

DIY JOURNAL

SPECIAL ISSUE

YEARBOOK 2003



TASTE OR TEST

Table of Content Yearbook 2003 Issue

Experimenter 47

My Learning by Doing Journey 1

Capacitor Shoot Out

วันนัดดวลพิเศษ 2

DIY Output Transformer (OPT)

หม้อแปลงส่งออก 3

Shunt Mode Step Attenuator

พัฒนาการที่ดีกว่าและถูกกว่า 4

SRC Radio No.1

มาเล่นวิทยุหลอดกันเถอะ 5

Clock & Reclock

There're something about 6

Simple EL84 Single-ended Amplifier

หลอดดีๆ กับวงจรง่ายก็พอแล้ว 7

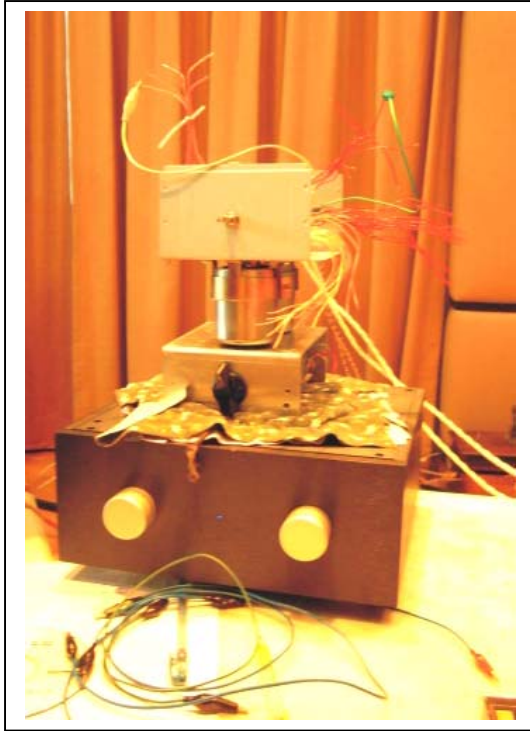


TASTE OR TEST

ในช่วงเวลา 1 ปีที่ผ่านมา ผมสัญญากับตัวเองว่า จะเขียนบทความนี้เพื่อบรรจุลงใน DIY Journal Yearbook 2003 ให้ทัน แต่จนแล้วจนรอด ด้วยต้องฝ่าวิกฤตทางด้านการงานจนแทบจะหมดไฟกับ DIY ไป ก็มาถึงวันที่ได้เขียนบทความนี้จริงๆ ซึ่งก็ล่วงเลยเข้าสู่ปี 2004 มาในที่สุดครับ

ใน 1 ปีที่ผ่านมา กลุ่มสมาชิก TAOTN ก็มีสมาชิกใหม่เพิ่มขึ้นอีกเรื่อยๆ มีทั้งวัยรุ่นไฟแรง และหนุ่มใหญ่หลายรายที่มากด้วยประสบการณ์ ซึ่งเห็นได้จากการที่เราเริ่มไม่รู้ว่าผู้ที่มาร่วมงาน Shoot Out Date ครั้งหลังๆ นั้นชื่อเสียงเรียงนามอะไรกันบ้าง ในขณะที่เดียวกันสมาชิกดั้งเดิมบางท่าน ก็หายหน้าหายตาไปอย่างไรก็ตาม ในวันนี้ผมคิดว่า Shoot Out Date หรือ SOD นั้น ได้กลายเป็นวัฒนธรรมของกลุ่มไปแล้วนะครับ

ใน Yearbook ฉบับนี้ ซึ่งได้จั่วหัวไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ปีที่ผ่านม่ว่า Taste or Test นั้นก็มาจากเหตุและความรู้สึกหลายๆ ประการ ซึ่งผมคิดว่าเป็นสิ่งที่อยากจะนำเสนอ เพื่อจะได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในหลายๆ มุมมอง ทั้งนี้ก็เพื่อให้การเสพย์ความสุขในการฟังเพลงหรือการสร้างงาน DIY ของเรานั้นมีความหมายมากขึ้น มันเป็นมุมมองในแง่ของทั้งการฟัง “เพลง” และการฟัง “เสียงเพลง” ซึ่งผมคงไม่แยกประเภทพวกเราว่าเป็น Music Lover หรือ Audiophile ตามสากลนิยมนะครับ เนื่องจากพวกเราชาว DIY นั้นน่าจะเป็นอีกพวกหนึ่ง ซึ่งถ้าไปให้เหล่านักวิจารณ์บอกว่าเป็นพวกไหนในสองจำพวกข้างต้นนั้น น่าจะยาก เนื่องจาก Music Lover ก็จะเน้นการฟังเพลงเป็นหลัก ความละเอียดถูกต้อง Accuracy แบบ Audiophile นั้น



เป็นรอง ซึ่งพวก Audiophile เป็นอย่างไรรู้กัน คงไม่ต้องบอกรายละเอียดเนื่องจากว่าหาอ่านได้ตามหนังสือเครื่องเสียงทั่วๆ ไปอยู่แล้ว ส่วนพวก DIY อย่างเราๆ นั้น คงหาคำจำกัดความอ่านที่ไหนไม่ได้นอกจาก DIY Journal ฉบับเดียวเท่านั้น (ฮา) ที่ผมเลือก Taste or Test มาเป็นหัวข้อก็เนื่องจาก ผมคิดว่าการทำเครื่องเพื่อฟังเพลงหรือจะทำไว้เพื่อจุดประสงค์อื่น เช่น ทำไว้วัดเพื่อน หรือทำไว้กีดกันใน SOD อย่างเดียวก็ตามของพวกเรานั้น เราเป็นผู้กำหนดแนวทางในการทำด้วยตัวเราเองได้ และผมก็ยังมั่นใจว่าไม่มี DIYer คนไหนทำเครื่องเดียวแล้วเลิก เนื่องจากทำแล้ว Perfect สมบูรณ์ตามใจปรารถนาในเครื่องแรก ทำแล้วก็มักจะต้องปรุงต้องแต่งให้มีรสชาติถูกปากถูกหูกันต่อไปกันทั้งนั้น ซึ่งแน่นอนว่า แต่ละคนก็จะมีสนิยมในการเสพย์หรือ Taste ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งผมมีความคิดว่าการที่เราจะฟังเพลงหรือการที่จะเสพย์งานศิลปะใดๆ เราก็ต้องปล่อยให้มันเป็นหน้าที่ของหูและตาของเราทำหน้าที่ใช้ใหม่ครับ คงจะแปลกๆ ถ้าเราจะต้องใช้เครื่องมือพิเศษใดๆ ในการทำหน้าที่นี้แทนเรา

อย่างไรก็ตาม ผมก็ยังคิดว่าการ Test ก็ยังคงมีความสำคัญในการสร้างเครื่องเสียงของเรา ก็คงจะเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของหูเรานั้นเอง ลองนึกถึงว่ามี Capacitor ประมาณ 50 ตัว ที่ไม่เหมือนกันเลยวางกองอยู่ตรงหน้าเรา สำหรับใส่ลงไปเพื่อ Coupling สัญญาณใน Amplifier ของเรา แล้วเราต้องเลือกเอาเพียง 1 ตัว หรือ 1 คู่ เพื่อมาใส่ลงไปในวงจร คงจะดีไม่น้อยถ้าทุกๆ ตัวมีผล Test ไม่ว่าจะเป็นค่า ESR ฯลฯ เพื่อประกอบการตัดสินใจของเรา หรือการเลือกใช้หลอดต่างๆ ก็ดี ผล Test ต่างๆ ที่ได้จากเครื่องมือวัดก็ยังคงช่วยให้เรารู้ถึงค่า Parameter ต่างๆ ในการนำมาใช้งานของเรา แต่ก็เป็นที่น่าแปลกใจใช้ใหม่ครับว่า ส่วนใหญ่แล้วผล Test หรือค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดในบางครั้งไม่ได้เป็นตัวบอกว่าเราจะชอบคุณลักษณะทางด้านเสียงที่ได้รับจากการฟังจริงๆ ของเรา อย่างง่าย ๆ ว่า แอมป์หลอดที่เราทำฯ กันอยู่นี้ถ้านำไป Test อย่างจริงจัง ผลที่ได้รับกับเสียงที่ได้ยินอาจแทบไม่มีความสัมพันธ์กันเลยทีเดียว

มาคิดดูอีกที ผมว่าหูและสมองของคนเรานี้แหละครับ เป็นเครื่องมือวัดที่ละเอียดอ่อนที่สุดแล้ว และคงจะอีกนานที่มนุษย์จะสามารถคิดประดิษฐ์เครื่องมือที่จะสามารถเลียนแบบสภาพการฟังของคนได้จริง และโดยเฉพาะเรื่องที่ซับซ้อนไปกว่านั้นก็คือ รสนิยมส่วนตัวในการเสพย์ของแต่ละคนนั่นแหละครับ ที่คงจะเลียนแบบได้ยากที่สุด

เลียนแบบพวกนักวิจารณ์เครื่องเสียงง่ายกว่าเยอะครับ

ประดิษฐา สิงหราช

บรรณาธิการ

**©บทความทั้งหมดในเอกสารชุดนี้ สงวนลิขสิทธิ์โดยการตีพิมพ์, ทำซ้ำและดัดแปลงโดยผู้เขียนบทความ
จริงต่างๆ อนุญาตให้ใช้ได้ในงาน DO IT YOURSELF เท่านั้น**

Experimenter 47

--My Learning By Doing Journey--

ผู้เขียน : วิวัฒน์ โพธิ์นทีไท

คงเป็นโชคดีของผมที่ได้ไปขอปันสายเงินจากพี่กั๊ก จักร ผู้ซึ่งเป็นคนแนะนำให้ผมได้รู้จักและเข้าร่วมกลุ่มของพวกเขา โดยติดต่อกับคุณอาร์ตเป็นคนแรก หลังจากที่ได้พบกันแล้วคุณอาร์ตทราบว่าผมสนใจจะสร้างเครื่องและสอบถามถึงแนวเสียงที่ผมคิดว่าชอบ คุณอาร์ตได้เลือกหลอดเบอร์ 47 และหม้อแปลง REX ให้ พร้อมออกแบบวงจร Amp ตามคำร้องขอของผมโดยเน้นว่า ขอให้เครื่องเสียงดีน่าฟังเมื่อสร้างเสร็จ ปรากฏว่าเจ้า 47 ที่ผมสร้างเสร็จใหม่ๆ ตอนนั้น ออกมาเสียงดีถูกใจไปหมด เอ...แต่พอฟังไปสักระยะแล้ว ลองกลับไปเทียบกับเครื่อง Commercial ที่ผมมีอยู่ ผมรู้สึกว่าคุณลักษณะบางอย่างของเสียงที่ผมอยากได้ขาดหายไปเหมือนกันแฮะ ผมเลยหาทางปรับแต่งเจ้า #47 ของผมโดยตั้งใจจะไม่เปลี่ยนหลอดแต่จะเปลี่ยนวงจรหรืออุปกรณ์รอบข้าง แล้วดูผลกระทบกับลักษณะเสียงของแอมป์ที่เปลี่ยนไป โดยหวังว่าจะสามารถดึงเอาเสียงที่ผมอยากได้คืน ออกมาจากหลอด 47 คู่นี้ครับ

วันนี้ผมเลยถือโอกาสมาเล่าสู่กันฟังถึงสิ่งต่างๆ ที่ผมได้ทดลองกับเจ้า Experimenter 47 คุณอาร์ตคิดว่าสิ่งที่ผมได้ทดลองบางอย่างอาจเป็นแนวทางในการทดลองสำหรับเพื่อนๆ ที่ก้าวสู่โลกของ DIY ใหม่ๆ เหมือนกับที่ผมได้เคยผ่านมา แนวคิดในการทดลองส่วนมากใน

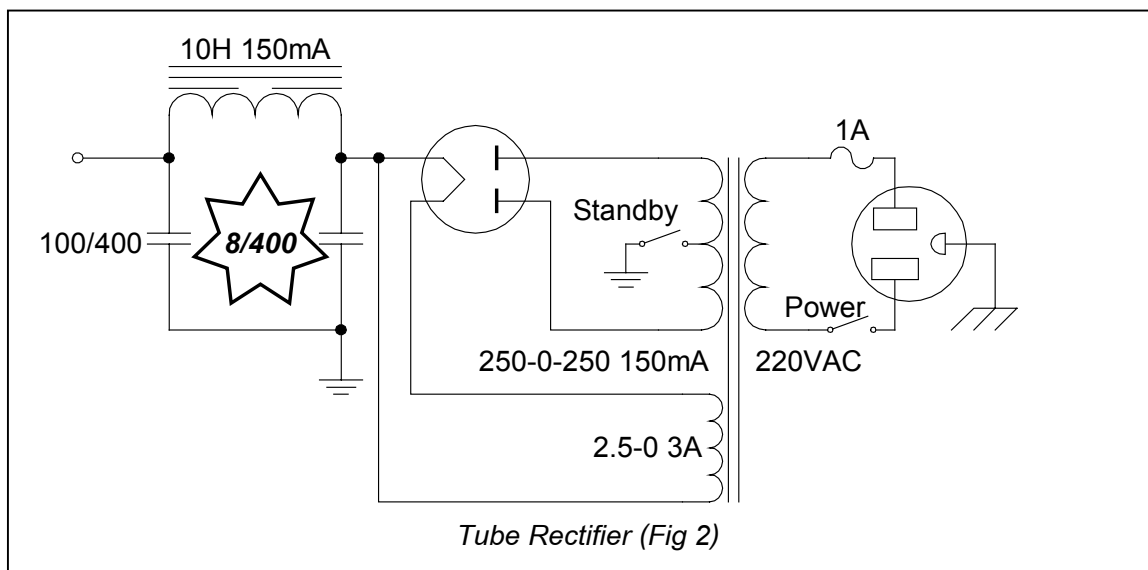
บทความนี้มาจากคุณอาร์ต แต่ก็ได้ Idea เพิ่มจากเพื่อนท่านอื่นในกลุ่มเช่นกันซึ่งผมจะเล่ารวมๆ กันไปนะครับ

Amp ที่ผมสร้างตามวงจรแรกสุดถ้าเทียบกับ Configuration ปัจจุบันแล้วผมว่าแทบจะกลายเป็นคนละเครื่องไปเลย ผมสังเกตจากน้ำหนักของเครื่องที่เพิ่มขึ้น ภูพูนที่เกิดจากการเจาะแท่นทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจ สายไฟระโยงระยางใต้ท้องเครื่องที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเหมือนได้กระสือ วงจร Experimenter 47 ฉบับดั้งเดิม (Fig. 1) เป็นวงจรขยายแบบ 2-Stage โดยมีภาค Driver ที่ใช้ 12AX7 หลอดนิยมเนื่องจากเป็นหลอดที่ให้อัตราขยาย



Exp 47 ตอนงาน SOD#8 หน้าตาเป็นอย่างนี้

ค่อนข้างสูงมีค่า $\mu = 100$ และประกบกับผมก็มีหลอดอยู่ในมือแล้ว โดยออกแบบให้มีแรงดันไฟที่เพลทประมาณ 120V (B+ 245V)



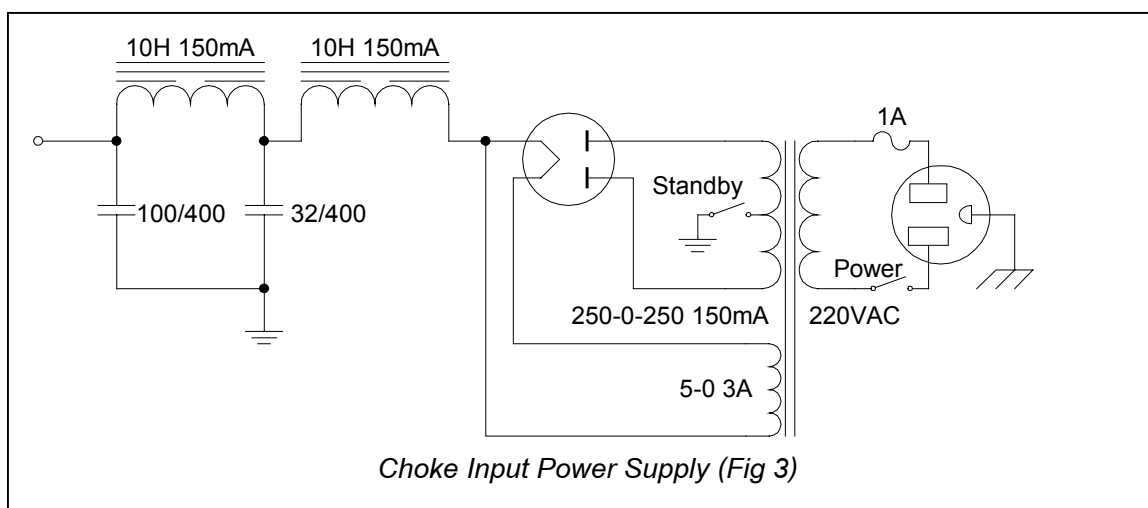
Octal base เหมือนกันใช้ Socket เดียวกันนี้
ได้เลย และที่สำคัญใช้ Filament voltage
เดียวกันคือ 5V ผมได้สนุกกับการทำความรู้จัก
น้ำเสียงของหลอด Rectifier พวกลูกนี้อยู่พักใหญ่
ครับ

อ้อ...แต่มีข้อควรระวังนะครับ เมื่อ
เปลี่ยนจาก Solid-state Rectifier เป็น
Vacuum Tube Rectifier จะต้องลดค่าของ C
ตัวแรกที่อยู่ก่อนหลอด Rectifier ให้ไม่เกิน
20uF กรุณาศึกษา Datasheet ของหลอดแต่
ละเบอร์ประกอบด้วยนะครับว่าให้ใช้ค่าเท่าไร

มิฉะนั้นอาจจะต้องเสียหลอดที่หาได้ยากไปนะ
ครับเนื่องจากถ้า C ขนาดสูงกว่าที่กำหนด C
จะดึงกระแสในปริมาณมากกว่าที่หลอด
Rectifier จะทนได้ในช่วงเปิดเครื่อง ทำให้อายุ
ของหลอดสั้นลงมากหรือถึงขนาดเสียหายไป
เลยครับ

2. Choke Input:

สิ่งต่อไปที่ผมทดลองที่ภาคจ่ายไฟคือ
เปลี่ยนจาก C input เป็น Choke input ด้วย
การเพิ่ม Choke ขนาด 10H อีกตัวไว้หน้า C

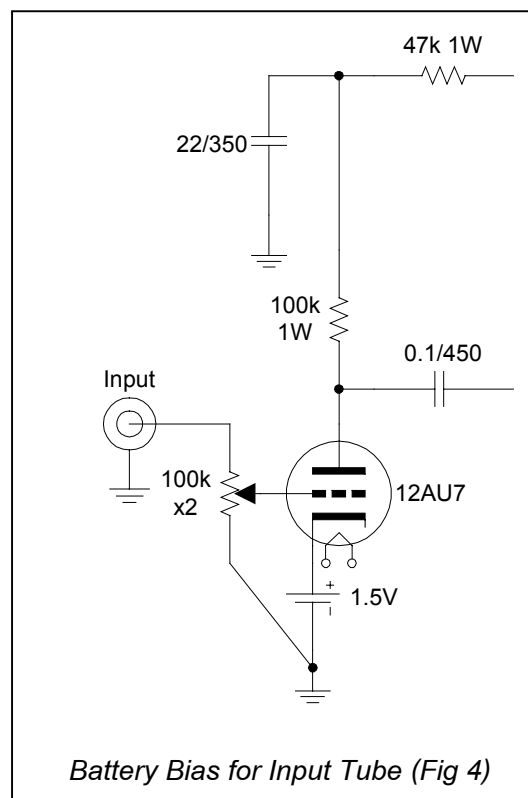


ตัวแรกเป็นวงจรข้างล่างครับ (Fig. 3) ผมพบว่าเสียงเงียบขึ้นอีก ได้ยินรายละเอียดมากขึ้น Background noise ลดลง เนื่องจาก Voltage ripple จากภาคจ่ายไฟลดลง การที่มีโซลิตเพิ่มเข้าไปผมลองวัด B+ ได้ค่าประมาณ 205 – 209V ซึ่งลดลงจากที่ถูกออกแบบไว้ 250V ผลกระทบต่อจุดทำงานมีแน่นอนครับ ถ้าห่วงเรื่องนี้ก็ควรจะออกแบบไฟสูงของหม้อแปลงให้ชดเชยกับไฟที่จะ Drop ลงด้วยครับ สำหรับผมตอนแรกก็กังวลครับ แต่นี้ก็เป็นปีแล้วครับยังฟังดีอยู่เลย พอดีเรื่องที่ต้องการทดลองอยู่มาก เลยยังไม่ถึงเวลาเล่นกับจุดนี้ครับ อันนี้ก็ทดลองดูนะครับว่าผลเป็นอย่างไรบ้าง

3. Battery Biased: ที่ภาค Driver และที่ภาค Power

ในชีวิตนี้ผมไม่เคยเห็นเครื่องแอมป์ Commercial ตัวไหนใส่ Battery ยกเว้นวิทยุทรานซิสเตอร์หรือกระเป๋าทูว ผมยังงงมากเลยครับตอนที่คุณอาร์ตให้ลองต่อ แล้วเครื่องจะทำงานได้รึ ไม่ลองก็ไมรู้ครับ สำหรับหลอด 12AX7 เราต้องการแรงดันลบที่ Grid (Vg) ประมาณ -1.5V ดังนั้นผมก็เลยยกแรงดันที่ Cathode ให้เป็นบวกประมาณ 1.5V แทนด้วยการเปลี่ยน Cathode Resistor หรือ Self-bias Resistor ค่า 1.5K 1/4W ของหลอด 12AX7 ด้วยถ่านดุมที่มีลักษณะเหมือนเหรียญบาท ผมก็เอาสายไฟบัดกรีเข้ากับ2ด้านของถ่านดุมแล้วจับต่อเข้ากับวงจรเลยครับ ข้อควรระวังตรงนี้นิดหนึ่งครับ สังเกตที่วงจรให้ขั้วลบ (-) ของถ่านดุมต่อลง Ground และขั้วบวก (+)

ต่อกับ Cathode ของหลอด 12AX7 นะครับ ระวังอย่าต่อกลับทางนะครับ มิฉะนั้น V grid จะไม่ติดลบ แล้วยังกลายเป็นบวกเมื่อเทียบกับ Cathode ผมคิดว่าหลอดน่าจะเข้าสู่สภาพนำ



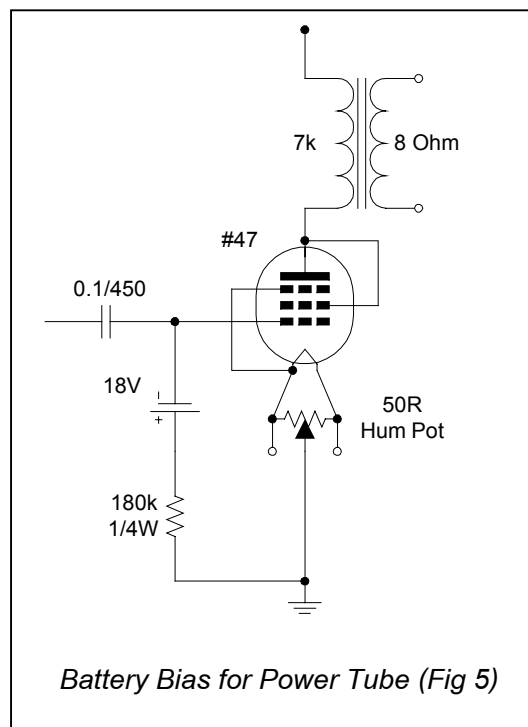
กระแสเต็มที่ตลอดเวลาหรือ Positive grid และทำให้หลอดเสียหายอย่างแน่นอนครับ

ช่วงนี้ผมได้เปลี่ยนหลอด Driver มาเป็น 12AU7 แทน 12AX7 (12AU7มีค่า μ ประมาณ 20) เอาเป็นว่าผมชอบเสียงของเขา มากกว่าหลอดเดิมครับ ผมก็ลองต่อตามวงจรข้างล่าง (Fig. 4) หลอดนี้ต้องเพิ่มแรงดันลบที่ Grid จาก -1.5V เป็น -3V โดยหารางถ่านใส่ถ่าน 1.5V จำนวน 2 ก้อนต่ออนุกรมกันได้ประมาณ 3V ครับ เท่านั้นเป็นอันเสร็จพิธีเปิดเครื่องฟังได้เลยครับ สำหรับเพื่อนๆ ที่ลองแล้ว ถ่านยี่ห้อไหนเสียงดีก็บอกกันบ้างนะครับ

ภาคต่อไปที่ผมทดลองคือภาค Power ภาคนี้ต้อง Bias ประมาณ 18V คือให้ความต่างศักย์ของ grid เมื่อเทียบกับ Cathode ของหลอด #47 ต้องมีค่า -18V เนื่องจากในภาค driver เราเลี้ยงกระแสผ่านหลอด (จาก Plate มา Cathode แล้วผ่าน R หรือ Battery ลง Ground) แค่ 1 mA แต่ในกรณีหลอด Power นั้นมีกระแสผ่านถึง 40mA ดังนั้นการนำเอา Battery มาต่อที่ Cathode นั้นไม่ปลอดภัยแน่ครับเนื่องจากกระแสขนาดนั้นไหลผ่าน ผมไม่รู้ว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับถ่านก้อนนี้ ไม่กล้าลองครับ ดังนั้นผมต้องใช้ถ่านสี่เหลี่ยมขนาด 9V มาต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้ได้ความต่างศักย์รวม 18V แล้วต่ออนุกรมกับ R grid ที่มีค่า 180K 1/4W แทนตามวงจร (Fig. 5) การต่อขั้วถ่านตรงนี้จะกลับกับการต่อที่ภาค Driver ที่ Cathode นะครับ ผมจะแทรก Battery ไว้ระหว่าง Grid ของ #47 และ R grid ครับ โดยผมต่อขั้วลบ (-) เข้า Grid แล้วเอาขั้วบวก (+) ต่อกับ R grid ส่วนที่ Cathode นั้นผมจับขั้วกลางของ Hum-pot ที่เดิมต้องต่อกับ R 470R 5W ต่อดึง Ground แทน เป็นอันใช้งานได้ครับ

จากการใช้งานประมาณ 4 เดือน วันหนึ่งเจ้า Experimenter 47 ของผมตอนที่ใช้ 12AX7 เป็นหลอด driver ก็เกิดเสียงซ่าฟังเพลงไม่ได้เลย พอตรวจเช็คอยู่หลายวันก็พบว่าเจ้าถ่านดุมที่ตามสเปคมีแรงดัน 1.65V กลับมีแรงดันสูงถึง 1.9V มากกว่าที่ควรเป็น ผมก็ลองถอดออกเปลี่ยนถ่านก้อนใหม่เข้าไปปรากฏว่าเสียงซ่าหายสนิท เครื่องกลับมาเป็นปกติ คุณอาร์ตสันนิษฐานว่าการที่มีกระแสไหลผ่านถ่าน

ที่ไม่ได้ออกแบบมาเป็นแบบ Rechargeable อยู่เป็นประจำทำให้ถ่านเสื่อมคุณภาพได้ อาจจะเป็นว่าผมเปิดฟังแทบทุกวันถ่านเลยเสียเร็วมันครับ ส่วนถ่านที่ใช้ในภาค Power นั้นผมใช้ได้ราว 9 เดือนก่อนจะต้องเปลี่ยนใหม่ครับ

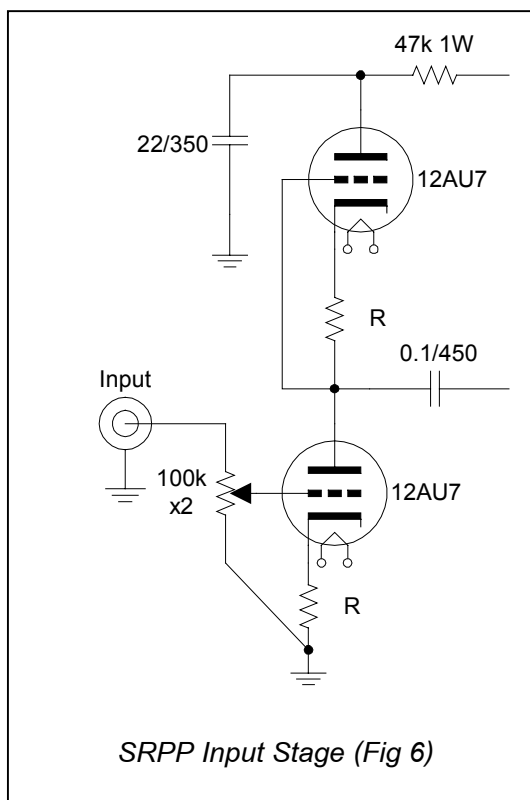


4. SRPP: Series Regulated Push-Pull

ผมรู้สึกว่าการที่เจ้า 47 ของผมเสียงก็ดีขึ้นเหมือนกัน หลังจากที่ได้ปรับปรุงมาเป็นการใหญ่ แต่ผมก็ยังรู้สึกว่ากำลังหรือ Dynamics ของเสียงยังไม่ถูกใจ คุณอาร์ตก็เลยให้วงจรนี้มาให้ผมลอง (Fig.6) วงจรนี้เป็นวงจรที่น่าสนใจครับ ถึงแม้จะใช้ ตั้ง 2 หลอดต่อกันแบบ Series แต่ก็ถือว่าใช้อุปกรณ์น้อยและเรียบง่ายครับ ข้อดีของวงจร SRPP คือ ได้อัตราขยายของวงจรสูงเกือบเท่ากับ μ ของหลอดครับ (เมื่อใส่ Bypassed Capacitor ที่ Cathode Resistor ของหลอดล่าง) และเป็นวงจรที่มี

Output Impedance ต่ำซึ่งมีความสามารถในการขับ Load หรือ Stage ถัดไปได้ดีครับ

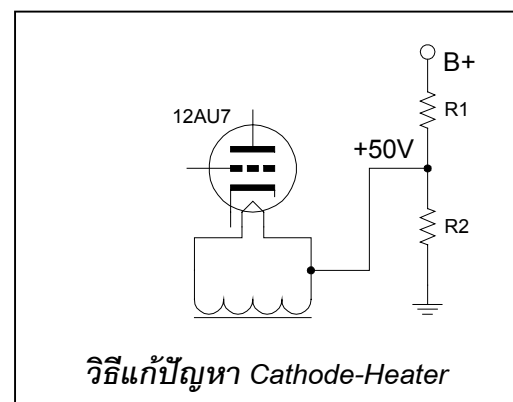
ครั้งแรกที่ต่อวงจรนี้ผมใช้ Cathode Resistor ค่า 820R ทั้งหลอดบนและล่างซึ่งเป็นการเลี้ยงกระแสผ่านหลอดประมาณ 3 mA ในความเห็นของผมเจ้า 47 เสียงดังขึ้นและให้ Dynamic ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจนโดยที่ต้ง Volume ไว้ตำแหน่งเดิมครับ หลังจากนั้นก็ลองประยุกต์ Battery-biased กับหลอดล่างโดยแทน Cathode Resistor ด้วย Cattery 3V คล้ายกับ Fig.4 เองนะครับถูกใจแบบไหนมากกว่าก็ลองฟังกันเองนะครับ



ข้อควรระวังของวงจรนี้ก็มีนะครับ จะเห็นว่า Cathode ของหลอดบนต่อกับ plate ของหลอดล่างผ่าน Cathode Resistor ตัวหนึ่ง และ Plate ของหลอดล่างมี Voltage เลี้ยงอยู่ประมาณ 100 โวลท์ (ตอนนี้ B+ ของผม

ประมาณ 200 Volts) เพราะฉะนั้น Voltage ที่ Cathode ของหลอดบนจะมีศักย์ประมาณ $100 + 3 = 103$ Volts เมื่อเทียบกับ Ground จากในคู่มือหลอด 12AU7 ในหัวข้อ Maximum Rating ที่ Heater-cathode Voltage ว่าควรมีค่าต่างกันไม่เกิน 100V แต่ในวงจรนี้ Filament Voltage ของ 12AU7 คือ 6 volts ดังนั้น ค่าแตกต่างคือ $103 - 6 = 97$ V ซึ่งหมิ่นเหม่เกือบเท่าขีดจำกัดตาม Maximum Rating ของหลอด นี่ถ้าใช้ B+ สูงกว่านี้อีกหน่อยตามที่ออกแบบแต่แรก หรือไฟบ้านที่สูงขึ้นในช่วงดึกในบางพื้นที่ก็ทำให้ความต่างขอค่า Heater to Cathode Voltage เกิน Rating ที่กำหนดไว้แล้วอะไรจะเกิดขึ้นกับหลอดที่เราหาได้ยากแสนยากละครับ น่าจะเป็นความเสียหายถาวรอย่างแน่นอนครับ

วิธีป้องกันปัญหานี้คือ ให้ลดความต่างศักย์ระหว่าง Cathode กับ Filament ให้อยู่ในช่วงที่ปลอดภัย ด้วย Filament Voltage Elevation ซึ่งเป็นการยกศักย์ของ Filament ของหลอดบนขึ้นไปประมาณ 50V (ในเครื่องของผม) ผมได้ใช้วงจร Voltage Divider โดย



ใช้ R ค่า 470K และ 150K 1/2W ต่อกับ B+ กับ Ground ซึ่งแบ่งได้ประมาณ 50V จากนั้นก็

ต่อจุดที่แบ่งตรงไปที่ Filament ของหลอดบนเลย ขาไหนก็ได้ครับ ง่ายไหมครับ แค่นี้หลอดของเราก็ใช้งานได้อย่างปลอดภัยครับ

5. Bass Tuning:

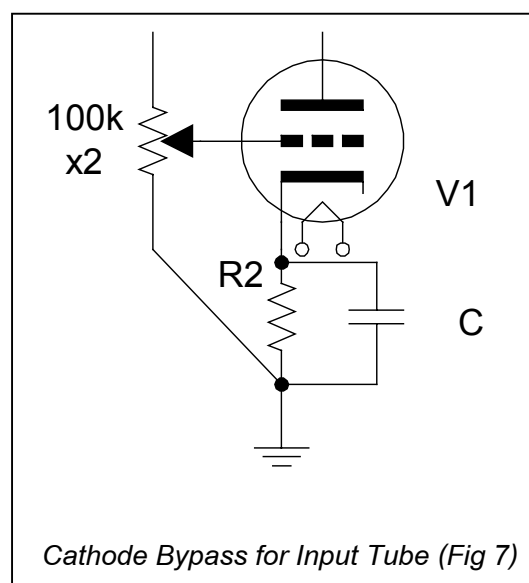
มาถึงตอนนี้รู้เสียงของเครื่องก็เป็นที่ถูกใจค่อนข้างมาก แต่ผมก็ยังรู้สึกว่าเสียงเบสยังไม่ค่อยสะใจเท่าไร เดิมผมฟังเครื่อง Commercial ผมมักจะชอบเบสค่อนข้างเยอะหน่อย แต่เป็นลูกนะ ต้องลอยด้วย ขอแยะจังก็เลยลงมือจูนเสียงเบสกันสักหน่อย จากที่ได้ปรึกษาเพื่อนๆ ในกลุ่มหลายคนก็ได้แนวในการทดลองดังนี้

จุดแรกเพิ่มค่า C ที่ภาคจ่ายไฟ ผมเพิ่มค่าของ C ทั้งตัวแรกและตัวที่สองจากเป็น 200uF ก่อน ปรากฏว่าเสียงเบสมามากมาย อันนี้อยู่ที่รสนิยมและความพอใจของแต่ละคนนะครับ หลังจากทดลองอยู่นานผมพบว่าผมชอบเสียงที่ค่า 32uF สำหรับ C ตัวแรก และ 100uF สำหรับ C ตัวที่สอง ผมขออย่าว่าค่าที่ผมได้ไม่ใช่สูตรตายตัวหากแต่ได้มาจากรสนิยมของผมเท่านั้น มีเพื่อนในกลุ่มใช้ค่ามากกว่านี้ น้อยกว่านี้ก็มีแล้วถูกใจเจ้าของเครื่อง ผมขอเทียบเคียงการ Tuning กับการปรุงก๋วยเตี๋ยวของแต่ละคนดังนี้ครับ ก๋วยเตี๋ยวทุกชามก็ปรุงจากคนลวกเส้นคนเดียวกันแท้ๆ แต่พอถึงมือลูกค้า แต่ละคนก็ปรุงรสตามความชอบของตนเอง สรุปว่าลูกค้าทุกคนได้กินก๋วยเตี๋ยวชามอร่อยในแบบฉบับของตัวเอง ใช่มั้ยครับ

นอกจากค่าของ C แล้วประเภทของ C ก็มีผลต่อลักษณะของเสียงด้วยครับ ในตลาดมี

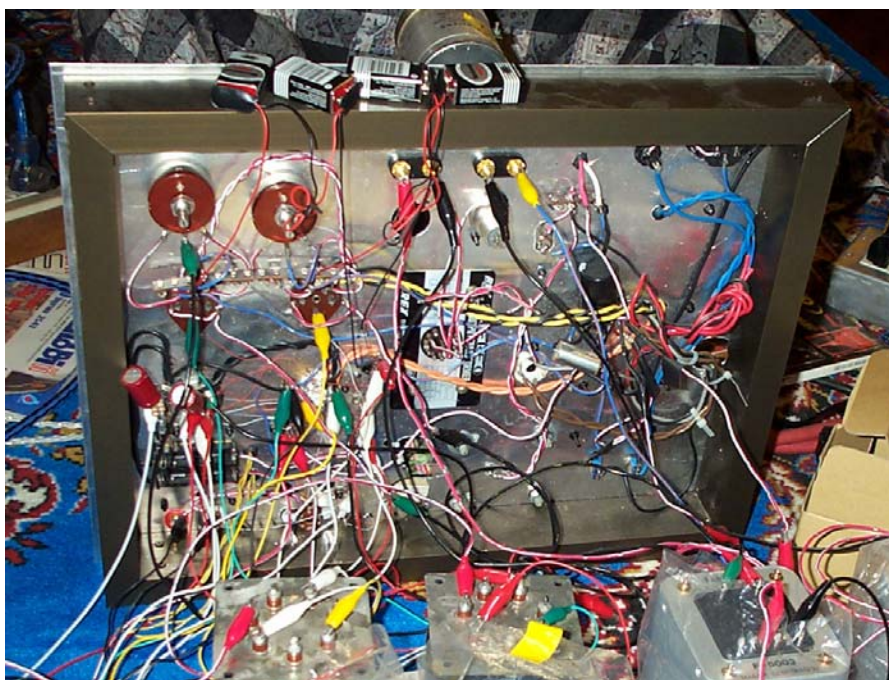
C อยู่มากมายนับไม่ถ้วนครับ ลองดูครับ แต่ละตัวมีบุคลิกเฉพาะของเขาเอง ผมว่าคงต้องเจอถูกใจซักตัวละครับ

อีกจุดคือในภาค Driver ผมได้เปลี่ยนการ Bias โดยใช้ Battery เป็น R Cathode ตามเดิมแล้วใส่ C-Bypass เข้าไปตามรูป (Fig. 7) ผมพบว่าผมสามารถเพิ่มลดเสียงทุ้มจากการเพิ่มลดค่า C bypass ตัวนี้ เช่นกันครับ ขึ้นอยู่กับรสนิยมครับ มากน้อยอย่างไรตามแต่ชอบครับ ปรุงกันเอาเอง



บทสรุป

ถึงตรงนี้เพื่อนๆ คงเห็นด้วยกับผมนะครับว่าเรายังสามารถทดลองเพิ่มได้อีกตั้งเยอะ หลังจากที่เจ้า Experimenter 47 ของผมร้องเพลงได้แล้ว ผมพบว่าผมยังสามารถปรับแต่งให้เครื่องของผมมีคุณภาพเสียงที่ถูกกับรสนิยมของผมมากขึ้นได้ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักของผม และในขณะเดียวกันผมยังมีโอกาสที่จะได้รู้จักกับบุคลิกเสียงของส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอย่างไม่มีข้อจำกัด



สภาพปัจจุบัน (31 มีนาคม 2547) ของ Experimenter #47

ทำให้ผมรู้สึกคันไม้คันมืออยากทดลองทุกครั้ง
ที่เห็นอุปกรณ์ที่แปลกตาหรือที่ไม่อยู่ในกล่อง
เครื่องมือของผม ผมว่านี่คือเสน่ห์อย่างหนึ่ง
สำหรับคนที่เข้าสู่เข้าสู่โลก DIY อย่างพวกเรา
นะครับ ในความเห็นของผมการเข้าสู่โลกของ
DIYer นั้นไม่ใช่เพราะถูกเป็นแน่ แต่เพราะมัน

เป็นหนทางที่ต่างกับการซื้อมาใช้ ไปๆ มาๆ
เจ้าอุปกรณ์ที่หามาทดลองรวมๆ กันอาจจะ
แพงบ่วงงบประมาณสำหรับซื้อยี่ห้อดีๆ ชักชุด
ด้วยซ้ำครับ ...ว่าแล้วก็จับหัวแร้งแล้วลงมือกัน
ซะเลยดีไหมครับ

*Once you've got a good sounding basic amp.
It's up to you to fine tune the circuit to produce the sound to your liking.
This is the privilege only we, DIYers, can enjoy. (Nobu K. Shishido)*

วันฉนวนพิเศษ

CAPACITOR SHOOT OUT

ผู้เขียน : มนต์สรรค์ ไสธวิทย์, วิทยา ตั้งธนาพร

การ Coupling สัญญาณจากภาคหนึ่งไปสู่อีกภาคหนึ่งในวงจรเครื่องเสียงนั้นมีอยู่ไม่กี่แบบ และแบบที่ได้รับความนิยมที่สุดก็คือ Capacitor Coupling ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นบทเรียนแรกของ DIYer แทบทุกคนที่ต่อเครื่องหลอด มีใครเริ่มด้วย Direct Coupling หรือ Transformer Coupling บ้างไหมครับ? วานบอ.....



ส่วนหนึ่งของ C ที่ชนกันมา

และก็เป็นที่ยืนยันอยู่แล้วว่า C ตัวเล็กๆ เหล่านี้ มีผลขนาดไหนกับเสียงที่จะได้ออกมา ด้วยคุณลักษณะของ Dielectric, ตัวนำ, โครงสร้าง และอื่นๆ อีกมากมาย ทำให้ C แต่ละตัวมีลักษณะเสียงเฉพาะตัว ยากจะบอกว่าตัวไหนดีกว่า ผมก็เคยมักจะเก็บ C แต่ละชนิด แต่ละยี่ห้อเอาไว้สำหรับแต่งเสียงแอมป์ให้ได้ตามที่เราต้องการ จนวันหนึ่งผมคิดว่าต้องทำ Stock ชะทีนละ ชักจะหาไม่ค่อยเจอแล้ว ไม่รู้เอาไปซุกไว้ตรงไหนบ้าง พอเอามากองรวมกันแล้วก็ตกใจเหมือนกัน เพราะนับได้กว่า 30 คู่ที่ไม่เหมือนกัน ก็เลยเกิดปิ๊ง Idea ขึ้นมาว่า ลองเอา C มารวมๆ กัน แล้ว Shoot Out กันซะทีดีกว่า และคนแรกที่ผมติดต่อไปก็คือพี่วิทยา เพราะแกมี C กลุ่ม Plastic Film อยู่เยอะ ในขณะที่ผมถนัดทาง Oil มากกว่า เสียหายที่พี่ผมถนัดไม่ได้มีโอกาสชน

สมบัติมาดวลกันด้วย ที่น่าสนใจอีกอย่างคืองานนี้เราจะมีค่าทางวิศวกรรมของ C แต่ละตัวประกอบด้วย มาดูกันว่าเสียงที่สัดกับผลการวัดจะตรงกันรึเปล่า (ขอบคุณคุณ Terry ที่ไปยกเค้าเครื่องวัด C มาให้เราร่วมกันครับ)

พอถึงวันประลอง

นัดกันเรียบร้อยแล้ว พอถึงวันดวลสมาธิก็ทยอยกันมาพร้อมหน้า ผมเอง, คุณวิวัฒน์เจ้าของเวทีดวล, คุณวิทยา, คุณ Terry, คุณสมโภชน์และคุณเชษฐ C ทั้งหมดถูกเทรรมกันได้กองบ่อเริ่ม แต่ยังไม่น่าสนใจเท่าเครื่องวัด C ที่คุณ Terry เอามาให้ใช้ ซึ่งสามารถวัดค่า C, Dielectric และ ESR ที่ความถี่ 100Hz, 1kHz และ 10kHz ได้ เวลาช่วงเช้าหมดไปกับการฟัง System ของเจ้าภาพให้คันทู จนนได้ฤกษ์วัดและฟังกันตอนบ่าย



System ของคุณวิวัฒน์

- CD WADIA 6
- AMP DIY SE Experimenter #47
- Speaker JBL PARAGON

ผมกับคุณ Terry อาสาช่วยกันวัดและจดผล ในขณะที่เพื่อนๆ ก็ทดลองฟังแอมป์กับปรีที่ชนกันมาไปพลางๆ ก่อน ก็มี

- AMP DIY SE #45 ของคุณ Terry
- AMP DIY SE #845 ของคุณเชษฐ
- PRE “NUDE” 6C45 WITH CCS ของคุณวิทยา
- PRE “Marantz 7 cloning” ของคุณสมโภชน์
- Non-OS DAC AD1865 ของผมเอง

บันทึก

**แอมป์ของคุณ Terry เป็น 45 SE ครับ แต่ให้เสียงไม่ค่อยเหมือน 45 ทั่วๆ ไปเท่าไร เพราะเสียงร้องไม่อิมและหวานอย่างที่เคยได้จากหลอด 45 เสมอๆ วงจรคล้ายๆ กับ Batman ของคุณรัฐกรใน YB2002 ครับ ส่วน Non-OS DAC นั้น เป็นตัวเดียวกับที่เคยเอาไป SOD#2 แต่มีการปรับปรุงภาค Analog ไปบ้าง และล่าสุดคือเปลี่ยน Input Transformers ใหม่ ให้มีอัตรา Step-up เป็น 1:15 เพื่อต้องการลด R I/V ให้เหลือแค่ 20 ohm ภาคหลอด Output ยังคงเป็น 6SN7 เหมือนเดิม ไม่เปลี่ยนแปลงครับ ตอนทดลองฟังก็เทียบกับ Wadia 6 ซึ่งโดยรวมแล้ว ก็ฟังสบายและเป็นธรรมชาติกว่า ตามลักษณะของ Non-OS อยู่แล้ว แต่คุณวิทยาได้ติไว้ภายหลังว่า Wadia ยังฟังดู Powerful กว่านิดหน่อย ก็ค่อยปรับปรุงกันไป (มนต์สรวง)



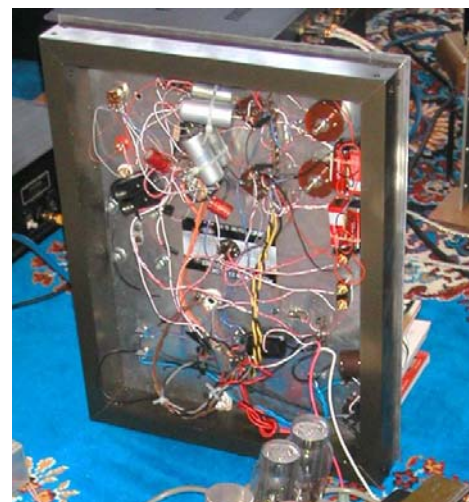
SE #45 ของคุณ Terry

บันทึก

ผมรู้สึกว่ามี Nude ได้เปรียบในเรื่องความใส Speed และ Tonal balance โดยทั้งหมด มันฟังดีกว่า PAC แต่ PAC ให้แรงพลกำลังที่มากกว่า และให้คุณภาพเสียงเบสได้ดีกว่า ทำให้ผมคิดว่าจะเพิ่ม C ที่ภาคจ่ายไฟอีกเผื่อจะดีขึ้น หรือไม่ก็เพิ่ม C Coupling ขาออก จาก 0.056uF เป็นซัก 0.22 – 1 uF หรือไม่ก็ทำทั้งสองอย่าง (วิทยา)

**ผมฟัง Pre ทั้ง 2 ตัวแล้ว ก็บอกตัวเองได้เลยว่า Pre PAC มัน Too much Hi-fi ครับ ความเป็นดนตรีและ Tonal Balance ยังดีน้อยกว่า Nude อยู่ชั้นหนึ่ง ในขณะที่ถ้าพิจารณาถึงลงไปถึงความนุ่มเนียนของเสียงและความโปร่งใสน้อยต่างกันมากนัก (มนต์สรวง)

พอวัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ได้เวลาที่สำคัญกว่าคือฟังเสียง พวกเราเลือกใช้แอมป์ของเจ้าบ้าน เพราะมีการเตรียมสายหนีบและตะแคงรอไว้เรียบร้อยแล้ว



SE #47 แบบตั้งพื้น

แผ่นที่ใส่อยู่ในเครื่อง Wadia เป็นของ ไฉฉิน อัลบั้มเหล่าเกอ นั้นเอง เราก็จะใช้เป็นแผ่นทดสอบฟังกัน

ไปเลย ด้วยเพลงซื้อซื้อดีเต็ง (Track 1) นี่แหละ
ทดสอบเสร็จแทบจะพูดจิ้นได้เลย เพราะฟังไปร่วมๆ
30 รอบได้ เสียงสะท้อนหลังงานเล็กแว่วมาว่า “ไม่

ต้องชวนมา Shootout C อีกแล้วนะ” ผลการ
ทดสอบก็มีทั้งการวัดและการฟัง มาดูผลการวัดกัน
ก่อนละกันครับ

Brand	Value uF	Measure uF	ESR			D		
			100Hz	1kHz	10kHz	100Hz	1kHz	10kHz
Sprague Vitamin Q	0.3/200	0.289	12.0	1.6	0.40	0.0022	0.0029	0.0073
Sprague Vitamin Q	0.1/300	0.0911	42.0	5.3	1.30	0.0023	0.0031	0.0081
Sprague PIO	0.1 x2/400	0.1146	680	19.0	3.60	0.0507	0.0139	0.0245
Sprague P34894 PIO	1.0/400	0.963	3.5	0.5	0.25	0.0020	0.0036	0.0150
KW PIO (Robot Tank)	2.0/400	1.97	5.5	0.78	0.14	0.0070	0.0097	0.0176
Aerovox PIO	0.1/630	0.113	71	9.2	1.50	0.0055	0.0066	0.0106
GE PIO (Motor Start)	4.0/660	4.05	2.2	0.25	0.16	0.0055	0.0065	0.0421
Rifa Paper RKA-4146	2.0 x3/400	2.11	4.9	0.68	0.21	0.0065	0.0090	0.0275
Aerovox CP53 PIO	0.25/1000	0.2777	51	4.2	0.67	0.0090	0.0074	0.0117
Rifa MP PMG5102	0.5/250	0.765	302	11.5	0.60	0.1493	0.0503	0.0250
VTV Ultra-tone	2.0/200	2.07	3.8	0.36	0.0595	0.0050	0.0047	0.0076
Sprague Vitamin Q	0.01/7500	0.0099	370	55	12.3	0.0025	0.0035	0.0076
ASC PIO (Motor Run)	40.0/380	41.3	0.0562	0.0482	0.052	0.0018	0.0124	0.1631
Mallory PIO (Motor Run)	35.0/370	39.8	0.39	0.22	0.188	0.0085	0.0470	0.4700
Jensen CF PIO	0.22/630	0.216	23	2.8	0.49	0.0031	0.0037	0.0066
Audionote CF PIO	0.1/630	0.0967	209	9.81	1.36	0.0127	0.0059	0.0081
Audionote AF PIO (Jensen)	1.0/1000	0.928	6.2	0.8	0.22	0.0036	0.0048	0.0131
Audionote AF PIO (Jensen)	0.47/630	0.498	15	1.45	0.22	0.0048	0.0047	0.0080
Audionote AF PIO (Jensen)	0.47/400	0.543	51.3	2.43	0.36	0.0179	0.0083	0.0125
Audionote AF PIO (Jensen)	0.22/630	0.2223	45	3.5	0.52	0.0062	0.0046	0.0080
Audionote AF PIO (Jensen)	0.022/630	0.0263	720	40.5	5.25	0.0118	0.0067	0.0087
KW PIO (Axial)	1.0/400	0.9586	4.3	0.53	0.107	0.0026	0.0032	0.0063
KW PIO (Axial)	0.015/400	0.0152	350	41.5	7.20	0.0033	0.0040	0.0067
KW Teflon	0.056/400	0.056	2.5	0.12	0.03	0.0001	0.0001	0.0001
Rubycon PIO	0.47/1000	0.4655	45	3	0.37	0.0134	0.0059	0.0110

Brand	Value uF	Measure uF	ESR			D		
			100Hz	1kHz	10kHz	100Hz	1kHz	10kHz
Siemen PIO	0.1/400	0.0957	21.5	6.3	2.30	0.0011	0.0040	0.0150
PIO สีส้ม	0.1/630	0.105	79	10	1.70	0.0053	0.0067	0.0112
Sangamo PIO	0.1/630	0.111	368	18	1.70	0.0260	0.0124	0.0117
Hovland F&F	2.2/100	2.19	0.18	0.011	0.0025	0.0002	0.0001	0.0004
Hovland F&F	0.22/400	0.2202	2.5	0.11	0.008	0.0003	0.0001	0.0000
Hovland F&F	10/100	9.93	0.03	0.004	0.004	0.0002	0.0002	0.0025
ERO HPE	2.2/250	2.25	1.11	0.32	0.07	0.0015	0.0041	0.0099
Arcotronic MKP 1.44/2	0.22/1200	0.2225	1.2	0.1	0.005	0.0001	0.0001	0.0000
Sprague 716P Orange Drop	0.22/630	0.2289	1.5	0.09	0.01	0.0002	0.0001	0.0001
Hunt G-50 (England)	0.05/400	0.0649	3900	190	8.65	0.2085	0.0813	0.0348
Rel cap	2.0/400	1.95	0.18	0.015	0.008	0.0001	0.0001	0.0010
Siderealkaps	1.5/200	1.46	0.2	0.03	0.015	0.0002	0.0002	0.0013
Styroflex	0.1/160	0.0997	2.9	0.26	0.09	0.0001	0.0001	0.0005
Wima Snubber FKP	0.1/630	0.0959	3.5	0.3	0.03	0.0002	0.0001	0.0002
Wima MKS-4	0.1/630	0.09206	25.8	6.3	1.40	0.0014	0.0036	0.0082
ERO Rifa MKT1813	1.0/250	1.00	2.9	0.69	0.216	0.0018	0.0044	0.0137
Rifa PHE241H	2.0/250	2.03	1.2	0.32	0.08	0.0015	0.0042	0.0100
Crescendo F&F	0.1/800	0.0997	3.3	0.3	0.037	0.0002	0.0002	0.0002
Crescendo F&F	2.2/200	2.09	0.17	0.02	0.003	0.0002	0.0001	0.0003
ZEN F&F	10/225	10.03	0.04	0.008	0.009	0.0002	0.0005	0.0060
Jensen (Electrolyte)	47 x2/500	49.4	2.5	1.6	1.2	0.0470	0.3500	4.4800
Bennic	2.2/250	2.29	0.12	0.02	0.007	0.0002	0.0002	0.001
Cornell-Dubilier (Mcintosh)	0.1/400	0.105	25	4.9	1	0.0016	0.0033	0.0072
SCR	0.33/630	0.3247	1	0.07	0.011	0.0001	0.0001	0.0002
Jensen CF PIO	0.33/630	0.3475	18.5	1.92	0.31	0.0041	0.0041	0.0072

เมื่อนำมาจัดลำดับผลการวัดที่สำคัญ จะจัดลำดับได้ดังนี้ครับ

ค่า ESR ที่ 100Hz ต่ำสุด

Hovland F&F	10/100	9.93	0.03	0.004	0.004
ZEN F&F	10/225	10.03	0.04	0.008	0.009
ASC PIO (Motor Run)	40.0/380	41.3	0.0562	0.0482	0.052

ค่า ESR ที่ 1kHz ต่ำสุด

Hovland F&F	10/100	9.93	0.03	0.004	0.004
ZEN F&F	10/225	10.03	0.04	0.008	0.009
Hovland F&F	2.2/100	2.19	0.18	0.011	0.0025

ค่า ESR ที่ 10kHz ต่ำสุด

Hovland F&F	2.2/100	2.190	0.18	0.011	0.0025
Crescendo F&F	2.2/200	2.090	0.17	0.02	0.003
Hovland F&F	10/100	9.930	0.03	0.004	0.004

จะสังเกตได้ว่า Top 3 ทางด้าน ESR ไม่ว่าจะความถี่ใดก็ตาม ล้วนเป็น Plastic Film ทั้งสิ้น โดยเฉพาะ Hovland ที่ติดเข้ามาทุกรายการ ที่นี้ลองมาดูกรณีของค่า Dielectric กันบ้าง

ค่า D ที่ 100Hz ต่ำสุด

Arcotronic MKP 1.44/2	0.22/1200	0.2225	0.0001	0.0001	0.0000
Rel cap	2.0/400	1.95	0.0001	0.0001	0.0010
SCR	0.33/630	0.3247	0.0001	0.0001	0.0002

ค่า D ที่ 1kHz ต่ำสุด

Arcotronic MKP 1.44/2	0.22/1200	0.2225	0.0001	0.0001	0.0000
Rel cap	2.0/400	1.95	0.0001	0.0001	0.0010
SCR	0.33/630	0.3247	0.0001	0.0001	0.0002

ค่า D ที่ 10kHz ต่ำสุด

Arcotronic MKP 1.44/2	0.22/1200	0.2225	0.0001	0.0001	0.0000
Hovland F&F	0.22/400	0.2202	0.0003	0.0001	0.0000
KW Teflon	0.056/400	0.056	0.0001	0.0001	0.0001

ตัวที่ผลการวัด Surprise มากๆ ก็คือ Arcotronic MKP จากอังกฤษนี่แหละครับ เพราะค่า D ต่ำมาก ถึงขนาดความละเอียดของเครื่องมือไม่พอที่จะวัดด้วยซ้ำ แต่ค่า D นั้นมีหลายตัวที่วัดได้ต่ำมากจนการจัดลำดับตามค่า D ข้างต้นก็ไม่มีตรรกะเท่าไรนัก เดียวลองมาดูสิ่งที่จะเป็นตัวตัดสินที่แท้จริงดีกว่า โดยเป็นความเห็นจากคุณวิทยาล้วนๆ ตัวผมเองเริ่มมีนไปตั้งแต่ฟังตัวที่ 14-15 แล้ว ยังเหลือพิชิตยาคนเดียวที่จัดต่อไปได้จนครบ ยก ลองมาดูกันครับว่าเป็นอย่างไรบ้าง

1. Sprague Vitamin Q 0.1uF 300V เสียงที่ได้ฟังดูอบอุ่น ติดหนาๆ ค่อนข้างช้าเล็กน้อย มีหมอกๆ พอให้เคลิบเคลิ้มกันไป



Teflon Cap จากรัสเซีย

2. Teflon Cap Russia 0.056uF ที่ผมจดเอาไว้คือ Very Transparent Very Detail Good Transient ความรู้สึกไม่ใช่แค่มีใครมาทำความสะอาดกระจกหน้าต่างให้นะครับ แต่มันเหมือนมีใครยกเอากระจกออกไปจากหน้าต่าง รายละเอียดต่างๆ ฟุ้งๆ กันเข้ามา
3. Jensen Copper Foil 0.22uF เสียงดีอีกตัวที่อยู่ใน Premier League ครับ มันเปิดมากกว่า Vitamin Q แต่ยังไม่ใส่เท่า Teflon แต่ก็ได้คะแนนที่มีเนื้อมากกว่าสำหรับพลพรรคหลงเสียงนางอาจจะชอบมันมากกว่าก็ได้
4. Audio Note Copper Foil ตัวนี้เป็น Audio Note รุ่นใหม่ ที่รู้สึกว่าคุณจะไม่ได้ทำให้แล้ว เสียงดีสมคำตัวจริงๆ ความเปิดโล่งของมันอยู่ระหว่าง Teflon และ Jensen เมื่อเทียบกับ Jensen มันให้เสียงที่จัดจ้านกว่า และเป็นตัวมากกว่า Jensen มีเนื้อหนังแบบจับต้องได้
5. Crescendo 2.2uF 250V ตัวแรกจากค่ายพลาสติกที่กล้านำหน้ามาเจอพวก PIO และก็ไม่น่าจะกลับไปเลยครับ มันให้

เนื้อเสียงที่ใหญ่ อุ่มหวาน Romantic ไม่เปิด ใส่เท่าพวกแรกๆ แต่ก็ยังใสกว่า Vitamin Q เยอะ รายละเอียดผู้เจ้าพ่อเปิดไปอย่าง Teflon ไม่ได้ แต่มันให้เสียงที่ Musical มากๆ และต่อเนื่องกลมกลืนตลอดย่าน ราคาก็ไม่โหดร้ายนัก ไม่น่าแปลกใจทำไม CAT ถึงเลือกมันติดเครื่อง

6. Hovland 0.22uF ชื่อดังจากค่ายพลาสติกอีกตัว มันให้เสียงเบากว่าเยอะ ทำให้ต้องเปิด Volume ดั้งขึ้นอีก เทียบกับ Crescendo มันมีปลายเสียงซิบๆ ให้ได้ยินมากกว่า เสียงสูงมันไปได้ไกลกว่าเสียงกลางสูงสีอ่อนมาทางด้อยกว่าหน่อย Musical พอกัน Transient ดีกว่า แต่ยังสู้พวก Teflon กับ Audio Note Copper Foil ไม่ได้ มันฟังเป็น Audiophile มากกว่า แต่ Music lover น่าจะหลงรัก Crescendo มากกว่า (กับลำโพงที่ไม่ใช่ Horn ผมว่าผลลัพธ์มันจะเปลี่ยนไป)



Crescendo จาก Northcreekmusic

7. SCR หวังว่ามันจะเป็นอาวุธลับราคาถูกได้ แลคมชัด Transient ดี ปลายเสียงติดซิบๆ คมๆ รายละเอียดยังไม่ชัดใส่นักเสียงกลางไม่น่าฟังเท่าพวกแรกๆ เวลานั้นร้องไห้เสียงดังๆ ออกอาการหยาบให้ได้ยิน

8. Wima MKP มาตราฐานอุตสาหกรรม เครื่องเสียง พบได้ตามเครื่องเสียงชั้นนำทั่วไปตั้งแต่ Mark, BAT, จนถึง Pioneer Sony เสียงเบassyในฟังดูไม่เป็นเบassyโนที่สุดแล้ว เหมือนเบassyไม่ได้ทำมาจากไม้ปลายหางเสียง Upper Harmonic หายไปหมด เสียงกลางฟังๆ ไม่เป็นตัว และไม่กลมกลืนกับย่านอื่นๆ อาการโหนเสียงออกหายแบบเดียวกับ SCR เวลา Dynamic แรงๆ ฟังน่ารำคาญ
9. Acrotonic 0.22uF 1000V ของเก่าจากบ้านหม้อที่ตัวละไม่กี่สิบบาท ทำเอาแปลกใจกันไป เสียงกลางดีน่าฟัง ยังมีออกอาการชิบๆนิดๆแต่ไม่แรงนัก เสียงเบassyยังน่าฟังกว่า SCR Wima แต่ยั้งดูพวก Premier League ไม่ได้ เกรนหายบ ยังมีให้ได้ยินบ้าง แต่ดีกว่า SCR และ Wima เยอะ แห่ลม กับ กลาง ยังไม่ไปด้วยกันนัก



Arcosound จากอังกฤษ ผลการวัดดีเลิศ

10. Sprague Orange Drop ออกแนว Warm ทุ้มๆ ทุ้มเยอะหนอย ยังมีหมอกอยู่ Bandwidth ฟังดูแคบๆ ไม่ค่อย Musical นึก
11. Paper Rifa ตัวถังเหล็ก Warm นุ่ม แห่ลมฟังดูหายๆ ไปเที่ยวที่อื่นอยู่ แต่ Musical & smooth ดี มันปรับ Transient ให้ราบเรียบไปหมด

12. Hunts G50 ตัวแปลกของเก่าอีกตัว Harmonic ด้านบนมันหายไป เสียงโดยรวมน่าฟัง เสียงกลาง OK แต่เวลา Dynamic แรงๆ ก็ออกอาการจืด ไม่ใส่นัก ฟังนานๆ น่ารำคาญนิดๆ
13. Oil Siemens เสียงกลางแหลมน่าฟัง เสียงแหลมยังขาดปลาย Harmonic อย่างพวก Teflon Audio Note Jensen ให้แต่ Tonal Balance ค่อนข้างดี รายละเอียดดี



Jensen and Audionote Copper-foil

14. Oil ซีลัม Matsushita ไม่รู้เป็นของจีนหรือของ ญี่ปุ่น เสียงกลางดี เสียงออกแนวโปร่งใส พอใช้ได้ หวานน่า Dynamic



Paper cap จากรัสเซีย น่ารักทีเดียว

ฟังดูหู่ๆ ขาด Harmonic

15. Vitamin Q 0.3uF 200V ยังมีหางเสียงมากกว่าพวก 5-6 ตัวก่อนหน้านี้เสียงนำฟังนุ่ม แหลมยังเยอะกว่า พวก 5-6 ตัวข้างบน



นี่ก็ Paper in oil จากรัสเซีย

16. Paper Russia สีนํ้าตาล 2uF 400V เสียง Warm เสียงกลางใหญ่นำฟัง Overall เสียงเบาเสียงแหลมฟัง OK ไม่ไปไกลสุดๆ มีติดแ่งนิดๆ Transient OK และไม่น่ารำคาญ รายละเอียด OK ถึงไม่ใสแจ๋วแบบพวก Premier League แต่ฟังได้ Musical ดี
17. Paper in Oil Russia 1uF 200V แหลมดีกลาง เสียงร้อง สะกดให้หยุดฟัง Overall



Jensen Aluminium-foil

นำฟัง ไม่ใสเท่า Teflon แต่ ก็ฟังสบาย

18. PIO 1uF 200V bypass with Teflon Cap .056uF 500V ใสขึ้น แนวเสียงยัง

เอียงไปที่เสียงของ PIO อยู่ แต่นำฟังมากขึ้น

19. PIO .015uF 1000V bypass with Teflon Cap .015uF 500V Great เสียงร้องดีมาก Musical ดี รายละเอียดดีเยี่ยม ขณะที่เนื้อเสียงมีความอิมพอสเหมาะสมที่เนื้อเสียงมีความอิมพอสเหมาะสม Transient ดี เวล่านักร้องโหมเสียงขึ้นไป ฟังออกว่าเธอเล่นลูกค้อย่างไรชัดเจน Copper foil ดีกว่าจุดเดียวที่หวานกว่า
20. Crescendo 2.2uF + Teflon .056uF 500V ไม่กลมกลืนเท่า Crescendo



Paper cap จาก Rifa และ PIO ของ GE

เดี่ยวๆ แหลมโดดเด่นออกมาเนื่องจาก Teflon ให้ Speed ที่เร็วกว่า

21. Rubycon เนื้อเสียงหนาแน่นนำกิน ออกแนว Warm-dark Musical OK รายละเอียดยังไม่ดีนัก แต่ Tonal balance ดีเหมือนนักร้องร้องอยู่ในคัทที่แสงสลัว มีคว้นนุหรือกรุ่น ปลายออกฟุ้งๆ ไม่เป็นตัวนัก
22. Cornell Dubilier 0.1uF 400V เนื้อหนา เสียงแหลมชัดกว่า Rubycon ฟังเนื้อร้องชัดเจนกว่า รายละเอียดมากกว่า หัวเสียงดี Dynamic ดี ไม่แปลกใจที่ McIntosh เลือกใช้
23. Aerovox PIO 0.1uF 600V เนื้อหนา ปลายเสียง OK ไปไกล ไม่หยาบ เบส OK



เท่าไรครับ? 0.0000 เหรอ เฮ้ย!!!

Dynamic OK แต่ไม่เร็ว เวลาโหนเสียง
ยังมีอาการเกร็ง หยาบอยู่บ้าง หัวโน้ต
OK เข้าไปนิดเดียว

24. Aerovox CP53 0.25uF ไดนามิคดีมาก
เสียงร่อนนำฟังมาก Detail ดี แต่เวลาโหน
เสียง Dynamic ดังๆ ยังมีเกรนหยาบอยู่
บ้าง เสียงดีกว่าเพื่อนมันตัวบน

หมายเหตุ

ผลการรับฟังข้างต้นนี้ เป็นการบรรยายความรู้
ลึกจากการฟังของผู้ร่วมงานบน System ของคุณ
วิวัฒน์ ซึ่งนับเป็นความเห็นเฉพาะ ไม่ได้ตั้งใจจะให้
เป็นมาตรฐานอ้างอิงแต่อย่างใด

ข้อสังเกตบางประการที่ได้จากการวิเคราะห์ผล
การรับฟังเทียบกับผลการวัด

1. ถ้า ESR ของ Cap มีค่าต่างกัน 10 เท่า
ขึ้นไป (ที่ความถี่ต่ำ) จะส่งผลให้ความดัง
เปลี่ยนแปลงทันทีที่เปลี่ยน Cap (ตอน
เปลี่ยน Rifa Paper cap มาเป็น Hunt G-
50 และเปลี่ยนเป็น Siemens PIO)
2. ถ้าค่า ESR ที่แต่ละความถี่ มีการเปลี่ยน
แปลงแบบเป็นเชิงเส้นเมื่อเทียบกับ
ความถี่ (Scale Log) จะได้เสียงที่มี
Tonal Balance ดี ตัวอย่างเช่น
Crescendo และ Aerovox CP53
เป็นต้น

3. C Plastic มีค่า Dielectric Constant คง
ที่และต่ำมาก เมื่อเทียบกับ C Oil ซึ่งน้ำ
จะเป็นสาเหตุที่ทำให้ลักษณะเสียงของ
Plastic และ Oil แตกต่างกันชัดเจน ถึง
แม้ว่าค่า Capacitance และ Rating
ต่างๆ ใกล้เคียงกัน



ZEN และ Teflon cap

4. ในขณะที่ C Plastic ให้ค่า ESR ใกล้เคียง
กัน แต่ Dielectric Constant ต่างกันมาก
แต่ก็ยังให้เสียงที่มีลักษณะเฉพาะของ C
Plastic ที่ชัดเจน
5. C ที่มีโครงสร้างและ Material ใกล้เคียง
กัน ยิ่ง Voltage Rating สูงขึ้นจะมีค่า
Dielectric Constant ต่ำลงไปด้วย และ
ถ้าค่า Capacitance สูงขึ้น ค่า ESR ก็
ยิ่งต่ำลงไปด้วย (Audionote AF and
Hovland)



ผู้รายงานผลตัวจริง

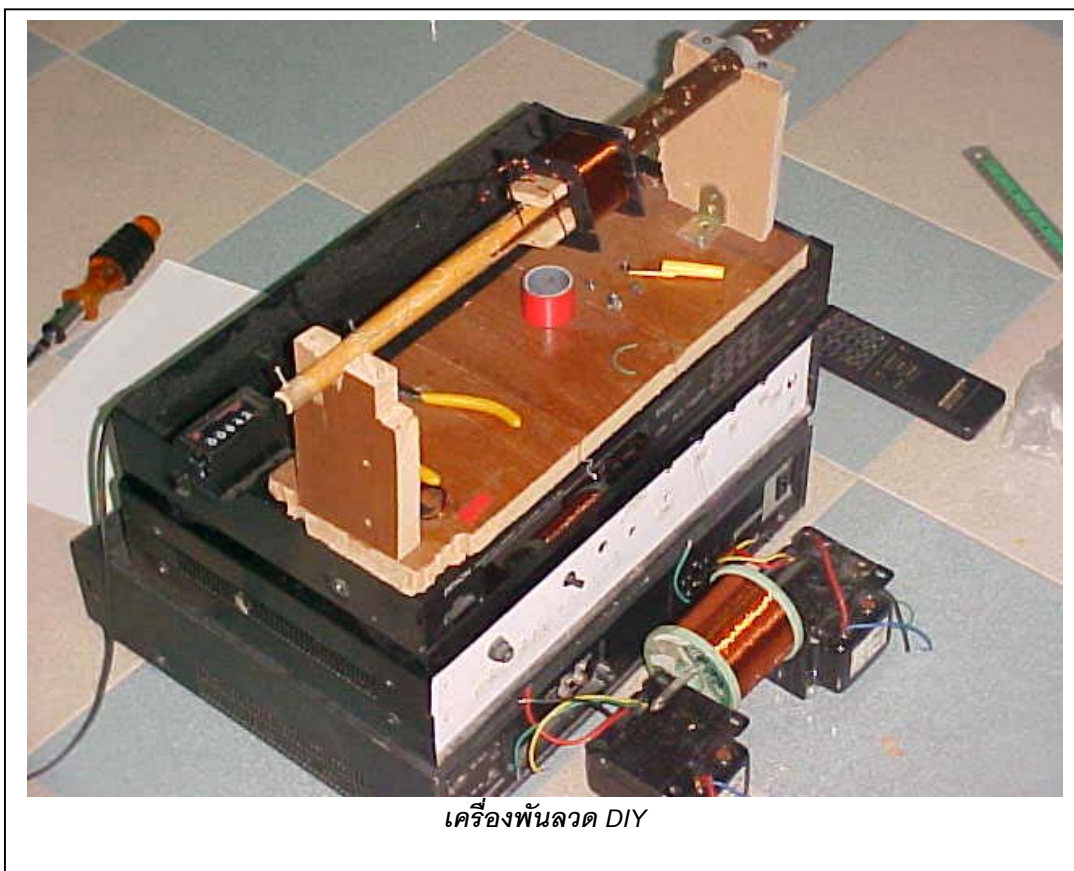
DIY Output Transformer (OPT) หม้อแปลงส่งออก

Author : Pannawat Wachalakamol

ผมอาจจะแปรมันให้ตรงตัวสักนิดครับ เพราะผมเข้าใจภาษาอังกฤษว่าอย่างนั้น สืบเนื่องจากแอมป์หลอดตัวแรกของผมลงไว้ใน DIY Journal YB2002 (My First Amp, P-34) แอมป์ตัวนั้นมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง เช่นอุปกรณ์ที่ยังใช้ของพื้นๆ มากหาได้ตามบ้านหม้อทั้งนั้น ยกเว้น OPT ซึ่งผมสั่งพันจากร้านกรุงธนวิทย หลังจากใช้งานมาแล้วผมพบว่า OPT ตัวนี้ไม่สามารถให้การตอบสนองความถี่ได้กว้างพอ ดังนั้นจึงต้องการที่จะทำขึ้นมาใหม่ และด้วยความอนุเคราะห์จากคุณอาร์ตของเราผู้เขียนเทคนิคการพัน OPT เอาไว้อย่างยาวเหยียดหลายหน้ากระดาษซึ่งทำให้ผมต้องนั่งอ่านอยู่หลายวันจึงจะเข้าใจการคำนวณทั้งหลายเหล่านั้น จึงเกิดโครงการนี้ขึ้นมา

เริ่มจากการคำนวณซึ่งผมจะไม่กล่าวรายละเอียดในเรื่องนี้เพราะถ้าใครสงสัยเชิญติดต่อเจ้าของตำราได้โดยตรงครับ (monsan@se-ed.net) และโดยอุบัติเหตุหรืออย่างไรไม่ทราบได้หลอด 2A3 ของผมบังเอิญได้หลอดขาด ทำให้ผมต้องเบนเข็มมาใช้หลอด 845 ซึ่งมีอยู่ในขณะนั้น มาทำแอมป์ขึ้นมาใหม่ ดังนั้น OPT ของผมจึงต้องเพิ่ม Load เป็นประมาณ 10 Kohm

อุปกรณ์ที่ใช้ ที่สำคัญอย่างยิ่งคือ เครื่องพันนํรอบซึ่งมีให้เลือกหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ราคาถูกแบบใช้เข็มหมุดนํรอบ แบบที่ใช้มิเตอร์แบบตัวเลขและแบบที่พันเรียงเส้นโดยอัตโนมัติ หรืออาจจะมีแบบอื่นๆ อีก ดูจากรูปนะครับ เครื่องของผม DIY ทั้งชุดครับยกเว้นตัวมิเตอร์นํรอบที่ซื้อ



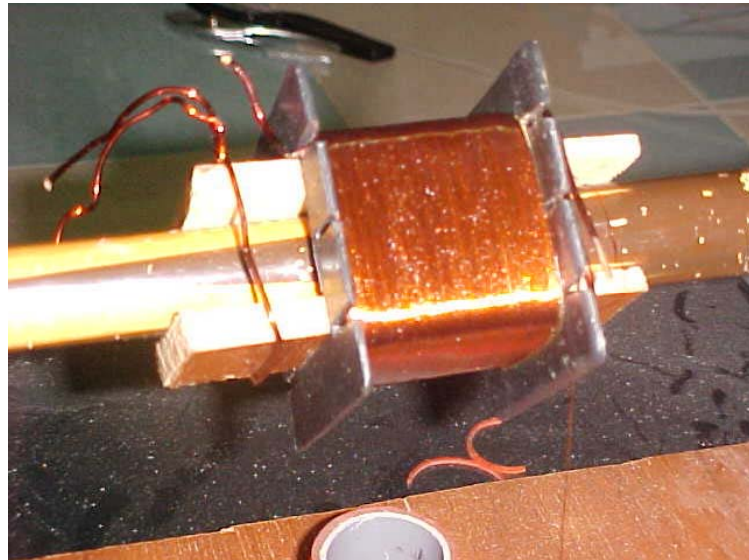
เครื่องพันลวด DIY

มา เหตุที่มันออกมาเป็น
ลักษณะนี้ก็เพราะว่า

1. เวลาใช้งานจริงเราต้อง
พันเรียงเส้น ผมรู้สึกว่
การใช้เครื่องพันที่หมุน
ด้วยวงล้อเราจะไม่
สามารถบังคับเส้นลวด
ได้ดี ดังนั้นจึงต้องใช้มือ
หมุนครั้งละ $\frac{1}{4}$ รอบจึง
จะสามารถเรียงลวดได้
2. เครื่องพันนับรอบแบบ
เรียงเส้นอัตโนมัติราคา

แพงมากครับ

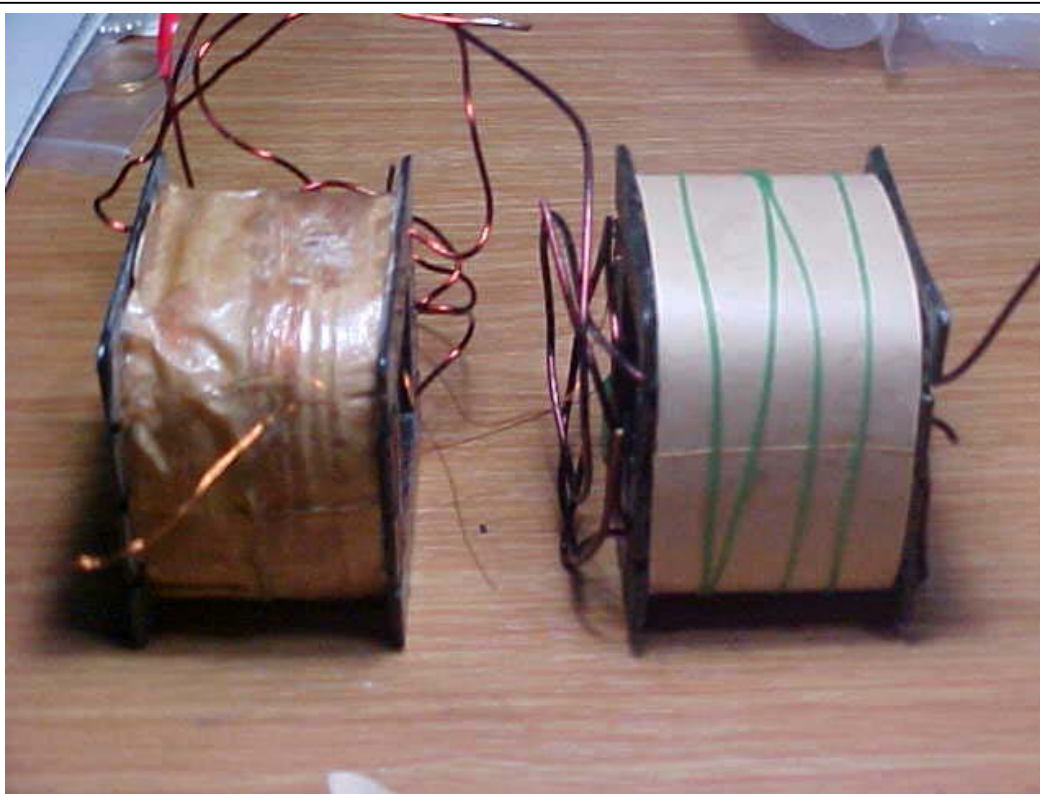
3. ผมตั้งใจเอาไว้ว่าจะไม่ตัดลวดของขด
Primary เลย จึงออกแบบให้ยกเอาแกนออก
มาจากตัวเครื่องได้ ทำให้ผมสามารถที่จะพัน
Secondary ได้โดยไม่ต้องตัดลวด Primary
หลังจากที่ทำคู่แรกเสร็จไปด้วยความรีบ
ร้อน ผมรู้สึกว่ามันไม่ปราณีตเลยอีกทั้งให้เสียงที่ไม่



พันลวดเรียงเส้นบน Bobbin

ค่อยจะดีด้วย จึงจัดการทำใหม่อีกหนึ่งคู่ โดย
เปลี่ยนวิธีการพันออกไป ลองดูลูกแรกกับลูกที่สอง
ไม่ต้องบอกก็รู้แน่ครับว่าอันไหนลูกแรก

เอาละครับทีนี้เป็นลักษณะการทำงาน
ของผม เมื่อคำนวณจำนวนรอบของทั้ง Primary
(P) และ Secondary (S) แล้ว ก็เริ่มจากการพัน
ด้วย P ก่อนตามรูปด้านบน



Version 1 และ Version 2

และเมื่อได้จำนวนรอบและจำนวนชั้นที่เราต้องการแล้ว ก็จะหาขนาดมาปิดระหว่างชั้น ผมใช้กระดาษอาบมัน (ผมไม่แน่ใจว่าเรียกชื่อมันถูกหรือเปล่า?) นำมาตัดเท่าความกว้างของบ๊อบบี้ และเมื่อพับขึ้นเป็นมุมเล็กน้อยตามรูป ประโยชน์ของมันคือเป็นตัวป้องกันเส้นลวดหลุดลงไปชนกับชุดด้านล่าง ซึ่งอาจเป็นที่มาของการช็อตข้ามชุด จะทำให้ลำโพงที่รักของท่าน ไหม้เป็นตอตะโกได้ หลังจากนั้นก็วางมันเข้าที่ตามรูปอีกแล้ว



ฉนวนกระดาษอาบมันพับมุมเล็กน้อย

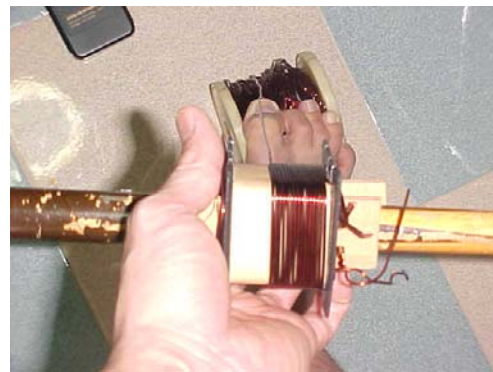
ข้อ ก่อนวางกระดาษกันนี้ผมจะทาวานิชในส่วนของ P ชุดแรกให้เรียบร้อยก่อน เมื่อวางกระดาษลงในส่วนที่โค้งเข้ากับตัวบ๊อบบี้ ก็ตัดมันสักเล็กน้อย มันจะได้โค้งตามได้ดีไม่บิดงอ



หุ้มฉนวนกระดาษลงบนชุดขดลวด

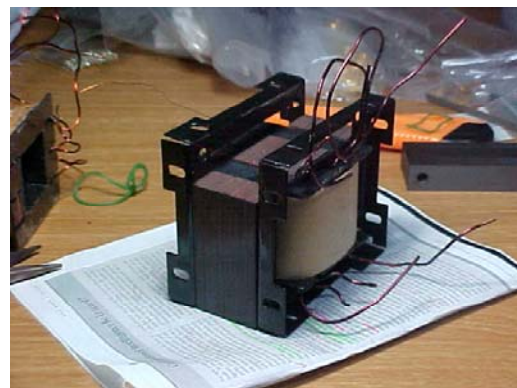
ขั้นต่อไป ก็พันชุด S กันละครับผมใช้วิธีที่เรียกว่า “ปาก (ไม้) กัดดินดิบ” ครับ ขอภัยหากไม่สุภาพแต่ผมใช้อย่างนั้นเพื่อให้ ชุด S แน่นที่สุด มีอยู่ครั้งนึงผมอาจจะออกแรงมากเกินไปหน่อย ตัว

บ๊อบบี้พลาสติกทนมไม่ไหวเลยยุบตัวลงไป ต้องเปลี่ยนทิ้งไปเลยครับ เมื่อเสร็จก็เริ่มขั้นตอนการรองด้วยกระดาษและพัน P ชั้นถัดไปเรื่อยๆ จนแล้วเสร็จ



พันลวด Secondary ทับลงไปบนฉนวน

เมื่อได้ขดลวดมาเรียบร้อยแล้วก็ไปใส่แกนเหล็กกันละครับ ดูจากรูปอธิบายได้ง่ายกว่าครับ



ใส่ตัว E ก่อนแล้วค่อยใส่ตัว I คั่นไว้ด้วยกระดาษบางๆ เพื่อให้เกิด Air-gap

แล้วก็มาถึงขั้นตอนสำคัญคือการต่อเพื่อฟังเสียง ผมแนะนำท่านที่จะทดลองทำให้หาลำโพงราคาถูกมาทดลองต่อเพื่อฟังว่ามันดังหรือไม่ เปิดทิ้งไว้สักพักเพื่อความแน่ใจจึงนำไปทดลองกับลำโพงชุดที่รักของท่านนะครับ



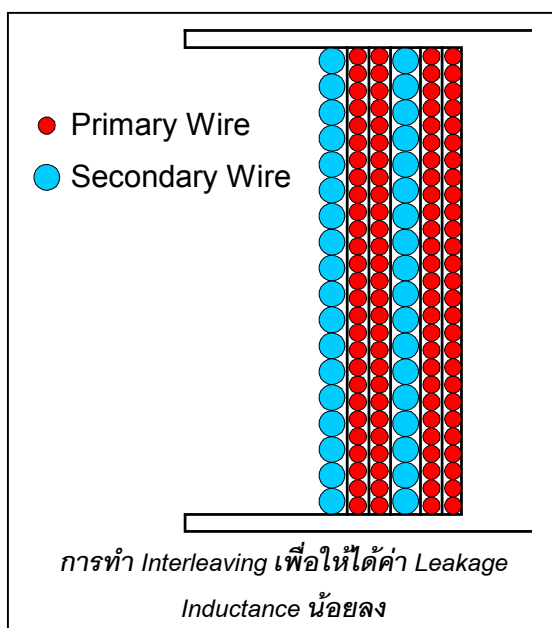
เสียงของ OPT ของผม

เนื่องจากหน้าตาของ Version1 (V1) มันไม่เป็นที่ถูกใจผมเลย ผมจึงบอกไปก่อนเลยว่ามันเสียงไม่ดี เมื่อนำมาทดสอบใช้งานจริงปรากฏว่า V1 ให้เสียงกลางแหลมที่เปิดเผยมากกว่า V2 เล็กน้อย แต่ด้านเสียงเบสรายละเอียดและความต่อเนื่องของเสียง ยังเป็นรองตัวที่สองอยู่บ้างพอสมควร เป็นเพราะผมทำการปรับรูปแบบการพันให้ทั้งสองตัวนี้ไม่เหมือนกันจึงได้เสียงออกมาต่างกัน

สรุปแล้วเห็นจะต้องมี Version3 ตามมาอย่างแน่นอน โดยผมจะทำการผสมระหว่าง V1 และ V2 เข้าด้วยกันและเพิ่มเติมเข้าไปอีกเล็กน้อย ด้วย ได้เห็นเป็นรูปเป็นร่างเมื่อไหร่จะเอามาให้ชมกันอีกทีครับ

หมายเหตุโครงการ

ผมไม่ต้องการนำเสนอด้านเทคนิคมากนักเพราะผมไม่ได้ศึกษาจากตำรามาโดยตรง ดังนั้นหัวข้อนี้เป็นเพียงนำเสนอว่าผมทำอะไรไปบ้างเท่านั้นเอง ส่วนรายละเอียดหากสนใจสามารถติดต่อผมได้โดยตรงที่ watchal@yahoo.com ครับ

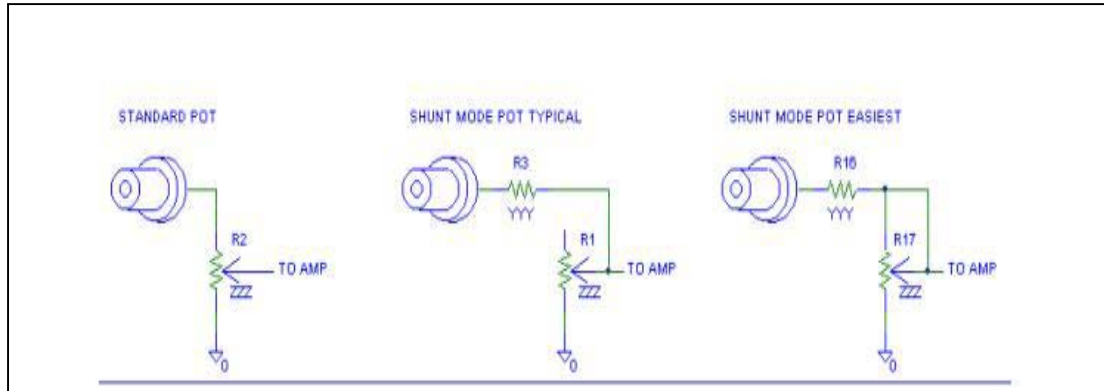


Shunt Mode Step Attenuator

ผู้เขียน : วิทยา ตั้งธนาพร

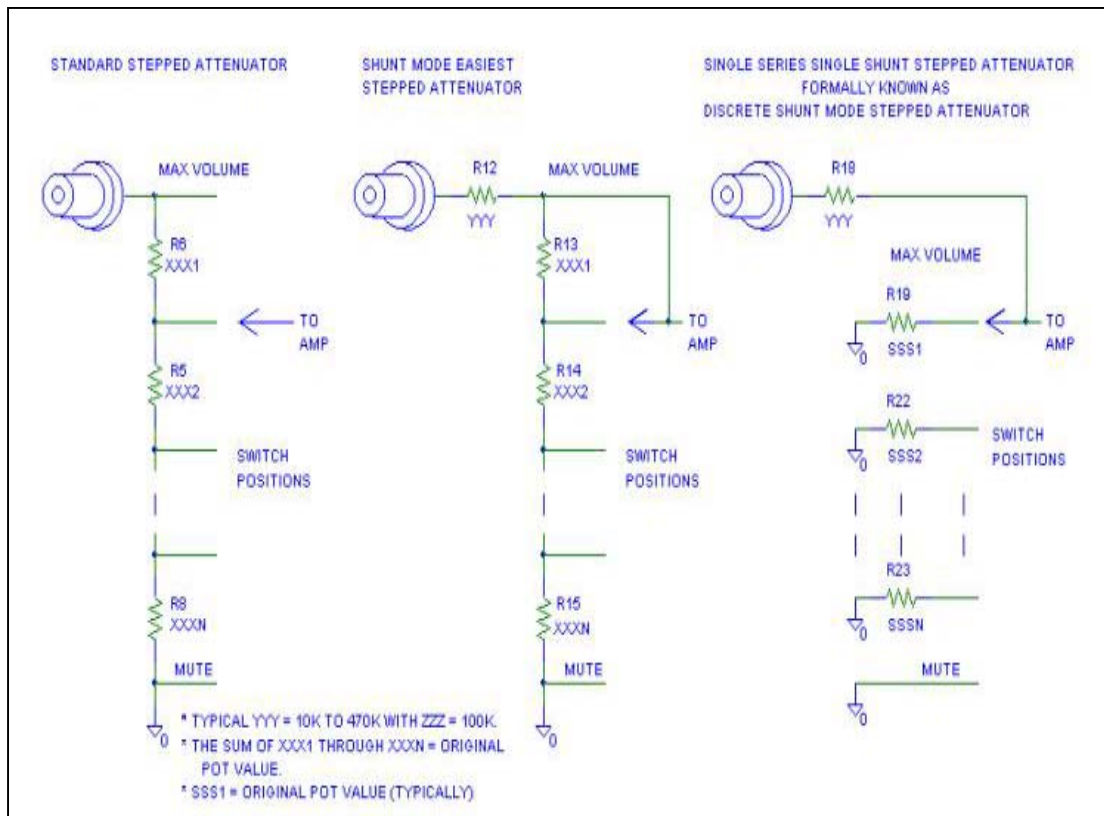
ผมเขียนการทำ Step Attenuator (Volume) เพราะคิดว่ามันเป็นของง่าย ๆ ที่ใคร ๆ ก็ทำได้ และได้ผลดีกว่า Volume ที่ขายกันในท้องตลาดมากมาย ราคาในการทำไม่เกิร้อยบาท และรับรองว่าเป็นของที่หาได้ง่าย ๆ ทั่ว ๆ ไป

เห็นทั่ว ๆ ไป มักจะเป็นแบบ Series ตามรูปข้างล่าง ที่เขียนว่า Standard pot ข้อแตกต่างของ Shunt Attenuator จาก Series Attenuator คือ สัญญาณมันผ่าน R (ตัวต้านทาน) แคตัวเดียว (จริง ๆ มันมี R ตัวอื่นใน Signal loop ด้วย แต่เพื่อความง่ายของ



Attenuator แบ่งได้หลัก ๆ เป็น 2 แบบ คือ Series Mode (ซึ่งกล่าวถึงไปแล้วใน DIY Journal Issue 1) และ Shunt Mode อันที่ ผมจะแนะนำให้ทำนี้เป็น Attenuator แบบ Shunt ครับ Attenuator ที่

การเขียนของผมเอง ผมจะไม่เขียนพาดพิงถึงมันแล้วกัน) ถ้าคุณไม่เชื่อให้ทดลองง่าย ๆ ด้วยการเปลี่ยน Volume ของคุณ เป็น Shunt Mode ด้วยการต่อ R 20K เข้าตาม รูป Shunt mode pot ที่ R3



หรือ R16 แล้วลองฟังดู (ผมเดาว่า VR ของคุณคงเป็น 100K Ohm ถ้าไม่ใช่ แสดงว่าคุณไม่ใช่มือใหม่ และคงรู้ว่าจะใช้ค่าอะไรดี)

รูปข้างบนเป็นวอลลุ่มที่คุณหาซื้อได้ทั่วไป เช่น Alps Black Beauty หรืออื่นๆ หรือไม่มีพวก Step Attenuator ที่เป็น R หลายๆ ตัว อย่างรูปข้างล่างนี้ รูปซ้ายสุดเป็น Step Attenuator ที่มีขายเป็นส่วนใหญ่เช่น DACT

สำหรับวิธีการทำ Step Attenuator ที่เสียงดีมากๆ ให้ไปดูเว็บนี้ก็ได้ครับ

<http://www.siteswithstyle.com/VoltSecond/index.html>

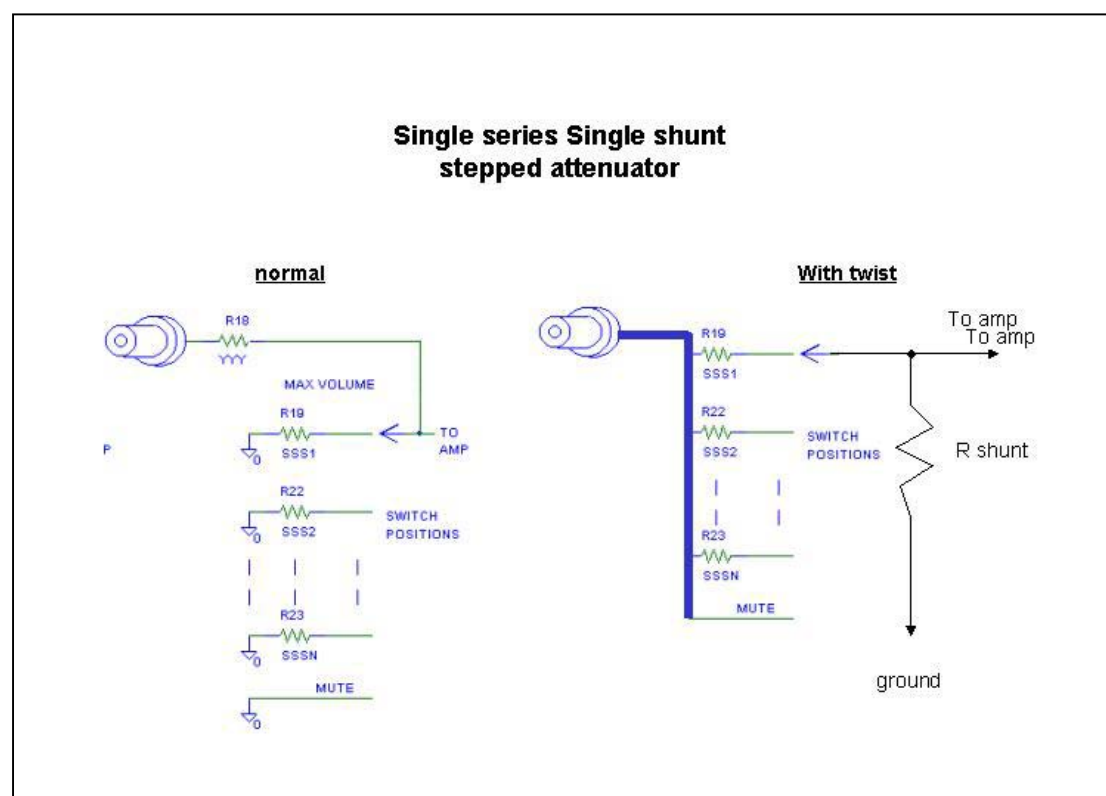
แต่ที่ผมจะบอกคุณไม่ใช่แบบที่เขาทำนะครับ เราจะมีการดัดแปลงกันเล็กน้อย เอาหละเป็นอันว่า คุณเชื่อแล้วว่า Shunt mode เสียงดีกว่า หรือไม่ก็เป็นคนอดทนมากที่อ่านมาถึงนี้ได้ ตอนนี้อะไรมาเริ่มกันเลย

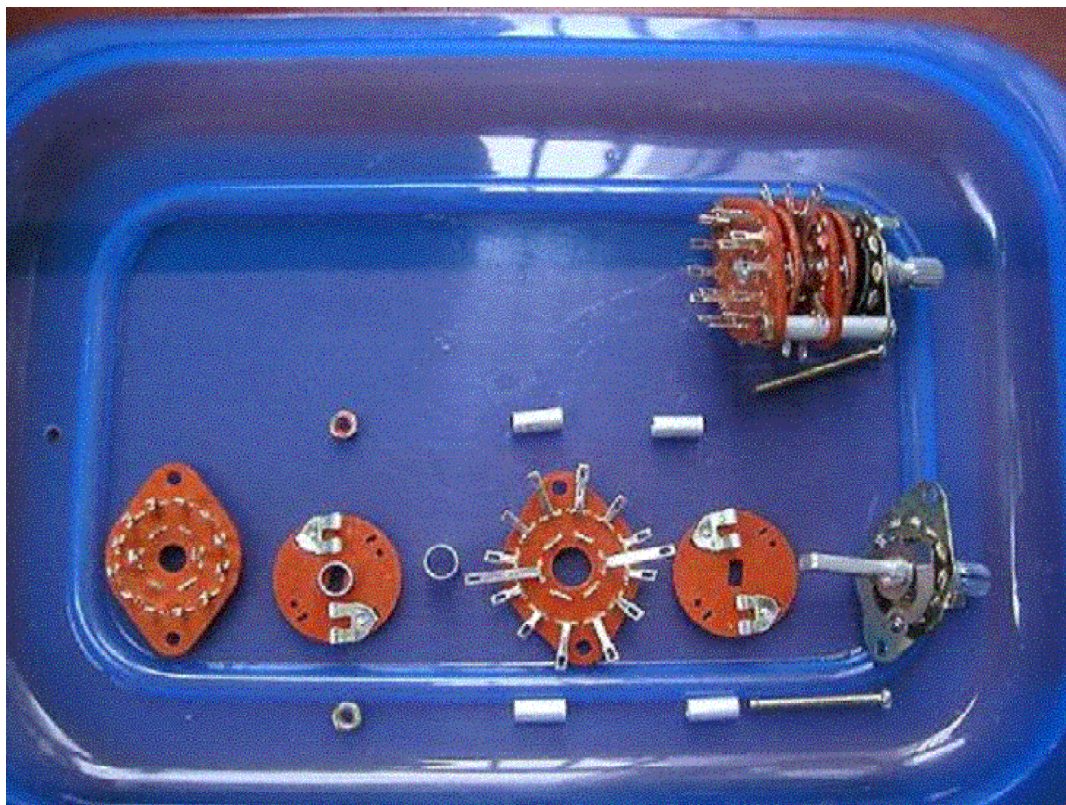
วิธีที่ผมแนะนำคือการใช้ Selector แบบ 12 ช่องมาใช้ แต่เนื่องจาก Selector ส่วนมากไม่ค่อยเป็นแบบ Make before break หรือไม่กี่คุณภาพไม่ค่อยดี ทำให้ในการใช้งาน จะมีเสียงดังลั่น

ออกมาที่ลำโพงเวลาปรับความดัง ดังนั้นวิธีที่ผมแนะนำคือต่อแบบกลับทางครับ ดูรูปข้างล่างก็ได้ครับ รูปทางซ้ายมือคือการต่อแบบทั่วไป รูปทางขวามือคือวิธีที่ผมแนะนำ ถึงแม้ Contact ตอนปรับความดังจะต่อไม่ดี แต่ก็不会有เสียงดังออกมาครับ มีแต่ไม่มีเสียงช่วงที่เปลี่ยนเท่านั้น และคุณสามารถใช้ Selector แบบไหนก็ได้ไม่ต้องสนใจว่าจะเป็นแบบ Make before break หรือเปล่า

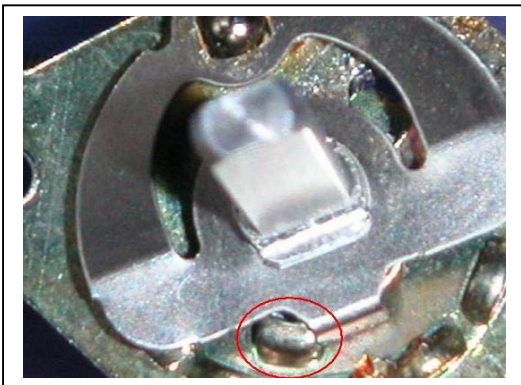
วิธีการทำก็ง่ายครับ แต่ก่อนอื่นต้องเริ่มจากหา Selector ที่คุณชอบมาก่อน ผมต้องใช้ Selector 4 ชั้น เนื่องจากผมทำปรีเป็น Balance ผมจึงซื้อ Selector แบบ 2 ชั้น มา 2 ตัว ตัวละข้าง แต่เนื่องจากผมหา Selector แบบ 2 ชั้นที่เป็น 12 Click ไม่ได้ มีแต่ 2 Poles 6 Click ก็เลยต้องมีการดัดแปลงกันเล็กน้อย ส่วนมากพวกคุณคงใช้งานสำหรับปรี Single-end มากกว่า ก็คงไม่เจอปัญหาแบบผม ข้ามช่วงนี้ไปเลยก็ได้ครับ

Selector ที่ว่าเวลาซื้อมาแล้วถอดออกจะมีส่วนประกอบดังนี้ครับ ให้จำไว้ด้วยนะครับ ว่าอะไรอยู่ตรงไหน

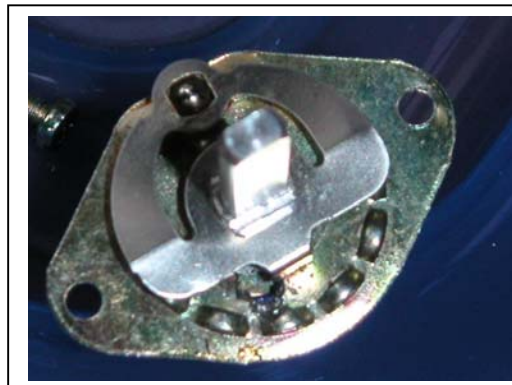




Selector ที่แยกส่วนแล้ว



ถ้าให้ดีควรถอดออกที่ละข้างเพื่อใช้อีกข้างเป็นตัวเปรียบเทียบ จุดที่ต้องโมอันแรกคือแกนหมุน ถ้ามองจากด้านล่างคุณ将会เห็นตัวบังคับที่เป็นแผ่นเหล็กถูกบีบป้อนขึ้นมา อันที่วงกลมสีแดงนั้นแหละครับ ถ้าเป็น 2 Poles มันจะมี 2 อัน 3 Poles ก็มี 3 อัน เราต้องทำให้มันหายไปเหลืออันเดียว เราจะได้ Selector 1 Poles 12 Click มาแทนวิธีที่ผมใช้คือผมใช้สว่านเจาะมันเลยครับ รูปหลังจากเจาะแล้วจะเห็นว่ามันเป็นรูโป๊ไปเลย



จากนั้นเราก็มาจัดการกับตัวกวาดที่เป็นตัวเชื่อม Contact เข้าด้วยกัน เวลาหมุนไปตำแหน่งต่างๆ ด้วยการตัดมันออก อันหนึ่ง ตามรูปครับ ระวังนะครับ ว่าให้ตัดทั้งสองอันที่ข้างเดียวกันและเวลาใส่กลับเข้าไปก็ให้ใส่ในมุมเดียวกันไม่งั้นคุณจะได้ตำแหน่งต่างกัน

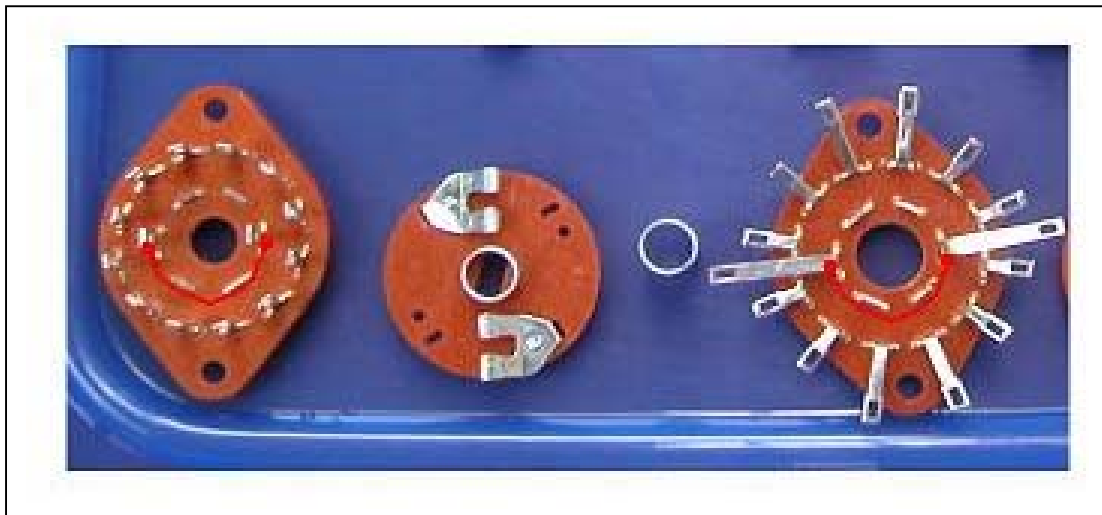


จากนั้นก็มาจัดการกับชั้น Selector ด้วยการเชื่อม 2 Poles เข้าด้วยกันดังรูป มันจะได้ Happy ดีพร้อมเสียที

ชั้นนะครับ เพราะผมพยายามหา R ที่มีขายทั่วไป ผมเองใช้ R Royal Ohm 0.5watt 1% เพราะตอนไปซื้อ นั้รพษที่รังสิตดันไม่มี Resista ผมก็เลยซึ่เกียจไปที่บ้านหม้อใหม่ก็เลยซื้อเลย เวลาซื้อให้ซื้อค่าละ 10 ตัว แล้วใช้ มิเตอร์วัดค่าให้ เท่ากันให้ได้มากที่สุด

ถ้าค่าที่ต้องการยังหาไม่ได้ก็หาค่าใกล้เคียงก็ได้ครับ ขอเพียงวัด R ทั้งสองข้างซ้ายขวาให้เท่ากันก็พอเพื่อให้ Stereo Image ที่ดีที่สุด สำหรับคนที่ทำ Attenuator Balance อย่างผมก็ต้องวัดเป็นสี่ตัวเท่ากันเป๊ะนะครับ

วิธีการต่อ หมุน Selector ทวนเข็มนาฬิกา



จากนั้นก็ประกอบ มันกลับเข้าไปเหมือนเดิมนะครับ ณ จุดนี้คุณจะได้ Selector 1 Poles 12 Click แล้ว แต่ใช้ได้แค่ 11 Click นะครับ

จากนั้นก็ต่อ R เข้าเพื่อให้มันเป็น Attenuator แต่ค่า R เท่าไหร่ถึงจะดีละ ผมคำนวณมาให้ดังนี้ครับ แต่ละชั้นจะได้อัตราการลดลงประมาณ 2.5 dB แต่ไม่เท่ากันทุก



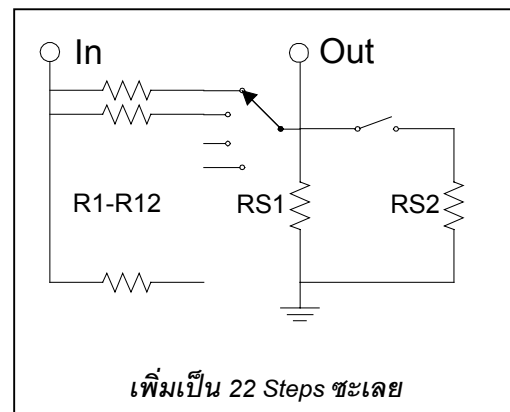
นาฬิกาจนสุด ใช้มิเตอร์วัดหาว่าขาไหนคือตำแหน่ง
ที่ 1 ที่จะเป็นจุดที่เสียงเบาที่สุด ที่จุดนี้ต่อ R100K

จากนั้นก็ไล่เข้าไปเรื่อยๆ สำหรับ R2, R3, ..., R11
พอต่อเสร็จแล้วก็ได้ดังรูปครับ

$$\text{dB} = 20 \log (R_{\text{shunt}} / (R_{\text{shunt}} + R_{\text{series}}))$$

Step	R Shunt	R Series	dB	Step	Input imp	[R Shunt / (R Shunt + R Series)]
1	470	100,000.00	-46.60		100,470	0.00468
2	470	75,000.00	-44.11	2.49	75,470	0.00623
3	470	56,000.00	-41.59	2.52	56,470	0.00832
4	470	42,500.00	-39.22	2.37	42,970	0.01094
5	470	33,000.00	-37.05	2.17	33,470	0.01404
6	470	25,000.00	-34.68	2.37	25,470	0.01845
7	470	18,500.00	-32.12	2.56	18,970	0.02478
8	470	14,000.00	-29.77	2.35	14,470	0.03248
9	470	10,000.00	-26.96	2.81	10,470	0.04489
10	470	7,500.00	-24.59	2.37	7,970	0.05897
11	470	4,700.00	-20.83	3.76	5,170	0.09091

R Shunt ตอนแรกผมใช้ค่า 470 Ohm แต่
ฟังๆ ไปผมว่ามันก็ยังดังเกินไป ผมเลยเปลี่ยนเป็น
300 Ohm แทนครับ วิธีการทดลองว่าคุณได้ความ
ดังที่เหมาะสมหรือไม่ยัง ให้หมุนมาซักแก๊ทที่ 3 แล้ว
ลองฟังดู ว่าดังเกินไปหรือค่อยเกินไปที่ระดับความ
ดังที่คุณฟังปกติ ถ้างดังเกินไป ก็ลดค่า R Shunt ลง
เป็น 300, 200, 100 Ohm ถ้างเบาเกินไป ก็เพิ่มค่า
เป็น 600, 750, 1000 Ohm แทน และถ้างต้องการ
เพิ่ม Step คุณอาจจะใส่ Switch โยกชักตัวเพื่อต่อ
ขนาน R เข้าไปกับ R Shunt ตัวเดิม ก็จะได้ R
Shunt ค่าใหม่ที่ลดลง อัตราความดังก็จะเปลี่ยน
ตามไป เหมือนกับเป็น 22 Step Attenuator ได้เช่น
กัน ส่วนจะขนานค่าเท่าไรก็ไปคำนวณ+ทดลอง
กันดูเอาเองนะครับ ขอให้สนุกกับการทำครับ



SRC RADIO No.1

ผู้เขียน : สุรัชย์ เกิดเมฆ

คำนำ

สวัสดีครับ เพื่อนๆ ผู้ชื่นชอบหลอดสุญญากาศ สำหรับเรื่องที่จะนำมาปรับใช้ในครั้งนี้ ขอฉีกแนวออกไปจากแอมป์หลอดมาเป็นวิทยุที่ใช้หลอดดูบ้าง เพื่อเป็นการย้อนไปในอดีต ซึ่งเราจะพบว่า หลอดสุญญากาศ ถูกนำมาใช้กับงานวิทยุเป็นงานแรกๆ สำหรับวิทยุหลอดนี้เป็นวิทยุ AM อย่าเพิ่งยี้ ! นะครับ เพราะ คลื่นวิทยุ AM ถ้าเพื่อนๆ ลองฟังจะพบเสน่ห์ ของมัน มีทั้ง ชาวชาวบ้าน, เพลงลูกทุ่งลูกกรุงเก่าๆ , ละครวิทยุ หรืออื่นๆ อีกหลากหลาย โดยเพื่อนๆ จะไม่พบบรรยากาศแบบนี้ ในคลื่น FM

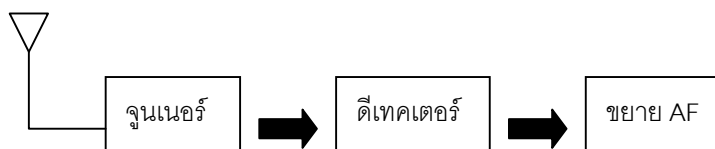
สาเหตุที่ผมหันมาสนใจเรื่องวิทยุหลอด มีอยู่ 2 เหตุการณ์ กล่าวคือ

1. วันหนึ่ง ผมได้ไปเจอ web เกี่ยวกับวิทยุหลอด ของคุณ Dave Schmarder โดยเค้าทำวิทยุหลอดเอง มีหลาย model สนใจมาก และที่สำคัญบางเบอร์ที่เค้าใช้นั้น ผมก็มีอยู่ ซึ่งตอนที่ผมซื้อหลอดพวกนี้ ยังไม่รู้ว่า จะเอาไปใช้ทำอะไรด้วยซ้ำ รู้แต่ว่ามันเป็นหลอดเก่าโบราณน่าเก็บสะสมเท่านั้น ไม่มีสายการผลิตอีกแล้ว
2. ในเวลาไล่เลี่ยกันบังเอิญผมไปเดินแถววังบูรพาภิรมย์โอเดียนสโตร์ เจอหนังสือเล่มหนึ่ง ชื่อ “ตำราวิทยุ ภาค ทฤษฎีและปฏิบัติ” แต่งโดย ศ.บุญถึง แนนหนา เนื้อหากล่าวถึงเรื่องประวัติที่มาของหลอดสุญญากาศ และการประยุกต์นำมาใช้กับงานวิทยุหรืองานขยายเสียงต่างๆ ซึ่งผู้แต่งเขียนออกมาอ่านเข้าใจง่าย เป็นประโยชน์อย่างมาก ผมขอแนะนำให้เพื่อนๆ ลองหามาอ่าน (แม้จะไม่คิดว่าจะทำวิทยุก็ตาม) เพราะว่าจะจะหาหนังสือประเภทนี้ได้ยากแล้วในยุคดิจิทัลแบบนี้

จากเหตุการณ์ทั้ง 2 ข้างต้น จึงทำให้เกิด project ที่ชื่อว่า “SRC RADIO No.1” โดย SRC คือ ชื่อย่อของผมเองครับ ส่วน RADIO No.1 หมายถึง วิทยุ หมายเลข 1 ซึ่งจะต้องมี หมายเลข 2,3,4 ฯลฯ ออกตามมาอีกแน่นอน สำหรับวิทยุหลอดมีอยู่หลายวิธีการออกแบบ แต่วิธีที่ง่ายที่สุดเห็นจะเป็นแบบ *REGENERATIVE RADIO* มาดูหลักการทำงานกันดีกว่าครับ

หลักการทำงานของวิทยุ

วิทยุมีหลักการทำงาน ดังนี้



1. ภาคจูนเนอร์

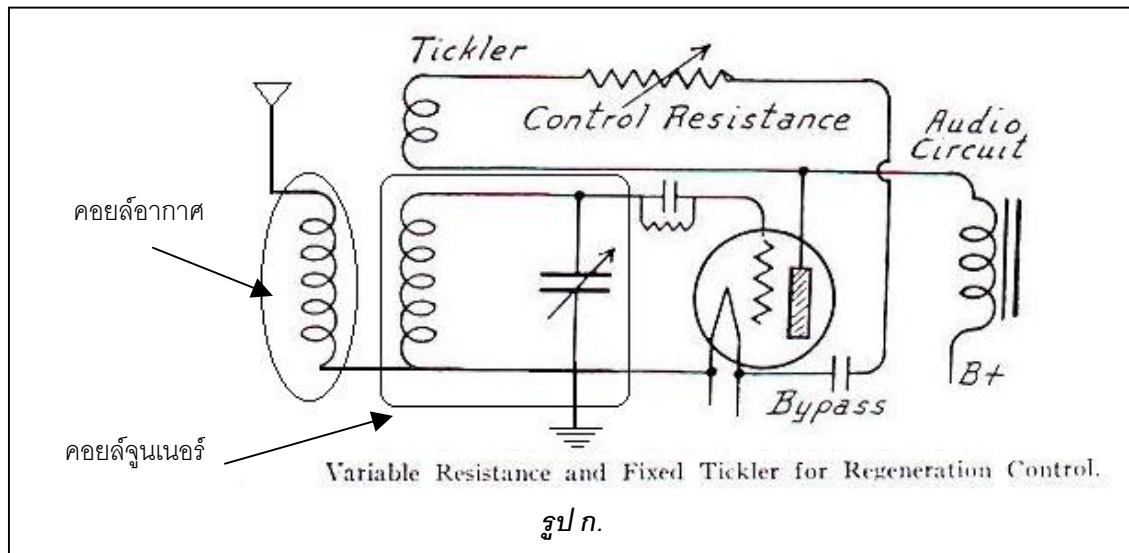
แล้วทำอย่างไรล่ะเราจะคว้าคลื่นในอากาศมาใช้ได้ มันต้องมีเครื่องมือครับ นักวิทยาศาสตร์พบว่า เมื่อเราเอาขดลวดกับตัวเก็บประจุมาต่อขนานกัน มันจะให้คลื่นความถี่ใดความถี่หนึ่งผ่านเท่านั้น ถ้าเราเปลี่ยนตัวเก็บประจุเป็นแบบปรับค่าได้ เราก็สามารถเลือกความถี่ที่ต้องการได้ ดังนั้น ภาคจูนเนอร์ประกอบด้วยคอยล์อากาศ (วงรี), คอยล์จูนเนอร์ต่อขนานกับตัวเก็บประจุ (สี่เหลี่ยม) ตามรูป ก.

ตาม สมการ $f = 1/(2\pi \sqrt{LC})$ ----- (1)

f = ความถี่ หน่วย เฮิรตซ์ (Hz)

L = ค่าความเหนี่ยวนำ หน่วย เฮนรี่ (H)

C = ค่าประจุไฟฟ้า หน่วย ฟารัด (F)



Air Core Coil Winding Formulae

The following approximations are accurate to about 1% for small air wound coils.

L = inductance in μH

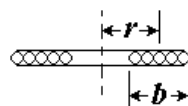
N = number of turns

r = mean radius in inches

l = coil length in inches

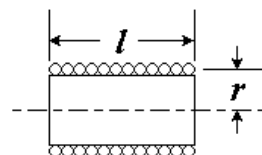
b = depth of coil in inches

Spiral Wound



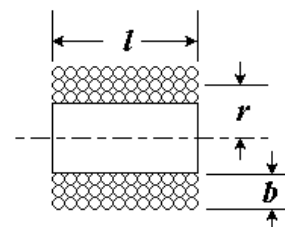
$$L = \frac{(rN)^2}{8r + 11b}$$

Single Layer Wound



$$L = \frac{(rN)^2}{9r + 10l}$$

Multi-Layer Wound



$$L = \frac{0.8(rN)^2}{6r + 9l + 10b}$$

รูป ข.

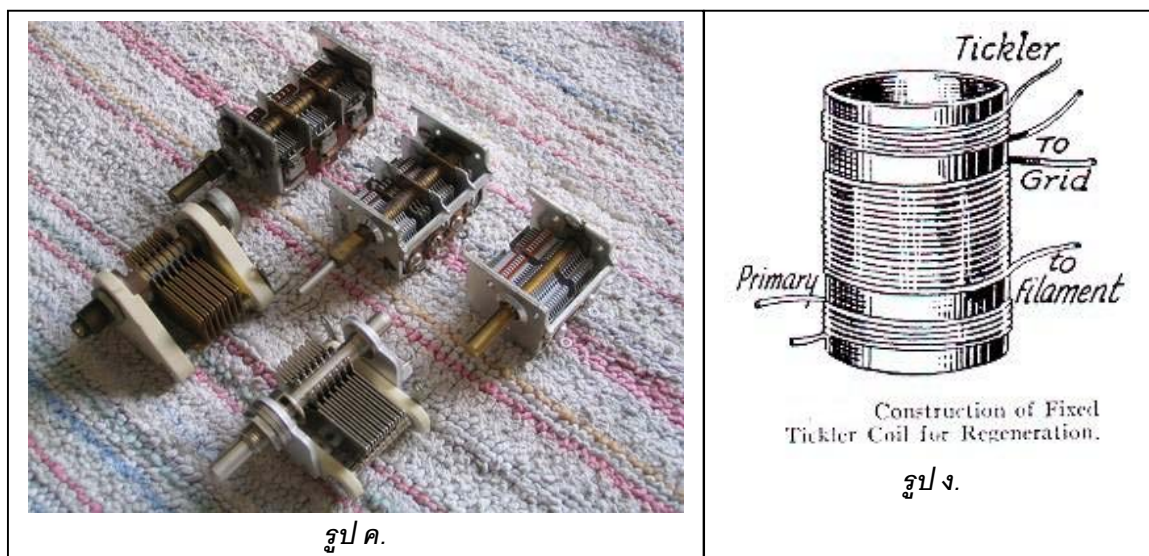
ตัวอย่างการคำนวณ

สมมติเราต้องการจะพันคอยล์จูนเนอร์เพื่อใช้กับคลื่นวิทยุ AM ช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 531-1653 kHz ถ้าตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้มีค่า 0-300pF จากนั้น ให้เดาค่า L แทนลงไปในสูตร (1) ได้ดังนี้

Assume : $L = 300\mu\text{H}$, $C = 300\text{pF}$ ดังนั้น $f = 531\text{kHz}$
 , $C = 30\text{pF}$ ดังนั้น $f = 1,678\text{kHz}$

สรุป ถ้าเราพันคอยล์ขนาด $300\mu\text{H}$ จะสามารถครอบคลุมคลื่น AM ได้ทั้งหมด เอ๊ะ!! แล้วเราจะพันคอยล์จูนเนอร์อย่างไรล่ะ ตามรูป ข. คือคำตอบครับ โดยเลือกขนาดท่อ (Coil Form), ขนาดลวด คำนวณแล้วพันค่าตามที่ต้องการครับ สำหรับคอยล์อากาศ พันให้ได้ค่า สักประมาณ 15% ของคอยล์จูนเนอร์

ข้อแนะนำ ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ มีหลากหลายแบบ ตามรูป ค. ทางที่ดีเราควรมีมิเตอร์ที่สามารถวัดค่า LCR ได้จะดีมาก เมื่อเรารู้ค่าตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้แล้วก็จะสามารถพันคอยล์ได้ครอบคลุมคลื่นวิทยุที่ต้องการได้



2. ภาคดีเทคเตอร์

สำหรับภาคดีเทคเตอร์ จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณกระแสลับที่ได้รับจากภาคจูนเนอร์ให้เป็นกระแสตรง โดยเราจะใช้หลอดไดโอดหรือทริโอดก็ได้ (แต่ใช้หลอดทริโอดจะดีกว่า) สำหรับวิทยุแบบ **REGENERATIVE** จะมีคอยล์อีกชุดหนึ่งเพิ่มเข้ามาชื่อว่า **Tickler Coil** (ตามรูป ก.) ทำหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณวิทยุ ค่าจะอยู่ประมาณ 7-10 % ของคอยล์จูนเนอร์

เมื่อพันคอยล์ทั้ง 3 เสร็จแล้วจะเป็นตามรูป ง. ซึ่งเรียงตามลำดับจากล่างขึ้นบน ดังนี้ คอยล์อากาศ, คอยล์จูนเนอร์ และ คอยล์ Tickler โดยแต่ละคอยล์วางห่างกันประมาณ 1/8 นิ้ว

3. ภาคขยาย AF

สำหรับภาคขยาย AF จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงให้ดังขึ้น ก็คือภาคขยายกำลังของแอมป์หลอดนั้นแหละครับ

แต่โปรดสังเกตว่า สัญญาณจะถูกขยายจนไปวนมาอย่างนี้ มันจะก่อให้เกิดคลื่นวิทยุได้ ทำให้เราได้ยินเสียงหวีดออกทางลำโพง ซึ่งเราจะมีวิธีแก้ไขหลายวิธี แต่ในวงจรนี้เค้าใช้การแก้ไขแบบ Resistance Control โดยปรับที่ปุ่ม Regenerative เพื่อลดเสียงหวีดดังกล่าว

- ภาควิทยุ เป็นภาควิทยุ AF ก็คือขยายความดังของเสียงวิทยุ นั่นเอง โดย Bias ด้วยถ่าน 9 Volts. โดยผมเอาสัญญาณจากภาควิทยุไปต่อเข้ากับ ปริ๊นทูด 12AU7 อีกที แต่เพื่อนๆสามารถจะต่อหม้อแปลง Output ที่ภาควิทยุเลยก็ได้ เพื่อขับลำโพงเล็กได้ โดยขนาดหม้อแปลง Output ดูตาม Spec.ของหลอด (Down Load ได้จาก Internet จะไม่ขอกล่าวไว้ในที่นี้)

สำหรับรายละเอียดของการพันชุดคอยล์ เนื่องจากตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ของผม มีค่า 0-305 pF (วัดจากมิเตอร์) ที่บ้านหม้อมีขาย เป็นตัวในรูป ค. แถวบนตัวขวาสุด จากการคำนวณตามหลักการข้างต้น ชุดคอยล์จึงเป็นดังนี้ ผมใช้ท่อพลาสติกที่เค้าใช้กับตู้ลำโพง (ไม่รู้เค้าเรียกอะไร) ที่บ้านหม้อมีขายเยาะเยาะ ขนาด 1 นิ้ว มาเป็นคอยล์ฟอร์ม พันด้วยลวดเบอร์ 37 ดังนี้ เริ่มจาก คอยล์อากาศ : คอยล์จูนเนอร์ : คอยล์ Tickler คือ 31 : 105 : 20 รอบ (ตามรูป น.)



รูป จ.

ข้อแนะนำ เบอร์ลวดกับขนาดคอยล์ฟอร์ม เพื่อนๆสามารถเลือกใช้ตามใจชอบได้ครับ โดยคำนวณให้เข้าตามหลักการข้างต้นที่เขียนไว้ก็แล้วกันครับ

สำหรับตัวคอยล์ RCF ขนาด 2.5mH ผมใช้ I.F. ขนาด 455KHz ที่ใช้ในวิทยุหลอด AM. มาดัดแปลง ตามรูป ข. (ขี้เกียจพันคอยล์)

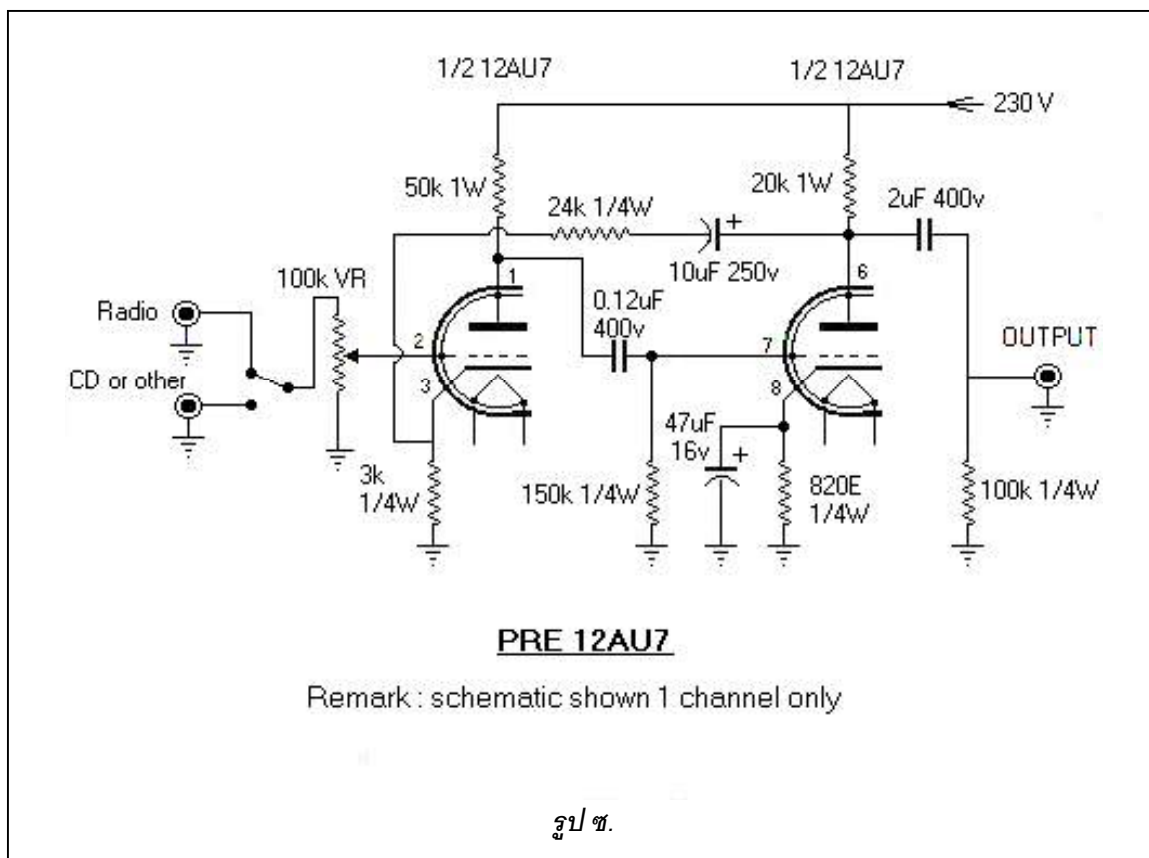
โดยภายใน I.F. จะมีคอยล์ต่อขนานกับตัว C อยู่ 2 ชุด ผมจัดการเอาตัว C ออก แล้วเอาคอยล์ทั้ง 2 ชุด มาอนุกรมกัน แล้วประกอบเข้า case ตามเดิม แล้วทำการปรับสกรูที่หัวและท้ายของ I.F. วัดค่า L ด้วยมิเตอร์เจ้าเก่าให้ได้ 2.5mH จะเห็นว่าถ้า



รูป ข.

จะทำวิทยุ มีเตอร์ที่สามารถวัดค่า LCR ได้นั้นจำเป็นมากครับ หรือเพื่อนๆ จะพันคอยล์ RFC เอง (ดูตามรูป ข.) ก็ไม่ผิดกติกาแต่อย่างใดครับ

2. วงจรขยาย AF ความตั้งใจเดิมในครั้งแรกผมกะว่าจะทำปริแอมป์ ใช้หลอด 3 คู่ สามารถเลือกคู่ใดคู่หนึ่งในการทำงานได้ แต่หลังจากที่คิดจะทำวิทยุ ผมยุบเหลือหลอดคู่เดียว คือ 12AU7 วงจรผมเอามาจาก Net จำไม่ได้ว่าที่ไหนตามรูป ข.



Pioneer SX-34



Pre 12AU7

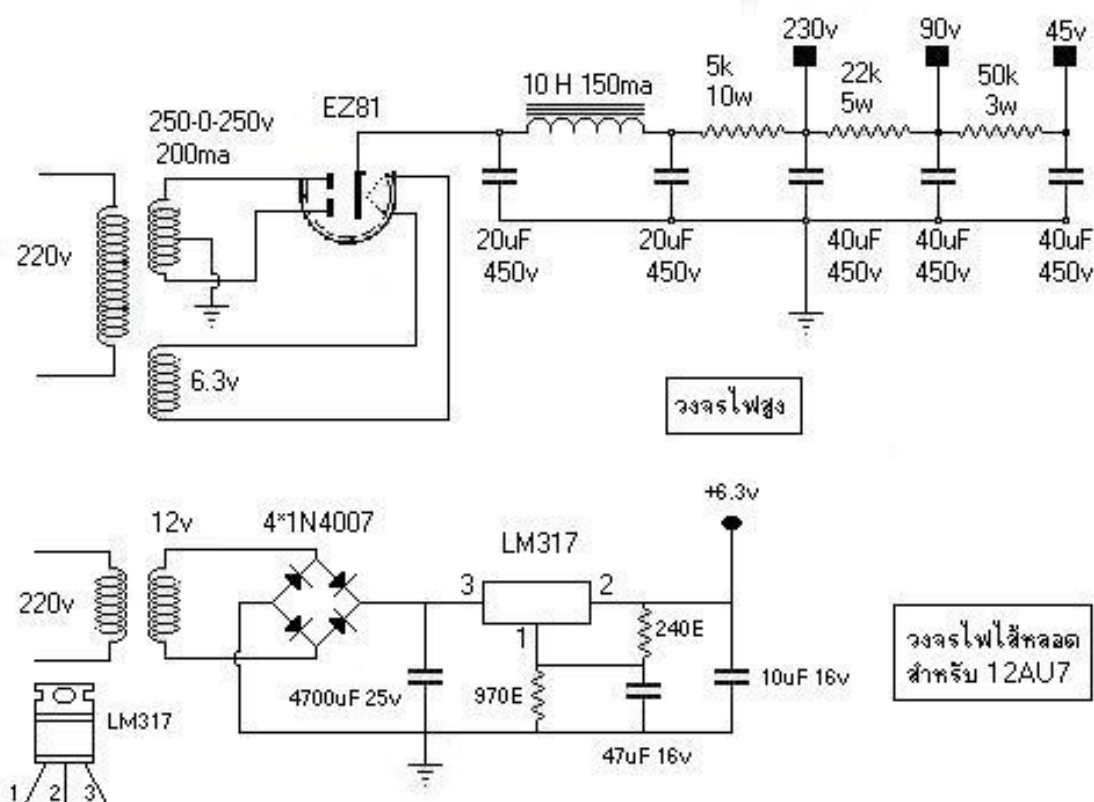
ดังนั้นเครื่องนั้นนอกจากเป็นวิทยุแล้ว ยังใช้เป็นปริแอมป์ได้อีกด้วย ปริแอมป์นี้ผมใช้อุปกรณ์พื้นฐานๆ เท่านั้น ก็ให้รายละเอียดสูงเสียงที่ไม่เลว ต้องลองครับ พอดีแอมป์หลอดของผมไม่ว่าจะเป็น 2A3 หรือเจ้า 6L6GC ยังไม่เสร็จกำลังต่อคิวยูตี้ๆ ก็โดนเจ้าวิทยุนี้มาแซงคิวซะก่อน ดังนั้นผมเลยเอาสัญญาณจากปริมาเสียบ เจ้า Pioneer SX-34 ที่ผมซื้อมาแค่ 700 บาท โดยเปลี่ยนตัว C Oil ใหม่ เพราะของเก่ามันรื้อหมดแล้ว ก็ใช้งานได้ ฟังไปพลางก่อน



รูปด้านบนและล่างของ วิทยุ-ปริ ชุดนี้

3. ภาควิทยุ ผมใช้หม้อแปลงขนาด 250-0-250 V 200mA ส่วน Choke ค่า 10H 150mA (Size EI 25X25) พันเอง ตามเอกสารเรื่องหม้อแปลง OPT ของคุณอาร์ต หลอด Rectifier เบอร์ EZ81 วงจรตามรูป ณ. สำหรับไส้หลอด 12AU7 จุดไส้ด้วยไฟกระแสดตรง โดยใช้ IC เบอร์ LM317 ส่วนไส้หลอด EZ81 ใช้ไฟสลับ 6.3 V ซึ่งหลอด Rectifier นี้ผมมีอยู่หลายเบอร์ แต่ผมเลือกดูจากไฟไส้หลอดเป็นหลัก เนื่องจากที่หม้อแปลง 250-0-250 V มีสายไฟจุดไส้หลอด 6.3V เพียงค่าเดียวเท่านั้น

สุดท้ายนี้ หวังว่าเพื่อนๆ คงสนุกกับ Project นี้ครับ โดยเพื่อนๆ อย่าไปยึดติดกับเบอร์หลอดว่าต้องเป็นหลอดวิทยุเบอร์ 12D8GT นี้เราสามารถใส่หลอดอื่นก็ได้ เช่น 12AU7, 12AX7, 6BM8 ฯลฯ หลอด Triode, Pentode อะไรก็ได้ ขอให้อ่านหลักการทำงานของมัน จัดวงจรและ Bias ให้เหมาะสมกับมัน หรือถ้าอยากจะทำให้เข้าใจมากขึ้น ลองหาหนังสือ “ตำราวิทยุ ภาคทฤษฎีและ



รูป ณ. วงจรจ่ายไฟสูงและไฟกระแสดตรงสำหรับไส้หลอด



รูปหม้อแปลงและภาคจ่ายไฟ



ขณะต่อใช้งาน



ต่อใช้งานกับ Fostex FE103 (กว่าจะเสร็จแทบแย่)

ปฏิบัติ” แต่งโดย ศ. บุญถึง แนนหนา มาอ่านดูเพราะเท่าที่ผมเขียนอธิบายในนี้ ได้เพียงเสี้ยวหนึ่งในหนังสือของท่านเท่านั้น และอีกทางก็ใน Internet นี่แหละ ห้องสมุดห้องใหญ่ของเรา อยากจะรู้อะไรสนใจอะไรไม่ว่าเรื่องไหนลองเสาะหา ดูครับ เพื่อนๆ พบกับมันแน่นอน แล้วมันทดลองลงมือปฏิบัติจริง สิ่งนั้นย่อมจะสำเร็จตามที่มุ่งหวังครับ สวัสดิ์ครับ

สุรชัย เกิดเมฆ

There're something about **CLOCK & RECLOCK**

ผู้เขียน : มนต์สรวด์ โสธรวิทย์

ผ่านไปอีก 1 ปี ผมก็ยังวนเวียนอยู่กับการสร้าง DAC อยู่ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้สร้างอะไรเพิ่มเลยก็เถอะว่าจะกลับไปสร้างเครื่องหลอดใหม่ๆ มาฟังบ้าง จนสิ้นปีแล้วก็ยังไม่ได้มาซักรเครื่องเลย ก็เลยมีแต่เรื่อง Digital Audio มาเล่าให้ฟังซะส่วนใหญ่ซะครับ คราวนี้จะเล่าให้ฟังเรื่องของการ Clock & Reclock ที่เอาไปใช้ประโยชน์ได้หลายจุดและเห็นผลทางการรับฟังมากที่สุดทีเดียว

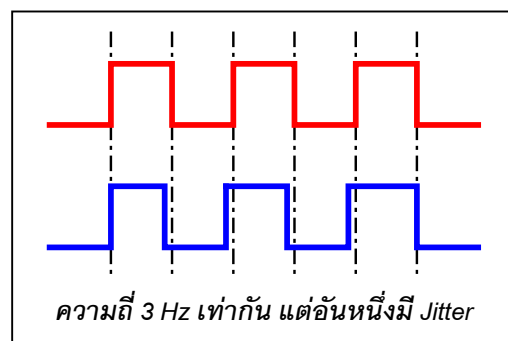
สำหรับผู้ติดตามข่าวแวดวง Digital Audio ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา คงพอจำกันได้ว่าประเด็นสนทนาที่ Hot มากในช่วงนั้นก็คือเรื่อง Jitter นี่เอง Spec เครื่องกลุ่ม Digital Source ก็มีค่าทางไฟฟ้าเพิ่มมาอีกตัวหนึ่ง นอกเหนือจาก Dynamic Range และ Frequency Response เพื่อให้เปรียบเทียบกัน รวมถึงใช้ในการโฆษณาต่างๆ จนที่สุดท้ายก็มาถึงจุดที่ใครๆ ก็รู้ว่า “น้อยกว่าคือดีกว่า” แต่กลับมีไม่มากนักที่เข้าใจว่าตัวเลขเหล่านั้นหมายถึงอะไร

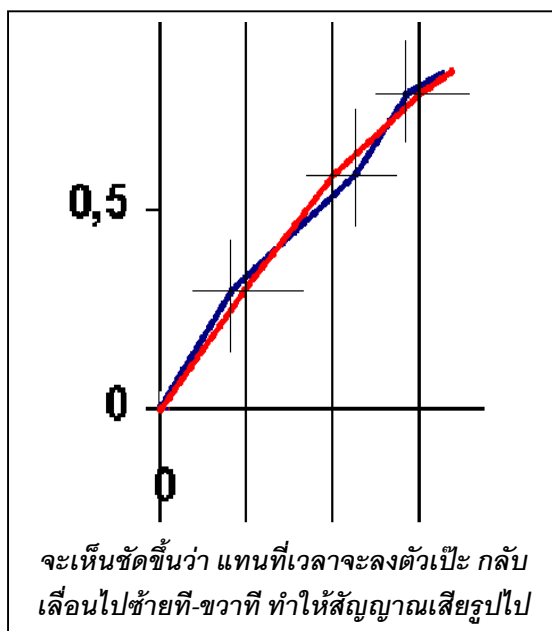
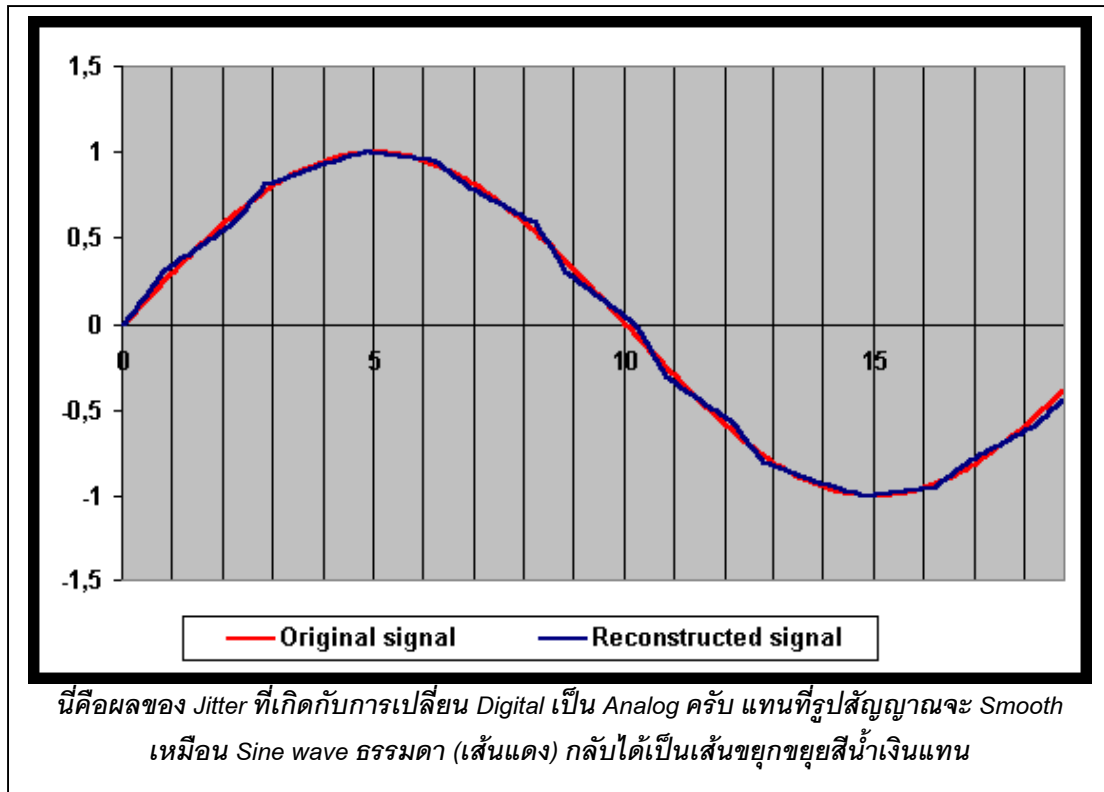
มารู้จักกับ Jitter กันก่อน

สัญญาณไฟฟ้าทุกชนิดจะประกอบด้วย 2 ตัวประกอบ คือ Amplitude หรือความแรงของสัญญาณ (ทั้ง + / -) และ Time หรือ ความถี่ นั่นเอง (Freq = 1 / Time, 2 ค่านี้เป็นเรื่องเดียวกัน) ในที่นี้เราจะไม่พูดถึง Amplitude จะกล่าวถึงเรื่อง Time เท่านั้นซะครับ Jitter ก็คือค่าผิดพลาดทางเวลา หรือ Time-base error ง่ายๆ ครับ ปริมาณของ Jitter จะอยู่ในหน่วยวินาที แต่หน่วยวินาทีเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไปสำหรับการบอกปริมาณ Jitter ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันจะอยู่ระหว่าง 1 ส่วนพัน

ล้าน ถึง 1 ส่วนล้าน-ล้านของวินาที เราจึงใช้หน่วย nano-Sec, nS และ pico-Sec, pS กันเป็นหลัก

ลองยกตัวอย่างให้เห็นปริมาณของ Jitter นะครับ สมมติความถี่สัญญาณค่าหนึ่ง 100kHz นั้นหมายความว่าทุก 1 วินาที Amplitude ของสัญญาณจะเปลี่ยนแปลงครบรอบ 100000 ครั้ง หรือจะบอกว่า เปลี่ยนแปลงครบ 1 รอบ ทุกๆ 0.00001 วินาทีก็ได้ Jitter ก็คือปริมาณเวลาที่ผิดพลาดไปเช่น สัญญาณลูกที่ 1 ควรจะครบรอบเวลา 0.00001 วินาทีพอดี แต่กลับครบรอบ (360 องศา) เวลา 0.000011 วินาทีแทน ซ้ำกว่าที่ควรจะเป็นไป 0.000001 วินาที (10%) พอสัญญาณลูกที่ 2 ตามมา แทนที่จะครบรอบเวลา 0.00002 วินาที กลับไปครบที่ 0.000019 วินาที เร็วกว่าที่ควรจะเป็นไป 0.000001 วินาที ดูรูปประกอบจะเห็นว่า ความถี่ยังคงเท่าเดิม แต่ความสม่ำเสมอต่างกัน เหตุการณ์เหล่านี้แหละครับคือ Jitter แต่ค่า Jitter ที่เราเห็นกันบ่อยๆ จะเป็นค่า RMS / Root Mean Square ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดเหล่านี้ต่อช่วง 1 วินาทีของสัญญาณ เช่น สัญญาณนี้มี Jitter 300pS (rms) ก็หมายความว่าทุกลูกคลื่นของสัญญาณนี้จะมี Error ปนอยู่ในทุกลูกคลื่น เฉลี่ยแล้วเท่ากับ 300pS หรือ 300 ส่วนล้าน-ล้านของวินาทีนั่นเอง





แล้วไงอะ?

ส่วนล้าน-ล้านของวินาที ฟังดูเหมือนไม่น่าจะเป็นปัญหา แต่กลับส่งผลต่อการแปลง Digital to Analog อย่างมาก ลองดูรูปประกอบนะครับ จะเห็นว่า ถึงแม้ DAC จะถอดรหัสเลขฐานสองได้ค่า Amplitude ถูกต้อง 100% แต่ก็ไม่สามารถที่จะสร้างรูปคลื่นที่ตรงกับต้นฉบับได้

เพราะมีความคลาดเคลื่อนในแกนเวลาหรือก็คือ Jitter นี่เอง ทำให้รูปคลื่นบิดเบี้ยวไป จะสังเกตได้ว่าข้อผิดพลาดที่เกิดจาก Jitter นั้นเกิดแบบไม่แน่นอน และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจำนวนข้อผิดพลาดจะมากขึ้นเรื่อยๆ ตาม Sampling Rate ที่มากขึ้น ทำให้ Format ที่มี Sampling Rate สูงๆ หรือทำ Oversampling จะได้รับผลกระทบทาง Jitter มากขึ้นเป็นเงาตามตัว โดยไม่เกี่ยวกับว่าปริมาณ Jitter จะมากเพียงใด ยกตัวอย่างเปรียบเทียบเช่น ระบบ Non-OS DAC ที่มี Sampling Rate ที่ 44100Hz Jitter ที่เกิดขึ้นไม่ว่ามากหรือน้อย ก็จะทำให้ 1 วินาทีที่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแค่ 44100 ครั้ง แต่ถ้าเป็น 8X OS DAC การเกิดข้อผิดพลาดก็จะเพิ่มเป็น 8 เท่าทันที โดยไม่ต้องพิจารณาว่า Jitter ในฐานเวลามาก-น้อยเท่าใด หรือถ้า Jitter ยิ่งมีปริมาณสูง ก็ยิ่งส่งผลให้ข้อผิดพลาดมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นเงาตามตัวไปด้วย ฟังดูเหมือนอะไรๆ ที่เกี่ยวกับ Jitter จะเป็นเรื่องร้ายๆ ทั้งนั้นเลยอย่าเพิ่งไปพาลว่าชาตินี้จะไล่ฆ่าเจ้าตัว Jitter ให้

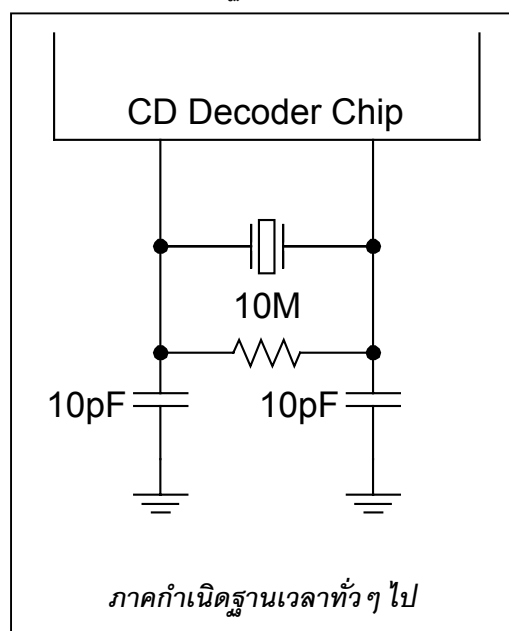
หมด เหรียญมี 2 ด้าน และประสาทรับฟังของมนุษย์ก็ซับซ้อนใช้เล่นนะครับ

เอาใจกะมันดีล่ะ?

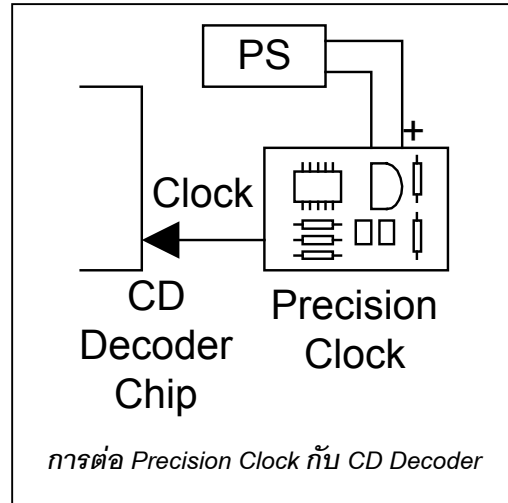
ถ้าจะว่ากันที่สาเหตุที่ทำให้เกิด Jitter ในระบบ Audio ของเราๆ แล้ว ผมก็รายได้อีกหนึ่งหน้าสองหน้าละครับ คงจะวิชาการมากไปซะหน่อย เอาเฉพาะที่เป็นจุดสำคัญๆ และแก้ไขได้ด้วยการ Reclock ตามหัวเรื่องเราดีกว่า จุดใหญ่ๆ ที่จะทำให้เกิด Jitter ก็คือ

1. ต้นทางเลขยกที่ Transport

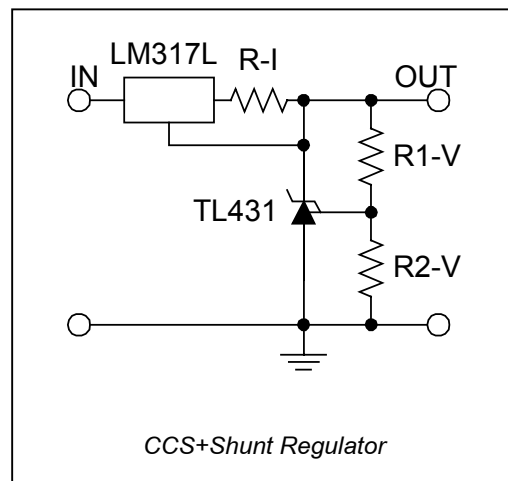
CD Module จะถูกควบคุมด้วย IC Decoder ซึ่งทำงานบนฐานเวลาค่าหนึ่ง ซึ่งจะเป็นจำนวนที่หารด้วย 44100Hz ลงตัว ถ้าเป็นตระกูล Philips ก็จะมีอยู่ที่ 11.2896MHz, 16.9344MHz และ 33.8688MHz ส่วนตระกูล Sony ก็ใช้ความถี่เดียวกันนี้ แต่หลังๆ จะมีอยู่ที่ 45.1584MHz ซึ่งค่าเวลานี้เอาไปใช้เป็นฐานของสัญญาณ Digital Audio Output ด้วย ทั้ง SPDIF และ Digital Interface อย่างเช่น I2S เป็นต้น ถ้าฐานเวลานี้มี Jitter อยู่ด้วย ก็จะทำให้สัญญาณตั้งแต่ต้นทางมี Jitter ปนอยู่ทันที เพราะฉะนั้นจุดหลักของเราในงานนี้คือ Oscillator ที่ใช้กำเนิดฐานเวลานั่นเอง



เสถียรภาพของตัว Oscillator และภาคจ่ายไฟของ Oscillator เป็นองค์ประกอบหลักที่จะบอกได้ว่า Jitter ของฐานเวลาจะมากหรือน้อย ตอนนี้มี Precision Clock ให้เลือกในตลาดอยู่หลายเจ้า



อย่างเช่น L-Clock, S-Clock, Guido Tent's Clock, etc. หรือที่แจกวงจรให้ไปทำกันเองอย่าง Kwak Clock ของ Elso Kwak ที่พัฒนามาถึง Version 7 แล้ว ก็เลือกกันเอาเองนะครับ ส่วนภาคจ่ายไฟก็มีมากมายหลาย Topology แต่ที่ผมมักจะใช้บ่อยๆ ก็คือ CCS+Shunt Regulator ที่ได้ Idea

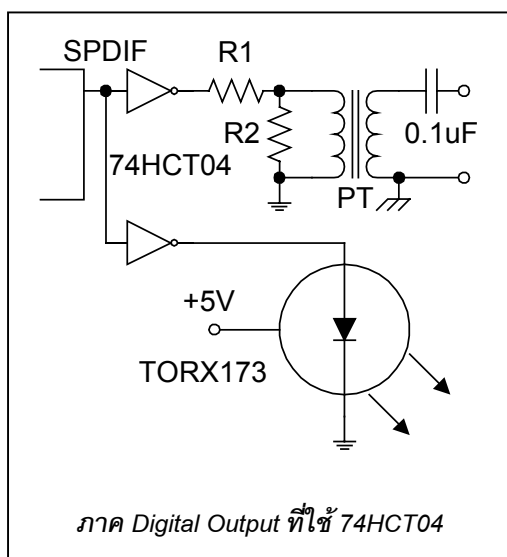


มาจากฟีดแบ็ค ผมเลือกใช้ LM317L เป็น CCS และ TL431 เป็น Shunt Regulator ซึ่งก็ทำงานได้ดีมากเช่นกันเมื่อเทียบกับพวกที่ Feedback Type ที่ทำจากพวก Ultra Low-noise Op-amp และ FET หรือ Tr อย่างของ Walt Junk เป็นต้น หรือจะใช้

Low-noise Precision Voltage Regulator IC อย่างพวก LT1085 ก็ยังได้ แถมง่ายดีด้วย แต่ IC คงต้องหาจากต่างประเทศนะครับ อันที่จริงผม กำลังคิดที่จะปรับปรุง CCS ที่ผมใช้จาก LM317L มาใช้วงจร Discrete เหมือนกัน เพราะน่าจะควบคุม Noise ให้ต่ำได้โดยการเลือก Transister Low-Noise มาใช้ แต่ก็ยังไม่เป็นเวลาทดลองซะที ใคร อยากจะตัดหน้าก็เอาเลยครับ แล้วเอาผลมาเล่าให้ ฟังบ้างนะครับ แลกเปลี่ยนกัน

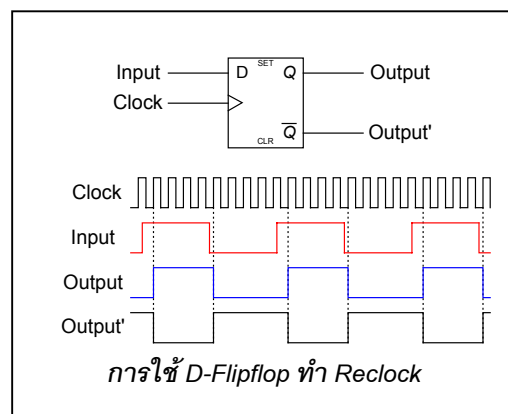
2. ระหว่างทางจาก Transport ไป DAC

แก้ปัญหาจุดสำคัญสุดใน Transport ไปได้ แล้ว ที่นี้สัญญาณ SPDIF ที่ได้ออกมา ก็จะมี Jitter น้อยลง แต่เรื่องยังไม่จบเท่านี้ครับ เพราะยังมี กระบวนการส่งสัญญาณออกไปให้กับ DAC อีก ที่ ผมเคยแกะออกมาดู มักจะใช้ Pulse Transformer ในการส่งสัญญาณออก แล้วมี C Blocking DC ไว้ ที่ Secondary ก่อนส่งออกไป บ้างก็ใช้ Driver หรือ Buffer เพื่อขับ Pulse Transformer ก่อนส่งออกไป (Sony S5000, Denon S10, Marantz SA-19, CD-16) บ้างก็ Direct Drive จาก IC Decoder เลย ซึ่งมักจะเป็นรุ่นราคาถูกอย่างเช่น Marantz CD-63 ที่ผมใช้อยู่ ซึ่งนี่อาจจะ เป็นสาเหตุที่ทำให้ CD ที่ ราคาแพงกว่า เมื่อเอาไปต่อกับ DAC ภายนอก เทียบกับ CD ตัวที่ถูกกว่าแล้วได้เสียงดีกว่าก็เป็นได้ ทั้งที่อุปกรณ์และวงจรภายในส่วนอื่นๆ เทียบจะไม่



ต่างกันเลย ก็น่าจะบอกได้ว่าวงจรส่วน Digital Output นี่เป็นปัญหาใหญ่อีกจุดหนึ่งใน Transport ถ้าจั้นเราก็มามาทำภาค Digital Output ของ CD ตัว ใดๆ ให้มันดีกว่า CD ตัวแพงๆ สิ ก็น่าจะได้เสียงดี กว่าด้วย

โดยทั่วๆ ไป IC Driver ที่จะใช้กันก็มักจะเป็น Inverter Gate 74HCT04 ซึ่งใช้ง่ายและสะดวกที่ จะ Drive ทั้ง Pulse Transformer และ Optical Transmitter (TOSLINK) ได้พร้อมๆ กัน วงจรง่าย มากอย่างที่เห็น ทำชักช้าไม่กี่เสี้ยวแล้ว ไม่มันส์ซะ เท่าไหร่ ถึงความสามารถในการขับ Load จะเพิ่ม ขึ้น แต่จุดด้อยคือ IC จะเพิ่ม Noise เข้าไปด้วย ก็ เลยต้องหาวิธีมันส์ๆ หน่อย ผมได้รู้จักกับการ Reclock ครั้งแรกก็จากบทความของ Paul Winser ซึ่งเค้าใช้ D-Flipflop 74AC74 Reclock สัญญาณ I2S 2 เส้นระหว่าง IC Digital Filter กับ DAC แล้ว



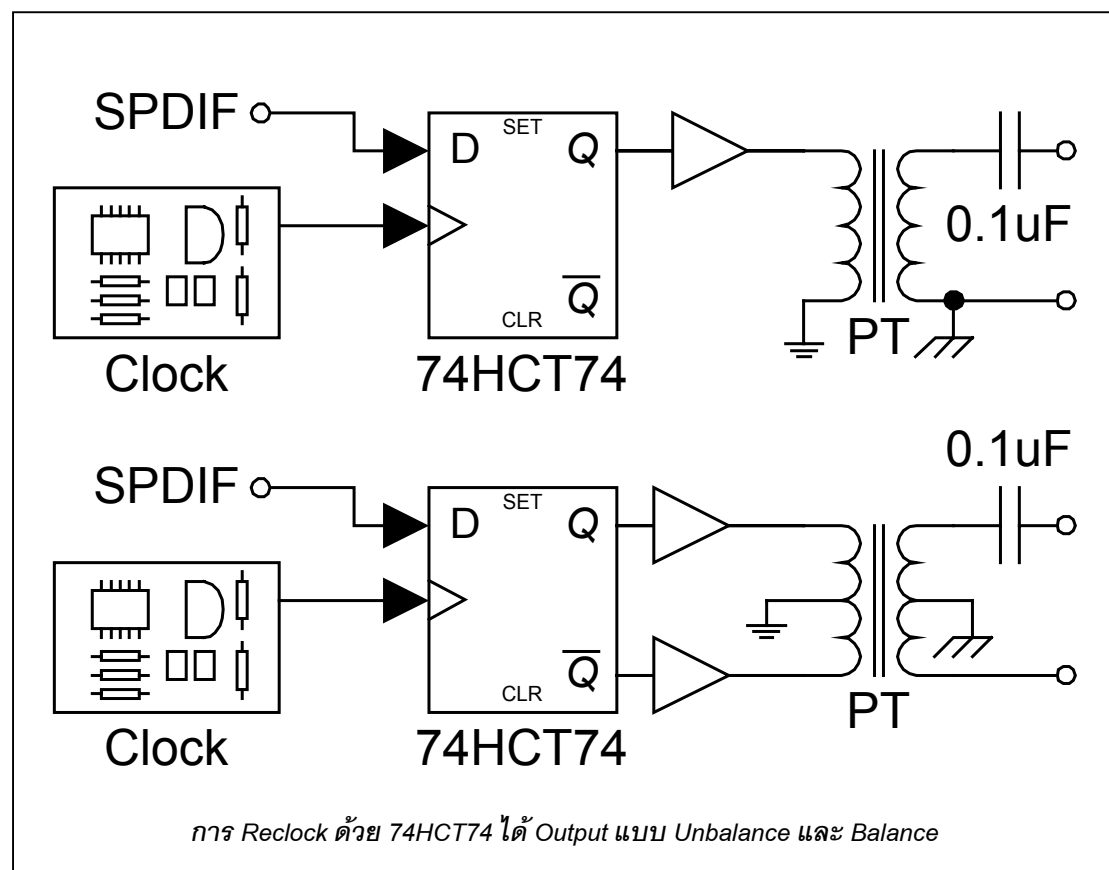
นาย Erland Unruh ก็เอา Idea ไปใช้ต่อเพื่อ Reclock สัญญาณ SPDIF แต่โดยหลักการแล้วก็ คือการให้สัญญาณที่ต้องการ ถูก Trick ด้วย D-Flipflop ให้สัญญาณที่ต้องการ Synchronize กับ Low-Jitter Clock ที่ได้จาก Precision Clock ซึ่งจะ ทำให้ Jitter ของสัญญาณที่ต้องการลดลงเหลือ เท่าๆ กับ Precision Clock ซึ่งถ้าได้จากวงจร Precision Clock ที่ผมยกตัวอย่างมาข้างต้น ทุกตัว จะไม่เกิน 10pS ซึ่งถือว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับเครื่อง Hi-End ที่ใช้ IC ของ Ultra-Analog (บางรุ่นของ

Mark Levinson และ Proceed) ซึ่งอยู่ที่ประมาณ 20pS เป็นค่าต่ำที่สุดเท่าที่ผมเคยเห็นในเครื่องเชิงพาณิชย์ ผมตั้งใจว่าจะเอาวงจรของ Erland Unruh มาลงด้วย แต่ผมติดต่อกำไม่ได้เลย ก็ถือว่ายังไม่ได้ขออนุญาตนะครับ ลอง Search ชื่อเค้าใน Net ดูนะครับ ในบทความที่เค้าเขียนไว้มีทั้งวงจร, คำอธิบายและมีลาย PCB ให้ด้วย ผมทำแล้วไม่มี Bug (เหมือน PCB ของผม 555) ก็เอาไปใช้ได้เลย เสียงดีด้วยครับ แกมวงจรของเค้าออกแบบเพื่อให้สามารถต่อ Precision Clock ที่ใช้ Reclock ไปใช้เป็นฐานเวลาของ Transport ได้ด้วย กระสุนนัดเดียวได้นก 2 ตัวเลย แต่ผมว่าวงจรของเค้ายุ่งยาก

หรือ AES/EBU ก็ได้ แล้วแต่จะเลือกใช้ครับ ก็ใช้ได้ผลดีเช่นเดียวกับของ Erland Unruh ครับ อันที่จริงแล้วมาตรฐานแรงดันส่งออกของ SPDIF กับ AES/EBU ก็ต่างกันอยู่ แต่ผมลองแล้วที่ TTL Level ปรากฏว่า CS8412 สามารถ Lock สัญญาณ SPDIF ได้ ก็เลยรู้สึกว่ามันไม่ไ้ประเด็นสำคัญ แต่ถ้าใครต้องการให้ได้มาตรฐานก็ใช้พวก Voltage Divider มาลดแรงดันให้ได้ตามมาตรฐานก็ได้ครับ

3. ถึงหน้าบ้าน DAC แล้ว

IC ตัวแรกใน DAC ทุกตัวย่อมต้องเป็น Digital Audio Receiver ครับ ก็มีหลายยี่ห้อหลายเทคนิค แต่ที่จะเกี่ยวกับเราก็คือเรื่องของ Clock เท่านั้น ก็

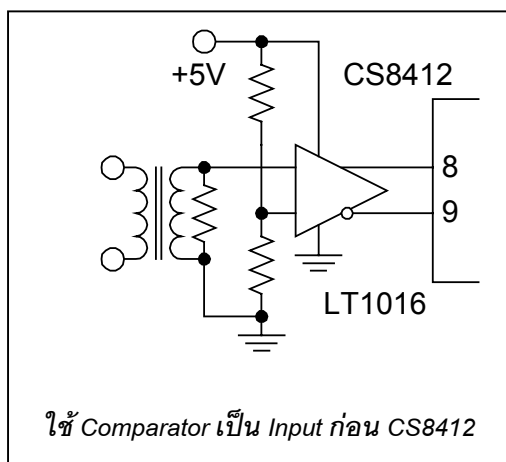


ไปหน่อยและหาของไม่ง่ายเลยด้วย ก็เลยเอามาแต่หลักการแล้วผสมพันธุใหม่ ดูในรูปวงจรนะครับ ผมใช้ Kwak Clock 2 ของ Elso Kwak มาใช้ร่วมกับ 74F74 และ Buffer 74F244 เพื่อใช้ขับ Pulse Transformer ซึ่งผมเพื่อให้มันทำงานเป็น SPDIF

พอจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้ PLL (Phase Lock Loop) เพื่อสร้างฐานเวลาขึ้นมาจากสัญญาณ SPDIF ที่เข้ามา ตัวอย่างก็คือ SAA7274 และ CS8412/8414 ด้วยอดีตของเราเอง กลุ่มนี้ไม่ต้องการ Clock จากภายนอก แต่จะตรวจจับสัญญาณ SPDIF ที่เข้ามาว่าอยู่บนฐานเวลาค่าใด

เช่น 44.1kHz, 48kHz หรือ 96kHz (CS8414) แล้ว ก็เอาไปเป็นฐานเวลาเลย อีกกลุ่มก็คือพวกที่ใช้ฐานเวลาจากภายนอก ตัวอย่างก็คือ YB3623 และ TDA1315H ซึ่งจะต้องมี Crystal กำหนดฐานเวลา ติดอยู่ด้วย เพราะฉะนั้นวิธีการปรับปรุงทั้ง 2 กลุ่มนี้ ก็จะต่างกันด้วย

กลุ่มที่ไม่ต้องใช้ฐานเวลา ก็คือเราทำอะไรไม่ได้กับฐานเวลา ขึ้นกับสัญญาณที่เข้ามาว่าฐานเวลาแม่นยำแค่ไหน ซึ่งเราทำไปแล้วตอนข้อ 2 ที่พอจะทำได้ก็คืออาจจะทำตัวรับสัญญาณเพื่อปรับรูปคลื่นและ กรองสัญญาณรบกวนออกจากระบบส่ง-รับ เช่นจากสาย Cable และอุปกรณ์เชื่อมต่อ เป็นต้น โดยส่วนตัวผมมองว่ามันไม่ใช่ประเด็นที่น่าทำซักเท่าไร แต่ถ้าสนใจจะทำก็สามารถใช้พวก Comparator อย่าง LT1016 หรือ MAX913 มาปรับแต่งรูปคลื่นและลด Noise ได้ ผมก็ไม่แน่ใจว่ามันจะให้ผลทางการรับฟังมากนักแค่นั้นเพราะยังไม่เคยลอง และก็เหมือนเดิมครับ ใครลองแล้วก็มาเล่าให้ฟังกันบ้างนะครับ หรือเอามาแจม SOD กันก็ได้ครับ อย่างรู้เหมือนกัน

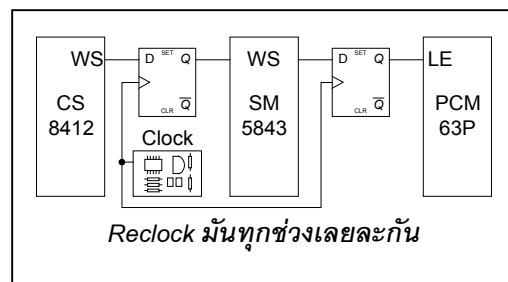


กลุ่มที่ต้องมีฐานเวลานี้แหละ ที่ทำอะไรได้ ก็มุขเดิมแหละครับ Precision Clock นั้นแหละ ใส่ทดแทนลงไปแทนภาคกำหนดฐานเวลาเดิม ก็จะช่วยเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการทำงานของ Digital Receiver และส่งผลไปถึงสัญญาณ Digital

Audio Interface แบบ 3 เส้น ที่ส่งออกมาด้วยไม่ว่า Format ไດ

4. ตกแต่งภายใน DAC

สุดท้ายแล้วเกี่ยวกับ Clock ก็คือ Jitter ของสัญญาณต่างๆ ที่วิ่งอยู่ใน DAC จาก Digital Receiver ไป Digital Filter แล้วก็ DAC ก็แสดงว่ามีให้เราเล่นได้ 2 ช่วง ที่สามารถใช้การ Reclock ด้วย D-Flipflop มาลด Jitter ได้ จะเขียนไปรีเปลา



ถ้า DAC ทั้งตัวเต็มไปด้วย 74HCT74 ก็มาเลือกกันซักช่วงดีกว่า ช่วงก่อนจะเข้า DAC น่าจะสำคัญกว่าเพราะเป็นการสร้างสัญญาณ Analog ที่เราจะใช้งานกัน เรายังวาง 74HCT74 แทรกลงไประหว่าง Digital Filter และ DAC ได้เลย 74HCT74 อาจจะไม่ใช่เพียงพอที่จะรองรับความถี่ของสัญญาณกรณีที่เป็น 96kHz และ 16X Oversampling ก็ต้องใช้ 74F74 แทน หลักการและวงจรเดิมกับจุดอื่นๆ เลย ถ้าเป็น Non-OS DAC อย่างที่กลุ่มเราเล่นๆ กันอยู่ก็ทำเหมือนกัน

ปกติการ Reclock ที่ผ่านๆ มา เราก็มักจะใช้ Precision Clock ที่มีความถี่ Synchronize กับความถี่ที่จะถูก Reclock เช่นกรณี CD 44.1kHz 256X ก็ 11.2896MHz, 384X ก็ 16.9344MHz ลักษณะนี้เป็นต้น ซึ่งจะเรียกว่า Synchronous Reclock แต่ในบทความเรื่อง Non-OS DAC ของ Kusunoki san ได้กล่าวไว้ถึง Asynchronous Reclock ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ผมไม่สนใจมันเลยตอนที่เริ่มสร้าง Non-OS DAC วิธีการคือใช้ความถี่ที่ไม่เป็นจำนวนเท่าพอดีของความถี่มูลฐานในการทำ Reclock ซึ่งอันที่จริงแล้วถือว่าการเพิ่ม Jitter เข้าไปปริมาณมหาศาล แต่ Kusunoki san บอกว่า

Simple EL84

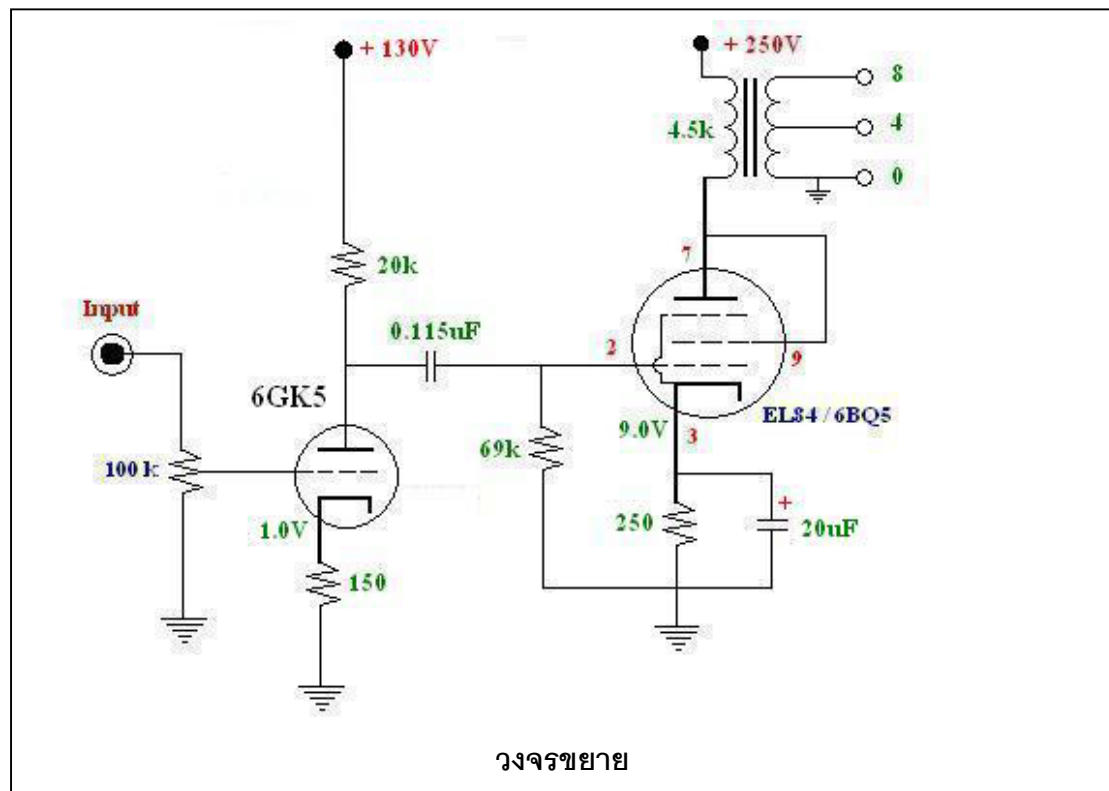
Single-Ended Amplifier

ผู้เขียน : พิษณุ แสงปรีชา

เกริ่นนำ

หลังจากที่ได้ทดลองต่อวงจร EL34 SE ที่ได้จากคุณอาร์ต ได้ศึกษาและโมเจ้า EL34 SE จนครบปี เลยคิดจะออกแบบ SE Amp. เองบ้าง เอ..

จะใช้หลอดเอาต์พุตเบอร์อะไรดีนะ? พอดีอ่านนิตยสารเครื่องเสียงฉบับหนึ่ง มีการทดสอบแอมป์หลอดไทยยี่ห้อหนึ่ง ใช้หลอด EL84 เป็นหลอดเอาต์พุต หลอด 12AX7 เป็นภาค Drive เป็น Amp. แบบ Push-Pull ในการทดสอบมีการบรรยายสรรพคุณของหลอด EL84 ไว้ดี ๆ ทั้งนั้น เลยเกิดไอเดีย ใช้หลอด EL84 เป็นหลอดเอาต์พุต แต่วงจรต้องง่าย ๆ เอาแบบ Single-Ended ดีกว่า จึงเกิด



เจ้า SIMPLE EL84 SE โดยได้รับความช่วยเหลือ
เกี่ยวกับการออกแบบจากคุณอาร์ต ระหว่างที่ทำ
เจ้า SIMPLE EL84 SE แอมป์หลอดไทยยี่ห้อนี้ก็ได้ออก
เจ้า EL84 แบบ Single-Ended มาอีกแสดงว่า
เจ้าหลอดเบอร์ EL84 ต้องมีอะไรดีแน่ๆ??

วงจรภาคขยาย

ใช้หลอดเบอร์ 6GK5 ครับ เนื่องจาก
ต้องการใช้หลอดที่ไม่ค่อยมีคนนำมาใช้ และผม
ต้องการเลี้ยงหลอดเบอร์ 12AX7 เบอร์ยอดนิยม
ของหลายๆ คน จุดใส่หลอด 6GK5 ด้วยไฟ AC
6.3V แรงดันที่ Plate 130V กระแสประมาณ 2mA

Self-Bias ที่ 1.0V เป็นภาค Drive แบบ Stage
เดียวครับ

ภาคจ่ายไฟ

ผมใช้ Power Transformer ขนาดกำลัง
200-0-200 V 200mA กำลังเหลือเฟือเลยครับ (สั่ง
เพื่อไว้สำหรับตัวอื่นเมื่อเบื่อเจ้าตัวนี้ครับ) เพราะผม
Run เจ้า EL84 ที่กระแสประมาณ 40mA รวม
หลอดภาค Drive ด้วยไม่น่าจะเกิน 100mA OPT
Primary 4.5K หลอด Rectifier ผมเลือกเบอร์ 80
ครับ ใช้ Chock ขนาด 10H 200mA ได้แรงดัน
220V สำหรับ EL84 ใช้ R 20K Drop แรงดันให้

ELECTRICAL DATA			
HEATER CHARACTERISTICS AND RATINGS			
Average Characteristics	2GK5	3GK5	6GK5
Heater Operation	Series	Series	Parallel
Heater Voltage.....	2.3	2.8	6.3 ¹ Volts
Heater Current.....	600 ¹	450 ¹	180 Ma
Heater Warm-up Time ²	11	11	... Seconds
Ratings (Design Maximum Values)			
	Min-Max	Min-Max	Min-Max
Heater Voltage ³			5.7 - 6.9 Volts
Heater Current ³	560-640	420-480	 Ma
Maximum Heater-Cathode Voltage			
Heater Negative with Respect to Cathode			
Total D C and Peak.....	100	100	100 Volts
Heater Positive with Respect to Cathode			
Total D C and Peak.....	100	100	100 Volts
DIRECT INTERELECTRODE CAPACITANCES (Shielded)			
Grid to Plate.....			0.52 μ f
Input: g to (h+k+l.S.+E.S.).....			5.0 μ f
Output: p to (h+k+l.S.+E.S.).....			3.5 μ f
Heater to Cathode.....			2.5 μ f
RATINGS (Design Maximum Values)			
Plate Voltage.....			200 Volts Max.
Plate Dissipation.....			2.5 Watts Max.
D C Cathode Current.....			22 Ma Max.
Negative Grid Voltage.....			50 Volts Max.
Grid Circuit Resistance (Self Bias).....			1.0 Megohm Max.
CHARACTERISTICS AND TYPICAL OPERATION			
Class A1 Amplifier			
Plate Voltage.....			135 Volts
Grid Voltage.....			-1.0 Volts
Plate Current.....			11.5 Ma
Transconductance.....			15,000 μ mhos
Amplification Factor.....			78
Plate Resistance (approx.).....			5400 Ohms
Ec for Gm = 150 μ mhos (approx.).....			-4.2 Volts
Ec for Gm = 1500 μ mhos (approx.).....			-2.5 Volts
Hot Input Resistance (200 Mc) ⁴			275 Ohms
Hot Input Capacitance (200 Mc) ⁴			11.2 μ f
Noise Figure (200 Mc) ⁵			4.7 db

Data ของ 6GK5

