DAC ก็เลือก USB Audio กด Save

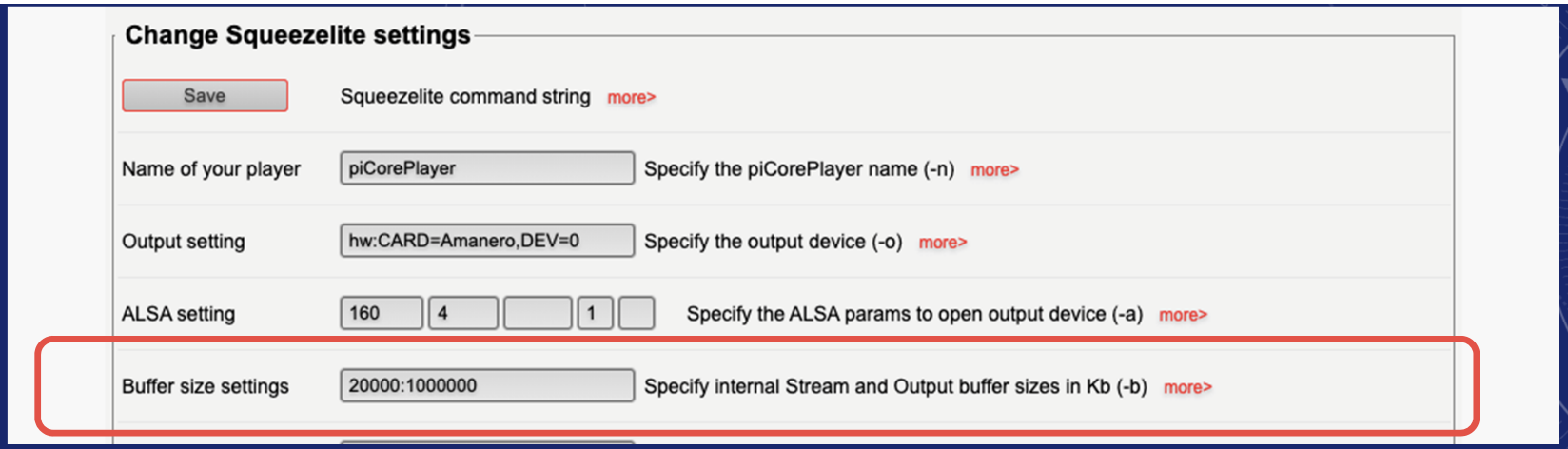
2) Output Setting อันนี้สำคัญมาก กดที่ more> เลือกอันที่เขียนว่า hw:CARD=xxxx,DEV=0 ของผมเป็น Amanero มันก็จะขึ้น hw:CARD=Amanero,DEV=0 ซึ่งเลือกแบบนี้จะได้ Output เป็น Bitperfect

3) ตั้ง ALSA Setting ตามในรูป 160 คือ 160 milli-second buffer

4 คือ Buffer จะแบ่งออกเป็น 4 Period

Bit Depth ถ้าปล่อยว่างไว้ จะเป็น Auto ถ้าอยากให้เล่นเป็น Bit Depth เท่าไหร่ ก็ทำได้ เช่น ตั้งเป็น 32 Bit Depth ตลอดทุกเพลง

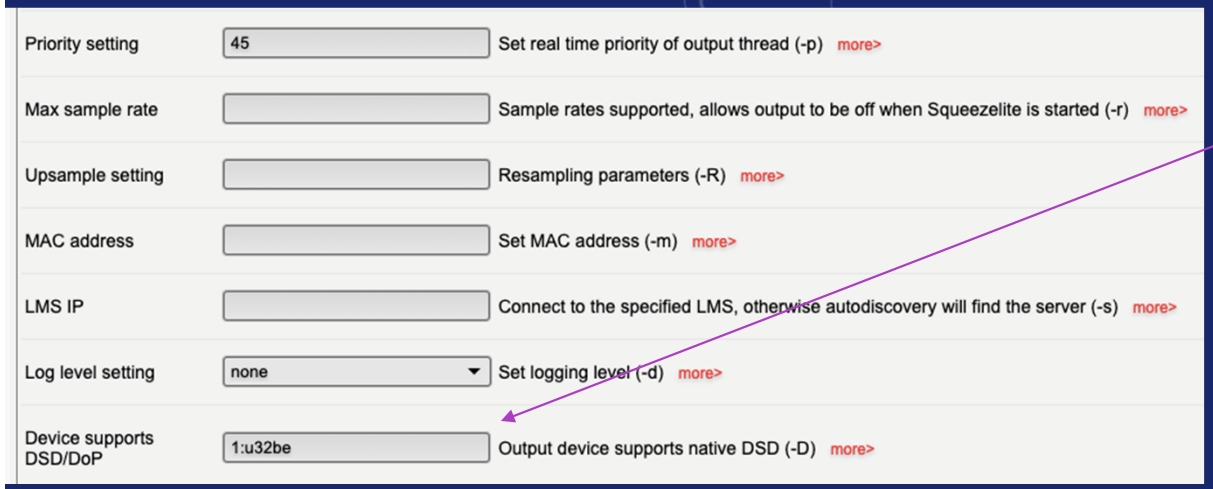
1 คือ ตั้งให้ระบบส่งข้อมูลออกจาก Memory โดยตรง ไม่ผ่าน CPU

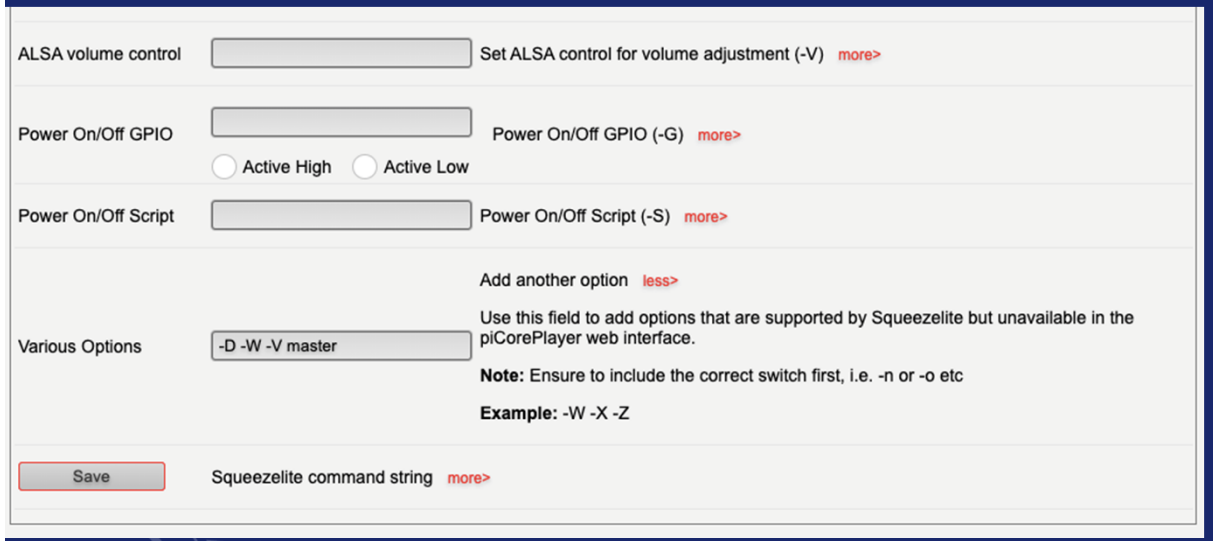


SQUEEZELITE BUFFER SIZE SETTINGS

Buffer อันนี้เป็น Process ข้างในของ Squeezelite ที่ดึงเอาข้อมูลของเพลงมาจากระบบมาอยู่ใน Stream Buffer ก่อน ที่เราตั้งไว้ที่ 20000 = 20M-Byte จากนั้น ก็ทำการ Conversion เช่น เปลี่ยนจาก Flac มาเป็น PCM หรือทำการ Resampling จากนั้นถึงจะส่งไปที่ Output Buffer ซึ่งในรูปจะเห็นว่า ผมตั้งไว้ 1000000 = 1000M-Byte

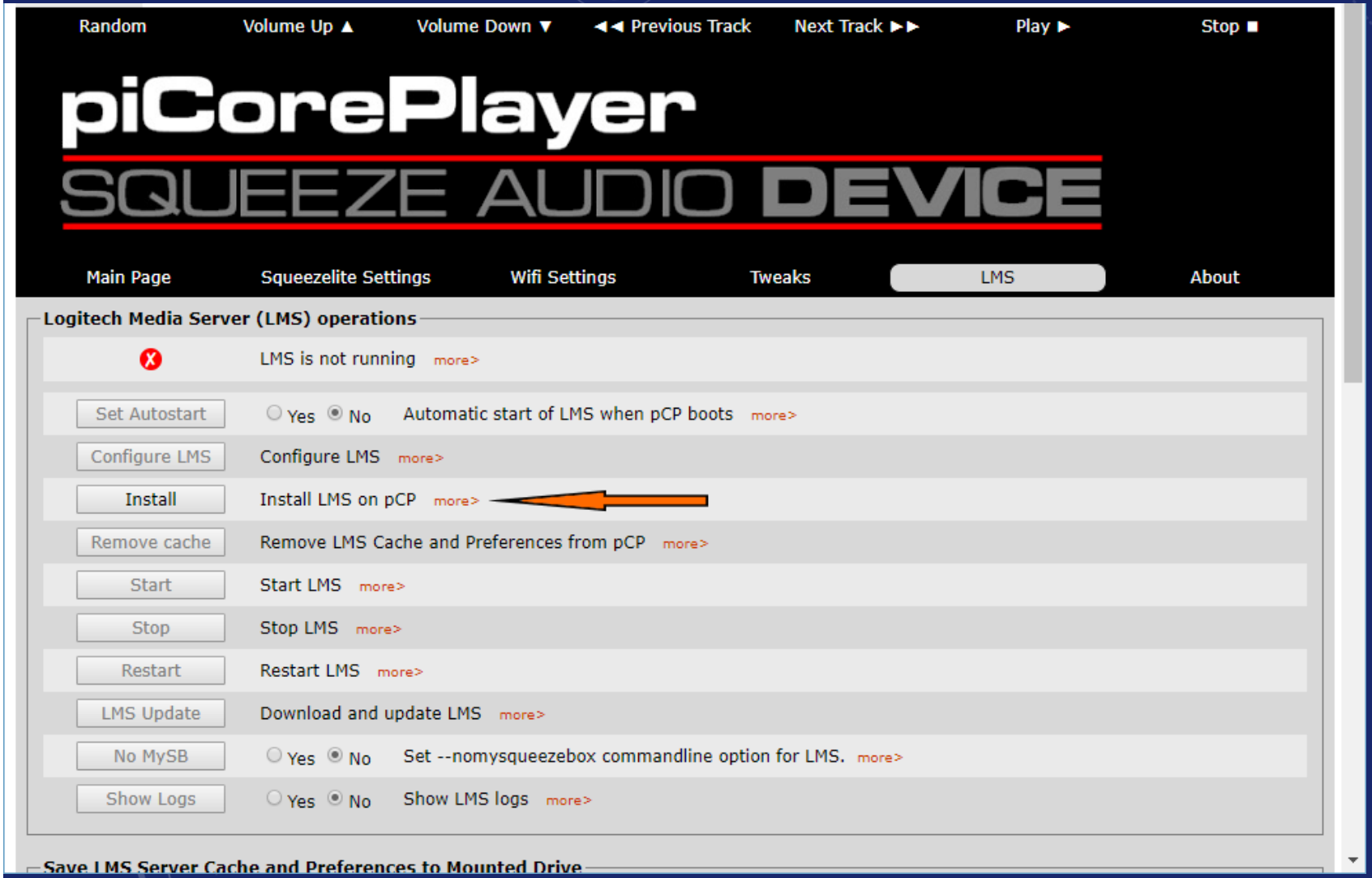
pi ผมเป็นรุ่น 4GB ใช้ RAM ไป ¼ ก็ยังทำงานลื่นอยู่ ซึ่งที่ Buffer Setting ขนาดนี้ เรียกได้ว่า เรา Buffer เพลงทั้งเพลงลงใน RAM ก่อนที่จะเล่นออกไปและ Squeezelite เก็บเพลงไว้ในรูป 32 Bit ครับ จากนั้นก็ผ่าน Software Volume Control หรือ Bit-Depth Adjustment ก่อนจะออกไป แต่สำหรับคนที่จะใช้เพื่อเล่น Stream เช่น Spotify วิธีนี้ไม่เวิร์คนะครับ ตั้งเป็น 10000:20000 เบเบไป





ส่วนนี้ ตั้งตามนี้ ตรงช่อง Device Supports DSD / DOP ผมใช้
1:u32be
1 คือ 1mS Delay ก่อนที่จะเล่น DSD
ลองกดตรง more> ดูว่ามีอะไรขึ้นมาบ้าง แต่ละ DAC จะไม่เหมือนกัน แล้วลองสุ่มเลือกเอา DAC ของผม Soekris R2R DAC DAM1021 ใช้ u32be DAC ของคุณอาจจะไม่เหมือนของผม ลองใส่เอาไปเรื่อยๆ

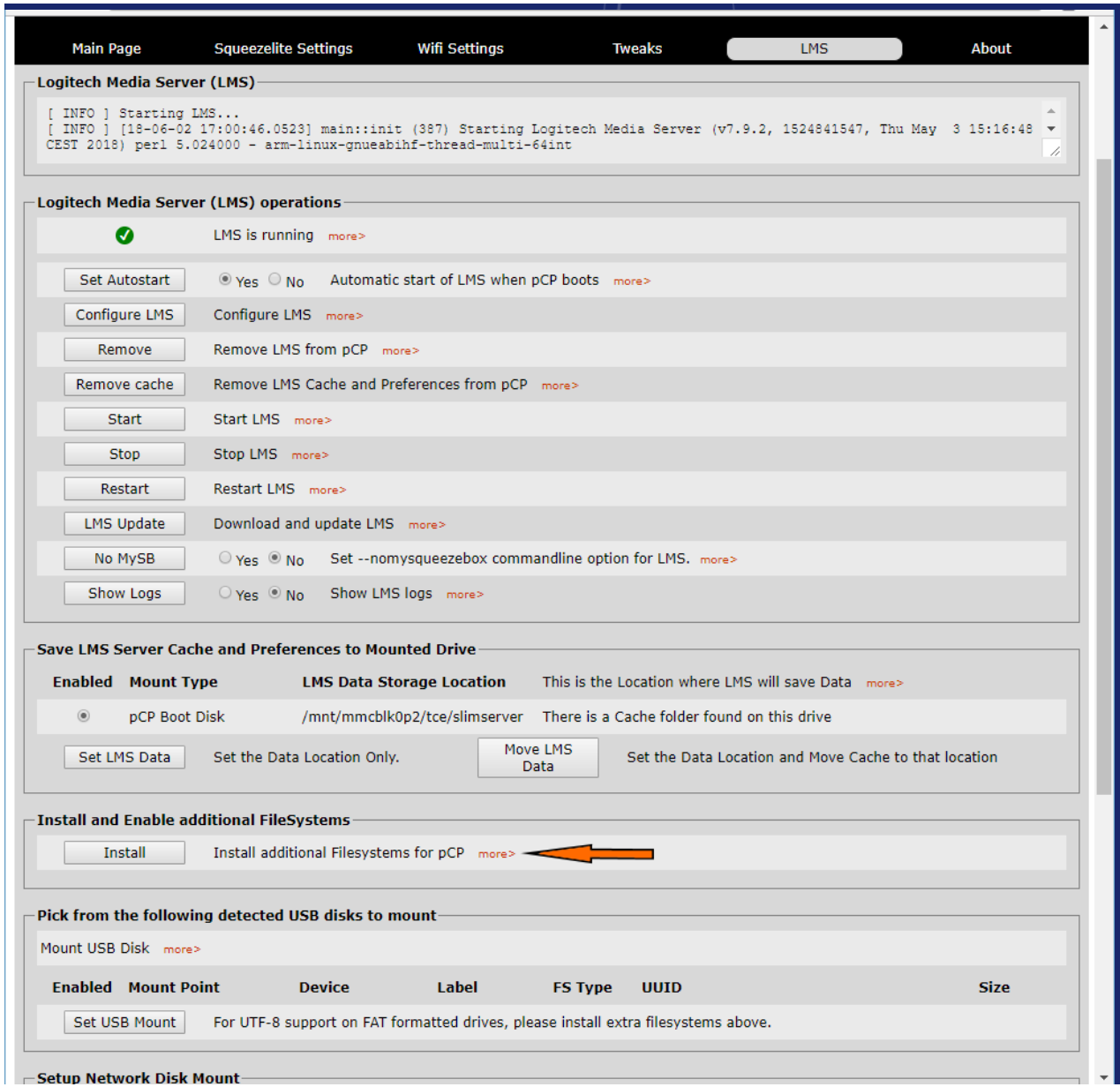
ตรง Various Options ใส่
- D เพื่อเล่น DSD
- W เพื่อให้ Squeezelite มองเห็นว่า LMS ส่งไฟล์ Bit Depth ที่เท่าไหร่มา
- V Master บังคับให้ใช้ ALSA Volume Control
อย่าลืม Save และ Reboot



มาที่ LMS แล้ว

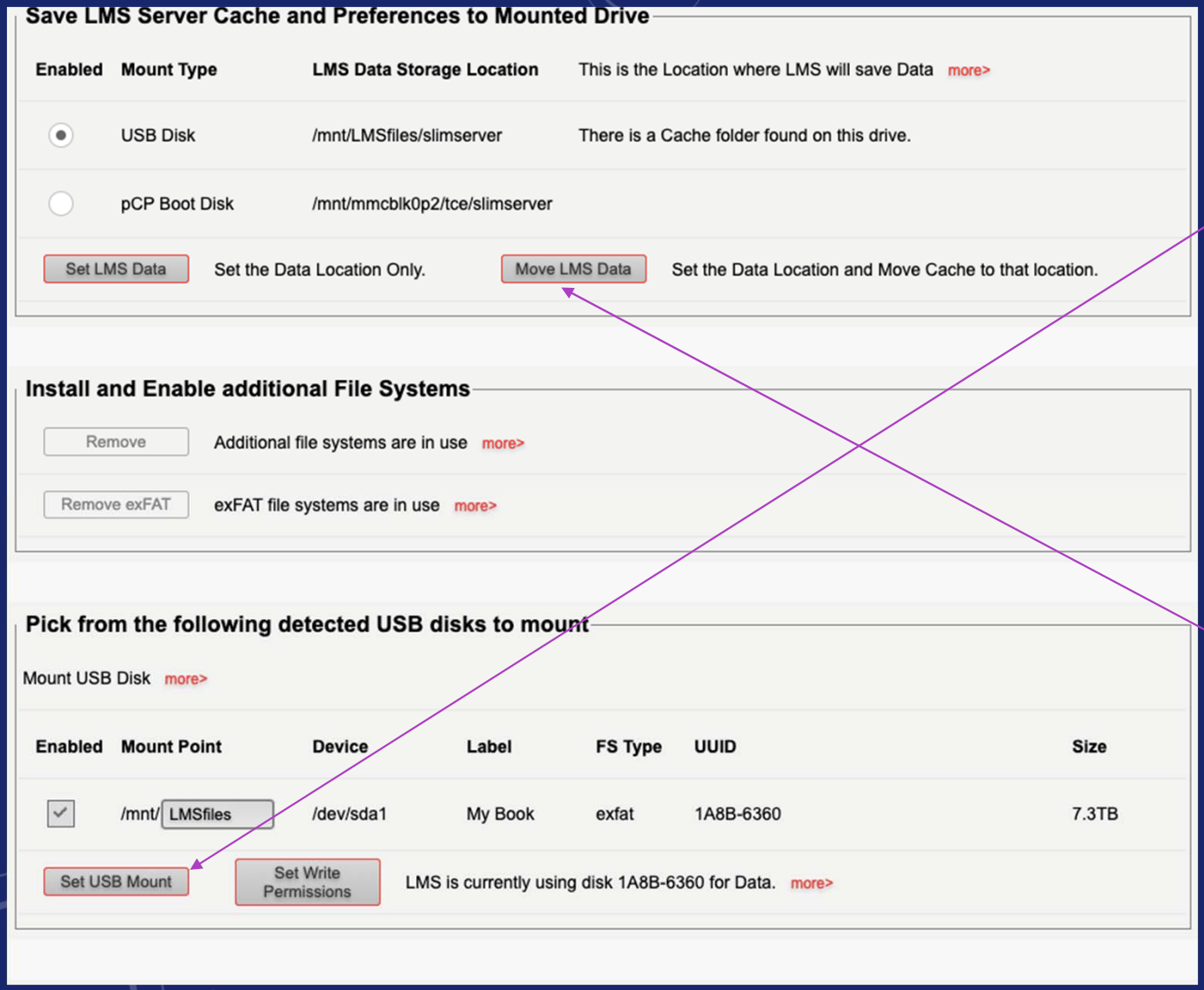
1) กด Install LMS on pCP จากนั้นก็รอจนเสร็จ

2) พอเสร็จ ก็กด Start LMS



พอ LMS ทำงานแล้ว
1) กด Install / Install additional Filesystem for pCP จากนั้นก็รอจนเสร็จ ขั้นตอนนี้ คนที่ใช้ Windows แล้ว Format Hard Disk เป็น Ext4 ให้ข้ามไปเลย แต่ถ้าไม่ใช่ก็ทำซะ

แล้ว ไปที่หน้า Main Page กด Back up และ Reboot สักรอบ



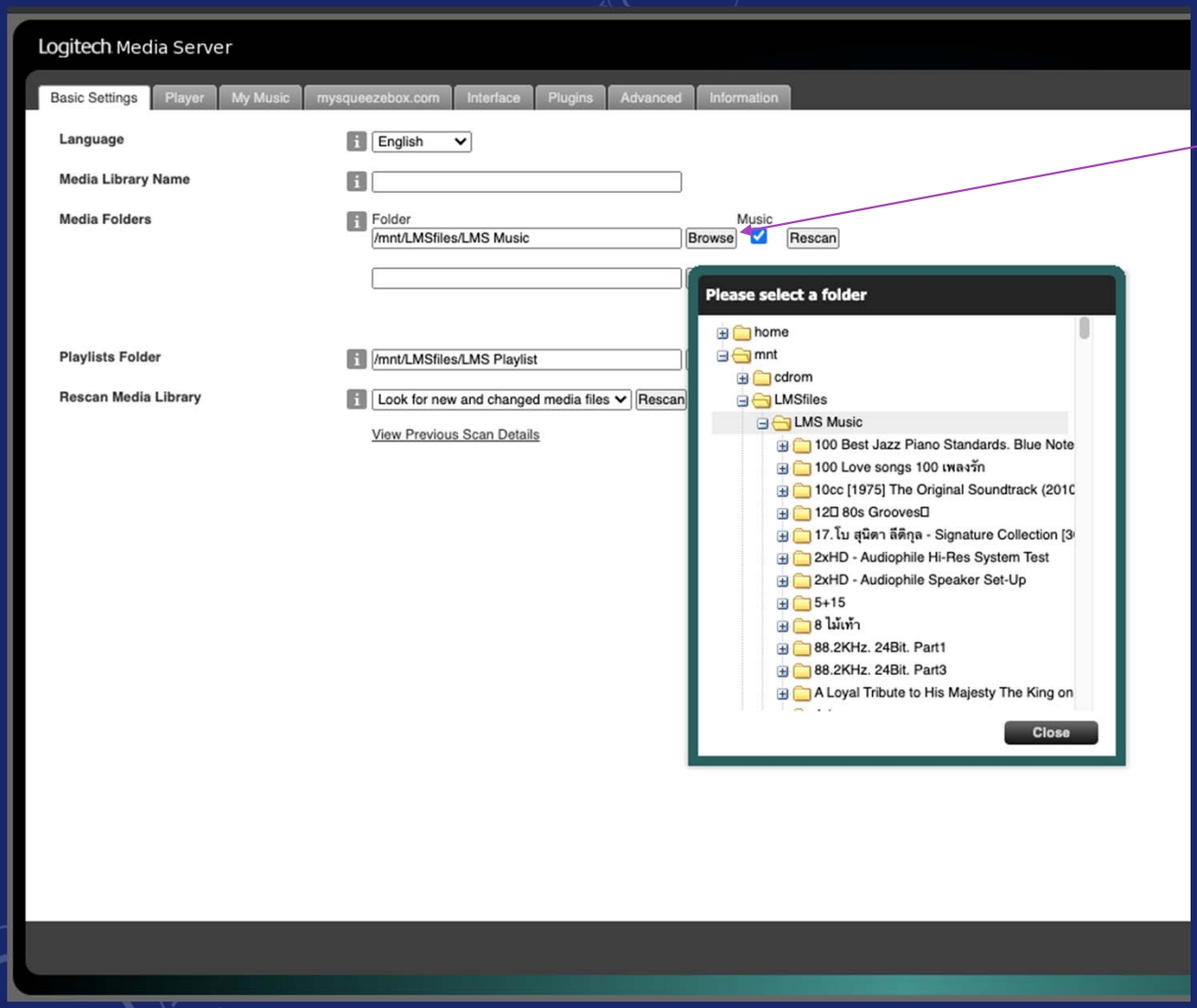
1) เลือก Enable ที่ USB Disk ที่ขึ้นมา ตรงช่องว่าง พิมพ์ LMSfiles แล้วกด Set USB Mount รอจนเสร็จ

2) ตรงนี้ เลือก USB Disk แล้วกด Move LMS Data

แล้ว ไปที่หน้า Main Page กด Back up และ Reboot สักรอบ

ตรงนี้เลือก Configure LMS

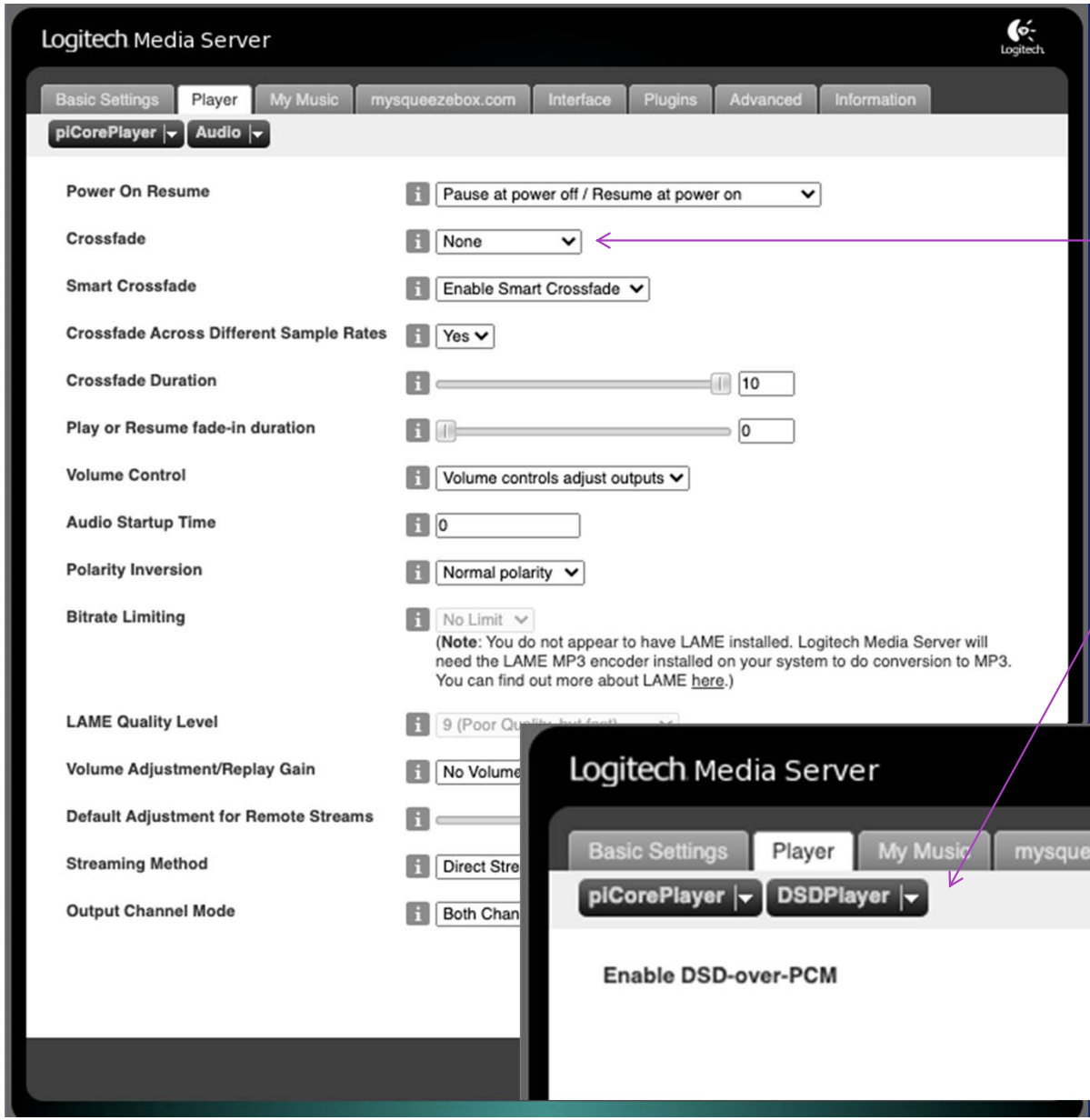
มันจะเปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมา หน้าต่างนี้จะมี IP 198.162.1.123:9000 ข้ามการสมัคร mySqueezebox Account ไปเลย มันจะไปที่หน้า Basic Setting



ตรงนี้ Browse จะขึ้นหน้าต่างมาให้ ถ้า Hard Disk ใหญ่ อาจจะช้าหน่อย ให้ใจเย็นๆ

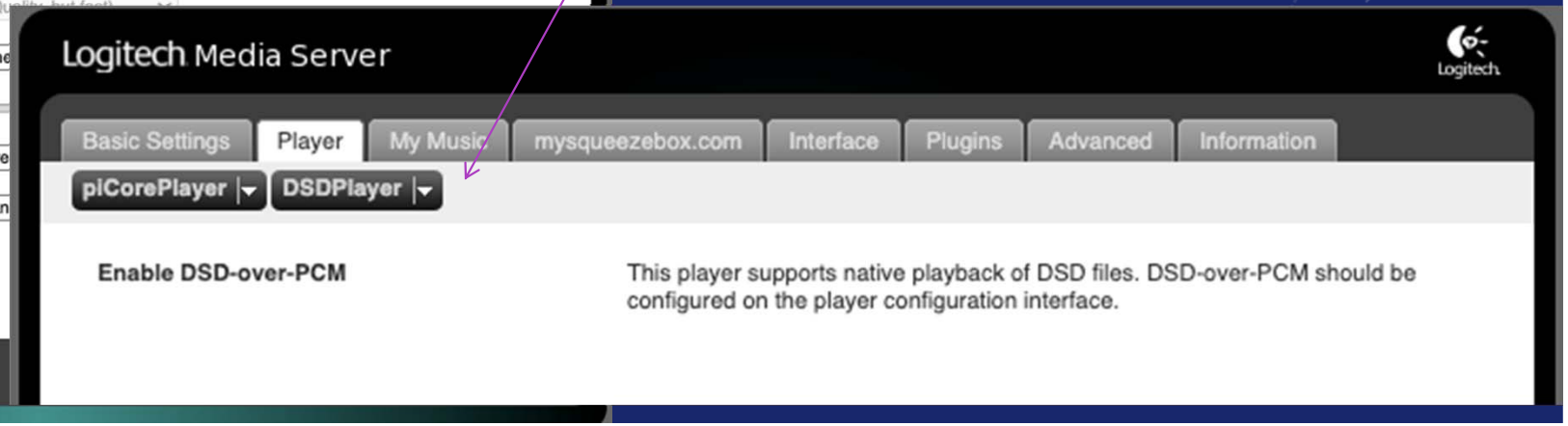
มันจะเปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมา ให้เลือก Folder เก็บเพลงไว้ ใน Hard Disk ผมเก็บเพลงทั้งหมดไว้ใน Folder ที่ชื่อ LMS Music คุณจะตั้งชื่ออะไรก็ได้ ตามใจชอบ พอเลือกเสร็จแล้ว กด Apply ตรงด้านล่างขวามือ จากนั้น ก็รอ จะดู Scan เล่นๆ ก็ได้ ผมไปกินข้าวสักครึ่งชั่วโมง กลับมาก็เสร็จพอดี

ส่วนตรง Playlist Folder ก็เหมือนกัน



จากหน้า Basic Setting ขยับมา
หน้า Player เลือกตรง Audio
Crossfade ต้องเป็น None

เช็คดูตรง DSD Player
DAC ผมรับ DSD Native ได้ เลยไม่
ต้องปรับอะไร ถ้าเครื่องคุณไม่ใช่ มัน
จะมีตัวเลือกที่มากกว่านี้



Logitech Media Server

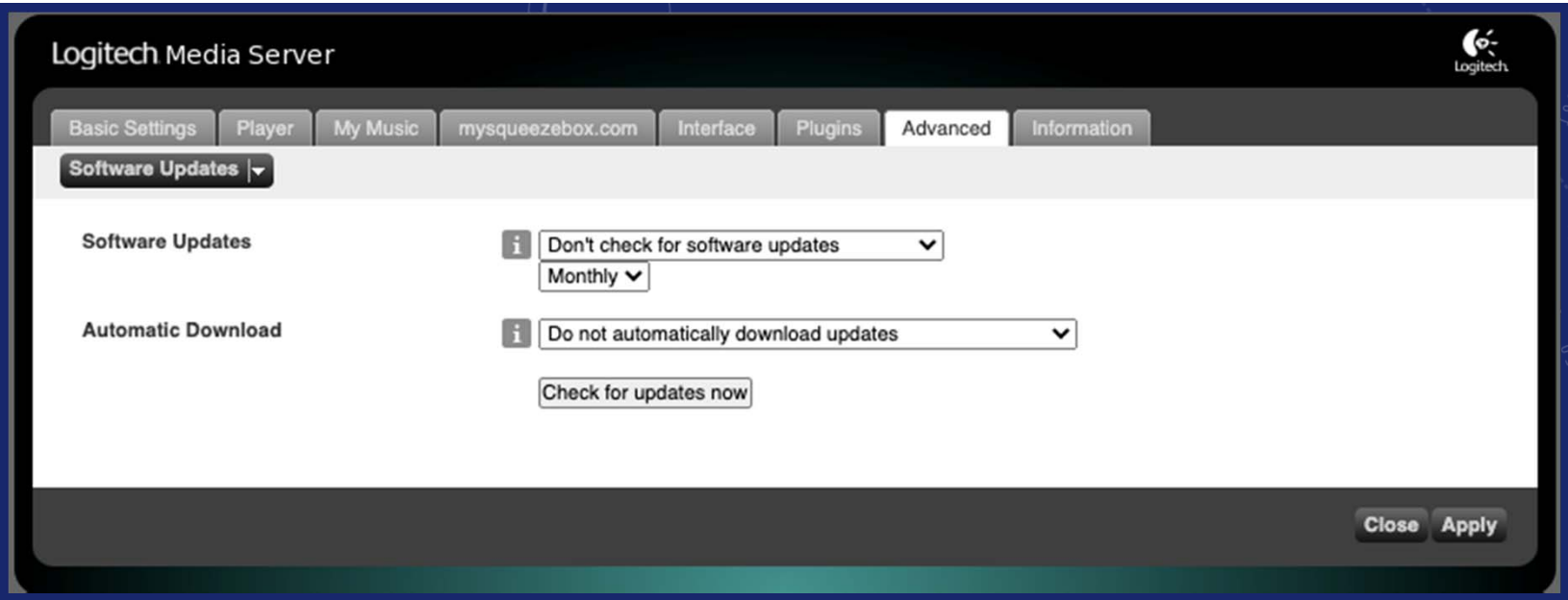
Logitech

Basic Settings | Player | My Music | mysqueezebox.com | Interface | Plugins | Advanced | Information

Performance

Database Memory Config	Maximum (recommended for libraries with more than 50,000 tracks and machines with 2+ GB RAM)
Trigger Scan on Preference Changes	Prompt to scan, but don't trigger it automatically
Library Statistics	Enable library statistics
Artwork Pre-caching	Pre-cache album artwork
Custom pre-caching specifications	Delete ☐ 300x300_f Material Skin
Artwork resizing	Use mysqueezebox.com to resize artwork
Server Priority	Current Server Priority
Scanner Priority	0 Normal
Maximum Playlist Length	200

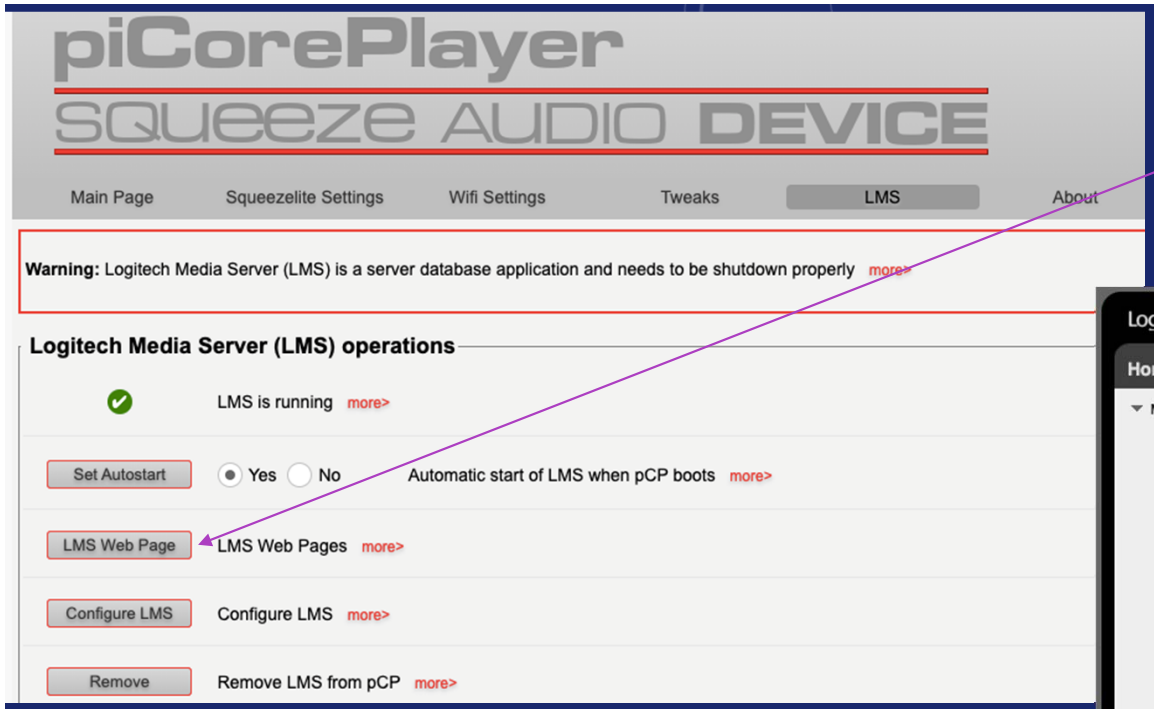
Close Apply

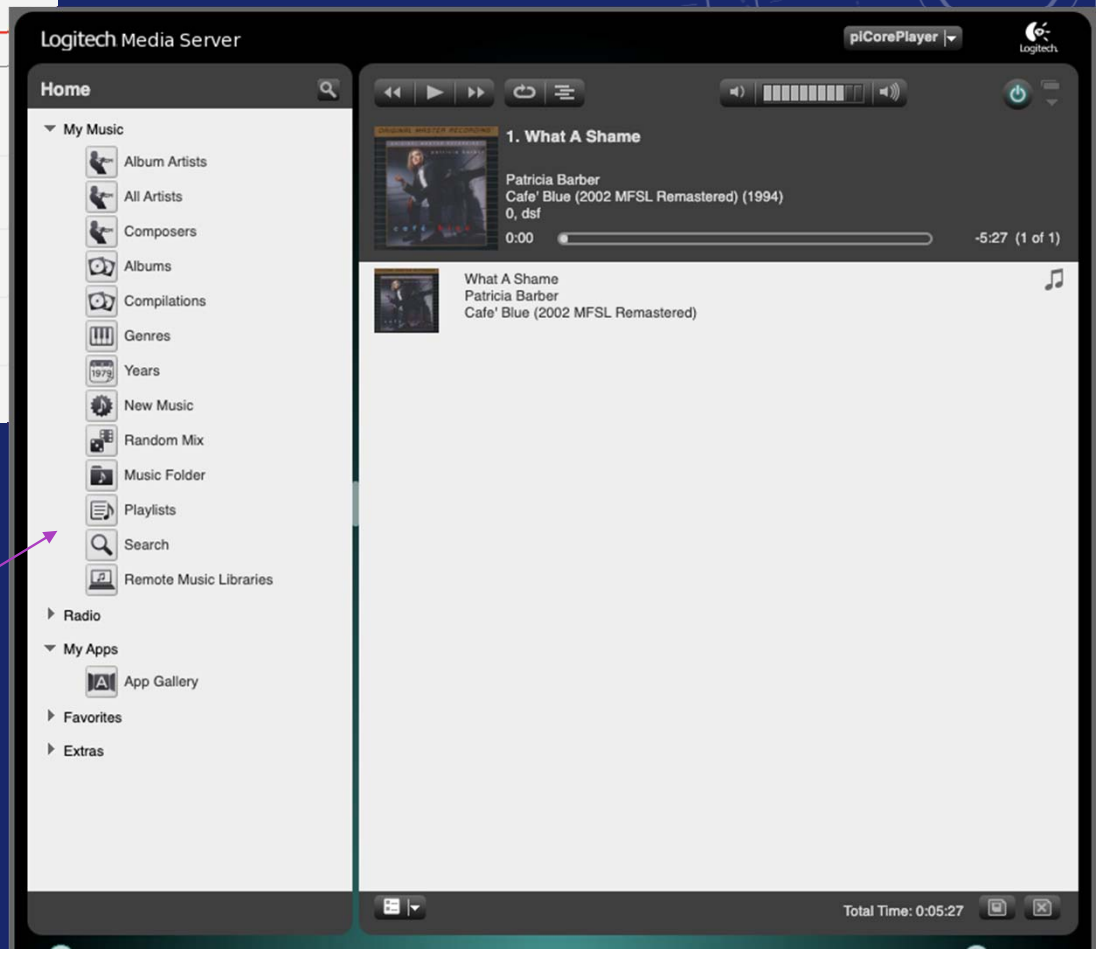


มาหน้า Advance
เลือก Software Updates
แล้วตั้งไม่ให้เช็ค Software Update
เอง

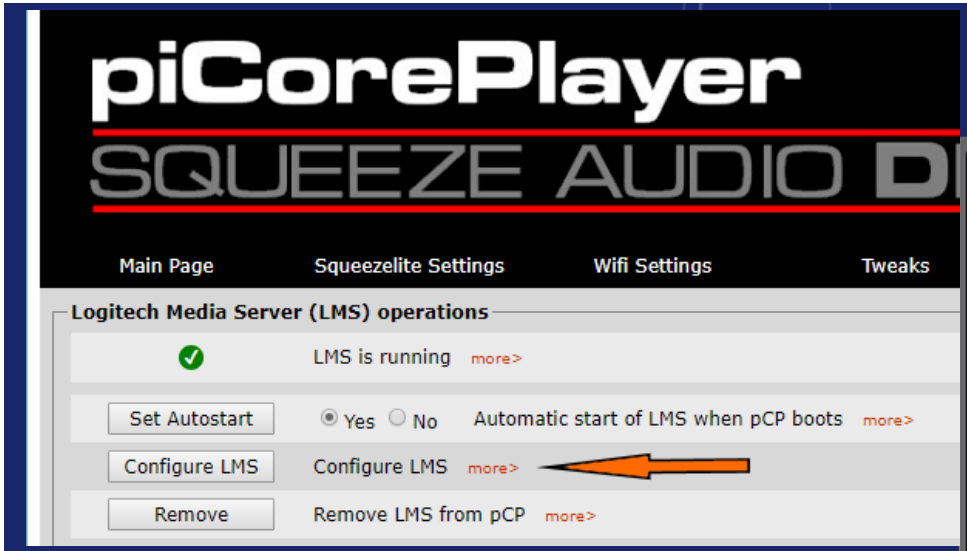
แล้วเดือนนึง เรามาเช็คเองสักครั้ง

หลังจาก Scan Hard Disk เสร็จ มาที่นี่
LMS Web Page กดเบาๆ

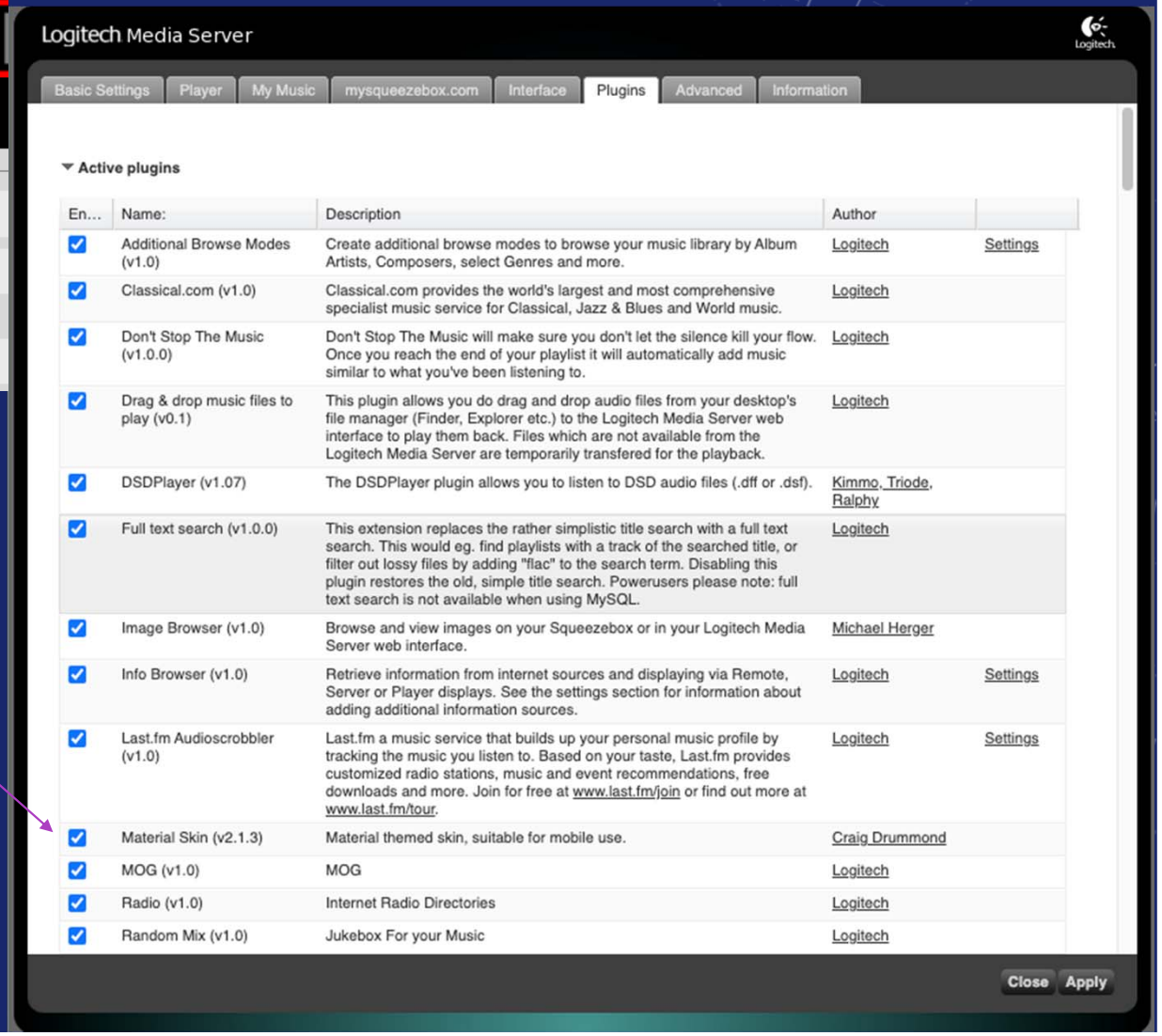


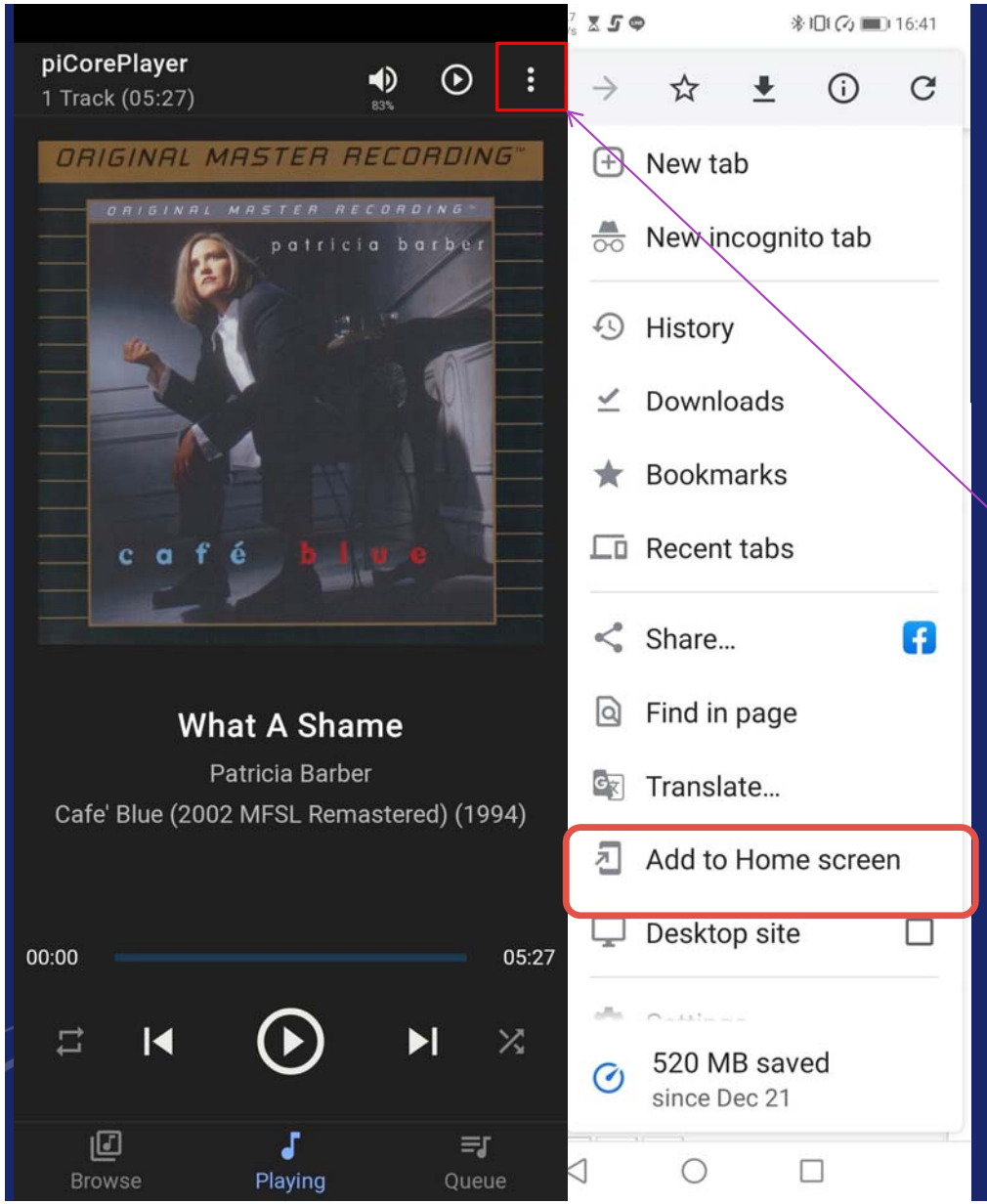


หน้านี้จะขึ้นมา
เย้ ตอนนี้ เราก็เล่นเพลงได้แล้ว



เพื่อความสะดวกในการเล่นเพลง ผ่านมือถือ ให้มาที่ Configure LMS แล้วไปที่ Plugins
ติดตั้ง Plugin Material Skin





Plugin Material Skin

ไปที่มือถือ เปิด Chrome แล้วพิมพ์

192.168.1.123:9000/material

จะได้หน้าตาแบบนี้ออกมา กดมุมขวาบนที่เป็น จุดสามจุดแนวตั้ง
Chrome จะมี Option ให้ Add to Home Screen ได้

แค่นี้ คุณก็สั่งการเล่นเพลงจากมือถือได้แล้ว และได้เครื่องเล่นเพลง High-Resolution ที่ทำเอาเครื่องราคาเป็นหมื่นหนาวได้