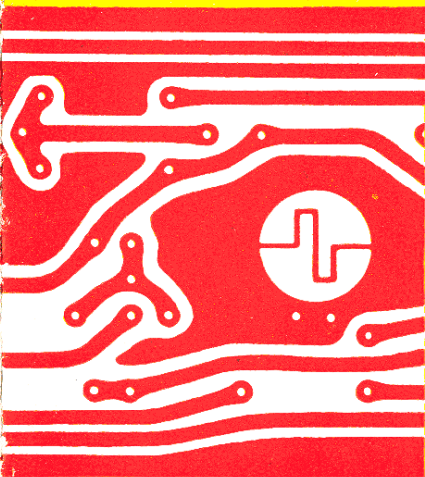
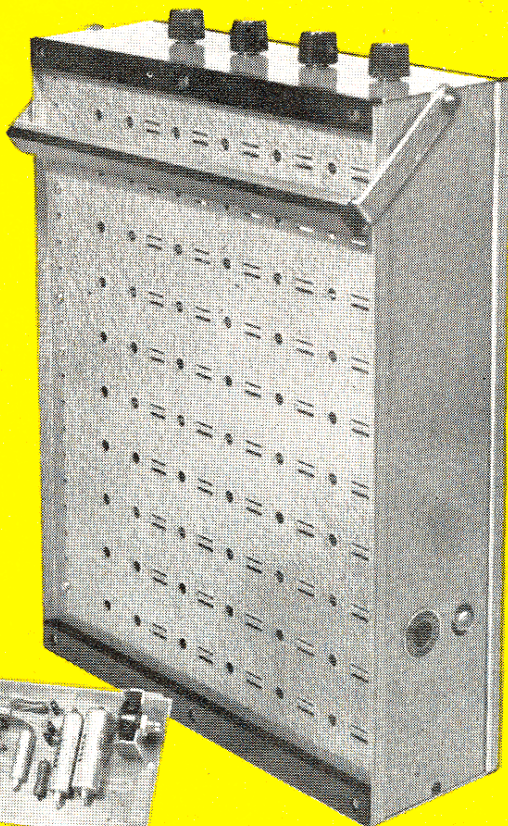
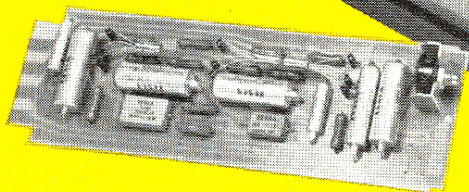


J I Ř Í J A N D A

# TRANSIWATT



všestraná stavebnice tranzistorových zesilovačů pro elektroakustiku



## PŘEDZESILOVAČ • 1. ČÁST

DOMÁCÍ POTŘEBY • PRAHA, VÁCLAVSKÉ N. 25

Specializovaná prodejna radiotechnického

a elektrotechnického zboží

J I Ř Í J A N D A

# TRANSIWATT

Všestranná stavebnice tranzistorových zesilovačů pro elektroakustiku

© Jiří Janda, 1961

## I. ČÁST: PŘEDZESILOVAČ

TW 3306

### STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS Č. 24

Ve Vydavatelství obchodu vydává DOMÁCÍ POTŘEBY - PRAHA

specializovaná prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

Praha 1, Václavské nám. 25. — Telefony: 23-16-19, 22-74-09, 22-62-76

---

*Souprava TRANSIWATT je určena amatérům a jiným zájemcům jako univerzální stavebnice několika jednoduchých základních přístrojů pro elektroakustiku. Stavebnicové řešení umožňuje stejně sestavit prostý předzesilovač pro pokusy, jako např. zesilovač pro orchestr, stereofonní soupravu pro domácí reprodukci gramofonových desek, nebo čtyřkanálový zesilovač pro moderní kino.*

*Požadavky amatéra a profesionálního provozu nejsou protichůdné, právě naopak. Amatérské přístroje vyžadují co nejjednodušší řešení a běžné součásti, aby je zajemci získali levně, bez potuží a k práci nepouřebovali náročné zařízení. Moderní obvodová technika, plošné spoje a polovodičové součásti umožňují stavět takové přístroje, které svými vlastnostmi odpovídají požadavkům čs. norem a předpisů. Lze je rychle realizovat i v profesionálním provozu, protože kladou malé nároky na nákup materiálu a pracovní kapacitu. Jednoduchost je viana, splňuje-li současně základní požadavky na kvalitu.*

*Amatérům naopak prospěje práce s konstrukcemi, určenými dříve jen výrobním podnikům. Je známo, že právě z amatérských začátků vyšla většina našich inženýrů a techniků, kteří si z vlastní vůle zvolili konička za životní povolání. Pak je práce těš a dosahují dobrých výsledků. Proto bude prospěšné, umožní-li se jejich nastupcům, dnešním mladým radioamatérům, okusit už ze začátku způsob čisté průmyslové práce. Osvobodí se tak od věčných prkenkových lepenic a amatérská práce jim vedle zábavy poskytne i základní přípravu k budoucímu povolání.*

Popis soupravy TRANSIWATT je podle základních částí rozdělen do tří samostatných svazků. První (č. 24) přináší univerzální předzesilovač v několika alternativách, který lze pořídit i vešker jako zarádek celé budoucí soupravy. Ve spojení s běžným přijímacem poskytně lepší domácí postech a hodí se k řadě pokusů. Ve druhém svazku (č. 25) najdete dva výkonné zesilovače: první osazený elektronkami, druhý novými čs. tranzistory, ova s příslušnými napájecími zaryji. Posetání třetí svazek přinese popis příslušenství: stavebnici pouzdra na uložení vešker přístroje, regulator hlasitosti s korekčními obvody, dva typy reproduktorových soustav pro doma i pro větší místnosti a úpravu gramofonu s přenoskou. Zaver pak poradí, jak si z celé stavebnice sestaví úplně zařízení pro jakostní stereofonní či jednokanálovou reprodukci gramofonových desek, pořadí z přijímače, magnetofonu, mikrofonu a zvukového filmu. Kazay ze tři navody přináší nejdůležitější zkratky obsahu druhých dvou, takže jeanouvě díly na sebe nejsou bezpoamínece vazany.

Pouzité materialy a součásti jsou jen čs. původu a prodávají se v maloobchodech. U všech nových arnuh jsou uvedeny nanraay, aby se předešlo pouzím při nakupu. Mechanická práce při výrobě aily nevyžaduje zvláštní zručnosti ani vybavu. Díly podle popisu lze vyrobit třeba primitivními prostředky, které jsou v nouzi přístupně kuzavemu. Amateři se skutečně važným zajmem vsak najaou pomoc při výrobě. Připomínáme zvláště zlepšovatelské kroužky v zavodech, svépomocné aily či zamecnické samoosiluny. Ve školach jsou kroužky polytechnické výchovy nekay překvapive dobre vylávené zasluhou patronatních zavoaů. Zkusení amatéři se schazejí v okresních radoklubech Svazarmu a radi podaji pomocnou ruku novým adeptům. Motové aily stavebnice TRANSIWATT se také pravdepodobně brzy objeví v prodeji.

Kozsah popisu stačí jen na praktickou stránku. Proto nevysvětluje základní pojmy tranzistorové techniky a elektrotechniky, které jsou většine amatérů blizké. Jejich úplná znalost není podmínkou úspěchu, nanraai-li se zvýšenou péčí. Základní technické vědomosti vsak značně usnadní práci a lze je získavat zvláste v časopisech Amaterské radio a Sdelovací technika. Vhoane jsou i dalkové kursy Svazarmu a hlavně technické knihy, které jsou každému přístupne.

Navoa a popis umožňuje experimentovat, případně stavět zařízení zcela odlišně od obrázků. Stavba tecno zesilovacu není tak slozita jako např. domácí výroba superhetových přijímačů nebo televizorů. Při pečlivé práci si monou zařízení pro vernou reprodukci samu znatovit i ti, kteří dosud nic podobného nedělali, ale mají radi dobrou hudbu či mluvené slovo a chtějí užít radostí z domácího poslechnu.

## I. HLAVNÍ VLASTNOSTI PŘEDZESILOVAČE TW 3306

Univerzální tranzistorový předzesilovač zesiluje slabé signály, např. z gramofonní přenosky, mikrofonu, magnetofonové hlavy, fotonky, elektromekých hudebních nástrojů apod. na úroveň 0,5 až 2 V pro vybuzení vykonoveno zesilovače, gramofonového vstupu přijímače nebo pro dalkový přenos telefonní linkou. Na vstup předzesilovače lze připojit každý zdroj signalu, který se v praxi vyskytuje, podle potřeby pro nej přizpůsobit vstupní impedanci a frekvenční průběh. Značný zisk předzesilovače (zesílení napětí) vyhovuje vsude a lze ho nastavit podle potřeby. K výstupnímu obvodu s nízkým vnitřním odporem lze připojit dlouhé nestíněné linky se značnou kapacitou. Harmonické a intermodulační zkreslení signálu je nepatrné a pohybuje se na hranici měřitelnosti. Rušivé napětí na výstupu má velký odstup od užitečného napětí a předzesilovač prakticky nesumí ani při pouzítí běžných tranzistorů. Lze ho napájet jakýmkoliv stejnosměrným zdrojem ze síte či z baterii při nepatrné spotřebě. Má ucinnou teplotní stabilizaci a může pracovat za všech obvyklých podmínek. Také není citlivý na rozestavení součástí, na jejich přesné hodnoty, na starnutí nebo kolísání napětí zdroje.

Předzesilovač je malý, plochý a lze ho vestavět kamkoliv. Součástí není mnoho a jejich maloobchodní cena podle stavu v r. 1960 pravdepodobně nepřesáhne Kčs 170,—. Rozpiska mechanických dílů obsahuje jen pět položek. Přístroj je postaven na základní destičce s plošnými spoji, takže obvyklé drátové spoje tu vůbec nejsou. Odpadnou tak běžné chyby při zapojování. Navržená spojová destička umožňuje změnou hodnot a rozestavení součástek řadu různých alternativ. Do vnějších obvodů se předzesilovač

připojí buď zasunutím do speciální zásuvky pro plošné spoje, nebo prostě přírůdky připájenými k příslušným bodům pod deskou. Přístroj podobně jako pozdější celou soupravu lze uložit výsuvně do plochého pouzdra podle obrázku na obálce, v němž vzadu jsou zmíněné zásuvky. Zesilovač lze snadno vyjmát při experimentování a úpravách.

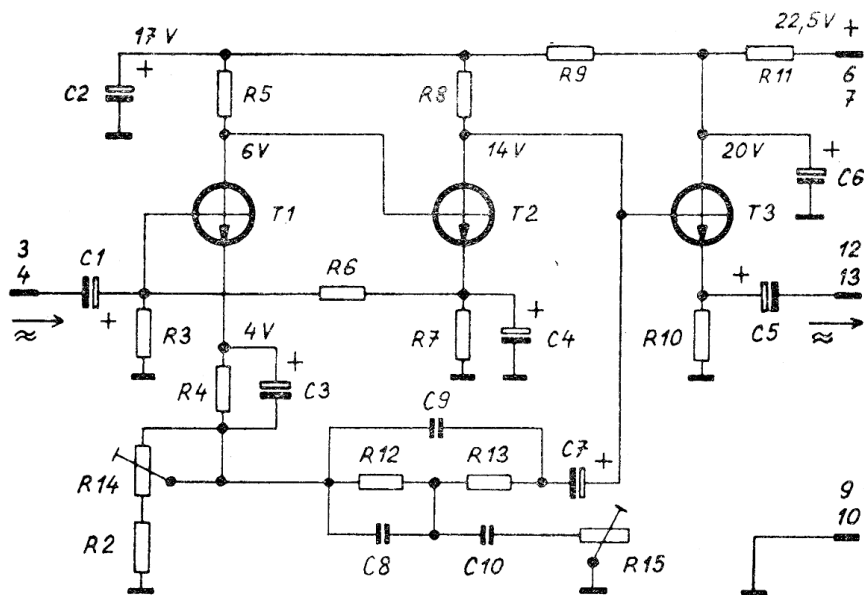
Stavba předzesilovače není náročná. Použijeme-li dobrých součástí a pracujeme-li pečlivě, nevyskytnou se závady a přístroj bude pracovat na první zapojení. Předzesilovače osazené běžnými čs. tranzistory mají lepší celkové vlastnosti než podobné přístroje elektronkové, zvláště spotřeba je několikrát menší. Dobře poslouží ve všech případech v elektroakustice a hodí se i pro měřicí účely (viz technické údaje).

## 2. TECHNICKÉ ÚDAJE PŘEDZESILOVAČE TW 3306

Platí pro základní typ A bez korekcí s rovinným frekvenčním průběhem. Odlišné znaky typů B až F uvádí popis.

Zisk nastaven na	100 (+40 dB)				
Vstupní signál 1 kHz	7,75 mV				
Vstupní impedance *)	> 0,1 M $\Omega$				
Výstupní signál 1 kHz na zátěži 600 $\Omega$	0,775 (0 dB)				
Výstupní impedance při 1 kHz	< 10 $\Omega$				
Frekvenční charakteristika	10 Hz až 1 MHz — 3 dB				
Harmonické zkreslení při 160 Hz	< 0,3%				
800 Hz	< 0,3%				
5000 Hz	< 0,3%				
Záporná zpětná vazba ve smyčce	> 26 dB (20 $\times$ )				
Dovolené kapacitní zatížení výstupu	< 0,1 $\mu$ F při $R_z \approx 600 \Omega$				
Největší zisk 56 dB při vstupní impedanci 60 k $\Omega$ , odstup hluku > -60 dB					
Nejmenší zisk 26 při vstupní impedanci 0,18 M $\Omega$ , odstup hluku > -70 dB					
Rozsah regulace zisku	$\sim 30$ dB ( $\sim 32 \times$ )				
Napájecí napětí	Spotřeba	Příkon	Maximální výstupní signál (do limitace)*)		Snížení zisku s poklesem napájecího napětí
			naprázdno	zátěž 600 $\Omega$	
6 V	2 mA	12 mW	0,6 V	0,5 V	-1 dB (-10 %)
9 V	3,2 mA	29 mW	1 V	0,8 V	-0,7 dB (-7 %)
13,5 V	4,6 mA	62 mW	1,5 V	1,2 V	-0,45 dB (-4,5%)
18 V	6,2 mA	110 mW	2,2 V	1,6 V	-0,35 dB (-3,5%)
22,5 V	7,8 mA	175 mW	2,8 V	2 V	0 dB (0)
Dovolená pracovní teplota trvale	< 55°C				
Napájení (záporný pól uzemněn)	max. 22,5 V				
Největší spotřeba	7,8 mA (175 mW)				
Váha	$\sim 120$ g				
Rozměry	225 $\times$ 70 $\times$ 20 mm				
Vestavná výška nejméně	25 mm				
Pracovní poloha	libovolná				

\*) Závisí na odporech R3 // R6.



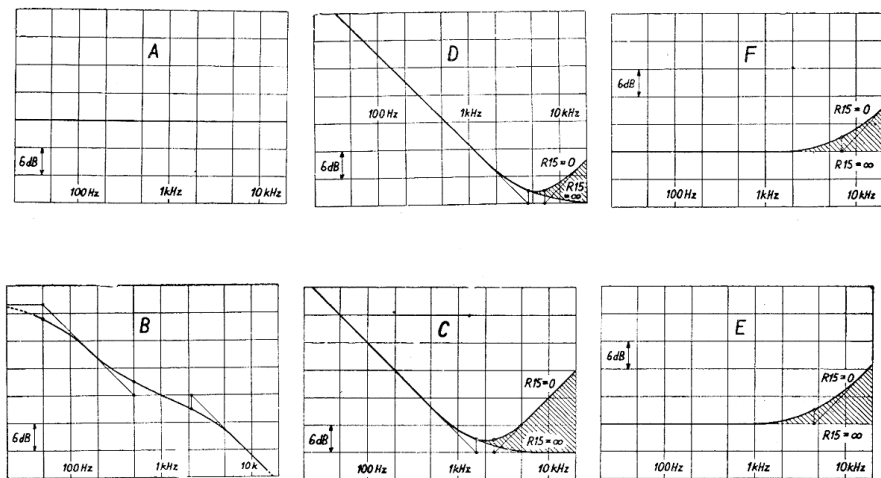
Obr. 1. Základní zapojení předzesilovače TW 3306

ROZPISKA ELEKTRICKÝCH SOUČÁSTEK

Typ	A	B	C	D	E	F
R1	TR 114 10 až 470 (jen místo R2 a R14)					
R2	TR 114 10					
R3	TR 114 M47					
R4	TR 114 6k8					
R5	TR 114 18k					
R6	TR 114 M22					
R7	TR 114 6k8					
R8	TR 114 5k6					
R9	TR 114 820					
R10	TR 114 2k2					
R11	TR 114 330					
R12	TR 114 4k7	TR 114 M1	TR 114 4k7	TR 114 4k7	TR 114 4k7	TR 114 4k7
R13	TR 114 4k7	TR 114 10k	TR 114 4k7	TR 114 4k7	TR 114 4k7	TR 114 4k7
R14	WN 690 01/330	WN 690 01/220	WN 690 01/150	WN 690 01/150	WN 690 01/330	WN 690 01/330
R15	odpadá	odpadá	WN 690 01/3k3	WN 690 01/3k3	WN 690 01/3k3	WN 690 01/3k3
C1	TC 904 10M					
C2	TC 904 100M					
C3	TC 904 100M					
C4	TC 904 100M					
C5	TC 904 50M					
C6	TC 904 100M					
C7	TC 903 20M	TC 903 20M	TC 181 10 k	TC 183 3k3	TC 903 20M	TC 903 20M
C8	odpadá	TC 182 33k	odpadá	odpadá	odpadá	odpadá
C9	odpadá	TC 183 6k8	TC 211 470 <sup>1)</sup>	odpadá	odpadá	odpadá
C10	odpadá	odpadá	TC 171 27k	TC 181 10k	TC 181 15k	TC 181 10k
T1	106NU70					
T2	107NU70 (106 NU 70)					
T3	105NU70					

Uvedené elektrické součástky lze nahradit jinými typy podle odd. 5. 1. Desavadní potenciometry WN 690 01 a 00 nahrazuje výrobce od června 1961 novými typy TP 680 11 a 23.

<sup>1)</sup> při hlavě o indukčnosti 75 mH. Uložit vedle C 10.



Obr. 2 Kmitočtové průběhy základních šesti typů předzesilovače. Jiných požadovaných průběhů se docílí změnou hodnot v obvodu zpětné vazby (viz odd. 3.3, 3.4 a 3.5).

### 3. JAK PŘEDZESILOVAČ PRACUJE

#### 3.1. Cesta signálu

Obr. 1 ukazuje základní zapojení předzesilovače. Používá tři podobných tranzistorů typu NPN s kladným napětím na kolektoru (tj. vývod vzdálený od druhých dvou, obvykle označený červenou značkou). Signál vstupuje přes doteky 3–4 a izolační kondenzátor C1 na bázi (tj. prostřední vývod) prvního tranzistoru T1. Zesílený signál pokračuje z kolektorového pracovního odporu R5 přímo na bázi druhého tranzistoru T2. Zde se znovu zesílí a z pracovního odporu R8 jde na bázi třetího výstupního tranzistoru T3. Ten je zapojen jako tzv. emitorový sledovač (obdobný katodovému sledovači s elektronkou) v zapojení se společným kolektorem. Jeho napětový zisk je menší než 1 a slouží jako transformátor impedance. Výstupní signál se objeví na jeho pracovním emitorovém odporu R10, kde je nepatrná výstupní impedance. (Emitor je vývod blíže báze). Přes izolační elektrolyt C5 jde signál na výstupní doteky 12–13. První dva zesilující tranzistory T1 a T2 pracují v zapojení se společným emitorem, které má značný proudový i napětový zisk. Výstupní obvod T2 nemá být příliš zatížen, protože tím klesá dosažitelný zisk a zvětšuje se zkreslení. Proto je na výstupu zařazen T3, který má v kolektorovém zapojení vysoký vstupní odpor a nezatěžuje výstupní obvod T2. Výstupní obvod je tak izolován od zesilující dvojice T1–T2 a jeho zátěž nemá v širokých mezích vliv na zisk a zkreslení. Kromě vstupní a výstupní izolační kapacity C1 a C5 nejsou v signálové cestě obvyklé vazební kondenzátory a mezi všemi tranzistory je přímá stejnosměrná vazba. Obvody jsou tak jednodušší než v obvyklých zapojeních, zvýšil se celkový zisk a stabilita předzesilovače. Podobné uspořádání vyžaduje často vyšší napájecí napětí než při použití vazebních kapacit. Při vhodné volbě pracovních bodů však předzesilovač může odevzdat potřebný výstupní signál už od 9 V napájecího napětí.

### 3.2. Stabilizace pracovních bodů

U germaniových tranzistorů při stoupající teplotě značně vzrůstá jejich zbytkový proud  $I_{co}$ . Pracovní bod se tím posouvá, zmenšuje se zisk a dosažitelný rozměr signálu. Tomu se bráníme vnější stabilizací pracovních bodů, která při vyšší teplotě udržuje pracovní bod na správném místě charakteristiky. Odborná literatura uvádí řadu různých zapojení. Nejúčinnější z nich pracují s vysokými emitorovými odpory a se stejnosměrnou zápornou zpětnou vazbou přes dva až tři stupně zesilovače. Zde jsou to emitorové odpory R4 a R7. Uplatní se jen pro stejnosměrný proud, protože kondenzátory C3 a C4 tvoří pro střídavý proud prakticky zkrat. Ve stabilizačním obvodu jsou dále odpory R6 a R3, které tvoří dělič pro výrobu předpětí báze T1. Zapojení pracuje takto:

Při zvýšení teploty stoupne kolektorový proud T1. Na R5 se tedy zvýší úbytek a kolektorové napětí T1 se zmenší. Tím klesne i předpětí báze T2 a s ním jeho kolektorový proud. Zmenší se úbytek napětí na R7 a přes dělič R6— R3 současně i napětí báze T1, které je odvozeno právě z emitoru T2. Tím se zmenší kolektorový proud T1 směrem k původní hodnotě. Stabilizace pracuje spolehlivě do teploty nejméně 55°C, která je ostatně horní trvalou pracovní mezí pro elektrické součástky a při rozumném umístění přístroje se v provozu nevyskytuje. Stabilizace působí i na výstupní tranzistor T3, jehož předpětí báze je odvozeno od T2.

### 3.3. Střídavá záporná zpětná vazba

Každý dobrý zesilovač vyžaduje napěťovou či proudovou zápornou zpětnou vazbu, která podstatně zlepšuje všechny jeho vlastnosti. Způsobuje ji část výstupního napětí předzesilovače (tzv. zpětnovazební napětí) přivedená v opačné fázi na vstup, kde působí proti přiváděnému signálu. Signál se pak musí zvětšit právě o velikost přiváděného zpětnovazebního napětí, takže zesilovač je méně citlivý. Tato jediná nevýhoda záporné zpětné vazby nevádí, lze ji snadno vyloučit zvýšením ziskem zesilovače. Přináší zato celou řadu výhod: stejnou měrou, jakou zmenší citlivost, zlepšuje ostatní vlastnosti předzesilovače. Tato míra je tzv. velikost zpětné vazby, kterou vyjadřujeme v decibelech (dB) nebo v absolutních číslech. Záporná zpětná vazba podle své velikosti zlepší zkreslení, frekvenční charakteristiku, vnitřní odpor a udržuje stálý zisk předzesilovače při stárnutí součástek a kolísání napájecího napětí. Náš přístroj má tři dílčí záporné zpětné vazby. V emitorovém sledovači T3 vzniká na pracovním odporu R10 100% ní záporná zpětná vazba, která mu dává požadované příznivé vlastnosti. Podobná slabší vazba vzniká na neblokované části emitorového odporu T1, kterou představuje R14 v sérii s R2, nebo místo obou samotný R1. Tato část emitorového odporu je současně dolním členem děliče hlavního zpětnovazebního napětí, které je sem zavedeno smyčkou přes dva stupně z kolektoru T2. Horním členem děliče jsou odpory R12, R13, R15 a kapacita C8, C9, a C10. Kapacity zanašují svou frekvenční závislost i do zpětné vazby. Podle poměrů ohmických a kapacitních odporů ve smyčce zpětné vazby je rozdílný útlum na různých kmitočtech a vzniká tak žádoucí frekvenční průběh. Výstupní napětí předzesilovače se tedy rozdělí poměrem horní a dolní části zmíněného děliče a jeho žádaná část se uplatní jako zpětnovazební napětí v emitoru T1. Vazba sem zavedená má navíc tu výhodu, že podle vlastní velikosti zvyšuje vstupní impedanci tranzistoru T1, jak to vyžadují zdroje signálu s větším vnitřním odporem.

Potřebný zisk předzesilovače se nastavuje potenciometrem R14. Zpětná vazba je nejsilnější, je-li jeho běžec nahore. Přitom je nejmenší zisk, ale současně nejvyšší vstupní impedance. Při běhu na dolním konci R14 se uplatňuje pouze R2 a zavádí jen základní nutnou zpětnou vazbu. Zisk předzesilovače je nejvyšší a vstupní impedance nejnižší z celého regulačního rozsahu. Takové řízení proměnnou zpětnou vazbou je výhodné, protože přebytečný zisk se nemaří v pasivním regulátoru, ale využívá se ho ve smyčce zpětné vazby. Při větším vstupním signálu je záporná zpětná vazba silnější a udržuje zkreslení stejně nízké jako u malých signálů.

Potenciometr R14 má odpor až do  $330 \Omega$ . Při  $R2 = 10 \Omega$  lze pak citlivost a zisk předzesilovače řídit v širokých mezích od nejvyšší hodnoty  $600 (+ 56 \text{ dB})$  do  $26$  (asi  $+ 26 \text{ dB}$ ). Rozsah regulace je tedy asi  $30 \text{ dB}$  a může být ještě větší zvýšením odporu R14. Hodnotu R14 však volíme zásadně co nejnižší, aby bylo řízení zisku dostatečně jemné při zachovaném regulačním rozsahu. Není-li třeba proměnného zisku zesilovače, nahradíme R2 spolu s R14 jediným pevným odporem R1 vhodné velikosti. Platí přibližná úměra, že každou přidanou desítkou  $\Omega$  na místě R1 klesá max. citlivost předzesilovače asi o  $1 \text{ mV}$ .

Smyčka zpětné vazby z kolektoru T2 přes C7 zatěžuje výstupní obvod T2 a zmenšuje tím dosažitelný zisk v první dvojici asi o  $-3,6 \text{ dB}$  ( $34\%$ ). Je-li třeba využít nejvyššího dosažitelného zisku předzesilovače, lze smyčku zpětné vazby zavést až z emitoru T3, kde se zatížením zisk zmenšuje jen asi o  $-0,4 \text{ dB}$  ( $4\%$ ). Zpětná vazba přes tři stupně však může způsobit nestabilitu předzesilovače, protože běžné ní tranzistory mají poměrně nízkou mezní frekvenci. Zatíží-li se v takovém případě výstup naprázdno i malou kapacitou, vzniknou trvalé oscilace. V tomto uspořádání proto nelze použít korekci typu B s kapacitou C9, která zatěžuje výstup. Korekce typu A, C, D, E a F však dovolují takovou vazbu přes tři stupně. Ohledy vůbec odpadají při použití vš tranzistorů s vysokou mezní frekvencí. V praktickém provozu však zcela vyhoví uspořádání s vazbou z kolektoru T2, i když destička předzesilovače umožňuje obojí způsob připojení zpětné vazby jednoduchou úpravou rozteče vývodů C7.

### 3.4. Korekční obvody

Jsou vestavěny v předzesilovači a podle připojeného zdroje signálu upravují kmitočtový průběh tak, aby frekvenční charakteristika na výstupu byla rovná. Zásadně neslouží k provozní úpravě charakteristiky, tj. k řízení barvy reprodukováného zvuku zdůrazněním nebo potlačením okrajových frekvencí akustického pásma. Takové korekce se výhodně zařadí jako samostatná jednotka do výstupní linky mezi předzesilovačem a výkonový zesilovač, jak bude popsáno ve třetím návodu.

Frekvenční charakteristiku upravují součásti v horním členu děliče zpětnovazebního napětí: R12, R13, R15, C8, C9 a C10. Nikdy se nevykytují všechny pohromadě, ale podle požadovaného frekvenčního průběhu a použití přístroje se zvolí jen některé z nich. Vhodnou volbu součástí uvádí elektrická rozpiska pro všechny základní alternativy A až F.

Jak korekce pracují: Má-li C7 velkou kapacitu okolo  $1 \mu\text{F}$ , má pro tónové frekvence zanedbatelný odpor a neuplatní se proti R12 + R13. Je-li kapacita C7 menší, její odpor na některé slyšitelné frekvenci je srovnatelný s hodnotou R12 + R13. Snižováním frekvence stoupá odpor kapacity C7 a zpětná vazba slábne. Zisk předzesilovače je tak větší na nižších kmitočtech, jak to např. vyžaduje magnetofonová hlava. Podobně pracuje C8 v sérii s R13.

Paralelně k C8 se někdy připojuje odpor R12. Na jedné slyšitelné frekvenci se odpory obou vzájemně rovnají. Odtud směrem k nižším kmitočtům pak přestává vliv C8 a průběh se opět narovnává (viz typ B). Podobně se dohromady uplatňují C9 a R13. Vyžaduje to např. korekce nahrávací charakteristiky gramofonových desek. C9 v předzesilovači typu C odstraní náchylnost k parazitním oscilacím.

U snímání magnetického nebo světelného záznamu je třeba zdůraznit i vyšší frekvence. Proto je tu kapacita C10, připojená na odbočku zpětnovazebního odporu R12 + R13. Odfiltruje ze zpětnovazební smyčky vyšší frekvence od tohoto kmitočtu, na němž se odpor C10 rovná paralelně spojeným R12 a R13 ( $C10 = R12//R13$ ). Účinek C10 a tedy zdůraznění výšek lze zeslabit proměnným odporem R15, přetáčí-li se jeho běžec z levé krajní polohy ( $R15 = 0$ ) do pravé, kde je odpor R15 největší ( $R15 = \text{max.}$ ) a zdůraznění výšek malé. Výškovou korekci je možno také úplně vyřadit, upraví-li se v této koncové poloze výjezd pro běžec, který přeruší jeho dotek s odporovou drahou ( $R15 = \infty$ ). Není-li třeba měnit zdůraznění výšek, R15 se vypustí a C10 se propojí přímo se zemí krátkou drátěnou spojkou v destičce předzesilovače.



### 3.5. Předzesilovač pro různé zdroje signálů

Rozebrání elektrických součástek u základního zapojení na obr. 1 udává ve sloupcích seznam a hodnoty součástek v každém ze šesti základních typů předzesilovače A až F. Další popis uvádí jejich hlavní znaky. Frekvenční průběhy podle obr. 2 vyhovují buď příslušným normám nebo praktické potřebě, nejsou-li jiné předpisy. V předzesilovači se jich dosahuje časovými konstantami RC, které jsou součinem hodnot vzájemně spojené dvojice odporu s kapacitou v obvodu zpětné vazby.

#### TYP A

Vhodný pro zdroje signálu s rovným frekvenčním průběhem, např. mikrofon, diódový výstup přijímače, krystalovou přenosku naprázdno, případně nakrátko s vlastní korekcí (viz odd. 9. 1.).

Frekvenční charakteristika rovná, ze smyčky zpětné vazby odpadají frekvenčně závislé členy C8, C9 a C10.

#### TYP B

Vhodný pro reprodukci dlouhohrajících gramofonových desek, nahraných charakteristikou New Orthophonic (RIAA), rychlostní přenoskou, tj. magnetickou, magnetodynamickou či krystalovou nakrátko.

Této charakteristiky používají všichni světoví výrobci u nových desek zvláště u stereoformních. Časové konstanty:

3180  $\mu\text{sec}$  . . . . R12 . C8, působí od 50 Hz

318  $\mu\text{sec}$  . . . . R13 . C8, působí od 500 Hz

75  $\mu\text{sec}$  . . . . R13 . C9, působí od 2130 Hz

Použitím praktických hodnot součástek z normalizované řady E 12 vzniknou zanedbatelné rozdíly od teoretických hodnot.

#### TYP C

Vhodný pro snímání magnetofonovou hlavu na pásku při rychlosti 19 cm/sec, nebo na úzkém filmu 16 mm s magnetickou zvukovou stopou. Charakteristika podle CCIR je použita v moderních magnetofonech a v zařízeních Čs. filmu s magnetickým zvukem. Časová konstanta

100  $\mu\text{sec}$  . . . . (R12 + R13) . C7, působí od 1600 Hz.

Korekce výšek není normou předepsána a volí se podle jakosti snímání hlavy. Vhodná časová konstanta při střední jakosti

65  $\mu\text{sec}$  . . . . (R12//R13) . C10, působí od 2500 Hz.

Při kvalitnější hlavě se kapacita C10 zmenší.

#### TYP D

Vhodný pro snímání magnetofonovou hlavou při rychlosti pásku 38 a 76 cm/sec. nebo na širokém zvukovém filmu 35 mm s magnetickou stopou při rychlosti 46 cm/sec. Charakteristika podle CCIR je použita v moderních magnetofonech a v zařízeních Čs. filmu s magnetickým zvukem. Časová konstanta

35  $\mu\text{sec}$  . . . . (R12 + R13) . C7, působí od 4500 Hz.

Korekce výšek není normou předepsána a volí se podle jakosti snímání hlavy. Vhodná časová konstanta při střední jakosti

25  $\mu\text{sec}$  . . . . (R12//R13) . C10, působí od 6800 Hz.

Při kvalitnější hlavě se kapacita C10 zmenší.

#### TYP E

Vhodný pro křemíkovou, germaniovou či vakuovou fotonku při snímání světelného záznamu na 16 mm úzkém filmu.

Korekce výšek není předepsána a volí se podle jakosti budiče. Vhodná časová konstanta pro většínu případů

35  $\mu\text{sec}$  . . . . (R12//R13) . C10, působí od 4500 Hz.

## TYP F

Vhodný pro křemíkovou, germaniovou či vakuovou fotonku při snímání světelného záznamu zvuku na širokém 35 mm filmu.

Korekce výšek není předepsána a volí se podle jakosti budiče. Vhodná časová konstanta pro většinu případů

25  $\mu\text{sec}$  . . . . . ( $R_{12}/R_{13}$ ) . C10, působí od 6800 Hz.

Podle uvedených příkladů lze snadno upravit předzesilovač pro další zdroje signálu s jakýmkoliv výstupním napětím a frekvenčním průběhem, které by se vyskytly v praxi. Aby korekce pracovaly uspokojivě, musí mít záporná zpětná vazba ve smyčce přes C7 velikost nejméně 10 (20 dB). Protože navíc samotná smyčka zpětné vazby zatížením kolektoru T2 snižuje zisk o  $-3,6$  dB, musí být zisk předzesilovače při rozpojené smyčce zpětné vazby (C7 přerušen) celkem asi o 24 dB vyšší ( $16\times$ ), než při zapojené zpětné vazbě. To lze v praxi snadno dodržet, použijí-li se na T1 a zvláště pak na T2 tranzistory aspoň s průměrným proudovým zesilovacím činitelem  $\beta$ . U předzesilovačů typu C a D se většinou využívá plného zisku. Aby se ještě zvětšila jeho rezerva pro smyčku zpětné vazby, osazuje se druhý stupeň T2 tranzistorem s vysokým ziskem, např. 107 NU70, jehož zesílení se tu nejvíce uplatní. Pro první stupeň T1 se hodí tranzistory hlavně s nízkým šumovým číslem pod 10 dB, a na posledním stupni T3 stačí prakticky každý fungující kus.

Šum tranzistorového předzesilovače je závislý hlavně na vnitřním odporu zdroje signálu, který je připojen na vstupu. Užíváme-li plného zisku, má být odpor zdroje v okolí 1000  $\Omega$  nebo méně, aby byl co nejmenší rušivý šum na výstupu. Podmínku splňují všechny běžné zdroje signálu, např. mgf hlavy, mikrofony, magnetické přenosky apod. Jinak si lze pomoci paralelním odporem, např. u křemíkové fotonky nebo krystalové přenosky. Optimální hodnota s ohledem na šum a signál ze zdroje se zjistí pokusem.

### 3.6. Předzesilovač osazený jen dvěma tranzistory

Poslední tranzistor T3 nezesiluje a slouží jen jako transformátor impedance (viz odd. 3.1.), aby bylo možno zatěžovat výstupní obvod předzesilovače malým odporem nebo připojovat nestíněné linky. Používáme-li v lince mezi předzesilovačem a výkonovým zesilovačem regulátor hlasitosti nebo frekvenční charakteristiky, může mít malý odpor okolo 600  $\Omega$ . Pracuje-li předzesilovač do vysokého vstupního odporu, např. elektronkového zesilovače, přijímače či vysokohmového regulátoru od 20 k $\Omega$  výše, ztrácí tranzistor T3 částečně svůj význam a lze ho vypustit včetně emitorového odporu R10. Výstupní kapacita C5 se spojí přímo s kolektorem T2 vzájemným propojením emitorové a báze svorky po tranzistoru T3. Tato úprava sice nepřináší technický zisk, ale ušetří náklady na jeden tranzistor.

### 3.7. Napájecí a filtrační obvod

Použité tranzistory NPN mají na kolektoru kladné, na emitoru záporné napětí, které je současně i nulovým (zemním) potenciálem předzesilovače. Je to podobné známému pólování elektronek. Kladné napětí jde přes doteky 6 — 7 a přes filtrační odpor R11 na kolektor T3, který je blokován proti zemi kapacitou C6 a je tedy pro střídavá napětí uzemněn. T3 tak pracuje se společným (uzemněným) kolektorem. Přes další filtr R9 a C2 odebírají své kolektorové proudy tranzistory T1 a T2. Filtrační řetěz je bohatý a kromě filtračního účinku při napájení ze síťového zdroje má zabránit nežádoucím kladným zpětným vazbám přes zdroj. Takové vazby vznikají zvláště při společném napájení předzesilovače s výkonovým zesilovačem a projevují se obvykle pomalými kmity (tzv. motorováním) nebo rozhoupáním napájecího napětí. Předzesilovač se má proto napájet odděleně, zvláště pracuje-li výkonový zesilovač ve třídě B a jeho odběr ze zdroje značně kolísá podle síly signálu.

Napájecí napětí předzesilovače musí být nejméně dvanáctkrát větší než největší výstupní signál, který chceme odebírat na zátěži 600  $\Omega$ . Vyšší napájecí napětí vždy zlep-

šuje tepelnou stabilitu a zkreslení signálu. Horní hranice je však dána největším dovoleným závěrným napětím kolektor — emitor  $U_{ce}$  každého tranzistoru. Předepsané tranzistory umožňují použít zdroje až 22,5 V, u jiných typů se najde dovolené napětí  $U_{ce}$  v každém katalogu. Napětí okolo 15 V však postačí pro všechny případy. Jeho velikost prakticky vůbec neovlivňuje zisk a ostatní vlastnosti předzesilovače, ale určuje hlavně největší dosažitelný rozkmit signálu na výstupu. Výhodou stálého zisku tu přináší použitá silná záporná zpětná vazba. Předzesilovač odebírá ze zdroje o napětí 22,5 V proud asi 7,8 mA a při nižším napájecím napětí se proud úměrně zmenšuje. Spotřeba je nepatrná a přístroj lze tedy trvale napájet i z baterií. Při opačné polaritě napájecího zdroje (např. omylem) předzesilovač nepracuje a tranzistory jsou chráněny proti poškození poměrně velkými odpory v kolektorech a emitorech.

## 4. PŘEDZESILOVAČ TW 3306 VE SKUTEČNOSTI

### 4.1. Konstrukce

Tranzistory na rozdíl od elektronek umožňují důslednou miniaturizaci (zmenšování) přístrojů. Na čs. trhu jsou i vhodné miniaturní součástky a všem zájemcům je také přístupná moderní technologie plošných spojů. Tyto tři okolnosti umožňují postavit předzesilovač malých rozměrů a příhodného tvaru pro vestavění, jak ukazují fotografie.

Celý přístroj nese základní destička ze skelného laminátu či jiného izolantu síly 1,5 mm. Na spodní straně desky je spojový obrazec vytvořený lentáním u původně souvislé měděné fólie. Svrchu jsou uloženy všechny součástky a jejich zahnuté vývody procházejí děrami v destičce na spodní stranu. Zde jsou vhodně zahnuty, zkráceny a připájeny k fóliovým spojům, které je vzájemně elektricky propojí bez obvyklého zapojování drátem. Přívody napájecího napětí vstupu a výstupu jsou vyvedeny na zúžené dotekové pole na kraji destičky. Zde tvoří čtyři malé dotekové plošky, které po zasunutí přístroje do speciální zásuvky dolehnou na pružná doteková péra a propojí vnější obvody s předzesilovačem. Tím odpadá dříve běžná doteková nožová vidlice. Uvedené spojení vhoduje i při náročném provozu. Pro zvýšení trvanlivosti lze dotekové plošky galvanicky pokovit. Výhodné je rodiování, které mnohonásobně snižuje otěr doteků. Pro běžné použití to však není nutné. Samotná péra v zásuvce mají kromě toho šestinásobný dotek v každém přívodu a samočisticí schopnost. Předzesilovač lze připojit i bez zásuvky, připojíme-li vnější přívody přímo k příslušným pájecím bodům pod destičkou. Nepájíme však nikdy na dotekové plošky, které se tím znehodnotí a znemožní pozdější připojení předzesilovače do zásuvky. Samotná destička je velká 1,5 × 70 × 225 mm. Zúžené dotekové pole dlouhé 15 a široké 53 mm obsahuje celkem 13 možných dotekových plošek šíře 2,5 mm se vzájemnou roztečí 4 mm. Neotřebné doteky lze vynechat a zdvojnásobit vzájemně spojit, jak je to v našem případě. Uspořádání doteků a zásuvky odpovídá mezinárodním doporučením a připravované normě.

Tranzistory se nepájejí přímo do destiček, ale jsou zasunuty do zvláštních držáček a lze je vyměňovat bez pájení jako elektronky. Držáčky jsou vytvořeny užitečnými pájecími očky ZAA 060 01, která jsou zaražena do děr v destičce a přinášena vesnod k fólii. Na očkách jsou těsně natlačeny krátké izolační trubičky z PVC. Předem zahnuté vývody tranzistorů (v délce asi 10 mm a s poloměrem 0,5 mm) se ohybem napřed zasunou do trubiček. Pružná trubička pevně přitlačí zahnutý vývod ke stříbřenému povrchu očka a vytvoří tak spolehlivý dvojíтый kontakt, obdobný styku elektronkové nožičky v objímce. Pájecí očka se hodí také pro upevnění jiných součástek na destičku, zvláště těch, které nejsou upraveny pro plošné spoje. Zde je to např. drátový potenciometr R14 pro řízení zisku, jehož ploché a vhodně zahnuté vývody jsou přinášeny ke trojici těchto oček. Potenciometr je svou maticí přitažen do plechového držáku tvaru L, který je přinýtován na kraji desky.

Kromě elektrických součástek obsahuje předzesilovač jen pět dílů a zkušený pracovník je sestaví dohromady za půl hodiny i s pájením. Nezkušený nemusí spěchat a udělá

to za dvě až tři hodiny. Zvolený tvar destičky vyhovuje stavebnicovému určení předzesilovače a ostatních přístrojů soupravy TRANSIWATT. Hodí se pro zasouvání do plechového pouzdra i k samostatnému upevnění podle potřeby (viz odd. 9.).

#### 4.2. Stavíme-li předzesilovač podle vlastních představ

Při stavbě odlišné od obrázků je třeba dodržet několik základních pravidel. Mechanické uspořádání součástek musí být volné a přehledné, aby se vyloučily zkraty ohrožující tranzistory a zdroj. Kovové kostry jsou nevhodné pro tranzistorovou techniku. Nejlepším prostředkem pro drátové zapojování jsou izolační desky se zaraženými pájecími očky pro upevnění součástek. Uspořádání součástí není závazné, ale lze si vzít příklad z navrženého rozložení v příloze. Nejlepším vodičkem pro nezkušené amatéry je však návod. Zkušeni zájemci mohou pochopitelně snadno experimentovat a předzesilovač ještě zmenšit, je-li to potřebné jejich záměrům. Přístroj není náchylný k parazitním vazbám a použijeme-li menších speciálních součástek, dá se zmenšit na rozměr cigaretového pouzdra. Aby se předešlo nežádoucímu kmitání, je třeba vždy zachovat nezbytnou vzdálenost vstupu a výstupu.

### 5. ROZPISKA MECHANICKÝCH DÍLŮ PŘEDZESILOVAČE TW 3306

Díl	Množství	Označení	Výkres
1.	1 ks	základní spojová deska 610221 (600913)	+
2.	15 ks	pájecí očko pro plošné spoje ZAA 060 01	+
3.	1 ks	držák potenciometru	+
4.	1 ks	trubkový nýt $\varnothing 3 \times 4$ ČSN 02 2380.13	—
5.	9 ks	trubička PVC $\varnothing 2/3 \times 9$	+
6.	3 g	měkká pájka $\varnothing 2$ ČSN 42 8765 — 42 3655	—
R, C, T		viz rozpiska elektrických dílů a odd. 5. 1.	

#### 5.1. Elektrické součástky předzesilovače a jejich vhodné náhrady

Součástky v rozpisce jsou uvedeny zavedenými znaky TESLA. TR značí odpor, TC kondenzátor, WN potenciometr apod. Trojčíslí za tímto znakem udává typ. Např. 114 u odporu značí moderní typ se souosými vývody pro max. zatížení 0,25 W, 904 u kondenzátoru značí elektrolyt na 30 V, 903 na 12 V atd. Na konci znaku je číslo, někdy doplněné písmenem, které udává hodnotu odporu v ohmech ( $\Omega$ ) nebo kondenzátoru v pikofaradech (pF). Písmeno značí násobitel čísla: k značí 1000 (kilo), M značí 1 000 000 (mega). M nebo k bývají také uprostřed čísla a zastupují desetinnou čárku. Je-li písmeno M na začátku (např. M47), značí nulu a desetinnou čárku za ní.

Např. 10k u odporu značí  $10 \text{ k}\Omega = 10\,000 \Omega$ , u kondenzátoru 10 000 pF. Podobně 4k7 = 4,7 k $\Omega$  nebo 4 700 pF. 1M = 1M $\Omega$  nebo 1  $\mu\text{F}$ , M22 = 220 k $\Omega$  nebo 0,22  $\mu\text{F}$ , vždy podle toho, zda jde o odpor [TR] nebo kondenzátor [TC]. Tyto zkrácené a velmi praktické znaky jsou zavedeny v průmyslu i v obchodě. Ušetří mnoho času a přes obvyklé potíže při seznamování s nimi je užitečné si na ně co nejrychleji zvyknout. Bližší údaje uvádí katalog součástek TESLA Lanškroun, nebo Technická kartotéka, list 0001.

Elektrické součástky koupíme podle vybraného typu předzesilovače v elektrické rozpisce. Hodnoty součástek jsou uvedeny v nové normalizované číselné řadě E12 podle katalogu výrobce TESLA Lanškroun. Lze je nahradit hodnotami ze staré řady R10, pokud vzniklé odchylky nepřekročí 13 až 15%. Odpory uvedené v rozpisce jsou nejnovější typy TR 114 se souosými vývody pro zatížení 0,25 W, vhodné zvláště pro plošné

spoje. Lze použít jakýchkoliv jiných malých odporů, např. miniaturních TR 113, 112, 111 či 110, nebo nejlépe nejběžnějších TR 101 pro zatížení 0,25 Wse stranovými vývody. Odporů pracujících s nepatrnými zatíženími, takže wattová hodnota nerozhoduje. Stavíme-li přístroj na uvedenou destičku, nelze použít rozměrově větších odporů. Potenciometr WN 690 01 je možno nahradit typem WN 690 00, který má hřídelku 23 mm místo zářezu pro šroubovák. Hřídelku odřízneme 11mm od tělíska potenciometru, řez pečlivě ohladíme a vyřízneme 1,8 mm hlubokou drážku pro šroubovák. Na R14 lze použít i méně robustních potenciometrových trimrů WN 790 25 až 30, jejichž vývody se vhodně upraví pro pájení na očka v desce. Držák díl 3 v tom případě odpadá. V elektrolytech lze C1 a C5 nahradit typy až s 5× menší hodnotou kapacity. C2, C3, C4, C6 a C7 mohou být 2× menší. Beze všeho lze použít všude elektrolytů větších kapacit, vyhoví-li jejich rozměry a provozní napětí. Svitkové kondenzátory C8, C9 a C10 musí mít uvedené hodnoty kapacity, jinak nedocílíme správného frekvenčního průběhu korekcí. Tyto tři kapacity spolu s odpory R12 a R13 doporučujeme zkontrolovat předem na můstku, zvláště stavějí-li se dva stejné zesilovače pro stereofonní reprodukci. Má-li se dosáhnout shodných vlastností obou kanálů, nemají se součástky na stejných místech korekcí v obou zesilovačích lišit vzájemně více než o 5 až 10%. Místo svitkových kondenzátorů uvedených v rozpisce lze použít i jiných typů stejné hodnoty, nejlépe opět z řady TC 151 . . . , 161, 171 či 181 a dále, s kulatým nebo hranatým tělískem z plastické hmoty. Na provozní napětí nezáleží, vyhovuje-li velikost.

Tranzistory T1 a T2 lze beze změny součástek nahradit jakýmkoliv typy NPN, např. 103NU70, 104NU70, v nouzi 102NU70 nebo i 101NU70. Poslední dva mají malé  $\beta$  a platí pro ně výhrady uvedené v odd. 3.5. Na T3 se hodí každý typ NPN. Na všech místech pracují dobře i vř tranzistory 152 až 156NU70. Předzesilovač lze celý postavit i s tranzistorem opačného typu PNP, změníme-li polaritu zdroje a všech elektrolytických kondenzátorů. Vhodné typy 3NU70, 2NU70 a 1NU70 se už nevyrábějí a budou postupně nahrazeny moderními čs. typy 0C70, 0C71 a 0C75. Zásadně je možno použít jakýchkoliv dobrých tranzistorů s kolektorovou ztrátou od nejnižších hodnot až do 165 mW. Hodí se také všechny zahraniční výrobky, které bývají nejčastěji typu PNP. Pokud jsou v pořádku, pracují v navrženém zapojení všechny uspokojivě. Nepracuje-li jinak bezvadný předzesilovač s některým tranzistorem, je to určitě vadný tranzistor.

## 5.2. Mechanické díly předzesilovače a jejich vhodné náhrady

Rozpiska mechanických dílů má jen šest položek. Základní spojovací deska díl 1, vyrobená technikou plošných spojů, je hlavní částí předzesilovače. Nekoupí-li ji zájemci hotovou, mohou ji beze všeho nahradit podobnou deskou z některého termosetu, tj. materiálu neměkknoucího teplem. Je to např. tvrzený papír (pertainax), tvrzená tkanina (novotext), skelný laminát apod. Termoplasty měknoucí teplem, např. PVC (novodur), Umaplex (plexiglas) apod. jsou pro desku s pájecími místy nepoužitelné. Deska se ořízne a vyvrtá stejně jako pro plošné spoje. Na spodní stranu desky, kde chybějí plošné spoje, nakreslíme tužkou správné propojení podle spojového obrazce v příloze a velmi pečlivě zkontrolujeme správnost. Zarazíme pájecí očka díl 2 a zasadíme součástky podle popisu. Jejich zahnuté a zkrácené vývody vzájemně propojíme pod deskou holým drátem asi 0,8 mm tak, jak jsme si předem naznačili tužkou. Dotekové pole samozřejmě vynecháme, ale lze je také vyrobit, přilepíme-li doteky vystrížené z měděné fólie na zdrsňený povrch desky Dentacrylem či podobným pryskyřičným pojídlem. Po uvedení přístroje do chodu se povrch desky se spoji zalije asi 2 mm vrstvou parafinu, aby se spoje mechanicky zajistily. Po elektrické stránce je výsledek úplně rovnocenný plošným spojům. Práce je však zdlouhavá a málo vzhledná. Protože jsou plošné spoje každému přístupné, doporučujeme je bezvýhradně.

Ocelový plech 0,8 na dílu 3 lze nahradit jakýmkoliv jiným plechem a povrchové zinkování černěním, mořením, lakováním i jinak. Místo nýtu díl 4 se hodí šroubek M3 s maticí. Izolační trubička díl 5 může být i ze slabší špagety, nahřeje-li se mírně před navléknutím na očko. Předepsaná očka díl 2 můžeme v malém množství snadno vyrobit,

nepodaří-li se koupit je hotová. Vynilujeme je z mosazného plechu 0,8 mm bez postranních zářezů a dřív. Pájecíkou povrch očisťujeme a dokonale očistíme. Získáme prakticky rovnocennou náhradu oček ZAA 060 01.

Až budou dosažitelné nové speciální drátové potenciometry TESLA pro plošné spoje TP 680 11 a držáky CA 683 100, nahradí se jimi dosavadní R14, R15 a držák díl 3. Tím odpadnou 3 až 6 ks oček díl 2 a nýt díl 4. Nová destička díl 1 vyr. číslo 106221 je už připravena pro tyto moderní součástky.

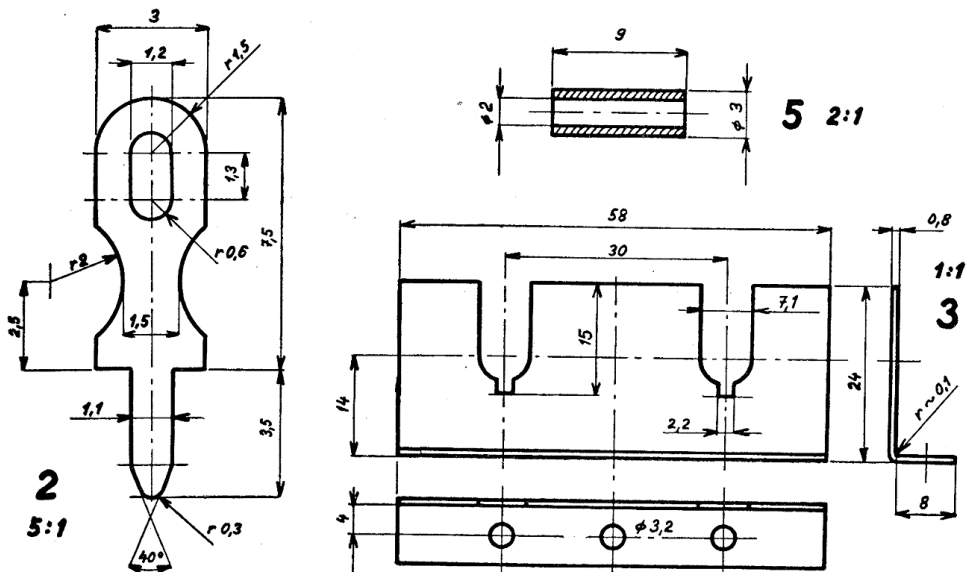
*Tyto neobvykle podrobné řádky o náhradě předepsaných dílů mají pomoci hlavně nezkoušeným amatérům, kteří mívají potíže při nákupu uvedených druhů.*

## 6. VÝROBA DÍLŮ A SESTAV PRO PŘEDZESILOVAČ NA PLOŠNÝCH SPOJÍCH

Základní spojovou desku díl 1 vyrobíme technikou plošných spojů. Nejlépe je ovšem koupit destičku hotovou a opracovat ji podle návodu v příloze.

Do oříznuté, zkontrolované a nalakované destičky se vyvrtají všechny naznačené otvory ve fólii ostrým vrtákem přesného průměru 1,1 mm, který je třeba dodržet. Ve větších dírách nedrží pájecí očka, do menších zase nejdou zarazit. Vrtačka musí mít vysoké otáčky. Díru pro držák potenciometrů převrtáme na  $\varnothing 3,2$  mm. Po řádné kontrole je destička připravena pro konečnou sestavu.

Držák potenciometrů díl 3 lze i bez stolních nůžek a ohýbačky vystříhnout z měkkého ocelového plechu 0,8 mm ručními nůžkami a ohnout ve svěráku, nebo lépe v přípravku. Kládívem zásadně netlučeme do plechu, ale do přiložené kovové destičky. Po kontrole rozměrů držák zinkujeme a chromátujeme, případně upravíme jinak podle odd. 4.3. Trubičky díl 5 nastříháme nejlépe ve vhodném přípravku, aby všechny byly stejné. Izolační trubička PVC vnitřního  $\varnothing 2$  mm je běžně na trhu. Předepsaná pájecí očka se vyrobí podle odd. 4.3., nekoupíme-li je hotová.



Obr. 3

## 7. CELKOVÁ SESTAVA PŘEDZESILOVAČE TW 3306

Do označených děr (příloha) zarazíme pájecí očka díl 2 plochými kleštěmi či jedno-  
duchým přípravkem, rovina oček má být napříč k délce destičky. Celkem jich bude  
6, 9, 12 nebo 15 kusů, podle toho, zda ve zvoleném typu předzesilovače použijeme tři  
či dvou tranzistorů a potenciometrů R15 nebo R14. Elektrické součástky upravíme  
podle podrobného popisu v příloze, zasadíme do desky podle obrázků a připájíme je. Pozor  
na správné usazení C9, které je v příslušné dvojici děr více vpravo než C10! Popis práce  
v příloze je univerzální a platí všeobecně pro práci s plošnými spoji. Osazenou destičku  
pečlivě zkontrolujeme. Nýtem díl 4 přinýtujeme k destičce držák díl 3. Krajiné vývody  
potenciometrů R14, resp. R15, zahneme do stran a střední vývod o 4 mm dozadu tak,  
že zasadíme-li je do zářezů v držáku, vývody se dotýkají pájecích oček a lze je k nim  
připájet. Potenciometry přitáhneme pak maticemi k držáku. Okraj nýtu pod destičkou  
připájíme k zemnímu fóliovému spoji. Držák, nýt i potenciometry odpadnou, použijeme-  
li nejnedoduššího zapojení bez regulace zisku nebo výšek a R14 spolu s R2 nahra-  
díme prostým odporem R1 vhodné hodnoty podle odd. 3.3.

Na pájecí očka tranzistorů natlačíme trubičky díl 5. Vývody tranzistorů upravíme  
podle odd. 4.1. a zasuneme je zahnutými vývody do trubiček. Mimořádnou pozornost  
věnujeme správné polaritě tranzistorů. Aby nedocházelo k omylům, jsou držičky tran-  
zistorů rozestaveny podobně jako jejich vývody. Střední vývod z trojice je vždy báze,  
blížejší emitor a vzdálenější kolektor, který je u čs. tranzistorů navíc označen červenou  
značkou. Zasazené tranzistory ohneme podle obrázků tak, že jejich tělíska leží rovno-  
běžně s deskou ve výši asi 15 mm.

Tím je předzesilovač hotov. Po nové celkové důkladné kontrole ho můžeme uvést  
do chodu. Po ověření v provozu nezapomeneme připájet tranzistory na očka.

## 8. JAK SE PŘEDZESILOVAČ MĚŘÍ A UVEDE DO CHODU

### 8.1. Máme-li měřicí přístroje

Na vývody pro zdroj připojíme plochou baterii 4,5 V. Stejnoseměrným voltmetrem  
se zanedbatelnou spotřebou měříme napětí na elektrodách tranzistorů podle obr. 1. Změ-  
řené hodnoty budou úměrně nižší, podobně jako naše zkušební napětí 4,5 V proti 22,5 V  
ve schématu. K měření se hodí každý elektronkový ss voltmetr, podobný tranzistorový  
přístroj nebo nový AVOMET II s vnitřním odporem od 50 k $\Omega$ /1 V výše. Staré Avometry  
a podobná měřidla mají pro tranzistorovou techniku příliš velkou spotřebu. Nelze jimi  
měřit např. napětí báze proti emitoru, které je ukazatelem správné funkce tranzistoru.  
Ostatní napětí sice můžeme měřit, výsledky jsou však zesílené značnou spotřebou  
měřidla. Je-li vše v pořádku, můžeme postupně zvýšit napíjecí napětí na 22,5 V, kdy  
zkontrolujeme souhlas napětí se schématem. Pozor, abychom nepřekročili dovolenou  
hodnotu  $U_{ce}$  při odlišných tranzistorech!

Pak připojíme k výstupu předzesilovače elektronkový milivoltmetr s rozsahem 3 V  
a osciloskop. Na vstup přivedeme z nf generátoru signál 1 kHz — 1 mV. Na první pohled  
vidíme, zda přístroj pracuje. Vyzkoušíme činnost regulátorů a nakonec změříme všechny  
vlastnosti předzesilovače podle tabulky v odd. 2 a popisu v odd. 3.

### 8.2. Nemáme-li měřidla ani zkušenosti

O to pečlivěji musíme pracovat při stavbě a několikanásobně důkladně kontrolujeme  
svou práci. Žádoucí je odborná pomoc zkušenějšího přítele. Na výstup připojíme sluchát-  
ka, regulátor R14 dáme naplněno (vpravo, ve směru hodinových ručiček) a připojíme plo-

chou baterii 4,5 V. Navlhčeným prstem se dotkne vstředního přívodu na C1. Jsme-li blízko světelné sítě, ozve se nám ve sluchátkách brčení. Jinak uslyšíme případně lupání, šumot a pískání, když je ovšem zesilovač v pořádku. Na vstup pak připojíme krystalku, mikrofon, přenosku či jiný zdroj signálu podle popisu v oddíle 3 nebo 9 a zjišťujeme nezakreslený signál na výstupu. Místo sluchatek se hodí i díl rozhlasového přijímače připojený přes zátěrky pro přenosku, chceme-li uvedené zvukové projevy slyšet hlasitě. Pracuje-li předzesilovač uspokojivě, zvýšíme postupně napětí zdroje na dovolenou pracovní hodnotu.

### 8.3. Nejde-li předzesilovač uvést do chodu

Máme-li měřidla, hledáme chybu měřením příslušných napětí. Nesouhlas ukáže místo chyby, kterou objevíme a opravíme. V jeanoouchém přístroji při troše pečlivosti nemohou být zavažné chyby. Součásti raději prekontrolujeme před použitím.

Bez technických prostředků se chyby hledají hůře. Doporučujeme především důkladnou kontrolu správných hodnot a umístění součástek. Tranzistory lze změřit podle dostupných pramenů i primitivními prostředky. Nemáme-li ani tuto možnost, zkusíme tranzistor jeden po druhém na místě T1 a hledáme sluchátky, připojenými přes kapacitu asi 1 až 5  $\mu\text{F}$ , signál na jeho kolektoru. Pak přidáme postupně druhý a třetí stupeň. Klíč-li předzesilovač, nedosáhneme ničeho změnami hodnot nebo vzájemného propojení součástek, jak to nezkoušení rádi dělají. Hodnoty vyhovují všem běžným tranzistorům a není je třeba měnit. Máme-li také všechny tranzistory nové v záručním balení, je nepravděpodobné, aby byly všechny tři vadné. Trpělivou kontrolou odstraníme dříve či později příčinu závady, nahradíme-li klidem chybějící zkušenosti a přístroje.

## 9. NÁMĚTY K POUŽITÍ PŘEDZESILOVAČE TW 3306

Přístroj umožní řešit téměř všechny úkoly v elektroakustice, kde jde o zesílení slabého signálu na vhodnou úroveň pro vykonový zesilovač nebo linku. Uvedeme několik základních příkladů.

### 9.1. Předzesilovač pro gramofonní přenosku

Běžné krystalové přenosky pro dlouhohrající desky dávají dostatečný signál pro využití gramofonového vstupu rozhlasového přijímače. Milovníky dobré reprodukované hudby však jakost přednosu obvykle neuspokojuje a pořizují si zvláštní zesilovací soupravy, elektricky a akusticky podstatně lépe vyřešené než běžné přijímače. Obvyklé krystalové přenosky o kapacitě okolo 1000 pF jsou příliš zatíženy vstupním odporem přijímače (asi 0,5 M $\Omega$ ) a v přednesu ubývají hluboké tóny. Máme-li však předzesilovač s vysokým ziskem, lze k němu krystalovou přenosku připojit účelněji a vytežit z ní vše, co je vůbec schopna odevzdat. Na rozdíl od běžného zapojení naprázdno, kdy pracuje do vysokého zatěžovacího odporu, připojíme ji tentokrát nakrátko. Zatěžovací odpor je mnohem menší (řádů k $\Omega$ ) a frekvenční charakteristika se podobá rychlostní přenosce, např. magnetické. Napětí signálu klesá od vysokých frekvencí k nízkým se směrníci 6 dB na oktavu (signál klesne na polovinu při dvojnásobném snížení frekvence). Zatěžovací odpor přenosky volíme od 10 k $\Omega$  dolů tak, aby její signál ještě stačil plně vybudit předzesilovač. Volíme zapojení typu B, které se však zvláště dobře hodí pro magnetickou nebo magnetodynamickou rychlostní přenosku.

Výsledek lze přiblížit skutečné rychlostní přenosce ještě opravným obvodem RC (1 k $\Omega$  v sérii se 47 000 pF), který připojíme paralelně k zatěžovacímu odporu (asi 4k7) krystalové přenosky nakrátko. Zlepší se tím přednes nízkých tónů. Hodnoty obvodu lze podle potřeby přizpůsobit nebo vyhledat také zkusmo.

Ke krystalové přenosce můžeme zvolit i základní typ předzesilovače bez korekci s lineárním frekvenčním průběhem, zapojíme-li paralelně k přenosce a k jejímu zatěžovacímu odporu ještě kapacitu okolo 0,1  $\mu\text{F}$ . Zásadně platí, že charakteristika krystalové



přenosky zůstane stejná, pracuje-li do RC obvodu se stejnou časovou konstantou (stejný součin hodnot), ať je vzájemný poměr  $R : C$  jakýkoliv. Např. běžná krystalová přenoska Supraphon s kapacitou asi 1000 pF při 20°C má pracovat do odporu nejméně 1 M $\Omega$ , má-li uspokojivě přenášet hluboké tóny. 1 M $\Omega$  a 1000 pF představují časovou konstantu  $RC = 10^6 \cdot 10^{-9} = 10^{-3}$  tj. 1 milisekunda, které stejně dosáhneme např. odporem 4,7 k $\Omega$  s paralelní kapacitou 0,22  $\mu$ F, nebo 10 k $\Omega$ //0,1  $\mu$ F. Výstupní napětí přenosky tím 100 až 200 $\times$  poklesne a je asi 1 až 4 mV při zachované rovné frekvenční charakteristice. Malý signál nám však nevádí, předzesilovač má dostatečně vysoký zisk a navíc získáme cenné výhody zapojení nakrátko, o něco se sníží vlastní zkresení krystalové přenosky (zvláště intermodulací) a značně se utlumí její vlastní rezonance. Výsledný frekvenční průběh má menší zvlnění než v zapojení naprázdno. Nízká impedance na vstupu citlivého zesilovače vylučuje navíc kapacitní brčení a umožňuje tak lepší odstup rušivého napětí. Proto se zapojení nakrátko hodí zvláště pro tranzistorové zesilovače, které už samy mívají lepší odstup než citlivé předzesilovače s elektronkami.

Zapojení přenosky nakrátko s paralelní kapacitou použijeme, jestliže v budoucnu nebudeme chtít připojit rychlostní přenosku (u nás se zatím nevyrábějí). K předzesilovači s rovným frekvenčním průběhem můžeme také snadno připojit přes vhodný přepínač i jiné zdroje signálu, např. rozhlas, televizní zvuk, mikrofon, magnetofon apod. Rozdíly v úrovni výstupního signálu těchto zdrojů se nastaví jednoduchými potenciometry. Celé uspořádání uvádí obr. 4.

U nových krystalových přenosků TESLA pro jednokanálovou i stereo fonní reprodukci se udává při pokojové teplotě kapacita krystalu asi 2000 pF. Paralelní obvod RC bude mít tedy kapacitu asi 2 $\times$  větší a časovou konstantu 2 msec. S odporem je vhodné jít co nejnižší, pokud stačí signál. Je-li pod 1000  $\Omega$ , předzesilovač nejméně šumí. Nejlepší uspořádání najdeme měřením nebo prostým pokusem a poslechem.

Často se vyskytuje ještě první čs. magnetická přenoska Supraphon PS 16 pro dlouhohrající desky. Přirozeně má dolů klesající frekvenční průběh rychlostní přenosky a reprodukce přes běžné přijímače je nevalná, i když se združazují hloubky u některých z nich. Tyto přenosky lze bez transformátoru připojit k předzesilovači typu B, s nímž dávají na dlouhohrajících deskách podstatně lepší výsledky.

## 9.2. Předzesilovač pro ostatní zdroje signálu

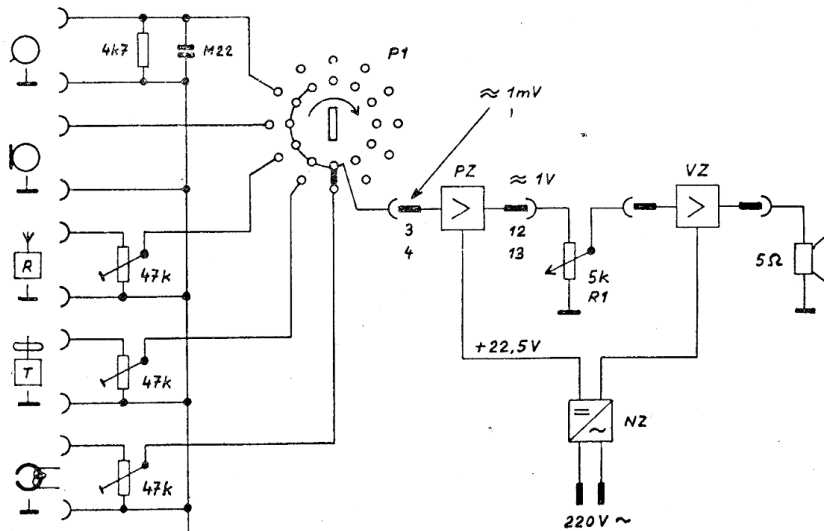
Popis v odd. 3 uvádí podrobně, jak se předzesilovač upravuje pro různé zdroje signálu. Lze je připojit samostatně nebo přes přepínač, jak si to asi pořídí milovníci hudebních skříní podle odd. 9.1. a obr. 4.

Majitelé rozhlasových přijímačů k nim často chtějí připojit mikrofon, pro který má ovšem gramofonní vstup nedostatečnou citlivost. Jím pomůže předzesilovač typu A s běžným dynamickým mikrofonem bez transformátoru. Krystalový mikrofon se připojí podobně jako přenoska nakrátko s obvodem o RC konstantě 1 až 2 msec. Správné hodnoty můžeme opět určit pokusem a poslechem.

## 9.3. Instalace předzesilovače a další výkonové zesílení signálu

Předzesilovač se musí doplnit dalším výkonovým zesilovačem pro napájení reproduktorů. Samotný se hodí např. v zařízeních místního rozhlasu pro dálkové přenosy defonů linkou apod. Doplní-li se jakostním zdrojem signálu a vhodným výkonovým zesilovačem, dosáhneme velmi dobrých výsledků. Zvláště začínající nebo méně majetní zájemci si nemusí pořizovat celou soupravu najednou. Předzesilovač lze zatím s úspěchem připojit výstupem do zdířek pro přenosku každého rozhlasového přijímače, který zatím zastoupí výkonový zesilovač. Předzesilovač tu vystačí případně jen se dvěma tranzistory, jak uvádí odd. 3.6. Dalšího zlepšení se dosáhne zvláštní reproduktorovou soustavou mimo přijímač, protože jeho akustické řešení nebývá příliš výhodné.

Předzesilovač se v přijímači snadno umístí, zásadně však do nejchladnějšího místa skříně. Nejlépe na boční straně, daleko od síťového transformátoru a teplých elektroněk. Vstupní konektor pro mikrofon se upevní plechovým držákem tvaru L za zadní stěnu.



Obr. 4

Vhodné jsou nové třípólové konektory TESLA AK 180 14 či 2PK 180 01, použité v magnetofonech SONET a nových přijímačích pro diódové výstupy. Lze je nahradit dosavadními přírubovými konektory či jinými stíněnými zásuvkami. Předzesilovač se současně i napájí z anodového obvodu přijímače přes filtrační dělič, který zmenší původně vysoké anodové napětí tak, aby napájecí napětí na doteku 6 bylo max. 15 V při právě zapnutém přijímači, kdy se nažhavují elektronky. Tak lze napájet předzesilovač s tranzistory NPN, zatím co při osazení obrácenými typy PNP se musí napájení předzesilovače připojit opačně. Vstup se pak budí mezi záporný pól a doteky 3-4.

Při instalaci předzesilovače dodržme bezpodmínečně tyto předpoklady: 1. Trvalá teplota okolí max. 45°C. 2. V blízkosti žádná magnetická rozptylová pole, např. síťové transformátory, tlumivky apod. Předzesilovač magneticky odstíníme jednoduchým železným či lépe křemíkovým transformátorovým plechem, který odstraní slabá rušivá magnetická pole u přístroje. Silnější pole v jeho blízkosti pak odstíní jednoduchý kryt okolo celého předzesilovače.

Napájecí, vstupní a výstupní přívody k předzesilovači připájíme buď přímo pod destičkou k některým vhodným pájecím bodům (vstupní přívod je někdy třeba stínit), nebo použijeme speciální 13 pólové zásuvky pro plošné spoje 105 466 01. Vyrábí ji Filmový průmysl v Praze Michli a prodává se ve vyhrazené radioamatérské prodejně v Praze. Zásuvku vhodně připevníme a celý přístroj do ní zasuneme zúženým dotekovým polem. Předzesilovač je vhodné mechanicky upevnit dvěma izolačními lištami s drážkou pro zasunutí destičky.

#### 9.4. Další přístroje v soupravě TRANSIWATT

Uvádíme zatím stručně předběžná zapojení dalších přístrojů stavebnice Transiwatt jako výňatek z dalšího návodu č. 25, aby zkušenější zájemci mohli zatím experimentovat.

Jsou to: **Tranzistorový výkonový zesilovač 10 W TW 2202 (obr. 5)**

**Elektronkový výkonový zesilovač 3 W EA 2101 (obr. 6)**

**Napájecí zdroj pro celotranzistorovou soupravu TW 4703 (obr. 7)**

**Napájecí zdroj pro soupravu s elektronkovým zesilovačem TW 4704 (obr. 8)**

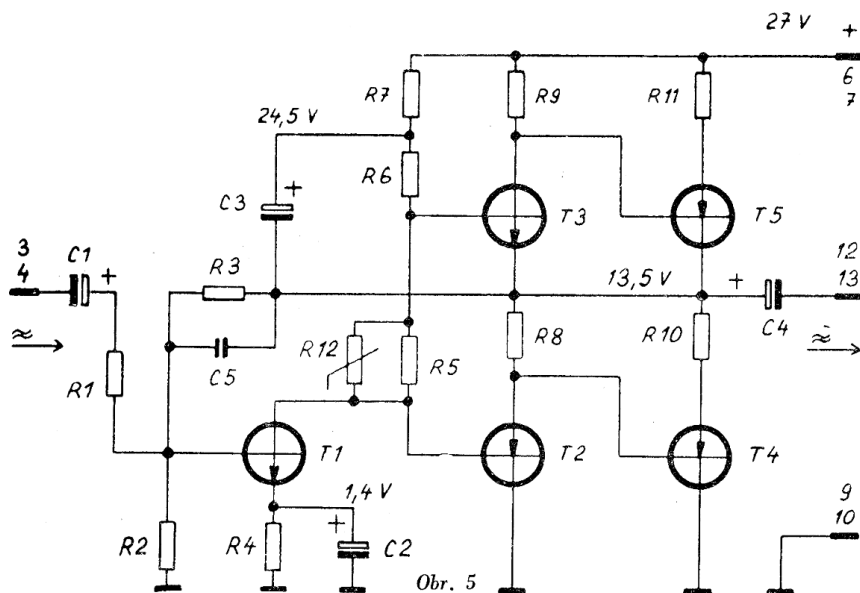
Tranzistorová i polotranzistorová souprava TRANSIWATT používá stejných mechanických dílů a liší se jen zdrojem a výkonovým zesilovačem.

Oba výkonové zesilovače mají frekvenční průběh rovný v celém akustickém pásmu a velmi nízké zkreslení. Elektronkový je mimořádně levný a všude dosažitelný, zatím co poněkud dražší tranzistorový umožňuje při stejné velikosti dosáhnout vyššího výkonu a v provozu zůstává chladný. Spolu s předzesilovačem je možno ho napájet nejenom z uvedeného síťového zdroje, ale také z obyčejných baterií nebo akumulátorů.

Z fotografií na 1. a 3. str. na obálce je vidět skutečný vzhled celotranzistorové soupravy TRANSIWATT pro stereofonní reprodukci gramofonových desek, která je složena z předzesilovačů podle tohoto návodu a z přístrojů, které budou popsány v dalších dvou návodech.

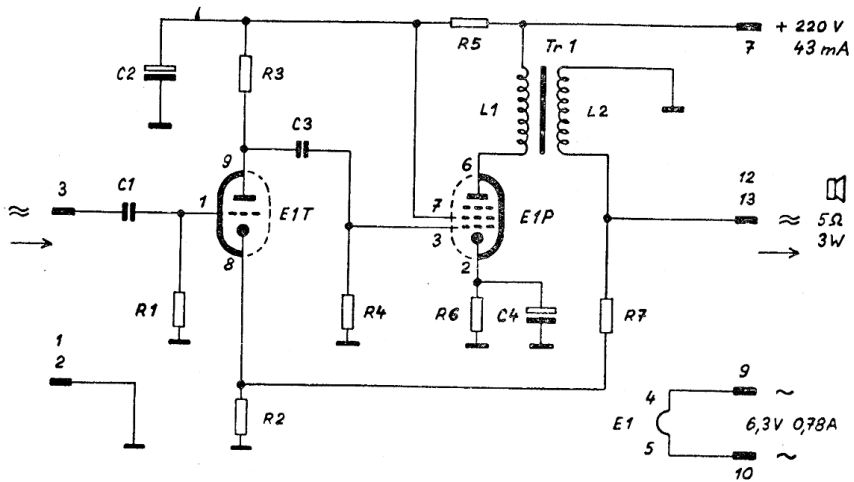
Hodně zdaru do práce přeje

autor.



Obr. 5. TRANZISTOROVÝ VÝKONOVÝ ZESILOVAČ 10 W — TW 2202

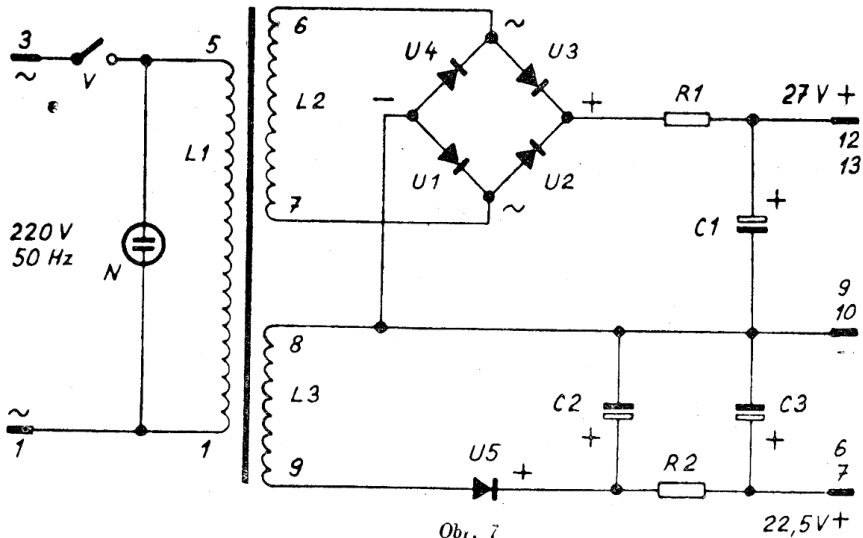
R1	TR 114 270	C1	TC 904 50M	
R2	TR 114 1k	C2	TC 903 200M	
R3	TR 114 8k2	C3	TC 904 100M	
R4	TR 114 330	C4	TC 530 G5	2 kusy
R5	TR 114 390	C5	TC 211 820	
R6	TR 114 2k7	T1	106NU70	(NPN do 125 mW)
R7	TR 114 680	T2	0c72	(PNP do 165 mW)
R8	TR 114 33	T3	101NU71	(NPN do 165 mW)
R9	TR 114 33	T4	0C26 (0C 26)	(PNP do 10 W)
R10	TR 135 1	T5	0C26 (0C 26)	(PNP do 10 W)
R11	TR 135 1			
R12	TR N2 100 termistor			



Obr. 6

Obr. 6. ELEKTRONKOVÝ VÝKONOVÝ ZESILOVAČ 3 W — EA 2201

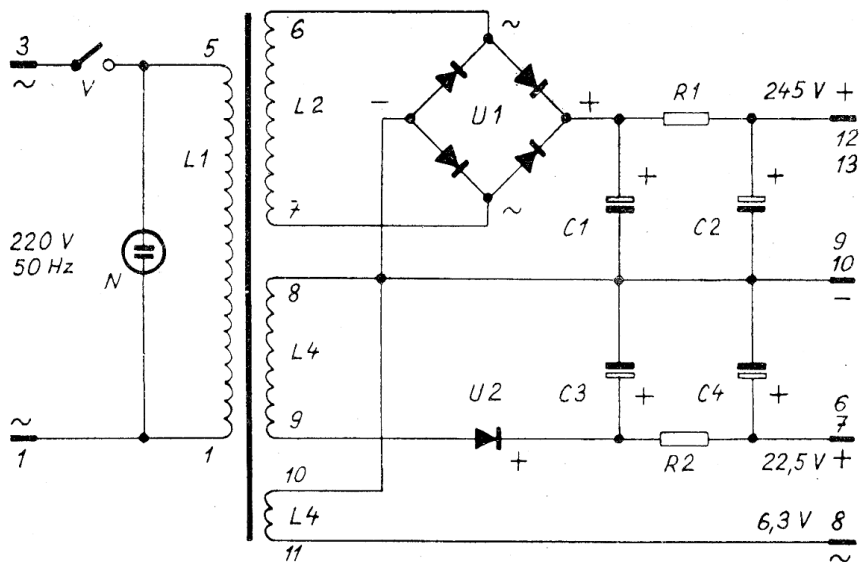
R1	TR 115 10M	C1	TC 162 22k
R2	TR 114 33	C2	TC 908 10M
R3	TR 114 M22	C3	TC 162 47k
R4	TR 114 M68	C4	TC 904 100M
R5	TR 114 1k	E1	ECL 82
R6	TR 116 390	Tr1	výst. trafo 5 kΩ/5Ω
R7	TR 114 82		



Obr. 7

Obr. 7. NAPÁJECÍ ZDROJ PRO CELOTRANZISTOROVOU SOUPRAVU — TW 4703

R1	TR 136 1	C1	TC 937 5G
R2	TR 114 390	C2	TC 531 G25
U1 až U4	33NP71 (13NP70)	C3	TC 531 G25
U5	33NP71 (15NP70)	N	neonka 220 V TESLA 94005

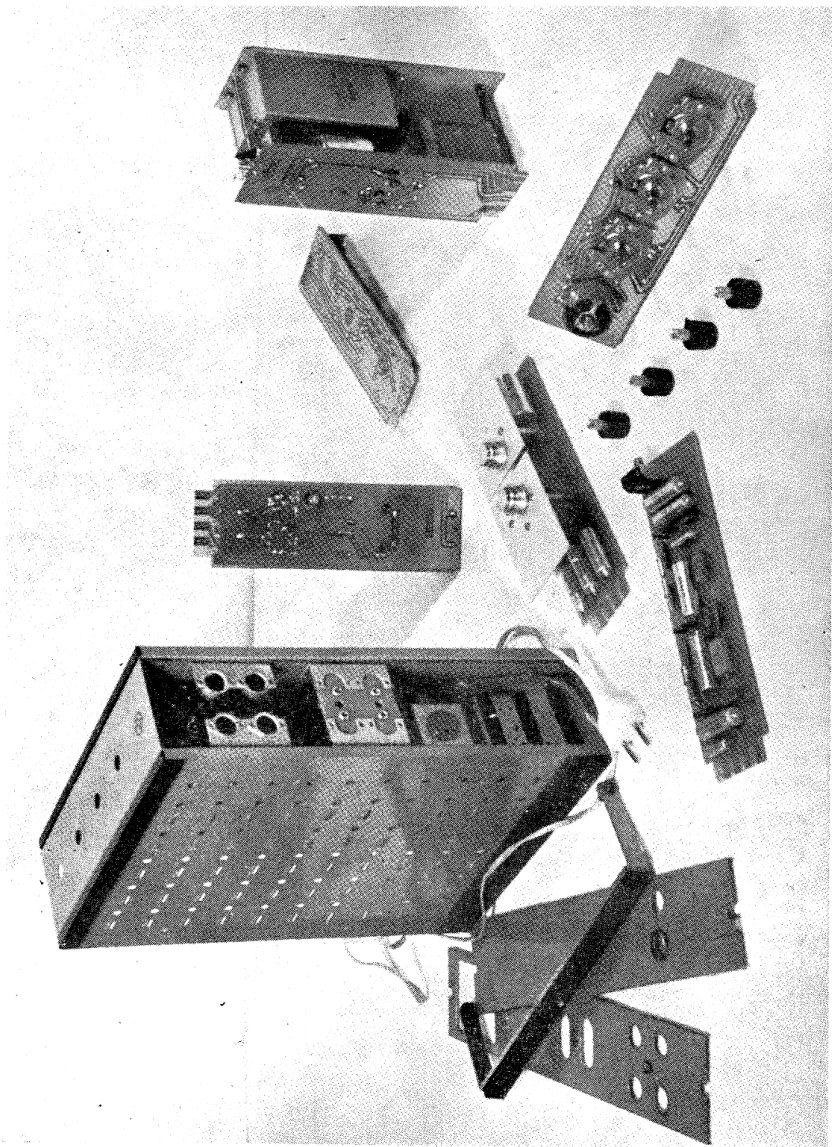


Obr. 8

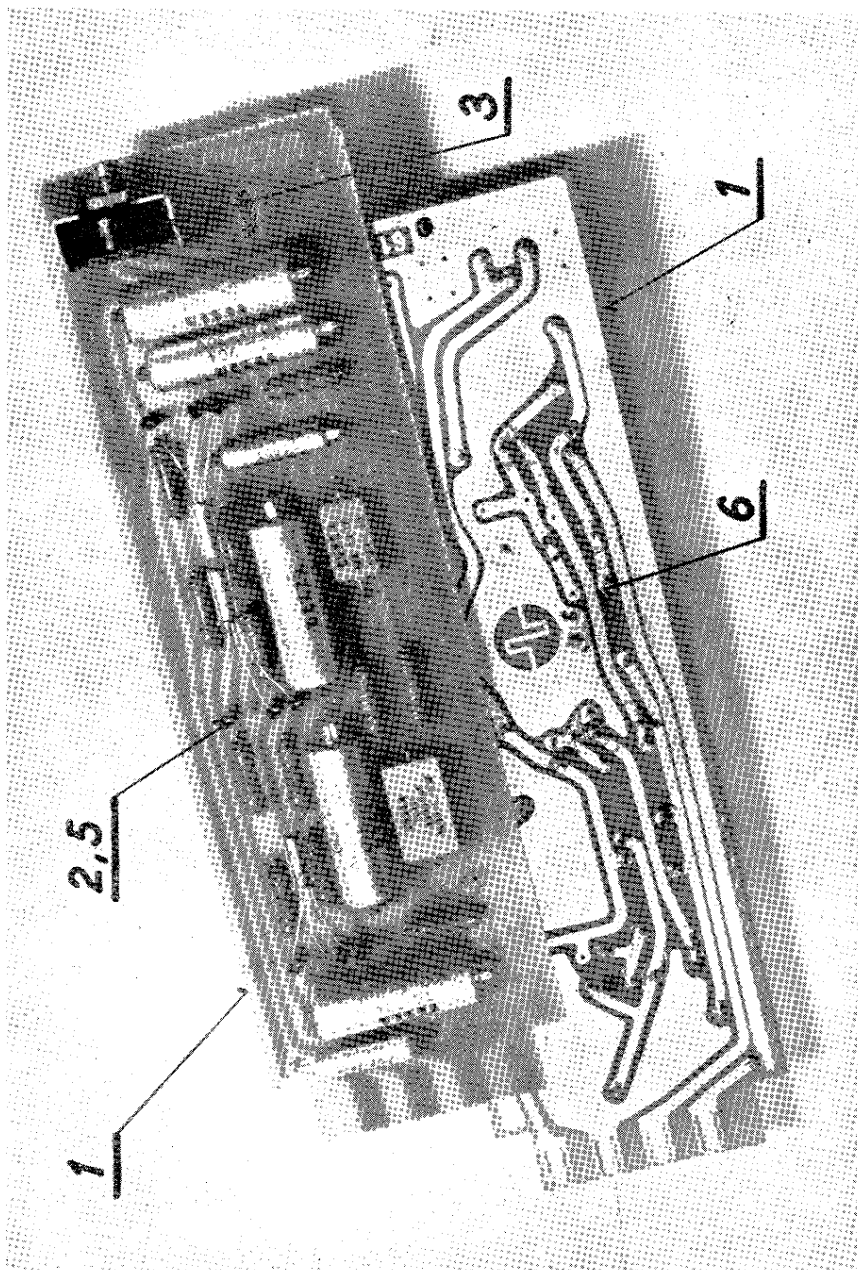
Obr. 12. NAPÁJECÍ ZDROJ PRO SOUPRAVU S ELEKTRONKOVÝM VÝKONOVÝM ZESILOVAČEM — TW 4704

R1	TR 606 82	C1 + C2	TC 612 64+64M
R2	TR 114 390	C2	TC 531 G25
U1	B 250 C 100	C3	TC 531 G25
U2	33NP71 (15 či 5NP70)		Vinuti 8 - 9 má být L3.

Stručný popis předzesilovače vyšel v čísle 2/1961 měsíčníku *Amatérské rádio*. Podle příslibu v závěru popisu připravilo Vydavatelství obchodu tento podrobný návod s obrázky pro méně zkušené zájemce, aby také oni mohli pracovat bez obtíží. Až na nepodstatné rozdíly v typech některých součástek (jsou tu předepsány modernější druhy) jsou předzesilovače ve všech vlastnostech zcela shodné. Součástky přístroje a celé stavebnice TRANSIWATT je možno koupit v radioamatérských prodejnách, nebo je objednat na zakázku.

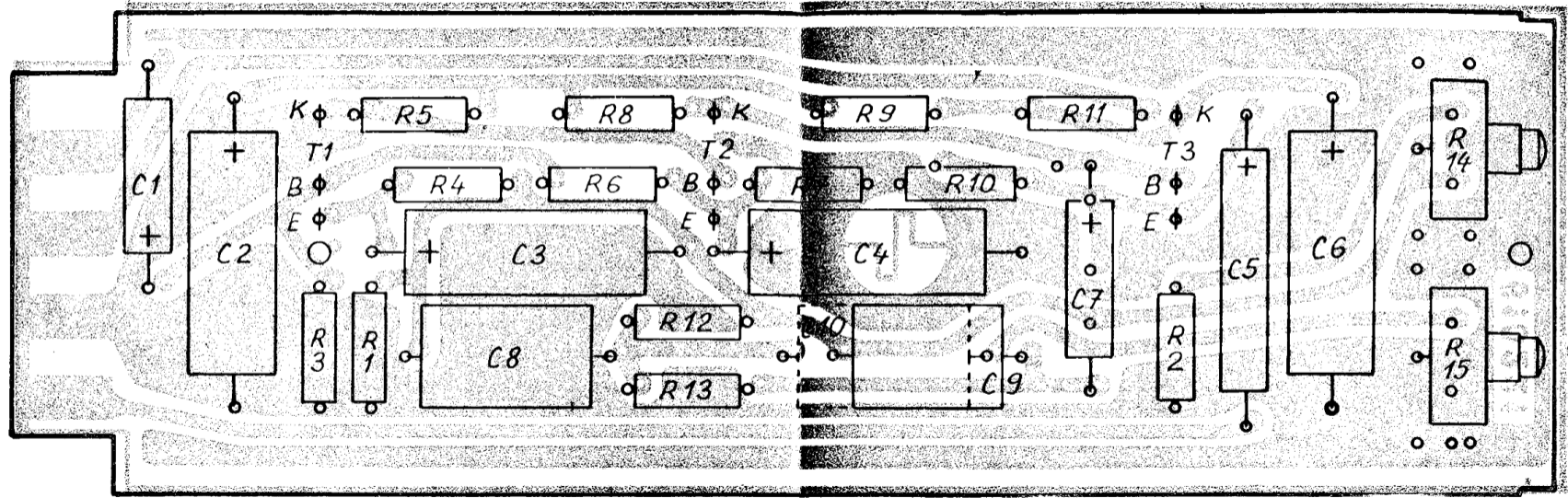


*Celotransistorový stereofonní zesilovač TRANSIWATT 2 × 10 W v rozloženém stavu*



Předzesilovač TRANSIWATT TW 3306 B

3  
4  
6  
7  
9  
10  
12  
13





# TRANSIWATT

## předzesilovač

TW 3306

---

Stavební návod a popis

24

---

## P Ř Í L O H A

---

### Jiří Janda: Jak se pracuje s plošnými spoji

#### Individuální výroba spojových destiček

Moderní technologie plošných spojů nahrazuje dosud běžné kostry elektronických přístrojů s konzervativní drátovou spojovací technikou jednoduchými izolačními destičkami, které mají na jedné straně všechny součástky a na druhé příslušný spojový obrazec. Ten je vyleptán z původně souvislé měděné fólie silné asi 0,035 mm, která je předem pevně přilepena k povrchu izolační desky silně obvykle asi 1,5 mm. Tím odpadnou možné omyly v zapojování, přístroje se zmenší, zlevní a jsou vzhlednější. Plošné spoje ovládly už větší část světové elektronické výroby a také čs. průmysl poznal jejich technické a ekonomické přednosti. Plošné spoje mají zvláštní význam také pro amatéry, mimo jiné i jako průprava k vážnější práci. Spojové destičky lze v některých případech získat hotové, nebo si je zájemci mohou sami vyrobít jednoduchými prostředky. Jim je určen připojený popis práce. Dodrží-li se pečlivě celý postup, bude i výsledek úspěšný. Závěr popisu uvádí zpracování hotových destiček.

Pro vlastní výrobu spojových destiček v malém množství se nejlépe hodí tři různé postupy, uvedené podle jednoduchosti a lišící se vzájemně jen rozdílným způsobem nanášení spojového obrazce na měděnou fólii. Leptání a další zpracování destiček je však stejné.

#### 1. POTŘEBNÉ SUROVINY A ZAŘÍZENÍ

a) Základní materiál na destičky CUPREXTIT nebo CUPREXCART 1,5 mm o rozměrech asi o 15 mm větších, než je čistý formát spojového obrazce. Výrobce: n. p. GUMON Bratislava. Podobný materiál lze vyrobit i vlastními prostředky podle popisu v odd. 8 přílohy.

b) Leptací prostředek na měděnou fólii, např. tiskařský zahlubovač. Výrobce: GRAFOTECHNA, n. p. Praha. Je to koncentrovaný roztok chloridu železitého ve vodě, který lze připravit i doma. Chlorid železitý prodávají drogerie v malém balení.

c) Fotografická míška z PVC vhodného formátu, aby leptaná destička mohla být na dně celá potopena v malém množství leptacího roztoku.

#### 2. JAK SE SPOJOVÝ OBRAZEC PŘENESE NA MĚDĚNOU FÓLIÍ

Z uvedených tří způsobů zvolíme ten, který je pro nás nejspíše dosažitelný.

##### 2.1. Spojový obrazec namalovaný lakem

Tento způsob zvolíme, nemáme-li k dispozici materiál ani zařízení na fotografický postup. Pečlivou prací dosáhneme uspokojivého výsledku. Z výtisků předlohy spojového obrazce 1 : 1 překopírujeme všechny obrysy přes karbonový kopírovací nebo průklepový papír na vyleštěnou a odmaštěnou fólii. Předlohu i kopírovací papír zajistíme na destičce spínátkou nebo lepicí páskou proti posunutí. Spoje obtahujeme ostrou tužkou. Překopírovaný obrazec na fólii v místech budoucích spojů pomocí jemného štětce pokryjeme tenkou a souvislou vrstvou nitrolaku. Ředidlem upravíme jeho hustotu tak, aby nebyl příliš řídký, ale přitom aby dobře splýval se štětce. S budoucími otvůrkami se nezdržujeme, označme a vyvrtáme je podle předlohy po zaschnutí laku. Nepřesnosti kresby opravíme přelomenou čepkou či jehlou a vyretušujeme lakem, až je obrazec čistý a přesný. Podobně pracuje i tovární výroba, jenže obrazec na fólii nanáší síťotiskem nebo ofsetem.

## 2.2. Spojový obrazec přenesený fotografickou cestou na klasickou světlocitlivou vrstvu

Výsledky jsou velmi přesné a čisté; způsob však vyžaduje větší technickou výbavu a zkušenosti. Fólii uříznuté destičky vyčistíme a zdrsníme jemným smrkovým plátnem, opláchneme vodou a dokonale odmastíme kašičkou z vídeňského vápna. Mastné zbytky zmezoňní další práci. Kašičku omyjeme proudem vody a destičku necháme oschnout. Odmaštěné fólie se nesmí dotknout. Měkkým štětcem pak na fólii nanese me stejnoměrnou slabou vrstvičku světlocitlivé emulze a po chvíli nátěr opakujeme, až je celá deska dobře kryta bez slabých míst. Destičku na vodorovné podložce usušíme např. v elektrické troubě za teploty do 45°C, až emulze sklovitě ztvrdne bez jakýchkoliv trhlinek nebo kazů na povrchu. Takto připravenou destičku přikryjeme negativem spojového obrazce, který předem výrobite fotografické cestou z předlohy 1 : 1. Negativ zatížíme rovinným čistým sklem a závažími na straně, aby byl celou plochou pevně přitisknut k usušené emulzi. Nahoru přesně nad střed destičky do vzdálenosti 30 až 50 cm umístíme silný světelný zdroj a podle jakosti světla exponujeme asi 5 až 15 min. Na exponované desce jsou světlem zasažená místa zřetelně tmavá. Vložíme ji pak do misky s pozitivní vývojkou, která po chvíli rozpustí neosvětlená místa emulze. Na fólii pak zůstává jen čistý spojový obrazec, který se nesmí loupat. Případné kazy vytřeme do sucha vatou a vyretušujeme nitrolakem. Obrazec ze ztvrdlé emulze nesmí přijít do styku s vodou, ba ani s vlhkostí, jinak nabobtná a povolí.

### Doporučené suroviny a zařízení k fotografickému způsobu

- a) Světlocitlivá emulze GRAFOLITT nebo M výrobce GRAFOTECHNA n. p., Praha. Používá ji každá štočkárna. Nejlépe se nanáší ve výtápěné odstředivce; lakování štětcem je nouzový způsob.
- b) Pozitivní vývojka pro uvedenou emulzi. Výrobce GRAFOTECHNA n. p.
- c) Světelný zdroj pro exponování: nejlépe rtuťová vývojka, horské slunce, sluneční svit, silné zářivky vedle sebe nebo fotografické žárovky asi 250 až 500 W.

## 2.3. Pozitivní obrazec přenesený fotograficky na moderní emulzi DIAZOLIT - Resist

Je to nejjvýhodnější způsob vůbec, jak pro vývojové práce, tak pro výrobu nebo radioamatéry. DIAZOLIT je původní čs. vynález. Jeho výrobu připravují ve velkém měřítku n. p. Adamovské strojárny a lze čekat, že v dohledné době bude všeobecně přístupný. Dává nejrychlejší a zaručené výsledky.

Pod označením DIAZOLIT-Resist se dodávají hotové desky Cuprexartu či Cuprexartu s předem nanesenou světlocitlivou emulzí, které lze před zpracováním velmi dlouho skladovat. Velmi slabá vrstvička na rozdíl od všech ostatních emulzí pracuje pozitivně. Osvětlená místa se totiž při vyvolávání rozpustí ve vývojce a zbudne na nich holá měď. Neosvětlená místa kryjí; měď i nadále a vzdušní vývojce i vodě.

DIAZOLIT se exponuje podobně jako Grafolit, ale z diapozitivu, kde budoucí vodivé spoje jsou neprůsvitné černé, a budoucí izolační plochy určené k odleptání zase naopak průhledné. Správně exponovaný obrazec je v emulzi slabě vidět. Destička se pak vyvolá ve vývojce teplé do 20° C a opláchneme se proudem studené vody. Následuje běžné leptání mědi podle odd. 3 této přílohy.

Na DIAZOLIT lze kopírovat obrazce třeba přímo z dostatečně kontrastní předlohy na pauzovacím papíře, vyzkoušíme-li předem správnou expozici. Vyleptané destičky prohlédneme proti slunečnímu světlu a případné kazy ve spojích opravíme pájkou.

## 3. LEPTÁNÍ SPOJOVÉHO OBRAZCE

Destičky s bezvadně naneseným spojovým obrazcem podle odd. 2 můžeme leptat. Jakékoli zjištěné kazy v plochách či obrysech spojů předem opravíme škrábáním nebo nitrolakem. Destičku vložíme do fotoanalytické misky s leptacím roztokem podle odd. 1b a 1c a stále ji pobuňujeme, aby leptání pokračovalo rychle a stejně rychle. Roztok napadne a rozpustí měděnou fólii vřude, kde není kryta spojovým obrazcem a mezi spoji se tak vytvoří potřebná izolační místa.

Průběh leptání je dobře vidět zvláště proti světlu a trvá obvykle 15 až 30 minut. Objeví-li se při leptání kazy v obraze a roztok naleptává spoje, destičku vyjme, omyje vodou (s výjimkou grafolitového obrazce, který musíme jen otřít nasucho) a po zaschnutí obrazce opravíme nitrolakem. Po zatvrdnutí pokračujeme v leptání. Vyleptaná destička nesmí mít v izolovaných plochách ani stopové zbytky odleptané mědi, jinak vznikají nežádoucí svody mezi spoji. Po skončení leptání odstraníme spojový obrazec vhodným rozpustidlem, vodou a drátěným kartáčem, takže zůstane čistá spojová kresba z mědné fólie přesně podle předlohy.

#### 4. OPRACOVÁNÍ VYLEPTANÉ DESTIČKY

Desku osušíme a zkontrolujeme. Pak ji ořízeme podle výkresu nebo prostě podle obrysových čar tak, že čára má při řezu práve zmizet. Rovně a rychle řeže strojní kružná pilka, ale jde to i ručně pilkovým listem na kov či lupenkovou pilku. Zářezy, vnitřní rohy a případně nerovnosti obrysů začistíme ostrým pilníkem a velmi jemně srazíme hrany destičky. Spojový obrazec vyalujeme nejjemnějším snirkovým papírem, odmastíme např. trichlorethylenem a celou spojovou stranu destičky nalakujeme vhodným lakem proti korozi. Lak musí při pájení působit jako čistič, takže ho snadno sami vyrobíme rozpouštěním obyčejné kalafuny v lihu, až dosáhneme polévkové hustoty a medové barvy. Jiné laky pájení ztíží nebo znemožní. Lak vysušíme na vzduchu nebo lépe v troubě za mírné teploty. Takto připravené destičky dodávají obvykle výrobci na objednávku.

Ve spojovém obraze jsou naznačeny budoucí díry. Vyvrtáme je ostrým spirálovým vrtákem 1,1 mm za vysokých otáček větene. Důležitovat nemusíme; vrták se do vyleptaných plošek ve fólii sám zvrátí. Některé díry převrtáme podle výkresu nebo podle předpisu na větší průměr. Kolem otvorů srazíme případný ořep. Tím je destička hotová a připravená k osazení součástkami.

#### 5. PŘÍPRAVA A OSAZENÍ SOUČÁSTEK DO PLOŠNÝCH SPOJŮ

Čs. norma i podobné normy zahraniční stanoví tzv. základní rozměrový rastr pro plošné spoje. Je to čtvercová síť o rozteči čar 2,5 mm (v některých státech 2,54 mm = 1/10 inche), v níž průsečky udávají umístění děr pro součástky, případně rozměry celých destiček. Speciální součástky pro plošné spoje mají vývody přizpůsobené pro uvedení rastru, ale také téměř všechny běžné součástky lze snadno upravit pro tuto techniku. Nejpoužívanější drobné odpory a kondenzátory se součástí vývody jsou zvláště vhodné a v hromadné výrobě se do desek osazují automaticky. Větší konstrukční součástky, jako potenciometry, transformátory, elektronkové objímky apod. jsou buď speciálně přizpůsobeny pro plošné spoje, nebo jejich běžné typy lze upevnit na vhodná pájecí očka (např. univerzální pájecí očka ZAA 060 01) která zarazíme předem do desek.

Před zasazením musíme upravit vývody součástek. Souosé vývody moderních odporů typů TR 112, 113 a 114 nebo svítkových či elektrolytických miniaturních kondenzátorů ohneme blízko u tělíska prstem bez násilů do pravého úhlu. Rozteč vývodů je vždy násobkem 2,5 mm a určíme ji z osazovacího výkresu základní desky. U používaných stejných typů součástek je rozteč vždy stálá a jen výjimečně se zvětší, zasazují-li se podle záměru konstruktéra na stejné místo různé součásti. Vývody mají směřovat na opačnou stranu, než je na tělísku označení hodnoty. Jinak u zasazených součástí není snadné nebo vůbec možné zjistit hodnotu, např. u dosavadních nejrozšířenějších odporů typu TR 101 až 104, nebo miniaturních typů TR 110 a 111. Jejich stranové vývody však ohneme přímo u tělíska do opačného směru dvakrát za sebou, takže označení zůstane nahoře.

Součástky s upravenými vývody zasadíme do příslušných děr v desce podle výkresu. Vývody pod destičkou za stálého tahu rozehneme od sebe v úhlu asi 45° a odstřípneme asi 2 mm od fólie. Po důkladné kontrole správnosti je destička připravena k pájení.

#### 6. PÁJENÍ VÝVODŮ K FÓLII

Zkrácené a zahnuté vývody připájíme k fólii. Použijeme buď přímou transformátorové nebo nepřímou zhažené páječky s příkonem okolo 25 W, jejíž hrot opilujeme do špičky. Vhodná pájka (tj. pájka slitina) je v drátu  $\varnothing$  2 mm s čističi

vložkou. Má obvykle 40% cínu, lépe však 60%, a zbytek je většinou olovo. Pájíme rychle co nejmenším množstvím pájky tak, aby se na první pohled dobře roztékala po spojích a dokonale propojila vývody či očka s fólií. Je-li fólie dokonale čistá a nalakovaná správným lakem, pájení je snadné a rychlé. Při potížích sice pomáhá organická pasta EUMETOL ELK 16, ale deska se znečistí. Je třeba ji umýt lihem či trichlorethylenem a znovu nalakovat. Opakované nebo dlouhé pájení na téže místě narušuje soudržnost fólie s deskou. Pájením po dobu 2 až 4 vteřin získáme dokonalé spoje bez nepříznivých následků pro fólii. V hromadné výrobě se plošné spoje pájejí najednou ponorným způsobem, obvykle přes papírovou šablonu postupující vlnou roztavené pájky.

## 7. OPRAVY NA PLOŠNÝCH SPOJÍCH

Při nápravě omytí nebo při násilné práci se fólie někdy odlepi od desky a může se přetrhnout. Náprava zjištěné závady je snadná, přetržené kousky prostě spájíme dohromady. Větší viditelně poškozená místa klidně odtrhneme a spoj nahradíme kouskem holého cínovaného drátu 0,5 mm.

Měníme-li vadnou součástku v desce, ohřejeme páječkou postupně její páječí body, za současného tahu pinzetou nebo kleštěmi za tělíska směrem od desky. U náhradní součástky předem upravíme a zkrátíme vývody, nenecháme je však rovnoběžné. Zasadíme je do děr v destičce, které však bývají ucpaný pájkou po předchozí součástce. Aby se fólie neodtrhla, přitlačíme součástku do děr jen velmi lehoučce a postupně ohřejeme páječí místa, až jimi projdou oba vývody a připájejí se k fólii. Práce je rychlejší než její popis a po prvním pokusu jde velmi snadno. Mnoha zbytečným opravám předvedeme, nebudeme-li připájenými součástkami na desce polybovat a už při pájení jejich tělíska pevně přitiskneme na obou stranách k destičce.

## 8. NÁHRADNÍ VÝROBA ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU NA DESTIČKY

Předepsaný CUPREXTIT lze v nouzi nahradit i vlastním materiálem takto: tvrzený papír (pertinax), tvrzenou tkaninu (novotext) nebo skelný laminát 1,5 mm zdrsňme po jedné straně smirkovým papírem. Podobně zdrsňme stejně velkou měděnou fólii slabší než 0,1 mm. Na oba zdrsňené povrchy pečlivě rozetřeme slabou vrstvičku pryskyřičného pojidla tvrdnoucího za studena, např. DENTACRYLU, UPONU apod. Pracujeme s ním přesně podle předpisu! Oba namazané povrchy na sebe přitiskneme a hadrem uhladíme po celé ploše. Zatížíme rovnou deskou (nejlépe v lisu) a vyjmece až po spolehlivém vytvrzení pojidla. Hotové desky nám dobře nahradí továrně vyráběný materiál. Má-li se práce zdarit, vyrábějte jen menší plochy.

## 9. NEGATIVY A DIAPOZITIVY PRO FOTOGRAFICKÝ ZPŮSOB PŘENÁŠENÍ SPOJOVÉHO OBRAZCE

Vyrábějí se ze spojové předlohy běžným fotografickým způsobem na ploché filmy FOMA REPRO P. Zásadně musí být dokonale ostré a kontrastní. Lze je kopírovat přímo na film z průsvitné předlohy, např. na pauzovacím papíře. Zhotovení použitelných negativů a diapozitivů vyžaduje zkušenost a dobré zařízení. Zájemcem je dodá hotově např. FOTOGRAFIA, Sázavská 1, Praha 12, nebo jiný odborný fotografický závod.

---

Plošné spoje se v praxi ukázaly jako velmi užitečné ve všech oborech elektroniky. Nemají prakticky nevýhody a přes počáteční obtíže při nákupu jsou přístupné každému. Snesou značné proudové zatížení, jsou přehledné, čisté a dobře se s nimi pracuje. Vážný zájemce najde další podrobnosti např. v časopisech Sdělovací technika, Amatérské rádio a Slaboproudý obzor, které od roku 1956 přinesly řadu článků o plošných spojích.

# Na pomoc

RADIOAMATÉRŮM A ZÁJEMCŮM O STAVEBNICI

## TRANSIWATT

Odpory, kondenzátory, tranzistory, elektronky a jiné drobné elektrické součástky Vám podle současných zásobovacích možností dodá podnik Domácí potřeby Praha, odborná radiotechnická prodejna, Václavské nám. 25, Praha 1, tel. 22 62 76, 22 74 09, 23 16 19, nebo radioamatéřská prodejna v Praze 1, Žitná 7, tel. 22 86 31. V této prodejně také dostanete destičky s plošnými spoji, uvedete-li přesně jejich objednáč. čísla. Obě prodejny mají zášilkovou službu pro mimopražské radioamatéry.

Kovová stavebnicová pouzdra **TRANSIWATT TN 12710** pro celý stereofonní zesilovač podle obrázků si můžete objednat v zakázkové sběrně družstva **DRUOPTA, Žitná 48, Praha 2, tel. 22 87 23.**

Odbornou pomoc a radu při stavbě svého zařízení pro věrnou reprodukci najdete v Klubu elektroakustiky při OV Svazarmu v Praze 1, Perštýn 10. Informace o místě pravidelných pracovních schůzek si vyžádejte na tel. 24 22 06 nebo 27 19 949. Amatéri mimo Prahu se mohou spojit s nejbližším okresním radioklubem Svazarmu.

## STAVEBNÍ NÁVODY,

### propagační učební pomůcky a modelové předlohy

- |  |   |
|--|---|
| 1 KRYSTALOVÝ PŘIJÍMAČ                          | 13 ALFA. Výkonný superhet.                      |
| 2 MONODYN B. 1-elektron. přijímač na baterie.  | 14 DIPENTON. 2+1 elektronkový přijímač.         |
| 3 DUODYN. 2-elektronkový přijímač síťový.      | 15 MÍR. Malý, 4+1 elektronkový superhet.        |
| 5 SONORETARV 12. Trpasličí rozhlas 2-elektron. | 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY.                       |
| 6 SONORETA 21. Trpasličí přijímač 1 elektr.    | 17 MINIBAT. 4-elektronkový superhet.            |
| 7 SUPER I - 01. Malý standardní superhet.      | 18 TRIODYN. 3+1 elektron. jednoobvod. přijímač. |
| 8 DIVERSON. Moderní superhet.                  | 19 EXPOMAT. Elektronkový časový spínač.         |
| 9 NF 2. 2-elektronkový univerzální přijímač.   | 20 GERMANIOVÉ DIODY v teorii a praxi.           |
| 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY. Porovnávací tabulky.   | 21 ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR EV 101.                |
| 11 SUPER 254 E. Malý superhet.                 | 22 TRANSINA. Kabelkový tranzistorový přijímač.  |
| 12 OSCILÁTOR. Pro vf měření                    | 23 VIBRATON. Elektronické vibrato ke kytarě.    |

Objednávky brožur vyřizujeme pouze na dobírku

Ve Vydavatelství obchodu vydává

**DOMÁCÍ POTŘEBY - PRAHA**

specializovaná prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

PRAHA 1, VÁCLAVSKÉ NÁM. 25

**Cena za 1 sešit Kčs 2,—**

D-14\*10253 - St 104 - 2346 E - 61