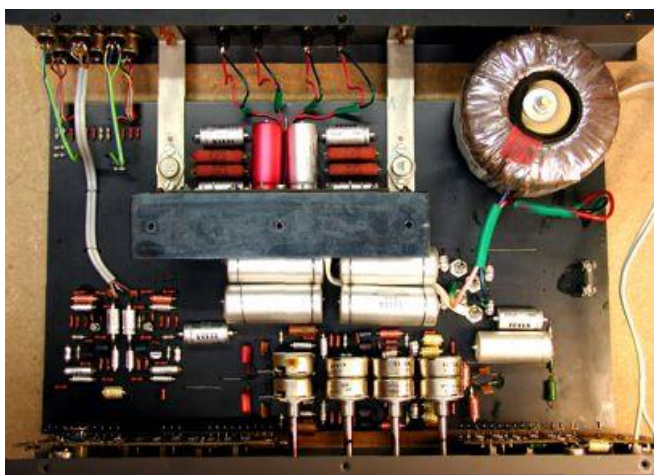


Oprava zesilovače Transiwatt 140 Studio



Mezi vyšší modely značky Transiwatt patřil v 80. letech 20. století oblíbený TW 140S. Byl na tehdejší české poměry vybaven komfortním počtem přepínatelných vstupů a výstupů, výkonem skutečných 2 x 50 VA a poměrně příjemným zvukovým projevem. Nedostávalo se mu vypínatelných korekcí a ochrana spočívala ve dvou trubičkových pojistkách F2,5A před koncovými stupni a jedné T1,6A na primární straně toroidního transformátoru. Zastánce „západní“ spotřební audio techniky svým designem neuspokojoval, české příznivce HiFi naplňoval hrdostí, debatním vzrušením, touhou ušetřit na něj nebo zhrzeností z drahoty. Z důvodů citových i z důvodů praktických jsem jej pořídil v polofunkčním stavu přibližně v roce 2009, s nedoloženým životopisem, v dobrém stavu mechanickém a vnějším vzhledovém, avšak po spíše nedbalém servisním pokusu některého z předchozích majitelů. Stav tudíž uspokojivý jen zdánlivě a z dálky, viz **obrázek 1**.



Součástky byly pájeny velmi nedbale, nevhodnou pájecí pastou, studené spoje volaly po transformátorové páječce „oprav mě“. K zesilovači jsem měl jen schéma zapojení. Začal jsem tedy vyznačování a ztotožňování měřicích bodů na deskách plošných spojů a ve schématu a pokračoval proměřováním součástek. Z podrobného zápisu při opravě pak vznikl tento článek.

1/ Proražené oba výstupní tranzistory v pravém kanálu, T18=KD606, T20=KD616 → výměna za KD607/617 s $\beta=110/70$ vybrané na odpovídající β

2/ Vadný výstupní kondenzátor v pravém kanálu, C64=Tesla TE676=1000uF/35V (na výstupu pravého kanálu zesilovače bylo 15 Vss) → výměna za Nippon LXZ 2200uF/50V. Preventivně vyměněn i v levém kanálu, neboť měl vyšší ESR, ačkoliv by ještě vyhověl. Po najezení napětí (viz bod 6) pouze slabé chroptění, nikoli připojený hudební signál z MP3 zdroje signálu

3/ Změřen budicí tranzistor T15=KU611 levého kanálu a zjištěna $\beta=20/I_c=100\text{mA}$. Odtud výměna za kus s vybranou $\beta=120/I_c=100\text{mA}$

4/ Měřením zapájených tranzistorů T11 a T13 v levém kanálu a T12 a T14 v pravém kanálu nebyl nalezen důvod k jejich výměně, diodový test přechodů normální. Totéž provedeno u všech zbylých polovodičů včetně diod zdroje – nikde známka závady v přechodech

5/ Pojistky F1, F2 = F2,5A vyměněny pro účely testu za F1,0A. Rezistory R115,117 a R116,118 jsou v pořádku, nespálené, nejsou ani mírně opálené. Přeměřeny zpětnovazební trimry R109,110 a hodnoty nenaznačují ztrátu vodivosti nebo kontaktu běžce

6/ Na vyhlazovací kondenzátory zdroje připojen laboratorní zdroj 0-28 V/1A s nastaveným proudovým omezením na 100 mA. Najeto

na napájecí napětí 28 V, po nabití kondenzátorů byl odběr ze zdroje cca 35 mA

7/ Do vstupů MGF1 a MGF2 postupně připojen harmonický signál tónového generátoru (domácí výrobek s MAA741) s amplitudou přibližně 280 mV. Zjevné zkreslení na výkonovém výstupu bylo zaznamenáno osciloskopem

8/ Do vstupů MGF1 a MGF2 postupně připojen signál z MP3 přehrávače. K odstranění závady mohla jen těžko pomoci výměna následujících součástek za nově změřené (všechny vypájené měly jen zvýšený ESR, resp. ztrátový činitel, zatímco kapacitu sníženo jen nepatrně):

C27,29 = Tesla TC180MB 220nF/100V za svitkové axiální 220nF/100V (ERD)

C51,52 = Tesla TC180MB 220nF/100V za svitkové axiální 220nF/100V (ERD)

C61,62 = Tesla TE988 200uF/70V za radiální elektrolytické Samwha SD 220uF/100V 85°C

C57,58 = Tesla TE986 200uF/35V za radiální elektrolytické Samwha SD 220uF/100V 85°C

9/ Napětí na jednotlivých měřicích bodech zaznamenány tužkou do tištěného schématu. Velikost výtisku A4 byla poměrně nepraktická

10/ Zkušebně připojeny repro 8ohm/3W a nahrán zvukový záznam zvukového projevu. Napájení bylo 28 V z domácího laboratorního zdroje. Při rychlém snižování napájecího napětí knoflíkem zdroje na hodnotu cca 24 V se hlasitost reprodukce zvyšovala

11/ Zhruba takto jsem popsal svoje dosavadní snažení na webovém fóru ve snaze informovat příznivce, popř. získat spřízněnce:

„Na logikou řízeném zdroji při 28 V zesilovač sice s obtížemi (telefonní zvuk), ale fungoval. To bylo při rezistorech 82 Ω zasunutých na pozici pojistek koncových stupňů, s proudovou ochranou nastavenou na max. 50 mA odběru, nejprve do rezistorů 8,2 Ω , pak do zkušebních repro 8 Ω /3W, s odpojenými filtračními kondenzátory zdroje. Pak jsem najel na 50 V a projev byl stejný, tj. zvuk telefonní. Než jsem si zapsal a proměřil všechny měřicí body, nejen ty uvedené ve schématu, a identifikoval a popsal správně součástky na desce, uplynulo takřka 22 hodin práce, opravoval jsem nonstop do rána do 8. Nad ránem již patrně pozornost odpovídající strávenému času, takže za obět' padl pravý výkonový pár, tentýž s jakým jsem si dal zesilovač k opravě na stůl. Po výměně dvojice T18/T20 a sliďových podložek s vyčištěním odpovídajících styčných ploch jsem se vrátil k ožívování - a jelikož k logikou řízenému zdroji mám na stole daleko a táhl jsem k němu dlouhé kabely, přepojil jsem zesilovač na domácí laboratorní 0-28V/0-1A zdroj (dále jen DLZ) řízený LM 324N 0-28V/0-1A. Výsledkem byl zdeformovaný slabý zvukový signál. Pak mně již bylo jasné, že nic lepšího ten den nevyhloubám, studená večerní sprcha, knížka, a za chvíli o sobě nevím. Když jsem se ráno mohl do dílny vrátit, zopakoval jsem napájení z logikou řízeného zdroje, a ejhle. Po najezení na 28 V nejprve nic pozoruhodného a asi po 10-15 sekundách začala pumpovat proudová ochrana a zvuk začal být stejný jako při připojení na DLZ. Nejprve tedy vydatná pozdní snídaně a pak se uvidí co dál. Jde vlastně o rozhodnutí, za kolik času mně stojí se tím zabývat. Hůře odolávám prudké racionalitě tam, kde se mohou něco nového naučit, a odpočinek a užitek s tím kráčí rovněž. TW140S jsem nikdy předtím neměl in vivo. Sloužil by v podstatě jediné věci - na ozvučení školních akcí a motivací dětí v technickém kroužku. Sám na přístroje z rodiny Transiwattů poslouchám jediné při epizodických prudkých závanech nostalgie, a to nejráději s TW 077 Pionýr na jednopásmových polootevřených reproboxech s papírovými 130 mm reproduktory nebo s Transimix 140 na třípásmových uzavřených reproboxech s papírovými 300mm/130mm/kalota 30 mm, jež jsem o prázdninách právě pro ozvučení ve škole zrestauroval. Ale postrádají pro mě svorně univerzálnost zvuku, jakou shledávám u jiných strojů, takže je zapínám opravdu jen jako připomenutí starých časů a formování elektrolytů, zatímco moje požadavky na zvuk se zformovaly zhruba před čtvrtstoletím. Tak teď ta snídaně ...

12/ Po snídání tak přemítám, že jsem snad jen jednou za celý dosavadní život viděl zesilovač, který by po dlouhodobém ne/používání měl vyschlé elektrolytické kondenzátory k nepoužití.

Proto jsem si chtěl před další „divokou“ výměnou učinit jasno a jal jsem se měřit s Kelvinovým zapojením k LCR měřiči CEM DT-9935. Změřené součástky zapájené:

baterie filtračních kondenzátorů **C207-C210** 4770 μF Tesla TE678 1000 $\mu\text{F}/70\text{V}$

automatické nastavení R/S modelu

4770 μF , $\text{tgD}=0,500$ (120 Hz), C_s (sériové náhradní zapojení)

4070 μF , $\text{tgD}=0,415$ (100 Hz), C_s

4770 μF , $\text{tgD}=0,500$ (120 Hz), C_s

0,132 Ω , ztrát úhel 9,8° (1 kHz), R_s

1,680 μH , $Q=0,784$ (10 kHz), L_s

1,63 μH , $Q=7,31$ (100 kHz), L_s

ruční nastavení R/S modelu

4780 μF , $\text{ESR}=0,1 \Omega$ (100 Hz i 120 Hz), C_s

4080 μF , $R_p=0,9 \Omega$ (100 Hz), C_p (paralelní náhradní zapojení)

3087 μF , $R_p=0,6 \Omega$, (120 Hz), C_p

207 μF , $\text{ESR}=0,13 \Omega$ (1 kHz), C_p

C206=Tesla TE677 470 $\mu\text{F}/50\text{V}$

597 μF , $\text{tgD}=0,679$ (1000 Hz), C_s

613 μF , $\text{tgD}=0,114$ (100 Hz), C_s

612 μF , $\text{tgD}=0,123$ (120 Hz), C_s

606 μF , $\text{tgD}=0,115$ (100 Hz), C_p

603 μF , $\text{tgD}=0,122$ (120 Hz), C_p

412 μF , $\text{tgD}=0,677$ (1 kHz), C_p

33 μF , $\text{tgD}=2,35$ (10 kHz), C_p

C205=Tesla TE988 200 $\mu\text{F}/70\text{V}$

220 μF , $\text{tgD}=0,365$ (1 kHz), C_s

C203=Tesla TE988 200 $\mu\text{F}/70\text{V}$

230 μF , $\text{tgD}=0,350$ (1 kHz), C_s

Změřené součástky vypájené:

C63=Tesla TE676 1000 $\mu\text{F}/35\text{V}$

1204 μF , $\text{tgD}=2,61$ (1 kHz), C_s

výstupní kondenzátor pravého kanálu, preventivně vyměněn

C64=Tesla TE676 1000 $\mu\text{F}/35\text{V}$

Ztráta kapacity s variabilitou výsledku, 6 ohmů, R_s

výstupní kondenzátor levého kanálu, nejpříznivější naměřená hodnota

348 μF , $\text{tgD}=7,27$ (1 kHz), C_s

Výměny obou za Nippon 2200 $\mu\text{F}/50\text{V}/105^\circ\text{C}$ ilustruje **obrázek 2**



V mezidíse se na webovém fóru objevily předvídatelné reakce typicky nevraživého člena, jež mě nemohly pomoci, ale ani odradit od pokračování v opravě.

Nad otevřeným zesilovačem se snadno zapomene na čas. Zůstávala také otevřena otázka luxování celého bytu, jakož i projížďky s rodinou na bicyklech v otevřené krajině, neboť první listopad v našem kraji od rána přetéká sluncem. Obojím jsem uzavřel přívětivé odpoledne, a úvahy o zesilovači odložil ve svobodné myslí.

13/ Preventivně vypájen budič tranzistor pravého kanálu T16=KU611 a nahrazen proměřeným novým s $\beta=120$.

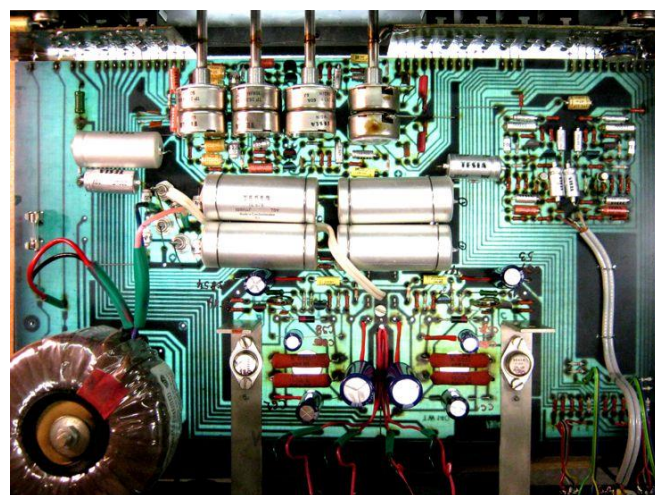
Při nastaveném napájení 48 V na LKB zdroji, s rezistory 82 Ω namísto pojistek F2,5 A a s proudovým omezením LKB na 50 mA vybudeny oba kanály vstupem MGF1 i MGF2. Napětí při zapojení nepřekročilo (spadlo na) 35 V a proudové omezení zabíralo po celou dobu. Hrály však oba kanály, takřka zcela bez basů, poměrně zkresleně. Na obou diodách klidového proudu koncových tranzistorů naměřen úbytek 0,65 V, na elektrodách všech tranzistorů v koncovém stupni napětí v obou kánálech vzájemně odpovídající hodnoty. Úbytek na omezovacích rezistorech 82 Ω je 840 mV u levého kanálu a přibližně 1,1 V u pravého, a to při buzení hudbou z MP3 přehrávače. I přes telefonnost zvuku je patrná reakce zesilovače na otáčení knoflíků basy, výšky, symetrie, -20 db (útlum), hlasitost. Přepnutím na MONO zcela zvuk ztichne a při přidání hlasitosti slyšitelné pouze vrčení a syčení. Takřka totéž při přepnutí na ODPOSLECH. Přepnutí na vstup U znamená syčení a vrčení, vstup R se jeví nefunkční, vstup G okamžitě přemodulovaný. Reprosorky B nepřipojeny. Vyřazení předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku odpojením R201=100 Ω před měřicím bodem 4 nemělo na zvuk vliv. Odpojení R203=560 Ω znamenalo úplné ztišení projevu, takže zvuk zesilovače není výsledkem neznámého pronikání signálu z jinak nefunkčního předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku

14/ Jakýkoliv pokus o povolení odběru nad cca 55 mA vede k rozkmitání zesilovače

15/ Počítám-li dobře, tento zesilovač potřebuje klidový odběr min. 100 mA/kanál, spíše však 120 mA a více, tj. 240 mA na oba kanály. To mu však nelze s rezistory 82 $\Omega/6\text{W}$ na místech pojistek dopřát, neboť by tím byla takřka 6x překročena jejich povolená výkonová ztráta a pro můj zdroj je 250 mA společné maximum, nehledě na jeho koncepci, jež není pro audio ideální. I tak bych již měl obavy o zničení koncových tranzistorů, pokud bych zesilovač provozoval i s pojistkami F1A. Pokus rozehrát jej s nimi, ale s omezením proudu na 50 mA pro oba kanály dohromady vedl k nepřekročení napájecího napětí cca 29 V, absenci hudebního projevu, pouze kmitání, vrčení a šumu. Jak se později ukázalo, měl jsem vyhovět své předtuše o potřebných 100 mA klidového odběru, ale k tomu jsem došel později. Nemám ověřeno chování mého LKB zdroje v audio aplikacích, dosud jsem jej tak nikdy nepoužíval a negativní roli mohly sehrát dlouhé přívody od něj. Další večer se podívám detailně na součástky pod L profilem výkonových tranzistorů. Předchozí majitel mohl být velmi nevybíravý v marnivých a marných pokusech o opravu, o čemž svědčilo pájení některých spojů, a tak musím být velmi opatrný v postupu. Nehodlám ničit vzácné výkonové tranzistory koncového stupně.

Pokus o rozehrání při napájení 20 V a povolení odběru 200 mA vedl ke ztišení zesilovače v dalších pokusech a nemožnosti překročit napájecí napětí 21 V při nastaveném omezení proudu na 50 mA. Tudiž něco dalšího bylo zničeno, nebo některá ze součástek částečně poškozena či mimo pracovní meze.

Sluší se také uvést a doložit, že orientaci na desce se součástkami usnadňovala prosvětlovací deska, již jsem si v minulosti nejen pro tyto účely zhotovil. Cesty mědi tak byly často zřetelné i při pohledu shora, jak ukazuje **obrázek 3**.

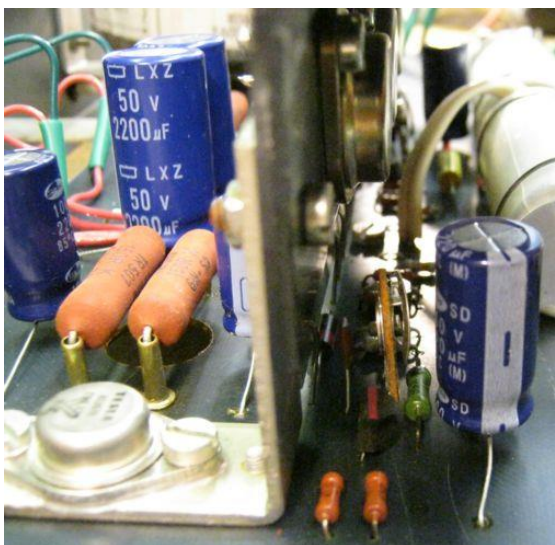


Je zřejmé, že pokud se spoje klikatily či ztrácely pod většími součástkami či díly, byla třeba kontrola i odspodu.

16/ Signálem tónového generátoru proměřen zesilovač ve vypnutém stavu až před aktivní prvky korekčního zesilovače. Dále s vytaženými pojistkami proměřeny části korekčního zesilovače a zjištěno, že po vstup koncového zesilovače, t.j. mezi C49=470 pF a R87=5k6 v L-kanálu a C50/R88 odpovídajících hodnot v P-kanálu je signál v pořádku, a všechny členy korekčního zesilovače fungují správně. Pravý kanál však má o něco menší amplitudu a při zvyšování vstupního signálu nad 50 mV začíná dříve zkreslovat. Může to však být dáno tolerancí součástek a nesouběhu potenciometrů. Svodem keramického C50 to není – proměřen. Za rezistory R87/R88 je však již signál zkreslen.

17/ Multimetrem DT830D postupně proměřeny následující součástky v zapájeném stavu, a při pochybnostech vypájeny, v druhém sloupci hodnota součástky v zapájeném stavu z levého/pravého kanálu, ve třetím sloupci hodnoty těchže součástek vypájených :

R87=R88=5k6	4k95/4k93	
R99=100=33k	13k6/13k6	31k9/31k5 oba
		výměna za 33k změřené 31k8, neboť ztmavlé teplem
R103=R104=33k	31J8/31J2	
R97=R98=15k	14k22/14k02	
R101=R102=8k2	8k30/8k04	
R105=R106=2k7	2k67/2k65	
R107=R108=2k7	2k47/2k43	
R111=R112=390	390/390	
D1=D2=KY132	diodový test O.K.	
R115=R116=150	150/150	
R117=R118=150	150/150	
C51=C52=220nF	výměna za přeměřené ERD svitkové	
220nF/100V		
C61=C62=200μF/70V	výměna za 220μF/100V Samwha	
proměřené		
C57=C58=200μF/35V	výměna za 220μF/50V Nippon LXZ	
proměřené		
C53=C54=200μF/70V	výměna za 220μF/100V Samwha	
proměřené		
C65=C66=47k	Boucherotův člen není od výrobce	
osazen		
R123=R124=15	Boucherotův člen není od výrobce	
osazen		
R109=R110=68k	výrobce osazen pertinaxový trimr	
Tesla 100k, oba vypájeny pro	přeměření, v pořádku	
C59=C60=100pF	vypájen, přeměřen, 108pF/107pF,	
v pořádku bez svodu		
C55=C56=22pF	vypájen, přeměřen, 26pF/26pF,	
v pořádku, bez svodu	obrázek 4	



T11=KC509, levý k. výrobcem osazen KC148 (modrá značka), vypájen, $\beta=275$, výměna za BC550C, Vigan, B=665

T12=KC509, pravý k. výrobcem osazen KC148 (modrá značka), vypájen, $\beta=260$, výměna za BC550C, Vigan, B=665
T13= KC507, levý k. výrobcem osazen KC147 (červená značka), vypájen, $\beta=247$, zapájen zpět, po 2. zkoušce, kdy stále příliš hřály T18/T20 pravého kanálu, výměna za BC547C, Diotec, $\beta=585$, pravý kanál
T14= KC507, pravý k. výrobcem osazen KC147 (červená značka), vypájen, $\beta=480$, zapájen zpět, po 1. zkoušce, kdy stále příliš hřály T18/T20 pravého kanálu, výměna za BC547C, Diotec, $\beta=585$, pravý kanál

Zde došlo k identifikaci závady, již byl **vadný pájený spoj diody D2** pravého kanálu a i dioda náhle nebyla diodovým testem změřitelná spolehlivě. Koncové tranzistory T18/T20 tudíž topily příliš. Proudové omezení na sériově zapojených zdrojích je uchránilo zkázy, když jsem hloubal nad tvarem signálu. Za stálého osciloskopického dozoru a s generátorem se nakonec na závadu přišlo celkem snadno, zatímco diodový test předtím po sté selhal (jako jsem toho občas svědkem i u tranzistorů). Pro další experimenty byly obě diody D1/D2 nahrazeny zkratem. Obdélník je s připojenými 8 ohmovými repro přijatelný do 16 kHz (jen bych si jej v pravém kanálu představoval stejně ucházející jako v levém), pro harmonický signál je širka pásma přibližně 70 kHz. Každopádně u výměny KC148 za BC547C (na pozicích T13/T14 a KC149 za BC550C na pozicích T11/T12) zůstane. Od této chvíle jsem se zaměřil na rozdílný projev obou kanálů již na výstupu předzesilovačů, tj. na mínus pólu kondenzátorů C47/C48=5μF/70V Tesla. Signál pravého kanálu byl cca 6x slabší a na osciloskopu nepatrně degradován.

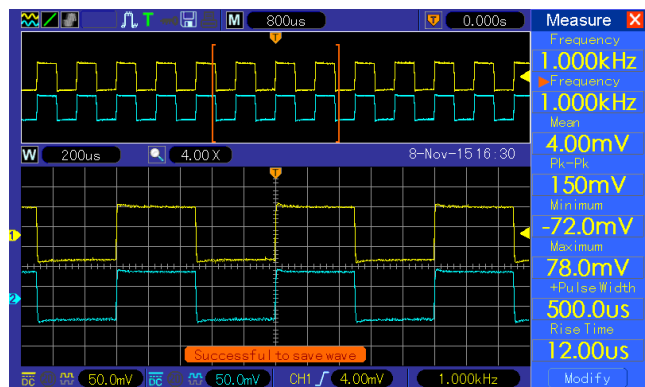
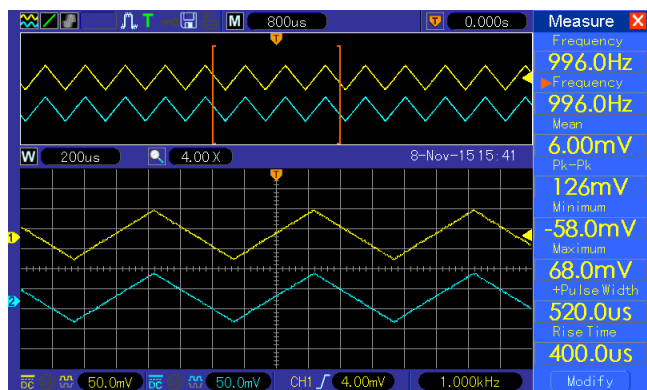
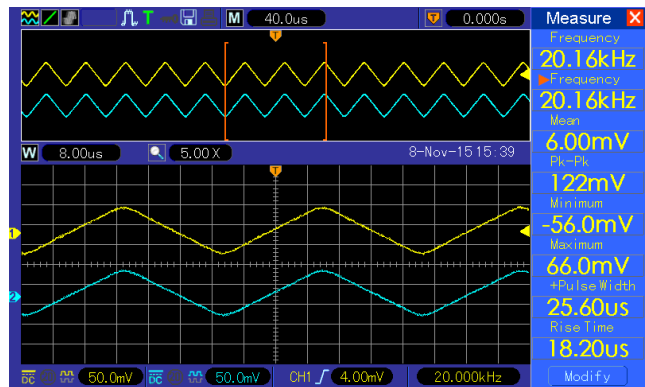
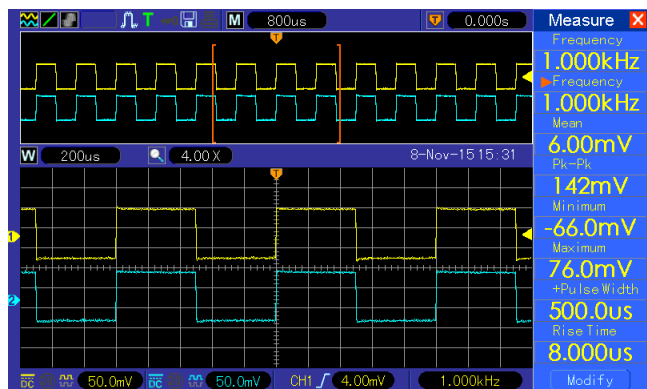
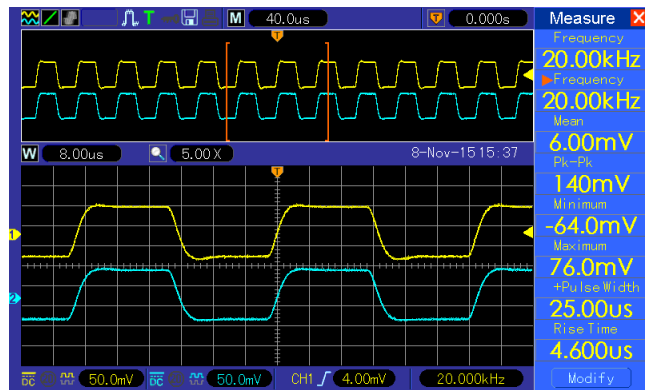
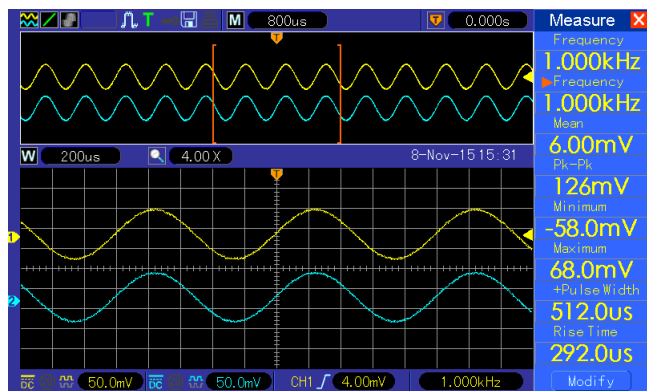
18/ Jako první vypájen C48=Tesla 5μF/70 V pravého kanálu (blíže čelnímu panelu). Měřením na DT-9935 zjištěny nedostatky, proto vyměněn za Nippon 4,7 μF/100V KMF, který ještě i při měření na 100 kHz vykazoval kapacitu, zatímco Tesla 5μF/70V kapacitu ztrácela již při měření na 10 kHz. Přepnutí na mono znamenalo zvýšení amplitudy signálu na osciloskopu o 10%, v repro takřka neslyšitelně, zatímco totéž přepnutí na mono při zapojeném MP3 přehrávači Philips znamenalo zánik užitečného signálu v reproduktoru takřka zcela. Vzápětí vyměněn analogicky C47=Tesla 5μF/70V levého kanálu (dále od čelního panelu, schován více pod potenciometrem basů P4=50k/N) za Nippon 4,7 μF/100V KMF. Degradace signálu z generátoru (obdélník) byla identifikována také na minus pólech elektrolytických kondenzátorů C35/C36=Tesla 5μF/70V v korekčních předzesilovačích, proto byl nejprve vyměněn pouze C36 (pravého kanálu) za Nippon 4,7 μF/100V KMF a provedena následující měření při napájení 2 x 20 V sériově ze zdroje BK127, proudové omezení cca 200 mA, pojistky F1/F2 vyměněny za F1A. Postup prací viz obrázek

19/ Osciloskopická měření na mínus pólech vazebních kondenzátorů C47/C48=Nippon 5μF/100V KMF, tj. na výstupu předzesilovače, před děličem pro útlum 20 dB, uložena postupně pro následující frekvence a signál 100 mVš-š 20 Hz, 40 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 8 kHz, 16 kHz, 20 kHz, harmonický/obdélníkový/trojúhelníkový a to při potenciometrech basy, výšky, symetrie uprostřed, hlasitost na 5/10, přepínač útlum na -20 dB, fyziologie vypnuta, stereo, vstup, magnetofon MGF1, vstup M1, připojeny reproduktory 8Ω/3W. Zem obou osciloskopických sond připojena na společnou mínus svorku filtračních kondenzátorů Tesla 1000μF/70V poblíž Graetzova usměrňovače z diod Tesla KY710. Ze signálu po výměně vazebních kondenzátorů Tesla 5μF/70V zmizely zejména nepěkné zákmity na hranách

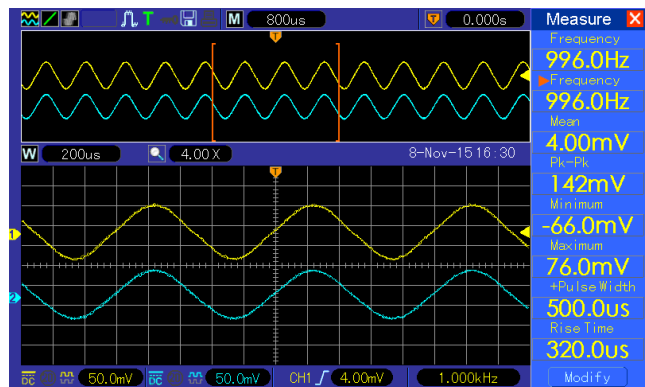
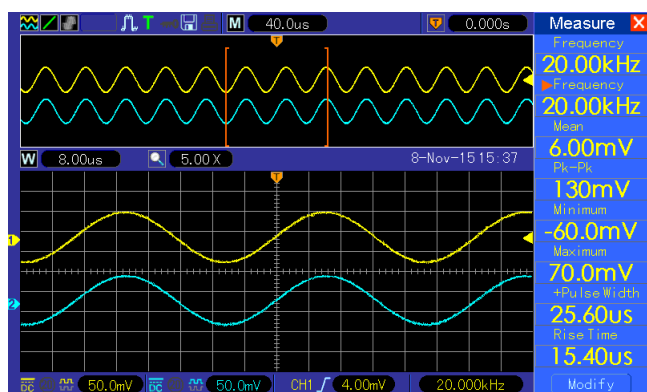
20/ Analogicky byla provedena osciloskopická měření na výstupu koncového zesilovače, tj. na repro konektorech levý/pravý, opět pro frekvence 20 Hz, 40 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 8 kHz, 16 kHz, 20 kHz a signál harmonický/obdélníkový/trojúhelníkový při nezměněných ovládacích prvcích (tzn. zapnutý útlum 20 dB)

21/ Poté byl vyměněn C35 (levého kanálu) za Nippon 4,7 μF/100V KMF a provedena osciloskopická měření na výstupu koncového zesilovače, tj. na repro konektorech levý/pravý, opět pro frekvence 20 Hz, 40 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 8 kHz, 16 kHz, 20 kHz a signál harmonický/obdélníkový/trojúhelníkový při nezměněných ovládacích prvcích (tzn. zapnutý útlum 20 dB).

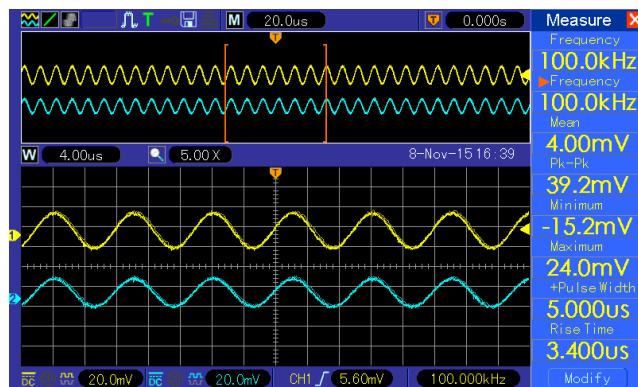
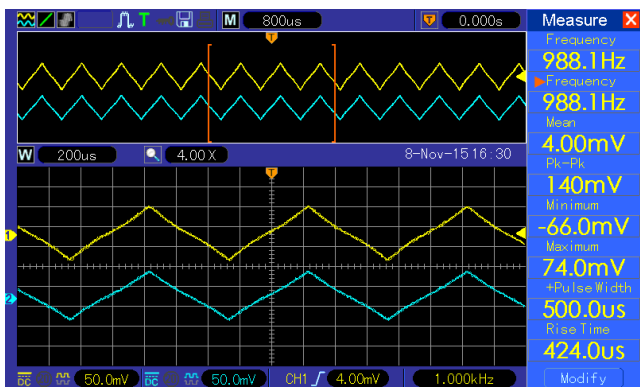
Na obrázku 5 a, b, c měření na výstupu předzesilovače při 1 kHz:



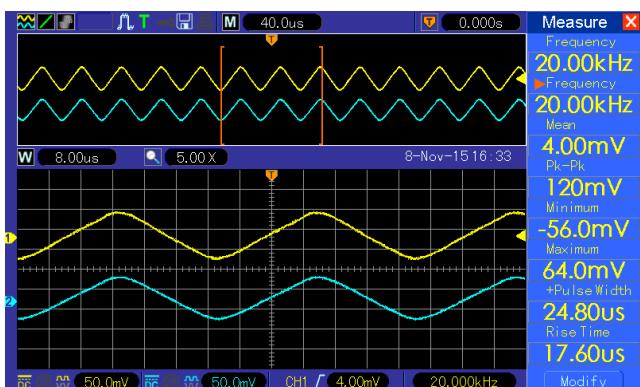
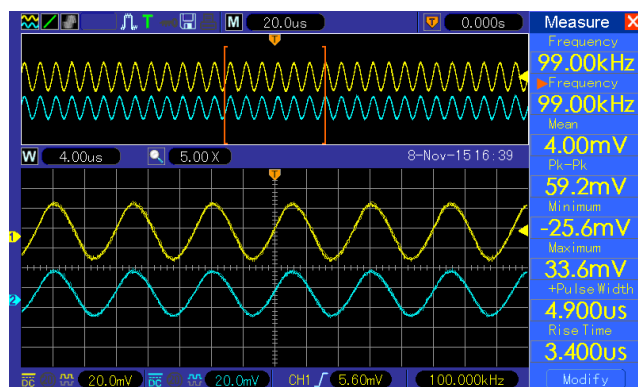
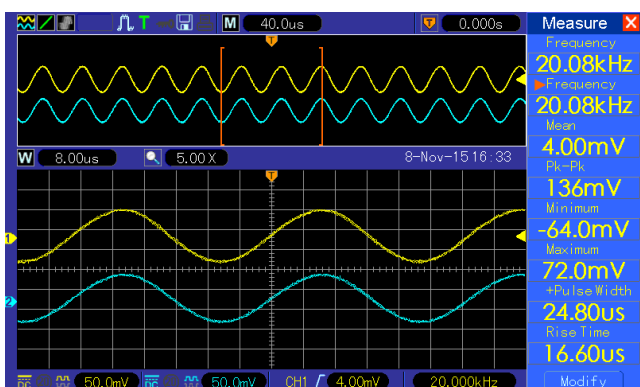
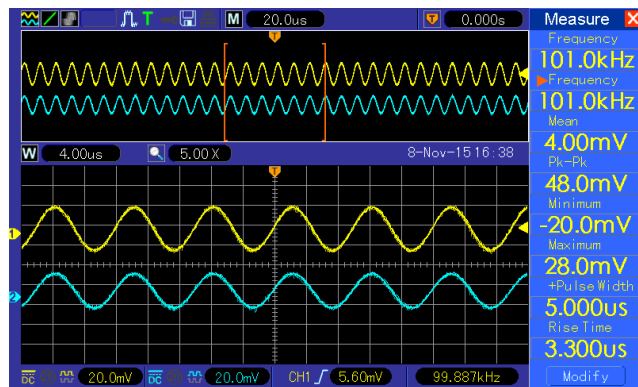
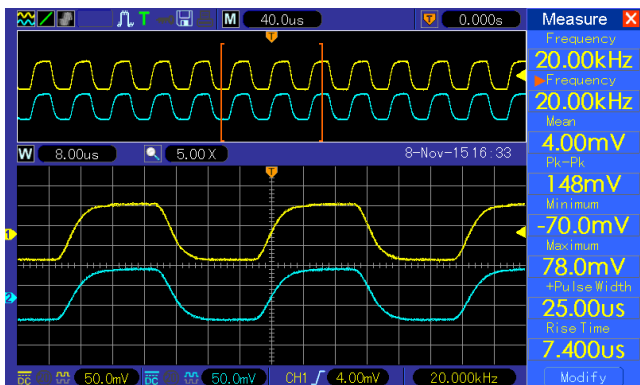
Na obrázku 6 a, b, c měření na výstupu předzesilovače při 20 kHz:



Na obrázku 7 a, b, c měření na výstupu zatíženého koncového stupně při 1 kHz



Na obrázku 8 měření na výstupu koncového stupně při 20 kHz



23/ Dále byly diody D1/D2 namísto zkratu přemostěny rezistorem 10 Ω/2 W. Klidový odběr celého zesilovače byl přibližně 90 mA při napájení 40 V. Namísto tónového generátoru byl do vstupu MGF2 zapojen MP3 přehrávač. Zvuk byl značně degradován, postrádal přirozené basy, obsahoval nejvíce vyšší střední tóny a značně zkreslené sykavky a vysoké tóny, byl "plechový". Při přepnutí páčkového vypínače na MONO se ztratil zcela. Po několikerém přepnutí ovládacích prvků na předním panelu se ve zvuku objevil hall efekt a nebylo dále možné se jej zbavit. Vyměněné elektrolytické kondenzátory jsou při provozu polarizovány správně. Proudový odběr ze sériově zapojených zdrojů zůstává i při snížení hlasitosti "viset", odběr neklesá. Zvuk se dále jen zhoršuje. Takto bych si představoval zvuk při špatném uplatnění střídavé signálové vazby, kdy kondenzátor ztratí rezistor, do kterého pracuje + přechodové zkreslení a integrace na RC členu nebo sčítání zvuku v částečné protifázi. Po vychladnutí celého zesilovače zvuk subjektivně zlepšený, nepatrný návrat k méně nepříjemnému, ale stále nevyhovující. Detaily některých výměn pod L profilem výkonových tranzistorů jsou na obrázku 10

22/ Měření výstupu koncových stupňů doplněno o amplitudu a tvar harmonického signálu pro 50 kHz a 100 kHz. Harmonický signál klesl zhruba na poloviční amplitudu, obdélníkový a trojúhelníkový jsou značně zkresleny, přibližují se tvarem sinusoidě harmonického signálu, jak ukazují obrázky 9 a, b, c



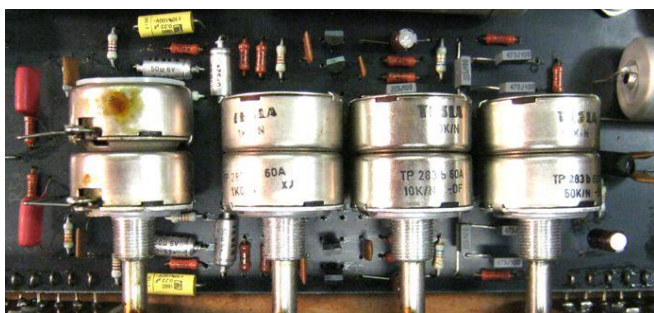
24/ Přivedením hudebního signálu na vstup výkonového zesilovače (společná svorka R88/R87=5k6, R93/R94=8k2 a keramického kondenzátoru C49/C50=470 pF) byla **závada v koncovém stupni vyloučena**. Hudební přednes koncového stupně byl poměrně komfortní na zesilovač s výstupním kondenzátorem. Vstupní citlivost koncového zesilovače nabízí dodatečné vybuzení zesilovače MP3 přehrávačem často využívaným na základní škole nebo vstupem pro CD přehrávač. Následovaly proto úpravy v korekčním zesilovači

25/ Vyměněna celá čtveřice svitkových kondenzátorů C39/C40 a C43/C44=47nF/160 V TC235 v korekčním zesilovači za moderní svitkové téže hodnoty na napětí 100 V, všechny předem proměřené, se ztrátovým činitelem o jeden až dva řády menším na 10 kHz, resp. 100 kHz měřící frekvenci. Při té příležitosti jsem si tyto TC235 prohlédl, a musím konstatovat, že kondenzátor je to technologicky velmi nepovedený, a nedivím se, že u dvou kusů, jež jsem vypájel bez mechanického poškození, byly naměřeny tak nepříznivé hodnoty, a že druhé dva kusy se rozpadly při pokusu o vytážení z desky. Kondenzátor postrádá alespoň elementární ochranu proti vlhkosti, boční stěny jsou volně přístupné vzduchu a kondenzátor se v ruku i při mírném stisku poddává jako želito. Cožpak neexistuje elektrostrizka, jež může takové volně uložené polepy nebo dielektrikum kondenzátoru po čase poškodit? Zde běda tehdejšímu výrobci.

Mimočodem, distribuční balení některých moderních svitkových kondenzátorů s přívody mezi dvěma papírovými "nohylepícími" páskami proklínám občas také, když pravím mordyje, mordují z přívodů lepidlo a "nožičky mají rozcvičky". A to nemluví o použití v breadboardu.

Montáž a demontáž součástek ve stínu potenciometrů a jejich hřídelí, jakož i v tamějším těsném útulnu na desce je také radostná a zde všechna čest těm, kteří něco podobného vykonávají jako živnost.

Z obavy, že svitkové kondenzátory C41/C42 a C45/C46=22nF na tom budou technologicky a zubem času podobně, vyměnil jsem všechny za moderní svitkové téže hodnoty, na napětí 100 V, viz **obrázek 11**



Výměna oněch svitkových kondenzátorů je práce pro jogína, hlavně však pro pinzetu. Podobně si představuji práci neurochirurga, ale o dva řády přesnější a o deset zodpovědnější. Práci mně však zpříjemňovaly obrazy Jiřího Anderleho, jež ke mě plynuly jeho ústy v rozhlasovém pořadu. Zde jsem musel s povděkem vzpomenout na vlídné kolegy v bývalém zaměstnání, v čele s **Karlem** (děkuji!), kteří mě vzdor mému mírnému počátečnímu odmítání naučili při

podobné práci poslouchat rozhlas a díky jimž se mně dnes opakují další pocíty nevyslovitelného štěstí a pohody, jaké jsem zažíval při svých dětských kutěních s poslechem rozhlasu po drátě

26/ Vypájen první stupeň aktivní části L-korekčního předzesilovače, tranzistor T7=KC509, (nejdále čelnímu panelu) v mém zesilovači KC148 (modrý), změřena $\beta=360$, výměna za BC550C Vigan s $\beta=680$.

27 Vypájen druhý stupeň aktivní části L-korekčního předzesilovače, tranzistor T9=KC507, v mém zesilovači KC147 (červený), změřena $\beta=270$, výměna za BC 547B MIC s $\beta=400$

28/ Vypájen druhý stupeň aktivní části P-korekčního předzesilovače, tranzistor T10=KC507, v mém zesilovači KC147 (červený), změřena $\beta=260$, výměna za BC 547B MIC s $\beta=400$

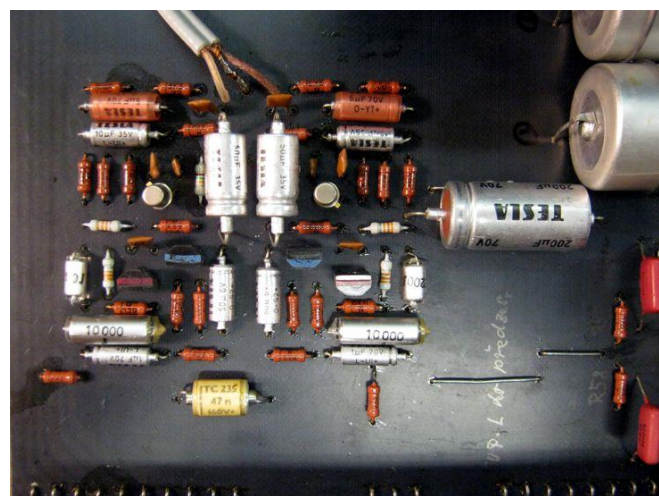
29/ Vypájen první stupeň aktivní části P-korekčního předzesilovače, tranzistor T8=KC509, (nejblíže čelnímu panelu) v mém zesilovači KC148 (modrý), změřena $\beta=360$, výměna za BC550C Vigan s $\beta=680$

Projev zesilovače se změnil poměrně znatelně v tom, že reakce na pohyb ovládacích prvků basy, výšky, symetrie, hlasitost byla zřetelnější. Stále však přetrvává "plechový" zvuk, ikdyž zastřenost zvuku je menší.

Odebral jsem hudební signál z výstupu předzesilovače do jiného zkušebního koncového zesilovače (dále jen ZKZ). Zvuk byl stále degradován. Odpojíl jsem tedy vstup korekčního předzesilovače na rezistorech R53/R54 a vyzkoušel pouze samotný korekční předzesilovač signálem mezi R61/C27 a R62/C29 a s odebráním signálu z jeho konce do ZKZ. Korekční zesilovač fungoval jak má, pochopitelně až na potenciometr hlasitosti, který jsem nyní vynechal. To byl posun kupředu a nemohl jsem nepocítit vzrušení, že jsem blízko u cíle. Jako správný učeň v mistrovství odložené slasti jsem v tuto chvíli v dílně vše povypínal a vyrazil ven na bicyklu. Jelikož neděle se opět koupala v podzimním slunci, jal jsem se v jeho světle vyplouchat i já a vyrazil jsem na svižnou hodinu. Při jízdě přírodou se o Transiwattu bude dobře přemítat. Po návratu, horkoleďové sprše a skvělé večeri beze spěchu již šlo vše ráz naráz. To lze napsat jenom proto, že příběh se stal minulostí

30/ Opatrným připojováním hudebního signálu do různých bodů před C27 jsem postupně přišel na velmi **základný studený spoj na rezistoru R61** na straně k běžci P1. Vsadil bych se býval, že jsem jej již "ot"ukával", ale bezvýsledně. Oprava spoje byla snadná a **zesilovač rázem hrál**, jak bych čekal. Doufám, že podobných hlavolamů neobsahuje zesilovač více nebo že nešlo o opravu stochastického rázu. Neříkal bych hop ani po doskoku.

Jelikož jsem zvukový projev zesilovače nehodlal radikálně měnit a chtěl jsem zachovat co nejvíce z původních zachovalých součástek, zapojení korekčního předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku jsem ponechal nezměněno, jak je patrné na **obrázku 12**



31/ Při kontrole funkčnosti vstupů jsem ještě odhalil DIN5 konektor vstupu AUX (UNIVERSAL) zapojený na dutinky 2-1-3 (při číslování ze schématu Transiwattu 140) namísto 2-5-3 a vodiče jsem přepojil, jak vyhovuje schématu a všem mým historicky používaným kabelům.

Je příjemný pocit, že nyní se mohu zaměřit jen na vylepšení jinak funkčního zesilovače, nebo prostě neopravovat, co již funguje. Když jsem se s ním trápil tolik hodin, již nic neuspěchám. Pozornost by si však zasloužovala sekce napájení a ochrana reproduktorů. Vyzkoušel jsem tedy zesilovač s “narychlo spíchnutým” softstartem v obvodu napájení, viz **obrázek 13**



Přestože místo pro jeho zabudování v zesilovači bylo, nakonec jsem se jej rozhodl nepoužít. I slepými cestami vedou kroky elektronika.

Následující příjemná očekávání se týkala osciloskopických měření opraveného a upraveného zesilovače,

jakož i používání zesilovače ve škole a v Technickém kroužku s dětmi. Jsem také zvědavý, zda bude hrát s nedávno opravenými a vylepšenými trojcestnými uzavřenými reproboxy 120W/8Ω tak příjemně, jako s nimi dobře hrál Transimix 140 (ten jsem dosud neměl otevřený, nebyl k tomu závažný důvod). Obojí nám ve škole může nadělat ještě dosti služeb

32/ Opraven studený spoj a blízký nežádoucí zkrat u DIN5 konektoru MGF3 na čelním panelu

33/ Vyměněny všechny sériové rezistory 820 kΩ připojující vstupy MGF1 až MGF3. Pro vstup MGF3 na čelním panelu vyměněny za miniaturní rezistory 820 Ω. Předpokládám časté připojování zdroje o nízké výstupní impenanci. U zadních vstupů MGF1 a MGF2 vyměněny za hodnoty 4700 Ω. Šum při reprodukci z běžných zdrojů se velmi slyšitelně (vědecky řečeno signifikantně) snížil. Původně jsem chtěl napsat “zřetelně snížil”, ale tím by se mohla “viditelně ztížit” nálada jazykově založeného čtenáře

34/ U firmy Elektro-Karban byla objednána výroba dvou toroidních audio transformátorů 230V/32V jmenovitého napětí, 34 V napětí naprázdno, výkon 80 VA. Jedním byl nahrazen původní toroidní transformátor v zesilovači, druhý byl ponechán pro další experimenty s topologií TW140. Napájecí napětí nevybuzeného zesilovače při odběru přibližně 110 mA v každém kanálu je nyní přibližně 48 V

Oba transformátory, na **obrázku 14**, se vyznačují řemeslným provedením a jejich dodavatel vstřícným a ochotným jednáním, což je moje opakovaná zkušenost.

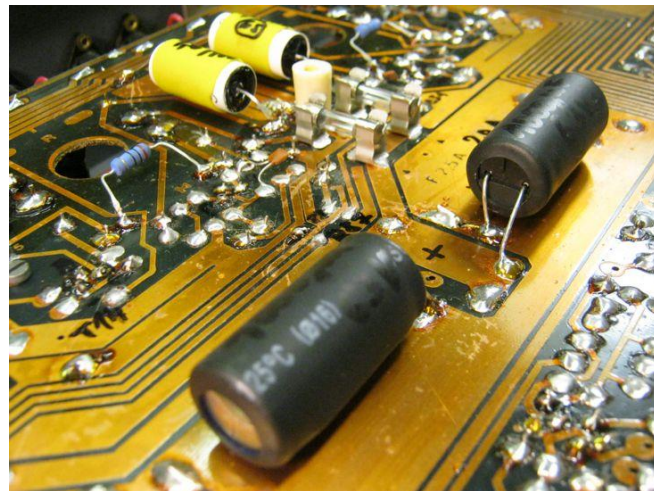


V původním zapojení výrobce byl zesilovač napájen 55 V ze sítě 220 V. Avšak při napájení takřka 58 V ze sítě 230 V a chlazení výkonových tranzistorů pouze L profilem v odkrytované poloze na boku byl zesilovač teplotně nestabilní, klidový proud koncových tranzistorů stoupal již po zapnutí. Na tepelné spojení L profilu výkonových tranzistorů se spodní deskou jsem se nehodlal příliš spoléhat a proto jsem snížil napájecí napětí na 48 V. Zesilovač jsem odzkoušel v provozu 60 minut na cca 90 % výkonu a 24 hodin na 10 % výkonu a teplota chladicího profilu připojeného ke spodní hliníkové chladicí desce nepřesáhla 48 °C, resp. 39 °C. To vyhovovalo mému požadavku provozovat zesilovač maximálně při výkonu 2 x 25 VA do reproboxů o impedanci 8 Ω, a trvale při výkonu v rozmezí 2 x 1 VA až 2 x 15 VA při reprodukci ve třídě základní školy. Tam se pak celý měsíc osvědčoval při takřka denním ozvučení multimediální a fyzikálně-simulační produkce z PC

35/ Dvěma kondenzátory Nippon 1000μF/63V LZX 105 °C ze strany spojů byla posílena filtrace napájecího zdroje. Paralelně k výstupním elektrolytickým kondenzátorům 2000μF/ byly ze strany spojů připájeny svitkové kondenzátory 4,7μF/100V převlečené elastickou bužirkou, jak je patrné z **obr. 15**

36/ V závěru byl ještě odhalen a opraven zkrat u levého vstupu M3 (magnetofonový, na čelním panelu)

37/ Jelikož jsem takřka přesvědčen, že pro ztrátový výkon 2 x 50 W nejšou koncepcí chlazení a šasi zesilovače vhodné, po celkovém snížení výkonu na max. 2 x 30 W jsem snížil i dimenzování pojistek koncových stupňů z F2,5A na F2A



Co říci závěrem? S pravidly pro psaní fyzikálních jednotek jsem se snažil vyvážit snahu o přehlednost, takže podle tohoto principu lze nalézt na jednom řádku údaje pro kondenzátor 47μF/100V a vzápětí 39 μF a 100 V jako údaje fyzikální. Textový editor použitý ke psaní tohoto článku neumí zalomit text podle typografických pravidel a při ručním zalomení jsem mohl lecos přehlédnout, pravopisného nevyjímaje. Adjustaci nových součástek jsem provedl až zcela na závěr, po ověření vhodnosti každé z výměn. Také nemohl být hlavním cílem dokonalý servisní postup. Již v průběhu opravy jsem přicházel na vlastní chyby a omyly. Lecos jsem mohl učinit jednodušší a efektivněji, jakož i stručněji napsat tyto řádky. Věřím však, že vyprávění z mé nedokonalé cesty se zdařilým závěrem příjemně potěší nebo rozechvěje nejedno “bastlířské” nebo pamětnické srdce”. **Obrázky 16 a 17** dokládají, jak finis coronat opus.

