

# STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS 25

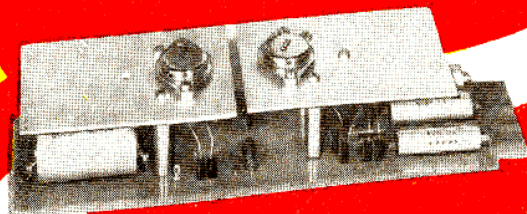
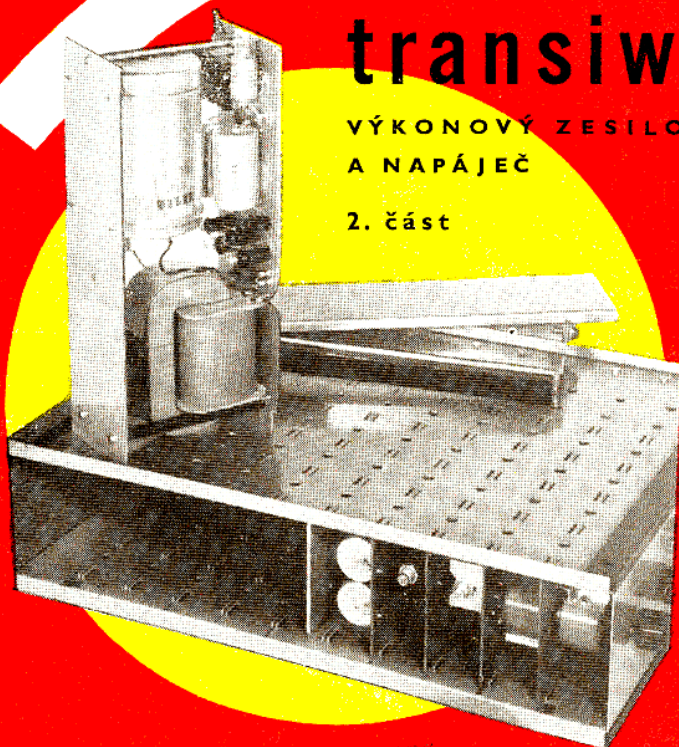
VŠESTRANNÁ STAVEBNICE TRANZISTOROVÝCH ZESILOVAČŮ  
PRO ELEKTRO-AKUSTIKU

JIŘÍ JANDA

## transiwatt

VÝKONOVÝ ZESILOVAČ  
A NAPÁJEČ

2. část



DOMÁCÍ POTŘEBY • PRAHA

Specializovaná prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

Praha 1, Václavské náměstí 25

J I Ř Í J A N D A

# TRANSIWATT

Všestranná stavebnice tranzistorových zesilovačů pro elektroakustiku

© Jiří Janda, 1961

## II. ČÁST

- a) výkonový zesilovač TW 2202
- b) síťový napáječ TW 4703
- c) výkonový zesilovač EA 2201
- d) síťový napáječ TW 4704

### STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS Č. 25

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

---

*Především první část návodu č. 24 přináší podrobný popis univerzálního tranzistorového předzesilovače TW 3306, který jako stavební jednotka soupravy TRANSIWATT je základem většiny zařízení pro jakostní reprodukci zvuku. Dnešní návod č. 25 uvádí v části a) a b) jako další příslušenství soupravy tranzistorový výkonový zesilovač TW 2202 a příslušný síťový napáječ TW 4703, které spolu s předzesilovačem a ovládací jednotkou TW 5601 tvoří všestrannou stavebnici pro elektroakustiku. V části c) a d) najdete podobný výkonový zesilovač EA 2201 do 3 W s elektronikou a příslušný napáječ TW 4704, které se pořídí za velmi levnou cenu. Zájemce si pak vybere podle svých možností a požadavků nejhodnější přístroje.*

*Příští třetí díl návodu č. 26 přinese popis příslušenství. Je to ovládací jednotka TW 5601 (regulátor hlasitosti s korekčními obvody pro zdůraznění či potlačení okrajových frekvencí akustického pásma), bateriový napáječ TW 4705 (který umožní provoz i v místech bez elektrické sítě), stavebnice plechového pouzdra na celou soupravu a tři typy reproduktorových soustav pro jakostní poslech doma i ve větších místnostech. Třetí díl také podrobně popisuje, jak z jednotek sestavit úplné zařízení pro stereofonní reprodukci gramofonových desek i pro jiné použití. Každý ze tří samostatných návodů uvádí ve zkratce hlavní obsah druhých dvou, aby na sebe nemusely nezbytně navazovat. Všechny tři návody lze však doporučit zvláště méně zkušeným, protože jim usnadní práci.*

## a) Tranzistorový výkonový zesilovač 10 W — TW 2202

### 1. HLAVNÍ VLASTNOSTI ZESILOVAČE TW 2202

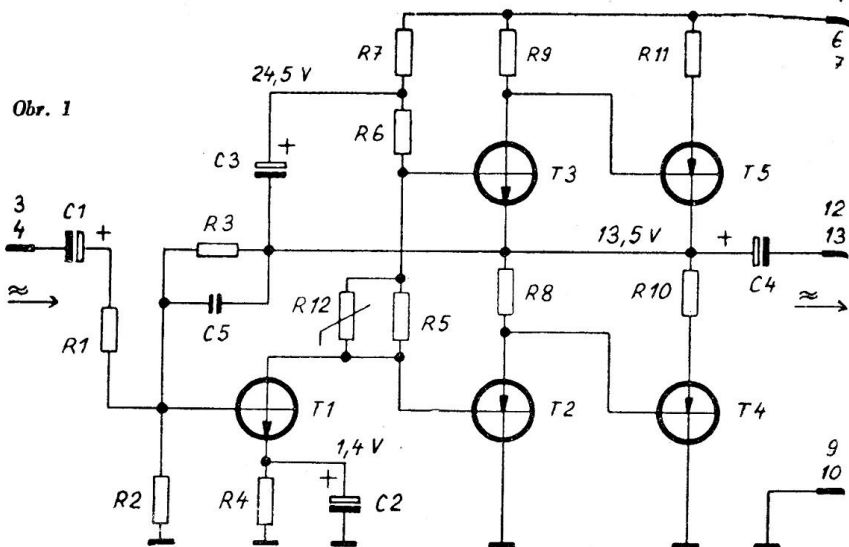
Výkonový zesilovač zpracuje signál přivedený z předzesilovače přes regulátor hlasitosti a korekční obvody na jeho vstup. Signál se tu zesílí na potřebný elektrický výkon pro napájení reproduktorů. Frekvenční průběh výkonového zesilovače je prakticky rovný v celém slyšitelném pásmu. Konečný stupeň nemá výstupní transformátor a k výstupu lze přímo připojovat běžné nízkohmové reproduktory. Zesilovač má nízké zkreslení signálu a také jeho ostatní elektrické vlastnosti jsou příznivé. Napájí se z odděleného zdroje stejnosměrným proudem. Poměrně vysoká účinnost umožňuje hospodárny provoz i na obyčejné baterie.

Výkonový zesilovač je mechanicky vyřešen podobně jako ostatní jednotky soupravy TRANSIWATT. Tvoří malý zasouvateľný celek na izolační destičce s plošnými spoji. Obsahuje málo součástek a trvalý výkon zesilovače může být až 10 W, při vhodných tranzistorech i více. Závisí to také na zdroji. Většinou však stačí výkon okolo 5 W, zvláště je-li zesilovač dvojmo v zařízení pro stereofonní reprodukci.

Dočasně budou pravděpodobně potíže při nákupu výkonových tranzistorů, jejichž výroba teprve začíná. Lze však použít buď jiných výkonových tranzistorů, nebo zatím postavit jako náhradu výkonové zesilovače EA 2201 s elektronkami.

### 2. TECHNICKÉ ÚDAJE TRANZISTOROVÉHO VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE 10 W TW 2202

Největší dosažitelný výkon*)	~ 15 W
Napěťový zisk	~ 20 (+26 dB)
Vstupní signál 1kHz $U_{výst} = 7,1$ V	0,35 V
Vstupní impedance na 1kHz	~ 600 $\Omega$
Výstupní signál 1 kHz	5 V    7,1 V    7,1V
Zatěžovací odpor $R_z$	5 $\Omega$ 5 $\Omega$ 10 $\Omega$
Výstupní výkon	5 W    10 W    5 W
Harmonické zkreslení 160 Hz	0,6%    0,7%    0,5%
800 Hz	0,7%    0,8%    0,6%
5000 Hz	0,8%    0,9%    0,7%
Napájecí napětí zdroje $U_z$ ***)	27 V    27 V    27 V
Proud ze zdroje	0,46 A    0,7 A    0,3 A
Spotřeba — příkon	12,4 W    18,9 W    8,1 W
Účinnost	40%    53%    62%
Intermodulační zkreslení při $P_{max}$	< 1%
Frekvenční charakteristika při $P = 5$ W a $R_z = 10 \Omega$	17 Hz až 25 kHz — 3 dB
Vstupní odpor	< 0,5 $\Omega$
Vzestup výstupního napětí při odpojení zátěže	~ 5%
Velikost záporné zpětné vazby ve smyčce	~ 18 až 20 dB (8 až 10 x)
Dovolené kapacitní zatížení výstupu	< 1 $\mu$ F při $R_z = 10 \Omega$
Odstup hluku	> -80 dB
Proud ze zdroje (bez signálu)**)	15 až 20 mA
Spotřeba — příkon (bez signálu)	< 0,6 W
Dovolená pracovní teplota trvale	< 50°C
Váha	~ 250 p
Rozměry	225 x 70 x 50 mm
Vestavná výška nejméně	55 mm
Pracovní poloha	libovolná
Napájení (záporný pól uzemněn)	****)



R1 TR 114 270

R2 TR 114 1k

R3 TR 114 8k2

R4 TR 114 330

R5 TR 114 390

R6 TR 114 2k7

R7 TR 114 680

R8 TR 114 68

R9 TR 114 68

R10 TR 135 1\*

R11 TR 135 1\*

R12 TR N2 100 termistor

C1 TC 904 50M

C2 TC 903 200M

C3 TC 904 100M

C4 TC 530 G5 2 kusy

C5 TC 211 820

T1 106NU70 (NPN do 125 mW)

T2 0C72 (PNP do 165 mW)

T3 101NU71 (NPN do 165 mW)

T4 0C26 (PNP přes 3 W)

T5 0C26 (PNP přes 3 W)

\*) případně možno vypustit — viz odd. 3.2.

### 3. JAK ZESILOVAČ PRACUJE

#### 3.1. Cesta signálu

Základní zapojení je na obr. 1. V podstatě je to třístupňový zesilovač s tranzistorem obou typů vodivosti, PNP i NPN. Signál přichází přes doteky 3–4 a izolační kondenzátor C1 na odpor R1, který částečně linearizuje budící proud a zvyšuje vstupní impedanci na vhodnou velikost 600 Ω. Signál přivedený na bázi vstupního tranzistoru T1 se zesílí a z pracovního odporu R6+R7 jde dále na fázový invertor v doplňkovém zapojení. Výsledný odpor R5//R12 je pro signál zanedbatelný, takže oba tranzistory v invertoru

\*) Omezen dovoleným  $I_{max}$  a  $U_{cb, max}$  použitých tranzistorů.

\*\*) Pro harmonické zkreslení 0,6% při 1 kHz a výstupním výkonu 50 mW.

\*\*\*) Nabitá nebo dobíjená akumulátorová baterie 24 V nebo střední napětí sedmi plochých baterií po 4,5 V.

\*\*\*\*) S ohledem na menší zkreslení má být napětí zdroje co nejvyšší, nepřekročí-li se dovolené  $U_{cb, max}$  použitých tranzistorů.

T2 a T3 se budí společně mezi báze a kolektory. Pracují tedy se společným kolektorem a mají malý výstupní odpor, jak to vyžaduje buzení výkonových tranzistorů. T2 (PNP) a T3 (NPN) jsou opačného typu vodivosti, takže stejný vstupní signál u nich vyvolá kolektorový proud v opačné fázi pro buzení koncového stupně. Oba tranzistory v invertoru mají mít pokud možno podobné vlastnosti, zvláště kolektorovou ztrátu. Naprostá shoda hodnot není však nutná.

Oba koncové tranzistory T4 a T5 jsou typu PNP a pracují v paralelním dvojčinném zapojení se společným emitorem. Proti obvyklému zapojení se souměrným výstupním transformátorem tu získáváme nesouměrný výstup a čtyřikrát menší zatěžovací odpor, řádově stejný jako impedance kmitaček běžných nízkohomových reproduktorů. Proto může odpadnout výstupní transformátor a zesilovač se značně zjednoduší. Také se zlepší zkreslení, stabilita, účinnost i frekvenční průběh.

Koncový stupeň pracuje ve třídě B s velmi nízkým klidovým proudem, který se zvětšuje úměrně s velikostí budicího signálu k maximální hodnotě, až  $30 \times$  větší. S kolektorovým proudem výkonových tranzistorů však značně kolísá i jejich zesilovací činitel a vstupní odpor. Při buzení se tím zkresluje signál. Proto paralelně u vstupu T4 a T5 mezi bázi a emitor jsou připojeny neobvykle nízké odpory R8 a R9, proti kterým se původní vstupní odpor prakticky neuplatní. Buzení je pak téměř lineární a harmonické zkreslení značně menší. Na středním vývodu koncového stupně ve stavu bez signálu je přesně poloviční napětí zdroje a přes C4 se odtud odebírá výstupní signál do reproduktorů.

### 3.2. Záporná zpětná vazba a stabilizace

Vstupní zesilovač T1, invertor T2—T3 a koncový stupeň T4—T5 jsou navzájem přímo vázány bez obvyklých vazebních kapacit. Proud T1 pak přímo ovlivňuje proud invertoru a přes něj i proud koncového stupně, takže stabilita celého zesilovače závisí především na stabilitě prvního stupně T1. Stoupá-li teplota okolí a tranzistorů, zvětšuje se jejich proud  $I_{co}$ , a stoupá by tedy i klidový proud celého zesilovače až k případnému zničení tranzistorů. Proto je třeba účinně stabilizovat první stupeň T1 takto:

Předpětí báze T1 je určeno děličem R3—R2 z polovičního napětí zdroje a v klidu je tedy stále. Stoupne-li z jakéhokoliv důvodu zbytkový kolektorový proud T1, zvětší se úbytek na pracovním odporu R6+R7. Tím stoupá i proud T2 a T4, zatím co proud T3 a T5 klesá. Stejnoseměrné napětí na výstupním bodě před C4 se zmenší. Tato změna se přenesla přes dělič R3—R2 na bázi T1, u kterého tím kolektorový proud opět klesne směrem k původní hodnotě. Tomu také napomáhá účinek emitorového odporu R4, na němž se při rostoucím kolektorovém proudu zvětšuje úbytek napětí a tím dále klesá předpětí báze. Protože se změny výstupního napětí přenášejí v opačném smyslu na vstup zesilovače, jde tu vlastně o stejnosměrnou zápornou zpětnou vazbu, která účinně stabilizuje zesilovač při zvýšení teploty nebo změnách v tranzistorech.

Vhodná volba R2, R3 a R4 umožňuje stejnosměrnou stabilizační zpětnovazební smyčku využít současně také pro střídavou zápornou zpětnou vazbu, která je nezbytná u každého moderního zesilovače. Při ní se přivádí část výstupního signálu v opačné fázi na vstup a tím se snižuje citlivost zesilovače. Stejnou měrou se však zlepšuje jeho zkreslení, vnitřní odpor a frekvenční průběh. Sloučením stejnosměrné a střídavé záporné zpětné vazby se zesilovač značně zjednodušil. Naše vazba má velikost asi 18 až 20 dB (8 až  $10 \times$ ). Ač je poměrně velmi silná, nezhoršuje střídavou stabilitu zesilovače, je-li osazen předepsanými tranzistory nebo jejich obdobami. Běžné tranzistory v emitorovém zapojení mají nízkou mezní frekvenci, zvláště výkonové typy. Při silné záporné zpětné vazbě přes celý zesilovač dochází ve smyčce k fázovému posunu na okrajích přenášeného pásma. Záporná zpětná vazba se tu pozvolna mění ve vazbu kladnou a zesilovač se může rozkmitat. Proto paralelně ke zpětnovazebnímu odporu R3 je připojena kapacita C5, která zavádí fázovou korekci u nejvyšších kmitočtů a tak zlepšuje stabilitu zesilovače.

Nežádoucí střídavá záporná zpětná vazba na emitorovém odporu R4 je vyloučena paralelní kapacitou C2, která pro střídavé napětí tvoří zkrat. V koncovém stupni se však podobná, ovšem slabší vazba, zavádí neblokovanými emitorovými odpory R10 a R11. Zmenší se tím zkreslení v koncovém stupni, je-li ovšem zesilovač napájen na-

pětím přes 24 V ss. Při nižším napájecím napětí se odpory buď zmenší nebo vyřadí a nahradí se drátěnou spojkou v destičce.

Invertor potřebuje značně vysoký budicí signál. Aby mu ho T1 mohl bez obtíží odevzdat, přimíchává se do jeho kolektorového obvodu přes C3 střídavé výstupní napětí ve fázi s kolektorovým signálem. Proto je pracovní odpor složen ze dvou dílů R6+R7. Výsledek je stejný, jako kdybychom vstupnímu tranzistoru T1 zvýšili napájecí napětí a tak prodloužili jeho pracovní charakteristiku.

Klidový proud zesilovače odebíraný ze zdroje je určen velikostí předpětí, které vzniká průtokem kolektorového proudu T1 paralelními odpory R5//R12. Toto předpětí prostřednictvím invertoru také určuje proud koncového stupně. Má-li být zesilovač stabilní i při zvýšené teplotě, je třeba volit R5/R12 co nejmenší, kdy je malé předpětí invertoru a malý odběr ze zdroje bez signálu. Zbytečně vysokým klidovým proudem se především ohřívají oba tranzistory v invertoru T2 a T3, tím zavíní další samovolný vzestup klidového proudu až do přetížení a zničení sebe samých, někdy však i koncových tranzistorů. Tomu zabráníme rozumnou volbou klidového proudu a zvláště jeho stabilizací termistorem, (tepečně závislým odporem) R12, který při stoupající teplotě snižuje svůj odpor asi o 3 až 4% na 19°C. Termistor je mechanicky spojen s chladičím plochou koncového tranzistoru T4 tak, že teplo z ní rychle přechází do tělíska termistoru a úměrně snižuje jeho odpor. Klidový proud zesilovače pak zůstává stálý i při rostoucí teplotě tranzistorů a okolí, zvláště je-li správně zvolen poměr a velikost R5/R12.

Klidový proud zesilovače však musíme volit vždy jako kompromis. Je-li příliš malý, zesilovač zkrlesuje nejmenší signály, kdy se pracovní bod dostane do ohybu charakteristiky. Proto volíme hodnotu R5//R12 co nejmenší tak, aby harmonické zkreslení nejmenšího měřitelného signálu na zatíženém výstupu zesilovače nebylo větší než zkreslení na plném výkonu. Nemáme-li vhodný termistor, zapojíme jen samotný R5 o hodnotě 68  $\Omega$  a pečlivě zkontrolujeme stabilitu zesilovače při ohřátí T2 a T3. Stoupá-li při tom klidový odběr ze zdroje, musíme R5 ještě snížit na 56  $\Omega$ . Zkreslení nejmenších signálů se tím sice nepatrně zvýší, ale teplotná stabilita zůstane zachována.

### 3.3. Napájení zesilovače, jeho vztah k výkonu a zatěžovacímu odporu

Tranzistorový výkonový zesilovač ve třídě B musíme napájet z tvrdého zdroje ss proudem s malým vnitřním odporem, protože odběr značně kolísá podle síly signálu. Při měkkém zdroji zvýšeným odběrem ve špičkách jeho napětí klesá a zmenšuje dosažitelný výkon na zátěži. Napájecí napětí volíme vždy co nejvyšší, abychom získali plný výkon při nejmenším zkreslení. Horní mez napájecího napětí je však určena dovoleným závěrným napětím  $U_{cb}$  mezi kolektorem a emitorem použitých tranzistorů. Je třeba počítat s rezervou, protože dovolené  $U_{cb}$  klesá s rostoucí teplotou. Předepsaným tranzistorům vyhovuje napětí zdroje 24 až 27 V. Můžeme je zvýšit, použijeme-li vybírané tranzistory s větším  $U_{cb}$ , nebo přímo typy určené pro 40V i více. Mnozí výrobci je tak dodávají a lze je očekávat i v ČSSR. Můžeme si je však vybrat sami podle připojeného návodu\*).

#### \*) JAK SE MĚŘÍ ZÁVĚRNÉ NAPĚTÍ TRANZISTORŮ A POLOVODIČOVÝCH DIÓD

Stejnoseměrný zdroj s napětím od nuly do 60, případně až do 120 V připojíme mezi bázi (b) a kolektor (c) zkončeného tranzistoru přes ss miliampérmetr s rozsahem 0,1 až 2 mA podle velikosti měřičného tranzistoru či diody. Pozor na správnou polaritu: u tranzistoru NPN je na kolektoru kladné (+), na bázi či emitoru záporné (–) napětí, u tranzistorů PNP obráceně. U diód přijde + pól na katodu (barevný proužek či kovové těleso). Napětí *pomalu a opatrně zvyšujeme od nuly a pozorujeme měřidlo. Ukazuje nám zbytkový proud mezi bázi a kolektorem I<sub>cb0</sub>, který se u jakostních tranzistorů nemá podstatně zvyšovat se stoupajícím napětím U<sub>cb</sub>. Při určitém napětí U<sub>cb</sub> však začne zbytkový proud I<sub>cb0</sub> náhle rychle vzrstat a zvýšíme-li napětí ještě více, tranzistor se zničí. Proto pozor při měření, omyly se draze platí!*

Hledané dovolené závěrné napětí tranzistoru  $U_{cb\ max}$  je to napětí, které když zvýšíme o 20% (t. j. 1,2krát), stoupne zbytkový proud I<sub>cb0</sub> právě na dvojnásobek. Takto zjištěné dovolené závěrné napětí bývá často větší než udávaná katalogová hodnota  $U_{cb\ max}$ .

Podobně změříme dovolené závěrné napětí mezi kolektorem a emitorem (e)  $U_{ce\ max}$ . Zbytkový proud I<sub>ce0</sub> je zase naopak větší, podle zesilovačho činitele tranzistoru asi 10 až 100 krát. Pokud je mezi bázi a emitorem tranzistoru ohmický odpor asi do 1000  $\Omega$ , zůstává pro nás směrodatná hodnota  $U_{cb\ max}$ , která je příznivější. Tranzistor pak můžeme napájet ze zdroje o tomto napětí. Závěrná napětí tranzistoru  $U_{cb}$  a  $U_{ce}$  však klesají s rostoucí teplotou. Proto je třeba vždy počítat s rezervou.

Příliš vysoký zbytkový proud I<sub>cb0</sub> či I<sub>ce0</sub> ve srovnání s katalogovou hodnotou ukazuje na vadný tranzistor, zvláště když už při nepatrném  $U_{cb}$  či  $U_{ce}$  nabývá vysokých hodnot. Zničený tranzistor se tu projeví vlastně přímým zkratem mezi kolektorem a bází, případně mezi emitorem a bází. Zbývá dobrá dvojice elektrod se však ještě hodí jako dióda.

Podle napájecího napětí volíme také zatěžovací impedanci zesilovače. Při vyšším napětí bude i zátěž vyšší a výstupní signál méně zkreslen. Nízké napájecí napětí nás nutí zmenšovat zatěžovací odpor, chceme-li odebrat stejný výkon. Výstupní signál má přitom menší napětí, ale vyšší proud a také vyšší zkreslení. Doporučené napájecí napětí 24 až 27 V lze kromě ze sítě získat také z běžných automobilových nebo leteckých akumulátorů, případně i ze suchých baterií. Zatěžovací impedanci nikdy nezmenšujeme libovolně, abychom tranzistory nepřetížili vysokým proudem. Proto pozor zvláště na zkraty ve výstupní lince k reproduktoru! Při napětí zdroje 27 V nechodme pod 5  $\Omega$ , optimum zátěže je 7 až 10  $\Omega$ . Přitom získáme výkon okolo 5 až 10 W s nízkým zkreslením i pro jakostní přenos. Máme-li v zesilovači vhodné tranzistory na vyšší napětí, docílíme ještě vyššího výkonu zvýšením napájecího napětí. Méně zkušení se přidrží napětí a zátěže podle technických údajů v odd. 2, zkušení mohou experimentovat. Vždy je však třeba dodržet tyto podmínky:

$U_{cb \max} > U_{zdroje}$	$I_{c \max} > \frac{4 P_{\max}}{U_{zdroje}}$
----------------------------	----------------------------------------------

kde  $U_{cb \max}$  = dovolené špičkové napětí mezi kolektorem aází

a  $I_{c \max}$  = dovolený špičkový kolektorový proud koncových tranzistorů

Pro většinu případů volíme napětí zdroje asi 4  $\times$  větší než velikost požadovaného výstupního signálu na zátěži 5  $\Omega$ .

### 3.4. Buzení tranzistorového výkonového zesilovače

Zdroj vstupního signálu musí mít malý vnitřní odpor přizpůsobený pro nízkou vstupní impedanci výkonového zesilovače okolo 600  $\Omega$ . Tato hodnota je běžná v profesionální praxi a má četné výhody, zvláště je naprosto netečná vůči kapacitnímu bruceání. Lze použít i nestíněné přívodní vstupní linky. Hodnoty součástek v regulátoru hlasitosti a korekčních obvodech lze snadno přizpůsobit nízké impedanci, která je výhodná zvláště v tranzistorové technice.

Výkonový zesilovač vybudíme naplno signálem asi 0,35 V, t. j. výkonem 0,2 mW na vstupu 600  $\Omega$ . Při zisku zesilovače 20 (+26 dB) je výstupní signál kolem 7 V, který na zátěži 10  $\Omega$  dává výkon asi 5 W, a na 5  $\Omega$  10 W. Výstupní napětí naprázdno stoupne proti zatíženému stavu jen asi o 5%, protože následkem silné záporné zpětné vazby přes všechny stupně má zesilovač nízký vnitřní odpor.

## 4. TRANZISTOROVÝ VÝKONOVÝ ZESILOVAČ TW 2202 VE SKUTEČNOSTI

### 4.1. Uspořádání podle popisu, obrázků 2, 3, a přílohy

Celý přístroj je na základní destičce 225  $\times$  70 mm s plošnými spoji, které nahrazují obvyklé dráty. Plošné spoje jsou vyleptány na spodní straně destičky z původně souvislé měděné fólie. Všechny součásti zesilovače jsou na druhé straně destičky. Upravené vývody odporů a kondenzátorů procházejí děrami na spodní stranu, kde jsou připájeny ke spojovému obrazci. Malé tranzistory T1, T2 a T3 se pro začátek místo obvyklého pájení zasouvají do držáčků vytvořených navlečenými trubičkami díl 7 na očka díl 2 zaražená v desce. Teprve po ověření v provozu jejich vývody na očka připájíme. Střední vývod z trojice patří bázi, bližší u něho emitoru, vzdálenější kolektoru. Ten je na tranzistoru obvykle označen červenou značkou. Výkonové tranzistory jsou upevněny na samostatných chladičích deskách díl 3. Ve vhodné vzdálenosti nad spojovou destičkou je drží sloupky díl 4 (současně jsou kolektorovým přívodem), přitažené k nim i k destičce šrouby díl 5. Vývody báze a emitoru T4 a T5 jsou nastaveny drátěnými spojkami a také *potřím* zasunuty do držáčků, podobně jako T1 až T3. Také oba výstupní izolační kondenzátory C4 jsou připájeny na pájecí očka díl 2 vzadu na desce. Součástí je málo, jsou přehledně uloženy a ze všech stran je mezi ně vidět. Kontrola nebo výměna není obtížná.

## 4.2. Stavba zesilovače podle vlastních představ v odlišné úpravě

V zesilovači nemožno prakticky nastat parazitní vazby, takže na rozložení součástí nezáleží. Lze ho proto stavět podle potřeby i ve značně odlišné úpravě. Musíme však dodržet nejmenší udanou velikost chladičích ploch. Protože je málo součástí, budou rozměry zesilovače určeny hlavně velikostí těchto ploch. Nešetřeme na nich, je-li dost místa. Plošné spoje můžeme nahradit např. obvyčejnou izolační destičkou 1,5 až 2 mm, která snese teplo při pájení. Ofízneme a vyvrtáme ji podle výkresů. Zkrácené vývody zasazených součástek propojíme pod deskou holým drátem asi 0,8 mm. Spojce vedeme nejlépe podle spojového obrazce v předloze a zalijeme je asi 2 mm vrstvou parafínu.

## 5. ROZPISKA MECHANICKÝCH DÍLŮ VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE TW 2202

Díl	Množství	Označení	Výkres
1	1 ks	spojová deska 610 220	x
2	21 ks	pájecí očko pro plošné spoje ZAA 060 01	
3	2 ks	chladičská deska	x
4	4 ks	sloupek	x
5	13 ks	šroub M3 × 6 St-z ČSN 02 1133	
6	1 ks	matice M3 St-2 ČSN 02 1401	
7	3 ks	chladičské křídélko	x
8	1 ks	trubička PVC 7 × 12	
9	0,1 m	zapojovací drát 0,5 ČSN 34 8410	
10	3 g	měkká pájka ø 2 ČSN 42 8765 — 42 3655	
R, C, T		viz rozpiska elektrických dílů	

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

Součástky podle rozpisky jsou moderní typy TESLA, vhodné pro techniku plošných spojů. Můžeme je dobře nahradit jinými typy stejné velikosti, aby se bez obtíží vešly na svá místa v destičce. Odpory TR 114 se souosými vývody pro 0,25 W se nahrazují běžným typem TR 101 nebo miniaturními odpory TR 110 až 113. Málo běžné odpory TR 135 vyrobíme v hodnotě 1 Ω z odporového drátu navinutého na tělísko jiného podobného odporu větší hodnoty. Oba R10 a R11 lze případně vypustit a nahradit je drátěnými spojkami (viz. odd. 3.2.). Termistor R12 v nouzi nahradíme podle popisu v téměř oddílu. Elektrolytické kondenzátory mohou mít i jinou kapacitu v rozmezí od poloviční až do dvojnásobné hodnoty. Jen C4 nezmenšujeme, aby nám neubývaly nízké tóny v reprodukci. C5 nemá mít úchylnky přes 10%.

Tranzistory lze nahradit takto: T1 může být jakýkoliv typ NPN. Invertor T2 a T3 můžeme nahradit každými vzájemně podobnými tranzistory opačné vodivosti PNP a NPN, např. 3NU70 a 103 NU70, 2NU70 a 102NU70, sovětskými P12 až P16 (PNP) a P8 až P11 (NPN). Nejlépe se hodí nové čs. typy 0C72, 0C76 (PNP) a 101NU71, 102NU71 (NPN). Typ 104NU71 však jen při napájecím napětí do 20 V. Konecový stupeň T4 a T5 osadíme jakýmkoliv výkonovými tranzistory PNP s kolektorovou ztrátou přes 3 W, např. 0C16, 0C30, sovětskými P201 až 203, nebo některými P4, německými TF80 nebo jinými novými typy. Podle zvolených tranzistorů a požadovaného výkonu zkontrolujeme a případně zvětšíme chladič plochu.

Nestavíme-li zesilovač podle obrázků, můžeme použít jakýchkoliv součástek podobných hodnot bez ohledu na tvar a velikost. Méně zkušení amatéři si vyžádají radu v odborné prodejně RADIOAMATÉR v Praze.

### 5.2. Mechanické díly zesilovače a jejich vhodné náhrady

Díly podle rozpisky 5 lze nahradit takto: Spojovou desku díl 1 s plošnými spoji nahradíme v nouzi obvyklou pertinaxovou deskou podle odd. 4.2. Pájecí očka díl 2 lze impro-



vizovat podle návodu č. 24 (předzesilovač TRANSIWATT, odd. 5.2.). Sloupky díl 4 a křídélka díl 7 mohou být z jakéhokoliv kovu.

## 6. VÝROBA DÍLŮ A SESTAV ZESILOVAČE (výkres na obr. 3)

*Díl 1, spojová deska 610220.* Vyrobíme ji podle popisu v příloze technikou plošných spojů nebo ji objednáme hotovou v prodejně RADIOAMATÉR.

*Díl 3, chladičí deska.* Duralový nebo hliníkový plech 2 mm. Moříme louhem, opláchneme vodou a vydrheme kartáčem do stříbrně matného povrchu.

*Díl 4, sloupek.* Dural  $\varnothing 10$  mm. Moříme jako díl 3.

*Díl 7, chladičí křídélko.* Hliníkový plech 1 mm. Moříme jako díl 3.

*Díl 8, trubička.* Nastříháme z izolační trubičky PVC  $\varnothing 7$  mm.

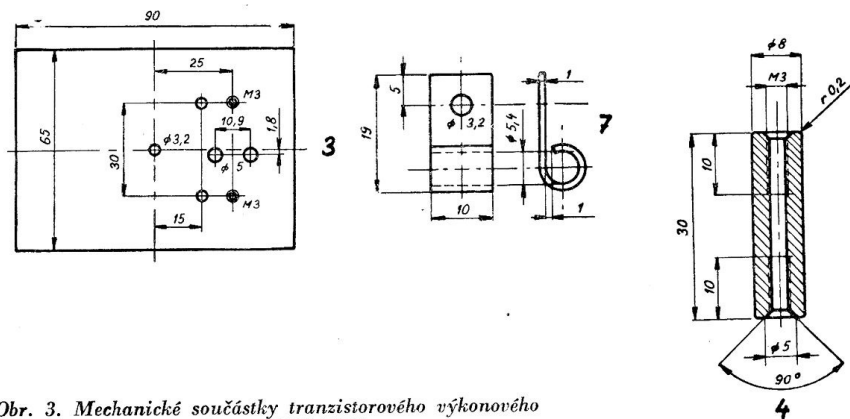
Ostatní díly 2, 5, 6 a 9 koupíme hotové.

## 7. CELKOVÁ SESTAVA VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE TW 2202

Podle obrázku a popisu v příloze upravíme základní desku díl 1 a osadíme ji součástkami. Čtyřmi šrouby díl 5 k ní připevníme sloupky díl 4 a na ně shora obě chladičí desky díl 3 dalšími čtyřmi šrouby. Jeden sloupek tvoří kolektorový přívod, proto šrouby na fólii dokonale utáhneme.

K deskám připevníme čtyřmi šrouby předepsané výkonové tranzistory. Starší typy výkonových tranzistorů mají někdy jiné upevnění a potřebné podložky, matice apod. se dodávají s nimi. Rozpiska je proto neuvádí.

Trubičku z PVC díl 8 mírně nahřejeme, roztáhneme a navlečeme ji na tělísko termistoru R 12 jako izolaci. Taktó izolovaný termistor pevně sevřeme do ohybu chladičího křídélka díl 7 a šroubem s maticí díl 5 a 6 je připevníme zespodu do střední díry chladičí desky tranzistoru T4. Tělísko termistoru je při tom natočeno blíž k tranzistoru T4 a jeho vývody směřují od desky. Na příslušná očka pak připejíme předem vyzkoušené tranzistory T1 až T3, jejichž vývody asi o 10 mm zkrátíme. Jejich tělíska pak vhodně natočíme do vodorovné polohy a na T2 a T3 nasadíme chladičí křídélka díl 7. Vývody báze a emitoru koncových tranzistorů T4 a T5 nastavíme drátem díl 9, zbylými šrouby díl 5 připevníme na sloupky obě chladičí desky a vývody tranzistorů a termistoru R12 připájíme na příslušná očka v desce. Tím je celý výkonový zesilovač hotov a připraven k důkladné kontrole.



Obr. 3. Mechanické součástky tranzistorového výkonového zesilovače TW 2202

## 8. JAK SE ZESILOVAČ TW 2202 MĚŘÍ A UVÁDÍ DO CHODU

### 8.1. Máme-li měřicí přístroje

**POZOR!** Zdroj připojme k zesilovači vždy přes miliampérmetr s rozsahem asi do 60 až 300 mA a předem zkontrolujeme správnou polaritu (— pól zdroje uzemněn!) a napětí. Omyly tu bývají drazé zaplacený jedním i více tranzistory. Začneme vždy s nižším napětím, asi od 12 V výše, jsme-li si úplně jisti správným zapojením.

Na vstupní doteky 3—4 přivedeme z nf generátoru signál 1 kHz, 0,1 V. Mezi výstupní doteky 12—13 a nulový vodič 9—10 připojíme osciloskop a elektronkový voltmetr s rozsahem do 10 V. Na kolektor T5 připojíme ss voltmetr, druhým voltmetrem kontrolujeme napětí zdroje.

Podle hodnoty  $R5/R12$  a tranzistorů bude spotřeba v klidu okolo 7mA. Na kolektoru T5 má přitom být přesně poloviční napětí zdroje. Osciloskop a milivoltmetr na nezatíženém výstupu mají ukázat nezkreslený signál asi 2 V. Není-li na kolektoru T5 přesně poloviční napětí zdroje, zvětšíme nebo zmenšíme R2 asi o 10 až 20%, nebo zkusíme vyměnit některý tranzistor za jiný podobný. Při větší odchylce polovičního napětí přezkusíme tranzistory a správnost zapojení. Při správných poměrech v zesilovači má výstupní signál limitovat na obou půlvlnách souměrně (odřezává špičky současně), zvětšíme-li budicí signál. Pak zvýšíme napětí zdroje na 24 až 27 V, dovolují-li to použité tranzistory (viz odd. 3.3.). Odběr se úměrně zvýší asi na 15 mA. Pak zvětšíme rozsah kontrolního miliampérmetru asi na 0,5 A a k výstupu připojíme zatěžovací odpor 10  $\Omega$ , 5 W. Signál na výstupu se může zmenšit nejvíce o 6% a nemá vzniknout pozorovatelné zkreslení. Zkusíme největší dosažitelný rozkmit na zátěži. Zdeformované nebo užiznuté vrcholky jedné z půlvln značí závadu, kterou se pokusíme odstranit podle tohoto odstavce. Obě poloviny mají limitovat současně a ostře, je-li zesilovač v pořádku. Při výstupním signálu 7,1 V na zátěži 5  $\Omega$  je výkon 10 W, proud se zdroje má být okolo 0,65 A. Pak zkontrolujeme technické vlastnosti zesilovače podle odd. 2. Zesilovač vybudíme na plný výkon po delší dobu a stále zjišťujeme, zda teplota budicích i koncových tranzistorů nestoupá nad dovolenou mez. Přípustnou teplotu do 55°C dostatečně přesně poznáme, přitiskneme-li ruku na tělísko tranzistoru. Povrch pokožky obvyčejně nesnáší vyšší teplotu! Hlavně při tom kontrolujeme klidový odběr ze zdroje, který se nemá při oteplení zesilovače zvětšit více než o 20%. Jinak musíme zjednat nápravu podle odd. 3.2., případně zvětšit chladičí plochu. Při trvalém buzení sinusovým signálem na plný výkon se tranzistory zahřívají mnohem více než při přenosu řeči a hudby, kdy je menší průměrný trvalý výkon. Ve skutečném provozu zůstávají proto všechny tranzistory skoro studené.

### 8.2. Nemáme-li měřidla ani zkušenosti

Před spuštěním dvojnásob důkladně zkontrolujeme celý zesilovač. Pro zkoušku je záhodno mít aspoň fungující předzesilovač podle návodu č. 24 a jakýkoliv stejnosměrný voltampérmetr, např. AVOMET. Budicí signál lze také přivést z nízkohmového výstupu běžného rozhlasového přijímače (pro druhý reproduktor), AVOMET si můžeme i vypůjčit. Zdroj nám nahradí obvyčejné ploché baterie. K výstupu připojíme reproduktor o impedanci 4 až 16  $\Omega$ , na vstup hrací předzesilovač nebo přijímač. Pak připojíme zdroj asi od 6 V nahoru za stálé kontroly odběru, polovičního napětí na C4 a výstupního signálu. Nápravu nedostatků uvádí odd. 8.1. Při vhodné úrovni budicího signálu a napájecího napětí, uslyšíme z reproduktoru nezkreslený signál. Použijeme-li dobrých tranzistorů a součástek bude zesilovač pracovat na první zapojení. Podmínkou je samozřejmě bezvadná práce, protože chyby později bez přístrojů těžko hledáme.

### 8.3. Nemůžeme-li výkonový zesilovač uvést do chodu

Chybu najdeme kontrolou napětí a proudů podle základního zapojení na obr. 1 a podle popisu. Změříme nebo zkontrolujeme tranzistory, které mohou být zničeny nedovoleným napětím nebo přepólováním zdroje. Při kontrole používáme zásadně zdroj s menším napětím, takže budou úměrně nižší i naměřené proudy a napětí proti údajům ve schématu.

Nepracuje-li nám zesilovač a nemáme měřicí přístroje ke zjištění závady, kontrolujeme znovu bod po bodu správné zapojení, dobré doteky na vývodech tranzistorů, které podle možnosti vyměníme za jiné. Nemáme-li ani potom úspěch, zbývá jedině celou práci znovu a pečlivěji opakovat, nebo požádat o pomoc zkušenější radioamatéry ve Svazarmu. Zde se nejlépe ukáže výhoda kolektivní práce v radioklubech, kde se kromě dobré rady najdou obyčejně i potřebné měřicí přístroje. Začátečnickům lze bezvýhradně doporučit odbornou pomoc při stavbě tohoto celotranzistorového výkonového zesilovače. Zvláště koncové tranzistory jsou poměrně drahé a při neodborné manipulaci je můžeme trvale poškodit. Je-li však všechno od začátku v pořádku, zachová si zesilovač pravděpodobně už trvale své dobré vlastnosti. To je neocenitelná vlastnost tranzistorových přístrojů, protože polovodičové součásti se časem nemění jako elektronky.

## 9. NÁMĚTY K POUŽITÍ VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE TW 2202

Přístroj je určen hlavně pro stavebnici TRANSIWATT, kde pracuje ve spojení s předzesilovačem TW 3306 podle návodu č. 24 a napájecím TW 4703 podle oddílu b). Popis ostatního příslušenství přinese návod č. 26 — TRANSIWATT Stereo.

K výstupu výkonového zesilovače připojíme reproduktory nebo jejich soustavy s impedancí 5 až 16  $\Omega$  (viz odd. 3.3.). K buzení se hodí jen takové zdroje signálu, které můžeme zatížit jeho nízkou vstupní frekvencí 600  $\Omega$ . Jsou to všechny předzesilovače s emitorovým sledovačem na výstupu, či nízkohmový výstup rozhlasového přijímače. Podle tranzistorů a napájecího zdroje docílíme výkonů až do 15 W s nízkým zkreslením a rovným frekvenčním průběhem, takže zesilovač vyhoví požadavkům věrné reprodukce. Jejich jakost bude proto dána jen jakostí vstupního signálu a reproduktorů.

Zesilovač vestavíme do prostoru s trvalou teplotou pod 45°C, je-li zapojen stabilizační termistor R12. Jinak může zesilovač pracovat trvale s okolní teplotou do 30°C. Na jeho pracovní poloze nezáleží. Přívody vstupu, výstupu a zdroje připojíme k zesilovači buď speciální třináctipólovou zásuvkou pro plošné spoje 105 466 01, nebo je připájíme pod destičku na vhodná místa. Nikdy nepájíme na dotekové plošky nebo na fóliové spoje, které tím trvale znehodnotíme.

Zdroj pro zesilovač má být tvrdý, s výstupním napětím rozdílným nejvýše o 15% při zatížení a naprázdno. Kromě zdroje podle dalšího popisu to může být šest až sedm plochých baterií po 4,5 v sérii.

Zesilovač se dobře hodí také pro mobilní provoz v rozhlasových vozech, v autokarech, železničních vagoncích, v letadlech, na lodích a jinde. Obvyklé napětí baterií 24 V právě vyhovuje. Napájecí napětí 12 V vyžaduje značně menší zatěžovací impedanci, asi od 1,5 do 4  $\Omega$ , abychom získali potřebný výkon. Uvedený tranzistorový výkonový zesilovač představuje však optimální řešení hlavně pro jakostní elektroakustické soupravy, napájené vždy vyšším napětím.

Mezi předzesilovač TW 3306 a vstup výkonového zesilovače se obvykle zapojí regulátor hlasitosti, který může být spojen s proměnnými korekcemi nízkých a vysokých tónů. Vhodné zapojení uvádíme na obr. 14. Regulátor hlasitosti R3 je doplněn dvěma přepínači a obvody pro zdůraznění nebo potlačení kmitočtů 100 Hz a 10 kHz o + 4 až 6 dB proti 1 kHz, jak se to ukázalo v praktickém provozu nejúčelnější. Ovládací prvky lze zdvojit a řídit společně, např. při stereofonním přenosu. Celá ovládací jednotka TW 5601 bude podrobně popsána v příštím návodu č. 26, kde čtenáři najdou i pokyny k sestavě a provozu úplně stereofonní soupravy pro věrnou reprodukci.

Stručný popis výkonového tranzistorového zesilovače TW 2202 přinesl odborný svazarmovský měsíčník Amatérské radio v čísle 5/1961. Aby zesilovač mohli úspěšně postavit také méně zkušené amatéry bez praxe, dostávají do ruky tento samostatný návod, doplněný podrobnými pokyny ke stavbě, zkoušení a provozu.

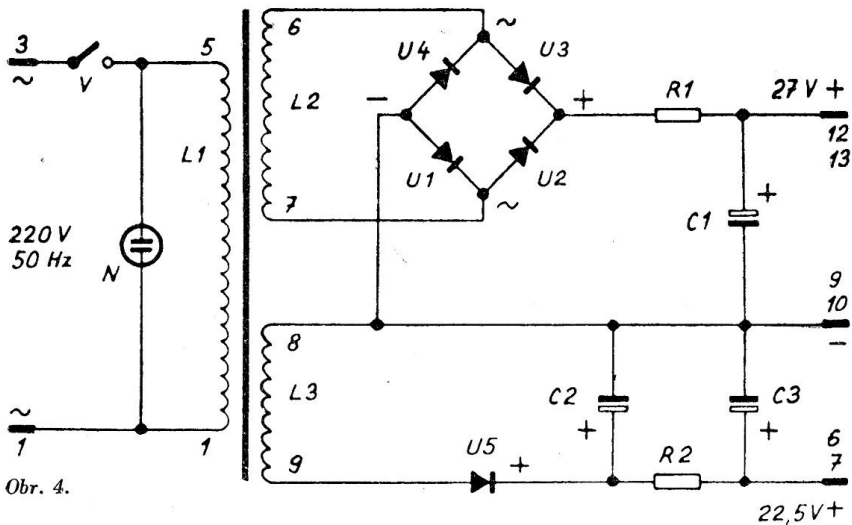
## b) Síťový napáječ pro celotranzistorovou soupravu TW 4703

### 1. HLAVNÍ VLASTNOSTI NAPÁJEČE TW 4703

Napáječ vyrábí z běžného střídavého síťového napětí 220 nebo 120 V vhodné nižší stejnosměrné napětí 27 a 22,5 V pro oddělené napájení tranzistorového předzesilovače a výkonového zesilovače podle předchozího popisu, pro celkový výkon do 20 W. Z části 22,5 V můžeme napájet až čtyři tranzistorové předzesilovače. Zdroj je stavěn na plošných spojích, podobně jako ostatní jednotky TRANSIWATT, a představuje samostatný stavebnicový zasouvateľný přístroj. Nemá mnoho součástí a jeho výroba je jednoduchá.

### 2. TECHNICKÉ ÚDAJE NAPÁJEČE TW 4703

Napětí a kmitočet sítě	220 V (120 V) 40 až 60 Hz
1. napájecí okruh, vývody 12–13	
vnitřní odpor	~ 2,5 Ω
napětí při odběru 0,6 A	27 V ss
největší odběr a dovolené zatížení	1,2 A – 32 W
2. napájecí okruh, vývody 6–7	
napětí při odběru 16 mA	22,5 V ss
největší odběr	40 mA
Dovolená trvalá pracovní teplota	< 55°C
Váha	~ 1800 p
Rozměry	225 × 70 × 95 mm
Pracovní poloha	libovolná



### SÍŤOVÝ NAPÁJEČ TW 4703 PRO CELOTRANZISTOROVOU SOUPRAVU —

R1 TR 136 1	U5 15NP70	C3 TC 531 G25
R2 TR 114 390	C1 TC 937 5G	N neonka 220 V Tesla 94005
U1 až U4 13NP70 4 kusy	C2 TC 531 G25	

### 3. K ZÁKLADNÍMU ZAPOJENÍ na obr. 4

Síť 220 V (při odlišném primáru i 120 V) je přes vypínač V připojena k primáru transformátoru Tr 1 (vinutí L1). Neónka N paralelně u primáru ukazuje zapnutý stav. Sekundární vinutí L2 a L3 mají po 19 V. Silnější z nich L2 pracuje do můstkového usměrňovače ze čtyř plošných germaniových diód U1 až U4. Po dvoucestném usměrnění jde ss proud ze záporného pólu na výstupní svorky 9—10, z kladného přes ochranný nárazový odpor na velkou filtrační kapacitu C1 a odtud na doteky 12—13. Vnitřní odpor této části zdroje je asi  $3 \Omega$ . Je v něm obsažen vlastní odpor L2 a diód, i přetransformovaný odpor primáru L1. Znamená to, že napětí poklesne asi o 3 V při odebraném proudu 1 A. Trvale lze odebrat 0,8 až 1,2 A, nevadí-li větší úbytek napětí.

Druhé sekundární vinutí L3 má stejné napětí 19 V, které se usměrní na U5 a přes filtr R2 — C2 — C3 jde na výstupní doteky 6—7. Odtud lze napájet dva předzesilovače asi 22,5 V, případně i čtyři s větším úbytkem napětí. Zmenšením hodnoty R2 docílíme však i při větším odběru požadovaného napětí. Na výstupu bohatě vyměřeného filtru je nepatrné zvlnění, takže střídavý zbytek 50 Hz v napájecím napětí se v signálu citlivého předzesilovače vůbec nezjistí. Ve spojení s výkonovým zesilovačem při napájení z tohoto zdroje dosáhneme tak ve většině případů odstupu hluku nejméně — 60 dB, jak to vyžaduje profesionální provoz.

Síťový transformátor je kompromis mezi velikostí, sycením jádra a odporem vinutí. Protože zdroj pracuje v blízkosti předzesilovačů, nesmí mít velký magnetický rozptyl se složkou 150 Hz, která snadno proniká do vstupních přívodů. Proto má zvolený transformátor sycení jen 9000 G, ač ortopermové jádro lze sytit až 15.000 G. Více závitů však zvětšuje odpor vinutí, který lze zmenšit jen zesílením drátu. Transformátor musí být tedy větší, než by vyžadovalo jeho zatížení, protože odběr značně kolísá a úbytky napětí by vadily. Zato se v provozu vůbec nezahřívá.

Tvrdý napájecí zdroj lze postavit i s menším transformátorem, použijeme-li tranzistorový stabilizátor výstupního napětí. Toto řešení je však podstatně dražší a navíc má některé nevýhody.

### 4. NAPÁJEČ TW 4703 VE SKUTEČNOSTI

#### 4.1. Stavba podle vzoru, obrázků 5, 6 a přílohy

Napáječ je vyřešen jako stavebnicová zasuvací jednotka s dotekovým polem pro třináctipólovou zásuvku. Základní deska má na spodní straně vyleptaný spojový obrazec, který vyloučí i zde drátové spoje. Na desce jsou všechny drobné elektrické a mechanické díly. Na zaražených očkách díl 2 je připevněn i síťový transformátor Tr 1. Na kraji desky je přinýtován držák díl 12 s vypínačem síť V. Jeho vývody spojují krátké drátěné svorky s pájecími očky, od nichž jdou pod deskou tenké fóliové spoje k primáru a přívodu ze síť. Oba tyto spoje s třetím spojem k neónce mají mezi sebou i od jiných vodivých částí předepsanou vzdálenost 3 mm.

Na základní spojové desce jsou přišroubovány tři sloupky díl 7. Přední zajišťuje držák vypínače proti pootočení, druhé dva svírají jádro síťového transformátoru díl 4. Sloupky jsou nahore podobně upevněny do pomocné desky, která nese velký elektrolytický kondenzátor C1 připevněný držákem díl 9. Zdroj jako celek je dostatečně pevný a pružný, takže případné nepřesnosti se při zasunutí snadno vymezí.

Jádro síťového transformátoru je moderní čs. výrobek ORTOPERM z chomutovských válcoven J. Fučka. Dvoudílné jádro tvaru C je navinuto z jakostního křemíkového plechu, stmeleno, rozříznuto a zabroušeno. Vkládá se jednoduše do hotové cívky a stáhne se dohromady. Příznivé magnetické vlastnosti jádra dovolují jeho vyšší sycení proti skládaným jádrům, ušetří se mnoho práce a až polovina váhy! Vinutá jádra mají také příznivěji vyjádřený magnetický rozptyl. Cena za 1 kg se téměř neliší od běžných skládaných jader. Pro napáječ volíme jádra typu 20004 nebo 20005, z nichž druhému dáváme přednost. Má větší průřez a transformátor má pak větší sycení a rozptyl. Je to výhodné zvláště při napájení citlivých předzesilovačů TW 3306 C pro magnetofonovou hlavu.

## 4.2. Napáječ podle vlastních představ

Na rozložení součástek vůbec nezáleží, takže zdroj můžeme stavět v jakékoliv jiné podobě. Použijeme-li místo plošných spojů obyčejné dráty, je záhodno jistit primár tavnou pojistkou 0,1 až 0,16 A. U drátových spojů je větší možnost zkratů, které nepředpokládáme u plošných spojů a spolehlivých elektrolytických kondenzátorů TESLA. Pojistka obvykle zachrání síťový transformátor při případném zkratu v sekundárním obvodu zdroje. Pečlivě vyrobený zdroj z dobrých součástí však není nutno zvlášť jistit, jak to také vidíme u mnoha podobných výrobků. U transformátoru zachovíme hlavně nízký odpor vinutí.

## 5. ROZPISKA MECHANICKÝCH DÍLŮ SÍŤOVÉHO NAPÁJEČE TW 4703

Díl	Množství	Označení	Výkres
1	1 ks	spojová deska 610219	x
2	17 ks	pájecí očko pro plošné spoje ZAA 060 01	
3	1 ks	sestavená cívka síťového transformátoru Tr1	x
4	1 ks	jádro transformátoru Ortoperm 20005 (20004)	
5	1 ks	stahovací pásek	x
6	3 ks	pružina	x
7	3 ks	sloupek	x
8	1 ks	pomocná deska	x
9	2 ks	spona elektrolytu	x
10	7 ks	šroub M3 × 6 St-z ČSN 02 1133	
11	1 ks	vypínač sítě jednopólový Elektropraga	
12	1 ks	držák vypínače	x
13	1 ks	držák neónky	x
14	0,2 m	zapojovací drát v PVC U 0,5 ČSN 34 7711	
15	3 g	měkká pájka $\varnothing$ 2 ČSN 42 8765 — s 42 3655	
R, C, U, N	viz rozpiska elektrických součástek		

## 5.1. Elektrické součástky TW 4703 a jejich vhodné náhrady

Předepsané typy můžeme nahradit takto: Málo běžný odpor R1 můžeme navinout z odporového drátu 1  $\Omega$  na odporové tělíčko TR 115 nebo TR 102. Odpor R2 může být i TR 101, případně drátový TR 605. Elektrolyt C1 můžeme složit ze dvou starších typů TC 504 1G (1000  $\mu$ F) na 30 V. Výsledná kapacita 2000  $\mu$ F je sice na pokraji použitelnosti, ale ještě vyhoví. Elektrolyty se připevní k pomocné desce za vodorovně ohnuté přichytky a jejich záporné vývody se uchyť drátěnou spojkou k pájecímu očku ve středu pomocné desky. Oba elektrolyty C2 a C3 lze nahradit jinými typy na 30 V, např. paralelně složenými TC 904 100 M. Mohou však mít až poloviční kapacitu bez zvláštní újmy na filtraci. Předepsané moderní germaniové usměrňovače nahradíme podobnými 34 nebo 33NP71, nebo dosavadními staršími typy 14 až 16NP70. Diódu U5 můžeme nahradit 25NP71, 34 či 35NP71, nebo dosavadními 3 až 6NP70. Vždy lze použít typů pro větší proud a napětí, než jsou uvedené. Hodí se i nové křemikové diódy TESLA, rozhodující však bude cena. Proto volme náhrady nejen podle katalogu, ale také podle ceníku.

Nestaví-li se zdroj podle obrázků, hodí se i mnohem větší součásti než uvedené, odpovídají-li jejich elektrické hodnoty aspoň přibližně předepsaným. *Zásadně však nepoužívejme na místě U1 až U4 selénových či kuproxových usměrňovačů, které se nehodí pro vysoký vnitřní odpor a značné změny stárnutím.*

## 5.2. Mechanické díly TW 4703 a jejich vhodné náhrady

Náhrady uvažujeme hlavně tehdy, nebudeme-li stavět zdroj technikou plošných spojů, nebo nezáskáme-li předepsané součásti. Síťový transformátor s Ortopermem podle obr. 7 můžeme nahradit transformátorem na běžném skládaném jádru z křemíkových plechů EI 28×28 o průřezu asi 7,5 cm<sup>2</sup>. Výrobní předpis je na obr. 8. Hotový transformátor připevníme nahore k pomocné desce a vývody vinutí připojíme krátkými dráty na příslušná pájecí očka ve spojové desce. Tu můžeme také nahradit obyčejnou pertinaxovou deskou 1,5 mm. Spoje součástek pak vyrobíme z drátu 0,8 mm a zalijeme na povrchu desky parafinem. Ostatní díly při odlišné stavbě vypustíme nebo změním podle potřeby.

## 6. VÝROBA DÍLŮ NAPÁJEČE TW 4703 - výkres na obr. 6

*Díl 1, spojová deska 610219.* Koupíme ji hotovou, nebo ji vyrobíme technikou plošných spojů podle podrobného popisu v příloze.

*Díl 3, sestavená cívka síťového transformátoru.* Z lesklé lepenky slepíme tělísko podle obr. 7, zanýtujeme pájecí pecky a vyrazíme čísla. Podle navýjecího předpisu na obr. 7 navineme celou cívku. Pečlivě zkontrolujeme její velikost (průměr max. 64 mm) a zda nemá zkratky. Zasuňme obě půlky jádra, stáhneme páskem a pružinami a transformátor vyzkoušíme.

*Díl 5, stahovací pásek.* Je z měkké ocelové pásky 0,2 až 0,3 mm. Povrch zinkujeme nebo černíme.

*Díl 6, pružina.* Je z ocelové struny 0,6 mm. Nejlépe použijeme hotovou podobnou pružinu z výprodeje. Proti rezavění ji namastíme.

*Díl 7, sloupek.* Dural Ø 6 mm. Povrch moříme louhem.

*Díl 8, pomocná deska.* Skelný laminát, tvrzený papír či tkanina 1,5 mm.

*Díl 9, držák elektrolytu.* Polotvrdlý ocelový nebo hliníkový drát 2 mm, dlouhý 180 mm. Povrch moříme louhem nebo zinkujeme, případně černíme.

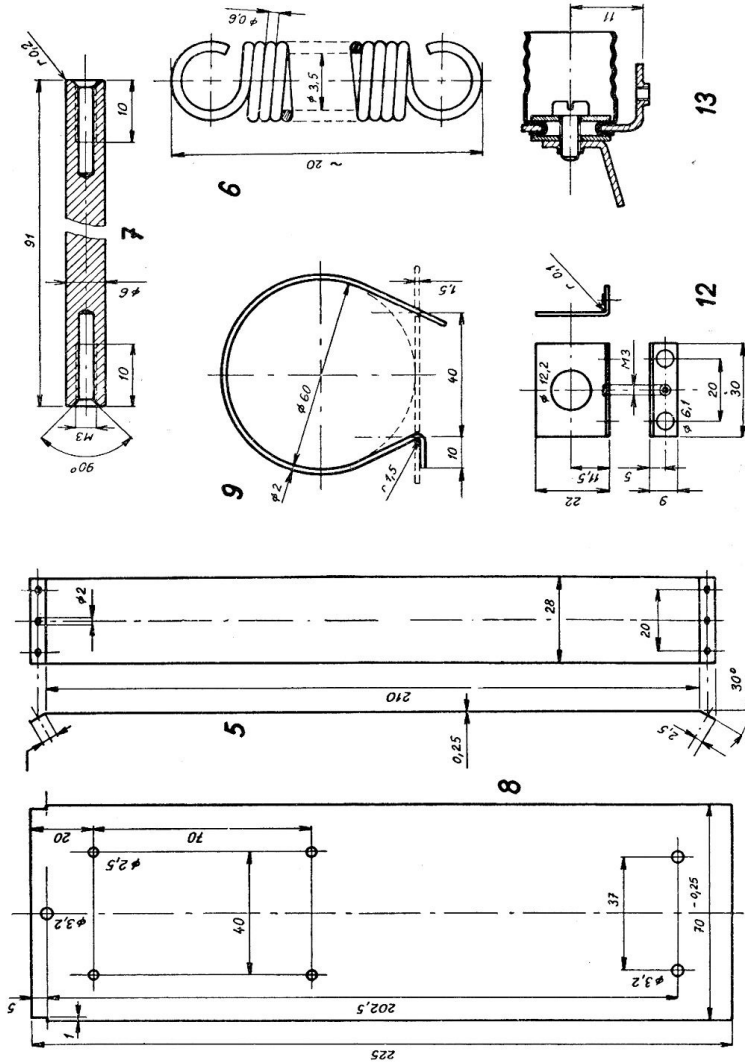
*Díl 12, držák vypínače.* Měkký ocelový plech 0,8 mm. Zinkujeme nebo černíme.

*Díl 13, držák neónky.* Z kroupané bakelitové objímky se závitem mignon vyjmeme kovový závit a držáček ohneme podle výkresu. Šroubem díl 10 přitáhneme zevnitř objímky přes izolační podložky zbylý vývodní pásek se závitem, který slouží jako vývod středního doteku. Předem ho narovnáme a zkrátíme.

Ostatní díly rozpisky 2, 4, 10, 14 a 15 koupíme hotové.

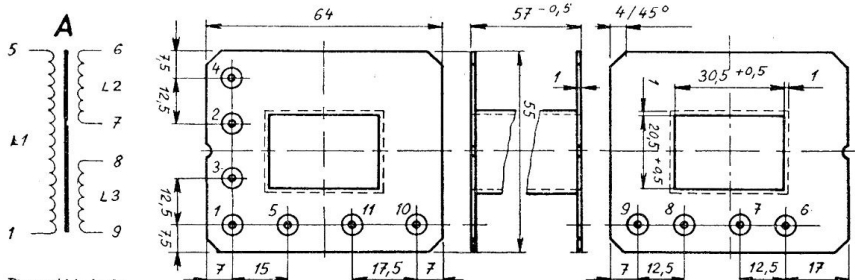
## 7. CELKOVÁ SESTAVA NAPÁJEČE TW 4703 PRO CELOTRANZISTOROVOU SOUPRAVU

Základní spojovou desku díl 1 osadíme součástkami podle obrázku a podrobného popisu v příloze. Šrouby plošných diod dokonale utáhneme, aby měly dobrý dotyk s fólií. Šroubem díl 10 připevníme na konec desky držák díl 12. Pak přišroubujeme vypínač díl 11 a jeho vývody propojíme krátkými spojkami s blízkými pájecími očky díl 2. Sestavenou cívku díl 3 usadíme na desku mezi pájecí očka a její vývody spájíme s nimi postupně dohromady, až je cívka dokonale upevněna. Třemi šrouby díl 10 připevníme k základní desce sloupky díl 7. Do cívky díl 3 vložíme stahovací pásek díl 5 a obě poloviny jádra díl 4 tak, aby barevná značka byla na stejné straně. Broušené styčné plochy namažeme olejem, aby jádro po stažení nevřelo. Pásek na jádře pak stáhneme třemi pružinami díl 6. Na pomocnou desku díl 8 do 4 děr 2,5 mm připevníme sponami díl 9 elektrolyt C1, celek usadíme nahoru na sloupky a přišroubujeme zbytlými třemi šrouby díl 10. Vývody C1 propojíme pájecími očky v desce drátem díl 15. Pozor při tom na správnou polaritu! Pak přišroubujeme držák neónky díl 13, jeho střední vývod propojíme s pájecím očkem a zašroubujeme neónku N. Tím je zdroj hotov. *Celou práci velmi pečlivě zkontrolujeme a můžeme zkusit.*

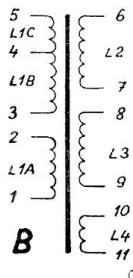


Obr. 6 Mechanické součástky síťového napáječe TW 4703 pro celotransistorovou soupravu TRANSIWATT





Propojit body 2-3 při 220 V, 1-3 a 2-4 při 120 V v síti.



Pořadí vinutí a izolační proklady

- L1 2037 z 0,3 CuPL 220 V 18 vrstev
- 8 x transformátorový papír 0,03 x 55
- L3 197 z 0,3 CuPL 19 V 2 vrstvy
- 4 x transformátorový papír 0,03 x 55
- L2 197 z 1,06 CuPL 19 V 6 vrstev
- 2 x ochranná páska 0,25 x 55

Přepínací primár L1 pro 120 a 220 V

- LLA 926 z 0,3 CuPL 100 V 8 vrstev
- 6 x transformátorový papír 0,03 x 55
- LLB 926 z 0,3 CuPL 100 V 8 vrstev
- LLC 185 z 0,4 CuPL 20 V 2 vrstvy

Úprava L2 a nové L4 pro zesilovač ECLB2

- L2 2080 z 0,265 CuPL 200 V 16 vrstev
- 4 x transformátorový papír 0,03 x 55
- L4 65 z 1,06 CuPL 6,3 V 2 vrstvy

Jádro ORTOPERM 20004 2 20005 2  
ef. průřez 4,05 cm<sup>2</sup> 5,4 cm<sup>2</sup>  
sycení 12000 G 9000 G

primár 9,26 z/V, sekundár 10,38 z/V

Každou vrstvu vinutí proložit 1 x transformátorovým papírem 0,03 x 55

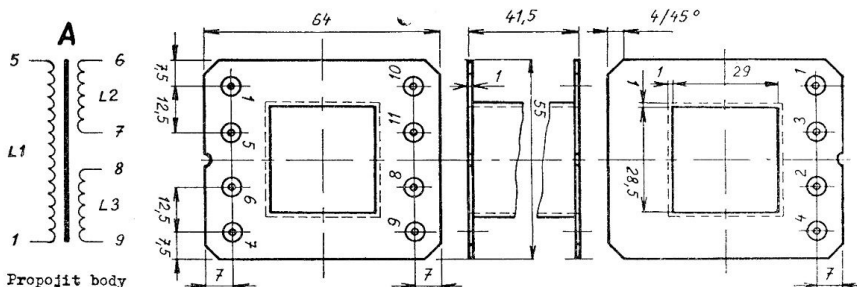
Vinutí začínají nižším číslem.

Navinutá cívka nesmí přesahovat okraje cívkových čel.

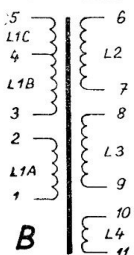
Sekundární napětí jsou udána při plném zatížení transformátoru.

Vývody v čelech: zaražené speciální trubkové nýty PA 052 05 (06 550 28) očíslované razídkem. U provedení A odpadá L4, nýt 10 zůstává.

Obr. 7. Síťový transformátor na jádře ORTOPERM 20005



Propojit body 2-3 při 220 V, 1-3 2-4 při 120 V v síti.



Pořadí vinutí a izolační proklady

- L1 1320 z 0,3 CuPL 220 V 14 vrstev
- 8 x transformátorový papír 0,03 x 40
- L3 127 z 0,3 CuPL 19 V 1 vrstva
- 4 x transformátorový papír 0,03 x 40
- L2 127 z 1,0 CuPL 19 V 4 vrstvy
- 2 x ochranná páska 0,25 x 40

Přepínací primár L1 pro 120 a 220 V

- LLA 600 z 0,3 CuPL 100 V 6 vrstev
- 6 x transformátorový papír 0,03 x 40
- LLB 600 z 0,3 CuPL 100 V 6 vrstev
- LLC 120 z 0,4 CuPL 20 V 2 vrstvy

Úprava L2 a nové L4 pro zesilovač ECLB2

- L2 1330 z 0,236 CuPL 200 V 12 vrstev
- 4 x transformátorový papír 0,03 x 40
- L4 42 z 1,0 CuPL 6,3 V 2 vrstvy

Jádro EI 28 x 28  
ef. průřez železa 7,5 cm<sup>2</sup>  
sycení 10000 G

primár 6 z/V, sekundár 6,66 z/V

Každou vrstvu vinutí proložit 1 x transformátorovým papírem 0,03 x 40

Vinutí začínají nižším číslem.

Navinutá cívka nesmí přesahovat okraje cívkových čel.

Sekundární napětí jsou udána při plném zatížení transformátoru.

Vývody v čelech: zaražené speciální trubkové nýty PA 052 05 (06 550 28) očíslované razídkem. U provedení A odpadá L4, nýt 10 zůstává.

## 8. JAK SE NAPÁJEČ MĚŘÍ A UVÁDÍ DO CHODU

### 8.1. Jsou-li po ruce měřicí přístroje

Do síťového přívodu zařadíme miliampérmetr na střídavém rozsahu asi 0,2 A, na výstupní svorky stejnosměrný voltmetr do 30 V. Zapneme síť, neónka se rozsvítí a na výstupu zkontrolujeme napětí. Nemá se lišit více než o 10% na větvi 27 V, a na větvi 22,5 V naměříme naprázdno také asi 27 V. Proud ze sítě může být 10 až 30 mA. Pak vyzkoušíme zdroj zatížený vhodnými odpory nebo přímo připojíme vyzkoušené zesilovače. Zkontrolujeme, zda pokles napětí při zatížení nepřesahuje hodnoty podle odd. 2. a 3. Vřící jádro transformátoru utišíme mírným poklepem kladívkem na místo styku.

### 8.2. Bez měřicích přístrojů

Platí tu opět pravidlo jako u zesilovačů: měřidla a výbavu musíme nahradit dvojnásob pečlivou prací a kontrolou. Výstupní napětí můžeme vyzkoušet např. automobilovými žárovkami na 24 V.

### 8.3. Je-li napáječ vadný a nejde uvést do chodu

*Vhodný postup kontroly:* Odpojíme jeden pól vinutí L2 a L3 a měříme střídavé napětí. Pak připojíme usměrňovače a kontrolujeme stejnosměrné napětí na výstupu. Nesouhlas bývá zaviněn nejspíše vadným usměrňovačem, třeba jedním ze čtveřice. Zjistíme ho kontrolou ohmmetrem v propustném a závěrném směru, kdy se jeho odpor má lišit asi o dva řády (asi  $100\times$ ).

Bez přístrojů a zkušeností se chyba odstraní opakováním celé práce, ale nejlépe je požádat o pomoc zkušenějšího. Zdroj je však jednoduchý a chyby v něm nepravděpodobné.

## 9. NÁMĚTY K POUŽITÍ SÍTOVÉHO NAPÁJEČE TW 4703

Je určen hlavně k napájení celotranzistorových zesilovačů TW 2202 soupravy TRAN-SIWATT. Při požadovaném výkonu  $2\times 5$  až 10 W ve stereofonní soupravě může zdroj napájet dva až čtyři předzesilovače TW 3306 a dva výkonové zesilovače TW 2202, případně jeden s větším výkonem. Napětí zdroje můžeme podle použitých tranzistorů také zvýšit (viz odd. a), 3.3.). Při větším napětí a menším odebraném proudu se tolik neuplatní odpor zdroje. Hodí se to zvláště při napájení zesilovače o velkém výkonu kolem 15 W. Z větve nižšího napětí můžeme odebrat až 30 mA i více, vyrovnáme-li pokles napětí na odporu R2 zmenšením jeho hodnoty.

Jinak se zdroj dobře hodí pro pokusy s tranzistorovými obvody. Změnou vinutí L2 a L3 lze výstupní napětí zdroje přizpůsobit podle potřeby, nebo je regulovat sériovými odpory, nekolsá-li odběr připojeného přístroje.

K síti a výstupním obvodům připojíme napáječ buď třináctipólovou zásuvkou po plošné spoje, jak je to v soupravě TRANSIWATT. Bez zásuvky lze přívody jednoduše připájet na vhodné body pod deskou, nikoliv na fólii! V pracovním prostoru napáječe nemá teplota překročit  $45^{\circ}\text{C}$ , protože pak klesá závěrné napětí germaniových usměrňovačů a jsou více namáhány. Tuto podmínku v praxi snadno dodržíme, protože zdroj sám teplo nevyrábí a také vedlejší tranzistorové zesilovače se v provozu neohřívají. Příklad správné sestavy (viz obrázek na obálce) soupravy TRANSIWATT najdete v příštím návodu č. 26.

Síťový napáječ můžeme nahradit akumulátory nebo bateriemi. Zvláště však s bateriemi lze postavit zajímavou napájecí jednotku. Na podobnou základní desku, jakou má zdroj, lze uspořádat sedm plochých baterií typu BATERIA 310 po 4,5 V v sérii, s vypínačem a příslušnými kontakty, a napájet z nich celé zařízení. Protože při přenosu hudby a řeči je nízký průměrný odběr, vydrží baterie velmi dlouho i při značné hlasitosti přenosu. Tato možnost je zvláště vítaná tam, kde není nablízku elektrická síť. Takový bateriový napáječ TW 4705 najdete jako příslušenství soupravy TRANSIWATT - Stereo v příštím návodu č. 26.

## c) Výkonový zesilovač 2 W s elektronkovým osazením - EA 2201

### 1. HLAVNÍ VLASTNOSTI ZESILOVAČE EA 2201

Zesilovač je určen pro soupravu TRANSIWATT jako náhrada tranzistorového výkonového zesilovače. Dosažitelný výkon okolo 2 W s nízkým zkreslením vyhoví i pro větší obývací místnosti, zvláště je-li zesilovač ve stereofonní soupravě dvojmo. Při tomto výkonu a přenosu hudby jsou vlastnosti tranzistorového i elektronkového zesilovače téměř rovnocenné. Elektronkový zesilovač sice nemá tak vysokou účinnost, v provozu se zahřívá a nelze ho napájet z baterií. Pracovní prostor se však dá odvětrat a k účinnosti nebo bateriovému napájení nemusíme ve většině případů přihlížet. Navíc má elektronkový zesilovač mimořádnou přednost — velmi levnou pořizovací cenu, a součásti jsou už dnes dosažitelné pro každého.

Vestavné rozměry EA 2201 jsou stejné jako u tranzistorového zesilovače TW 2202, takže oba lze vzájemně zaměňovat (ovšem současně s napájecími zdroji). Zesilovač EA 2201 je uspořádán na základní desce bez plošných spojů a vyrábí se běžnou drátovou technikou, aby zájemci nebyli vázáni určitým druhem součástí. Popis výroby je jednoduchý, protože elektronky a drátová spojovací technika jsou blízké většině zájemců. Dobrým vodítkem je obr. 10.

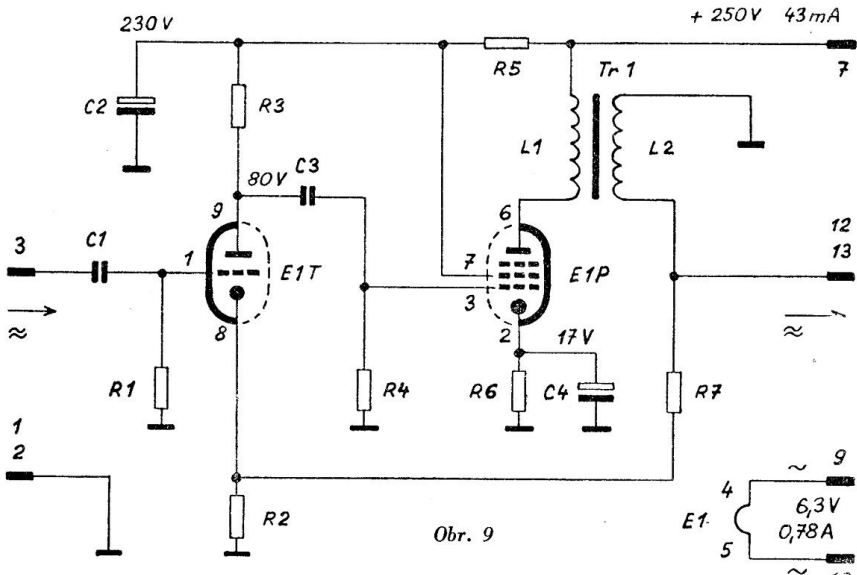
### 2. TECHNICKÉ ÚDAJE VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE 2 W - EA 2201

Vstupní signál pro $U_{výst}=3,16$ V	$\sim 1$ V	
Vstupní impedance	$< 1$ M $\Omega$	
Výstupní signál 1 kHz	3,12 V	2,6 V
Zatěžovací odpor $R_z$	5 $\Omega$	5 $\Omega$
Výstupní výkon $P_{max}$ na 800 Hz	2W	1,35 W
Harmonické zkreslení na 160 Hz		1,3 %
800 Hz	1,2 %	0,95 %
5000 Hz		1,4 %
Kmitočtová charakteristika	40 Hz až 20 kHz — 3 dB	
Výstupní odpor	$\sim 0,25$ $\Omega$ ( $\sim 5\%$ $R_z$ )	
Vzestup výstupního napětí při odpojení zátěže	$\sim 5$ %	
Velikost záporné zpětné vazby ve smyčce	$\sim 20$ dB ( $10 \times$ )	
Odstup hluku	$< -60$ dB	
Napájecí napětí zdroje	250 V ss	6,3 V st
Odběr ze zdroje	43 mA	0,78 A
Spotřeba — příkon	10,7 W	4,9 W
Váha	$\sim 650$ p	
Rozměry	225 $\times$ 70 $\times$ 50 mm	
Vestavná výška nejméně	55 mm	
Pracovní poloha: základní deska svisle, elektronka vodorovně		

### 3. JAK PŘÍSTROJ PRACUJE

Základní zapojení je na obr. 9. Signál na vstupním doteku 3 se zesílí v triodě E1T kombinované elektronky ECL82 a jde na pentodový systém E1P k výkonovému zesílení. V anodovém obvodu pentody je výstupní transformátor s převodem asi 33 : 1, který přizpůsobuje zatěžovací impedanci elektronky a kmitačky reproduktoru. Ze sekundáru výstupního transformátoru je zavedena poměrně silná frekvenčně nezávislá zpětná vazba přes R7 do katody E1T. Snižuje citlivost zesilovače asi o 20 dB ( $10 \times$ ) a stejnou měrou

zlepšuje jeho zkreslení, frekvenční průběh a vnitřní odpor. První systém E1T získává předpětí mřížkovým proudem na R1. Celé zapojení je co nejjednodušší. Protože se počítá se signálem z předzesilovače a nejde tu o maximální citlivost, může být zpětná vazba silnější než obvykle. Vlastnosti výkonového zesilovače jsou proto příznivější. Přístroj se napájí z odděleného zdroje TW 4704, který je popsán v odd. d) tohoto návodu.



Obr. 9

#### ELEKTRONKOVÝ VÝKONOVÝ ZESILOVAČ — EA 2201

R1	TR 115 10M	C1	TC 172 22k
R2	TR 114 33	C2	TC 909 10M
R3	TR 114 M22	C3	TC 172 47k
R4	TR 114 M68	C4	TC 904 100M
R5	TR 114 1k		
R6	TR 116 390	Ei	ECL82
R7	TR 114 82	Tr1	výstupní transformátor A

#### 4. VÝKONOVÝ ZESILOVAČ EA 2201 VE SKUTEČNOSTI - obr. 10

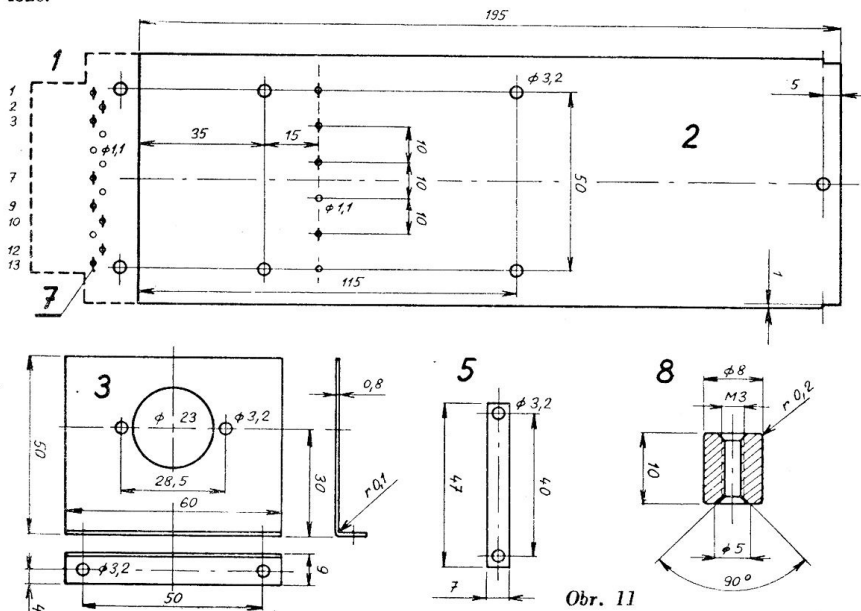
Je opět navržen jako zasouvací stavebnicová jednotka soupravy TRANSIWATT. Základní izolační deska  $1,5 \times 70 \times 225$  mm nese všechny součásti a na konci má dotekové pole 610527 vyrobené technikou plošných spojů. Přes zaražená pájecí očka jsou jeho doteky propojeny s obvody zesilovače vyrobeného běžnou drátovou technikou. Na dotekovém poli a na desce je přišroubován výstupní transformátor Tr1. Na držáku uprostřed desky je objímka elektronky. Mezi její vývody a pájecí očka zaražená v desce u transformátoru jsou připájeny všechny drobné součástky zesilovače. Jak ukazuje obrázek 10, je tu místa dost a součásti lze uspořádat velmi přehledně. Vývody dotekového pole počítáme zleva při pohledu zpředu, jsou-li přítom na destičce vespod.

## 5. ROZPISKA MECHANICKÝCH DÍLŮ ZESILOVAČE EA 2201

Díl	Množství	Označení	Výkres
1	1 ks	dotekové pole s plošnými spoji — 610527	x
2	1 ks	základní deska	x
3	1 ks	držák objímky	x
4	1 ks	elektronková objímka noval	
5	2 ks	pásek	x
6	4 ks	šroub M3×6 St-z ČSN 02 1133	
7	12 ks	pájecí očko pro plošné spoje ZAA 060 01	
8	4 ks	sloupek pod výst. trafo	x
9	4 ks	trubkový nýt $\varnothing 3 \times 5$ ČSN 02 2380.10	
10	1 ks	pájecí očko pod šroub ( $\varnothing 3,2$ )	
11	1 m	zapojovací drát v PVC U 0,5 ČSN 34 7711	
12	4 g	měkká pájka $\varnothing 2$ ČSN 42 8765 — 42 3655	
R, C, E, Tr1		elektrické součástky podle rozpisky	

### 5.1. Součástky a jejich vhodné náhrady

Elektronkový výkonový zesilovač EA 2201 není stavěn na plošných spojích a lze proto použít i větších součástí. nepřesáhnou-li vestavné rozměry přístroje. Méně zkušení se o součástkách mohou poradit v odborné prodejně RADIOAMATÉR, nedostanou-li přeepsané typy. Mechanické díly snadno vyrobíme podle předpisu a obr. 11. Dotekové pole koupíme buď hotové, nebo je vyrobíme technikou plošných spojů podle popisu v příloze.



## 6. VÝROBA DÍLŮ A SESTAVA ZESILOVAČE EA 2201

Podle přílohy opracujeme dotekové pole díl 1 a na kraji vyvrtáme dvě díry  $\varnothing$  3,2. Podle obr. 11 vyrobíme základní desku díl 2 (izolant 1,5 mm), držák elektronky díl 3 (plech 0,8 až 1 mm) a pásek díl 5 (plech 0,8 až 1 mm). K držáku (na straně obybu) přinýtujeme objímku díl 4 (vývod 2 nahore) a tuto sestavu za ohyb přiuýtujeme k desce. Do děr 1,1 mm v ní a v dotekovém poli zarazíme očka díl 7 a vespod je připájíme k fóliovým dotekům. Výstupní transformátor A upravíme: odstraníme plechové nožičky a nahradíme je sloupky  $\varnothing$  6 až 10 mm se závittem M3 díl 8. K nim přišroubujeme zespeda (na straně sekundáru — 4 vývody) dotekové pole. Pod hlavy šroubů díl 6 vložíme pásky díl 5. Ke zbylým sloupkům podobně přišroubujeme základní desku, takže ji oba pásky a transformátor spojí s dotekovým polem v jeden pevný celek. Podle základního zapojení na obr. 9 a fotografie na obr. 10 připájíme mezi vývody objímky a pájecí očka v desce všechny elektrické součástky. R6 a C4 uzemníme na očko díl 10 pod jedním šrouhem na transformátoru. Asi deset nezbytných spojů uděláme z drátu díl 11, pokud možno v různé barvě. Pak součásti a spoje urovnáme, aby byly přístupné, přehledné a neměly zkratky. *Celou práci velmi pečlivě zkontrolujeme.*

## 7. JAK ZESILOVAČ EA 2201 MĚŘÍME A UVEDEME DO CHODU

Zasuneme elektronku ECL82 a připojíme zesilovač ke zdroji podle odd. d). Můžeme ho napájet také z běžného rozhlasového přijímače se žhavením 6,3 V, z něhož vytáhneme koncovou elektronku a vyvedeme z její objímky příslušné nívody. Voltmetrem ověříme správná napětí podle základního zapojení. Zesilovač pak vybudíme tónovým generátorem a změříme vlastnosti podle odd. 2.

Bez přístrojů to jde také, postupujeme-li podobně jako u přístrojů v oddílech a) a b). Stejně hledáme i chybu, nepracuje-li zesilovač na první zapojení. Jestliže snad zesilovač divoce kmitá, zaměníme vzájemně oba přívody jednoho vinutí na transformátoru, aby zpětná vazba byla záporná (odpojením R7 stoupne citlivost zesilovače).

## 8. NĀMĚTY K POUŽITÍ ELEKTRONKOVĚHO ZESILOVAČE EA 2201

Je určen jako stavebnicová jednotka do soupravy TRANSIWATT, ale můžeme ho snadno použít i samostatně. Oproti tranzistorovému protějšku mu však musíme zajistit dobré větrání, nejlépe zespeda přívodem chladného vzduchu a jeho volným odchodem kolem elektronky nahoru. Elektronka má být při provozu ve vodorovné poloze, základůf destička svisle. Tranzistorový předzesilovač umístíme raději dále a vždy na desku, aby elektronka nemohla sálat teplo do jeho pracovního prostoru.

Kdo by chtěl zesilovač zkoušet samostatně, např. přímo s krystalovou přenoskou bez předzesilovače, musí nejdříve zvýšit jeho citlivost tak, že zeslabí zápornou zpětnou vazbu zvětšením nebo úplným vypuštěním R7. Tím stoupne citlivost na vstupu až na 100 mW pro výkon 2 W, ovšem vlastnosti zesilovače se poněkud zhorší. Pro jakostní přenos je však záporná zpětná vazba nezbytná. K výstupu připojujeme obvyklé nízkoohmové reproduktory, podobně jako k celotranzistorovému výkonovému zesilovači TW 2202 podle oddílu a).

Obr. 11. Mechanické součástky elektronkového zesilovače EA 2201.

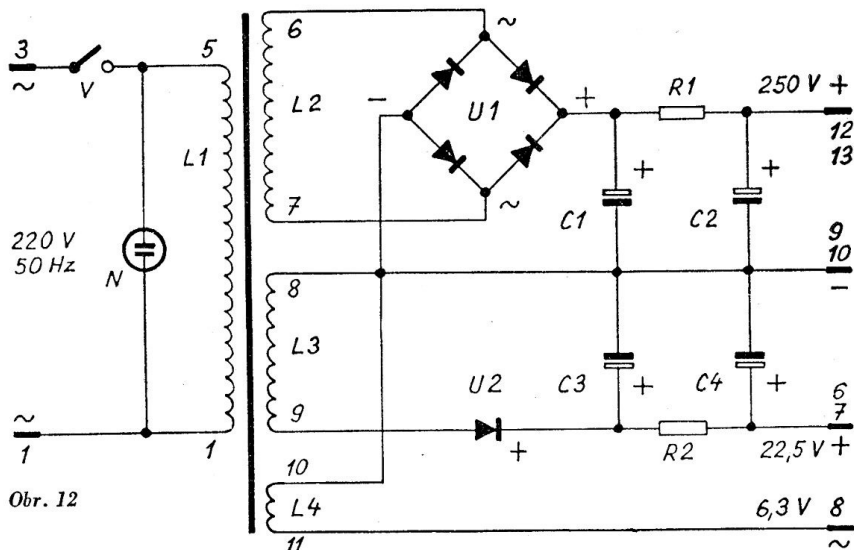
## d) Síťový napáječ pro kombinovanou soupravu TW 4704

### 1. HLAVNÍ VLASTNOSTI

Napáječ je určen k napájení dvou až čtyř tranzistorových předzesilovačů TW3306 podle stavebního návodu č. 24 a dvou elektronkových výkonových zesilovačů EA2201 podle předesešlého oddílu c). Ze síťového napětí 220 V (příp. 120 V se změněným primárem) vyrábí pro ně 22,5 V a 240 V stejnosměrných. Až na malé rozdíly má stejné součástky jako zdroj pro celotranzistorovou soupravu podle odd. b) a dá se kdykoliv na tento typ přestavět.

### 2. TECHNICKÉ ÚDAJE NAPÁJEČE PRO KOMBINOVANOU SOUPRAVU

Napětí a kmitočet sítě	220 V (120 V) 40 až 60 Hz
1. napájecí okruh, vývody 12–13: napětí při odběru 90 mA největší odběr a dovolené zatížení	~ 245 V ss 90 mA – 22 W
2. napájecí okruh, vývody 6–7: napětí při odběru 16 mA největší odběr	22,5 V ss 40 mA ~ 1800 p
Dovolená trvalá pracovní teplota	55°C
Váha	~ 1800 p
Rozměry	225 × 70 × 95 mm
Pracovní poloha	libovolná



Obr. 12

### SÍŤOVÝ NAPÁJEČ TW 4704 PRO KOMBINOVANOU SOUPRAVU –

R1	TR 606 82	U2	33NP71	C4	TC 531 G25
R2	TR 114 390	C1, C2	TC 912 64+64M		
U1	B 250 C 100	C3	TC 531 G25	N	neónka 220 V TESLA 94005

### 3. K ZÁKLADNÍMU ZAPOJENÍ na obr. 12

Primár, vypínač sítě, signalizační neónka a celý napájecí okruh 22,5 V s vinutím L3 jsou stejné jako u zdroje podle odd. b). L2 má však napětí 200 V st, a přibylo také nové žhavičí vinutí L4, 6,3 V, s vývody 10—11. Anodové napětí (vývody 12—13) dodává můstkový selénový usměrňovač B 250 C 100, na jehož kladný pól je připojen dvojitý filtr C1 — R1 — C2. Žhavení pro elektronky se odebrá z doteku 8.

### 4. NAPÁJEČ TW 4704 VE SKUTEČNOSTI

Až na odlišný sekundár L2 a L4, usměrňovač U1 a filtr C1 — R1 — C2 je stejný jako zdroj podle odd. b) tohoto návodu. Dvojitý elektrolyt C1 — C2 je menší, ale upevněný stejně dvěma sponami díl 6. Úplně odlišný je však můstkový selénový usměrňovač U1, který nahrazuje čtyři germaniové diódy a je upevněn na jejich místě.

Obr. 13 ukazuje hotový napáječ, který má transformátor na běžném jádře EI 28×28 a nikoliv na Ortopermu (viz odd. b), odst. 5.2.). *Až na uvedené odlišné znaky jsou tedy oba zdroje podobné a proto pro ně platí i společná rozpiska mechanických dílů dle odd. b), 5.* Výkres cívký síťového transformátoru je na obr. 7 a 8.

### 5. SOUČÁSTKY TW 4704 A JEJICH VHODNÉ NÁHRADY

Můstkový selénový usměrňovač B250 C100 lze beze všeho nahradit usměrňovací elektronkou EZ80, opatříme-li si transformátor s dvojitým sekundárním vinutím 2×230 V pro dvoucestné usměrňování. Zdroj však musíme úplně přestavět, teplou elektronku uložit vodorovně (jako ECL82 v zesilovači) a vzdálit od ní elektrolyty. Krajní vývody vinutí 2×230 V připojíme na anody EZ80, střední vývod uzemníme na — pól C1. Žhavení EZ80 připojíme na L4, které musí být z drátu 1 mm. Kladný pól C1 spojíme s katodou EZ80. Předepsaný typ C1—C2 můžeme nahradit např. typem TC 535 nebo TC 519+50M.

### 6. VÝROBA DÍLŮ A SESTAVA NAPÁJEČE TW 4704

Selénový usměrňovač U1 připojíme takto: Protože tu nejsou původní germaniové diódy, použijeme s výhodou tři děr pro jejich záporné drátové vývody a zarazíme do nich tři pájecí očka díl 2 takto: do očka místo U4 připájíme záporný pól (—), do očka U3 vedlejší střídavý vývod usměrňovače (~), takže plechové pouzdro stojí svíse nad deskou. Na třetí očko místo diódy U2 připojíme tvrdým drátem druhý střídavý vývod (~) usměrňovače, a vedlejší jeho kladný pól (+) spojíme drátem s kladným pólem C1. Odpor R1 připájíme přímo mezi kladné vývody C1 a C2. Oba póly R2 pak propojíme s pájecími očky v desce určenými původně pro C1. *Po důkladné kontrole můžeme napáječ vyzkoušet.*

### 7. JAK UVEDEME ZDROJ DO CHODU

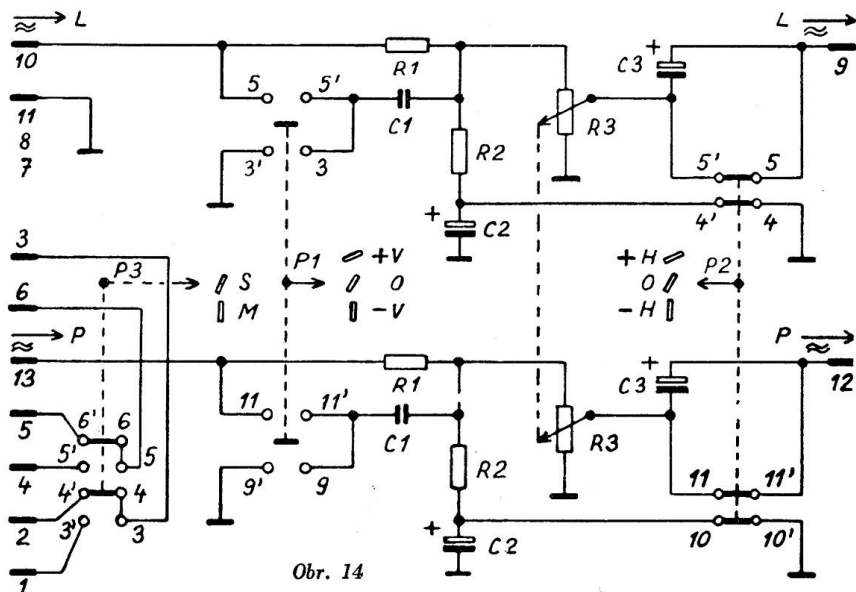
Postup viz odd. b) 8.1. a 8.2., jediné napětí na transformátoru a na výstupních dotecích 12—13 bude rozdílné. Hodnoty uvádí základní zapojení na obr. 11. Změříme také napětí 6,3 V st na doteku 8 proti společnému nulovému vývodu 9—10.

### 8. K POUŽITÍ NAPÁJEČE TW 4704

Kromě napájení soupravy TRANSIWATT s elektronkovým výkonovým zesilovačem EA 2201 se zdroj hodí pro všechny podobné případy, kde pracuje společně elektronkový výkonový a tranzistorový předzesilovač. Mnohým amatérům poslouží pro napájení experimentálních obvodů s elektronkami i tranzistory.

Při instalaci je třeba usnadnit větrání, protože usměrňovač U1 hřeje. Platí tu stejné pravidlo jako u výkonového zesilovače EA 2201 podle odd. c), 8. Spojovou desku uložíme svíse, aby vzduch mohl volně proudit nahoru. *Měně zkušené zájemce upozorňujeme na zvýšené nebezpečí při práci s poměrně značným anodovým napětím 250 V stejnosměrných, které už vypaluje díry do prstu a může mít i smrtelné účinky!* Podobné obavy odpadají při práci s tranzistorovými obvody napájenými nízkým napětím do 40 V. Pečlivý a opatrný pracovník však snadno předejde rušivým příhodám.





Obr. 14

#### OVLÁDACÍ JEDNOTKA TW 5601 PRO STEREOFONNÍ ZESILOVAČ

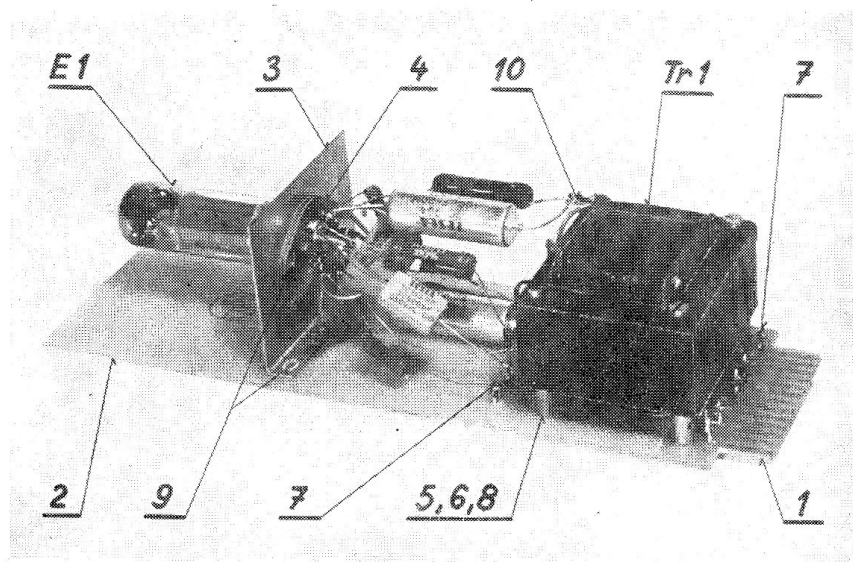
R1	TR 114 560	(2 ks)	C1	TC 181 68k	(2 ks)
R2	TR 114 470	(2 ks)	C2	TC 181 1M (TC 904 1M)	(2 ks)
R3	WN 690 50/4k7	(2 ks)	C3	TC 181 1M (TC 904 1M)	(2 ks)

Obrázek ovládací jednotky TW 5601 najdete v návodě č. 24 TRANSIWATT předzesilovač na 3. straně obálky v pravém rohu. Objednáací číslo spojové desky je 610403.

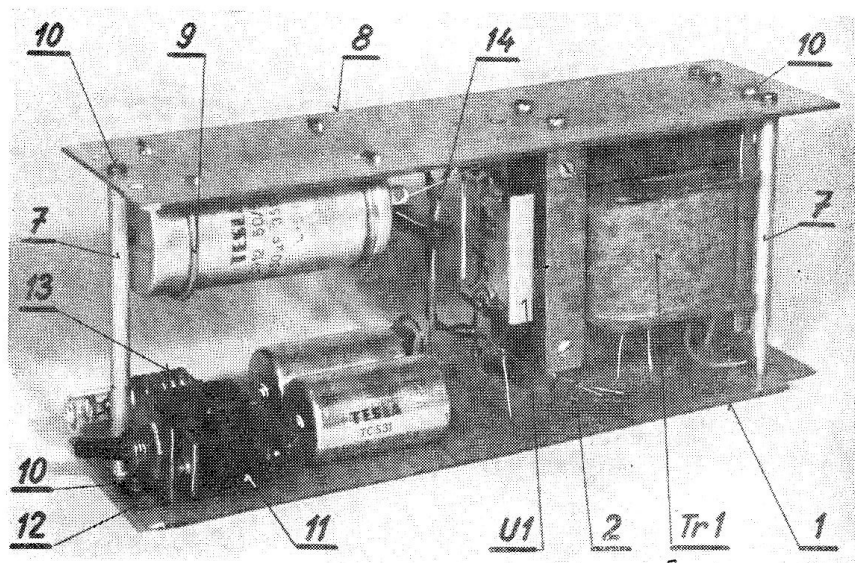
Popis ovládací jednotky spolu s bateriovým napáječem TW 4705 (jeho spojová deska má obj. číslo 610 423) a stavebnicovým pouzdem TRANSIWATT DN 127 10 (viz zadní strana obálky) najdete v příštím návodě TRANSIWATT Stereo č. 26.

Stručný popis předzesilovače TW 3306 podle návodu 24 přineslo také AMATÉRSKÉ RADIO čís. 2/1961.

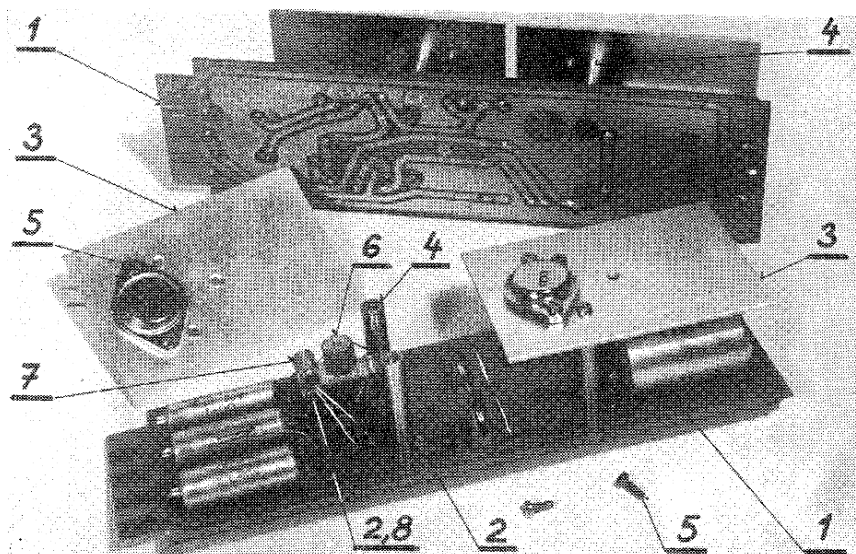
Stavebnice TRANSIWATT je určena pro amatéry. Jiné využití nebo výroba jednotek jen podle ustanovení zákona 34/1957.



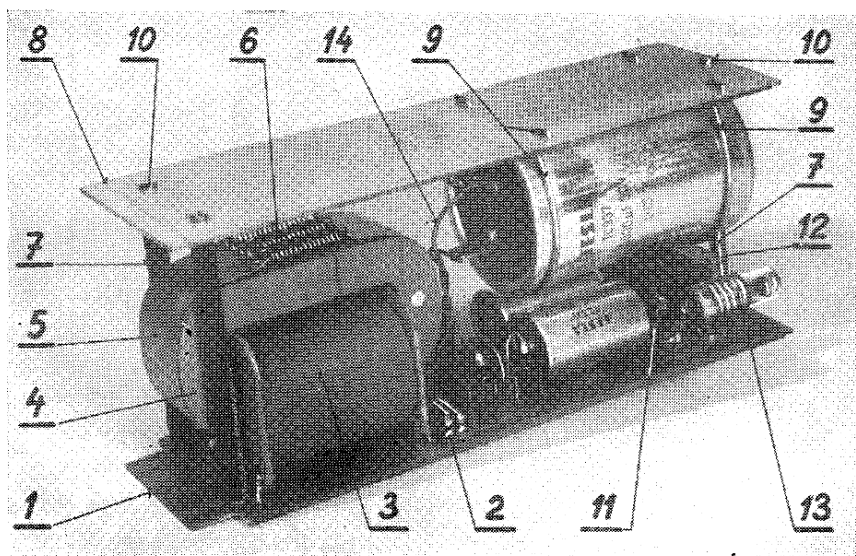
Obr. 10. Elektronkový výkonový zesilovač EA 2201



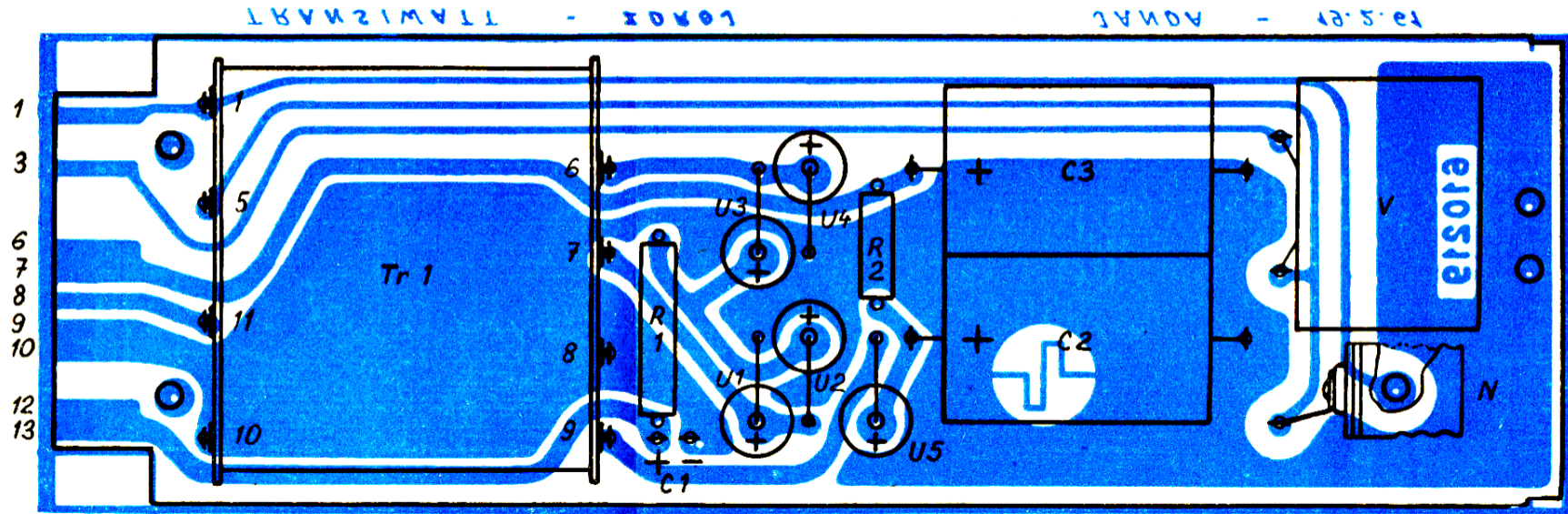
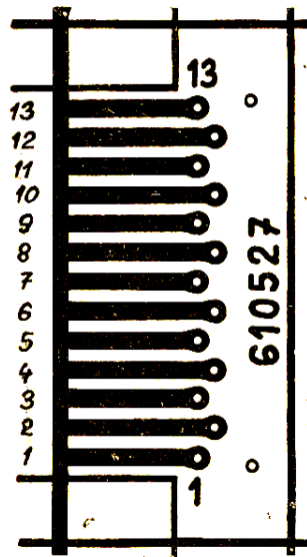
Obr. 13. Síťový napáječ TW 4704 pro předzesilovač TW 3306 a výkonový zesilovač EA 2201



Obr. 2. Tranzistorový výkonový zesilovač TW 2202



Obr. 5. Síťový napáječ TW 4703 pro celotranzistorovou soupravu



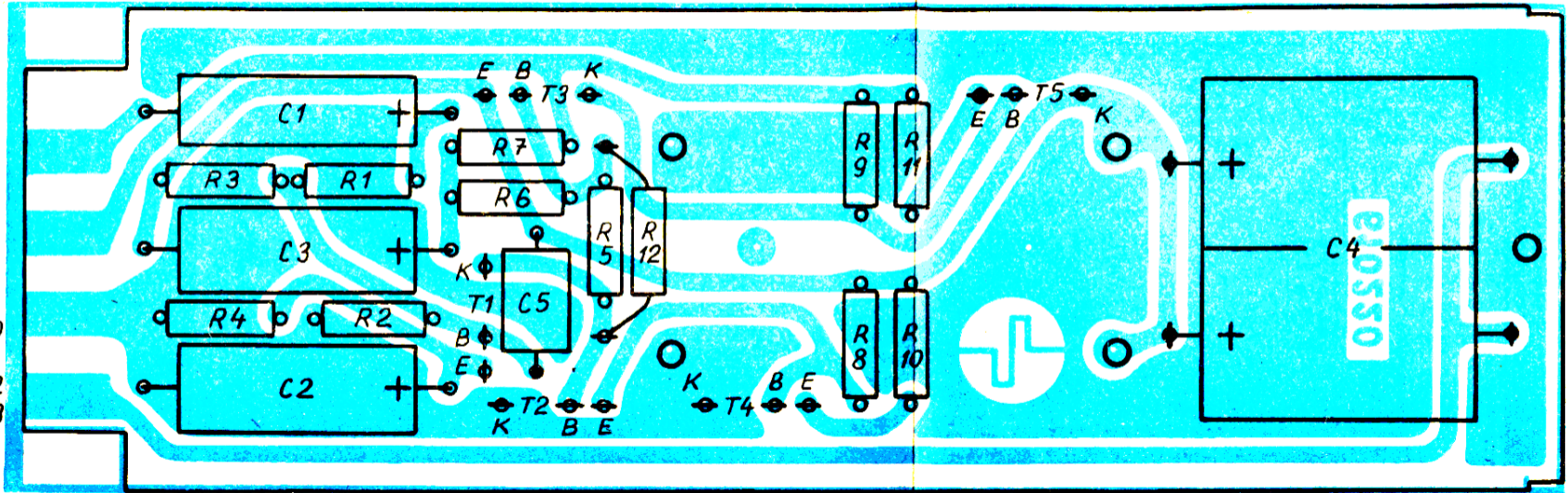
184421M411

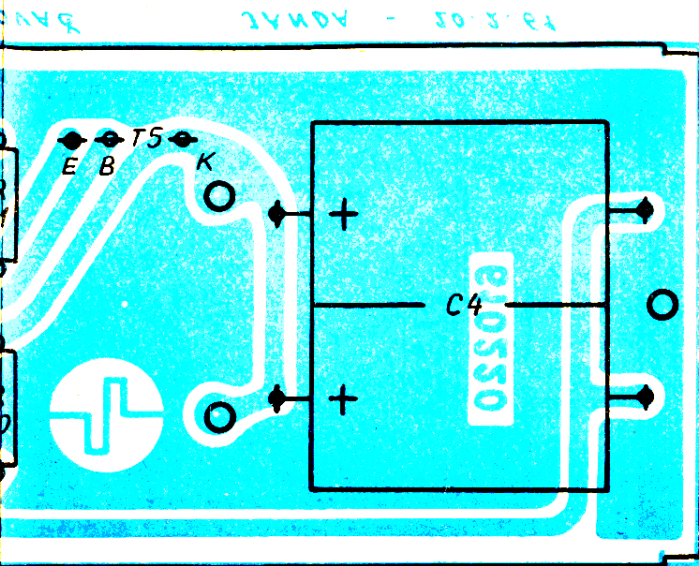
- ΛΑΚΟΜΟΛΑ

ΣΕΡΙΦΟΥΡ

24M04 - 50.8.84

3  
4  
6  
7  
9  
10  
12  
13





Stavební návod a popis

25

**TRANSIWATT**

výkonový zesilovač

TW 2202

a síťový napáječ

TW 4703

**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 izolacími destičkami, které mají na jedné straně všechny součástky a na druhé příslušný spojový obrazec. Ten je vyleptán z původně souvislé měděné fólie silně asi 0,035 mm, která je předem pevně přilepena k povrchu izolační desky silně obvykle asi 1,5 mm. Tím odpadnou možné omýly v zapojování, přístroje se zmenší, zlevní a jsou vzhlednější. Plošné spoje ovládl 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 vyrobit jednoduchými prostředky, jím 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 CUPREXIT nebo CUPREXGART 1,5 mm o rozměrech asi o 15 mm většíh, 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 miska 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 MĚDENOU 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 práci dosáhneme uspokojivého výsledku. Z výtiskéne 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 spínátko nebo lepicí páskou proti posunutí. Spoje obtahujeme ostrou tužkou. Překopírování obrazce na fólii v místech budoucích spojů pomocí jemného štětce pokryjeme tenkou a souvislou vrstvou nitrolaku. Redidlem upravíme jeho hustotu tak, aby nebyl příliš řídký, ale přitom aby dobře splýval se štětce. S budoucími otvůrkou se nezdružujeme, označujeme a vyvrtáme je podle předlohy po zaschnutí laku. Nepřesnosti kresby opravíme přelomenou čepelkou či jehlou a vyretušujeme lakem, až je obrazec čistý a přesný. Podobně pracuje i tovární výroba, jenže obrazec na fólii nanáší stitotiskem nebo otsetem.

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

Výsledky jsou velmi přesné a čisté; způsob však vyžaduje větší technickou vzbavu a zkušenosti. Fólii uříznuté destičky vyčistíme a zdrsíme jemným smirkovým plátnem, opláchneme vodou a dokonale odmastíme kašičkou z vídeňského vápna. Mastné zbytky znemožní další práci. Kašičku omyjeme proudem vody a destičku necháme oschnout. Odmaštěné fólie se nesmíme dotknout. Měkkým štětcem pak na fólii naneseeme 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 vyrobíme fotografickou cestou 1 : 1. Negativ zatřížime rovným 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 světlelem zasazená místa zřetelně tmavá. Vložíme ji pak do misky s pozitivní vývojkou, která po chvíli rozpustí neosvětlená místa emulze. Na fólii pak zbývá 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 vytápěné odstředivce; lakování štětcem je nouzový způsob.
- b) Pozitivní vývojka pro uvedenou emulzi. Výrobce GRAFOTECHNA n. p.
- c) Světelný zdroj pro exponování: nejlépe rtuťová výbojka, horské slunce, sluneční svit, silné zářivky vedle sebe nebo fotografické žárovky asi 250 až 500 W.

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

Je to nejvýhodnější 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 strojirny a lze čekat, že v dohledné době bude všeobecně přístupný. Dává nejrychlejší a zaručené výsledky.

Pod označením DIAZOLIT-Resist se dodávají hotové desky Cuprextitu či Cuprexcartu s předem nanášenou 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 zůstane na nich holá měď. Neosvětlená místa kryjí měď i nadále a vzdorují vývojce i vodě.

DIAZOLIT se exponuje podobně jako Grafolit, ale z diapozitivu, kde budoucí vodivé spoje jsou neprůsvitně 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 teple do 20° C a opláchne 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 silnému světlu a případné kazy ve spojích opravíme pájkou.

## 3. LEPTÁNÍ SPOJOVÉHO OBRAZCE

Destičky s bezvadně nanášeným spojovým obrazcem podle odd. 2 můžeme leptat. Jakékoliv zjištěné kazy v plochách či obrysech spojů předem opravíme škrábáním nebo nitrolakem. Destičku vložíme do fotografické misky s leptacím roztokem podle odd. 1b a 1c a stále ji pohybujeme, aby leptání pokračovalo rychle a stejnoměrně. Roztok napadne a rozpustí měděnou fólii všude,

kde není kryta spojivým 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. Obieví-li se při leptání kazy v obrabci a roztok nalezlává spoje, destičku vyjme, omyje vodou (s výjimkou grafolitového obrazce, který musíme jen otřít nasucho) a po zaschnutí obrazec opravíme nitrolakem. Po zatvrdnutí pokračujeme v leptání. Vyleptaná destička nesmí mít v izolačních plochách ani stopové zbytky odleptané mědi, jinak vznikají nežádoucí svody mezi spoji. Po skončení leptání odstraníme spojivý obrazec vhodným rozpustidlem, vodou a drátěným kartáčem, takže zbude čistá spojivá kresba z měděné fólie přesně podle předlohy.

#### 4. OPRACOVÁNÍ VYLEPTANÉ DESTIČKY

Desku zkontrolujeme a osušíme. Pak ji ofízneme podle výkresu nebo prostě podle obrysových čar tak, že čára má při řezu právě zmizet. Rovně a rychle řeže strojní kružná pila, ale jde to i ručně pilkovým listem na kov či lupenkovou pilkou. Zářezy, vnitřní rohy a případné nerovnosti obrysů začistíme ostrým pilníkem a velmi jemně srazíme hrany destičky. Spojivý obrazec vyleptáme nejmenším smirkovým papírem, odmastíme např. trichloretylenem a celou spojivou stranu destičky nalakujeme vhodným lakem proti korozi. Lak musí při pájení působit jako čističlo, takže ho snadno sami vyrobíme rozpustěním obyčejné kalafuny v líhu, 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 spojivém obrazci jsou naznačeny budoucí díry. Vyvrtáme je ostrým spirálovým vrtáčkem 1,1 mm za vysokých otáček vřetenem. Dálčíkovat nemusíme; vrták se do vyleptaných plošek ve fólii sám zavádí. 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 průsečíky udávají umístění děr pro součástky, případně rozměry celých destiček. Speciální součástky pro plošné spoje mají vývody přizpůsobené pro uvedený rastr, ale také téměř všechny běžné součástky lze snadno upravit pro tuto techniku. Nejpoužívanější drobné odpory a kondenzátory se sousošími 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 upravit na vhodná pájecí oka (např. univerzální pájecí oka ZAA 060 01), která zarazíme předem do desek.

Před zasazením musíme upravit vývody součástek. Sousoší vývody moderních odporů typů TR 112, 113 a 114 nebo svitkových či elektrolytických miniaturních kondenzátorů ohneme blízko u těliska prstem bez násilí 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 tělisku označení hodnoty. Jinak u zasazených součástí není snadné nebo vůbec možné zjistit hodnotu, např. u dosavadních nejrozšířenějších odporů typu TR 101 a 104, nebo miniaturních typů TR 110 a 111. Jejich stranové vývody však ohneme přímo u těliska 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 pájíme k fólii. Používáme buď transformátorové nebo nepřímo žhavené páječky s příkonem okolo 25 W, je-li hrot opilujeme do špičky. Vhodná pájka (tj. pájecí slitina) je v drátu Ø 2 mm s čistící vložkou. Má obvykle 40 % cín; iče však 60 % a zbytek olovo. Pájíme rychle co nejmenším množstvím pájky tak, aby se na první pohled dobře rozlékala 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 odlepí 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 kusem holého cinového drátu 0,5 mm.

Měníme-li vadnou součástku v desce, ohřejeme páječkou postupně její pájecí body, za současného tahu pinzetou nebo kleštěmi za tělísko směrem od desky. U nahradní 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 lehce a postupně ohřejeme pájecí 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 zbytečných opravám předejdeme, nebudeme-li připájenými součástkami na desce pohybovat a už při pájení jejich tělíska pevně přitiskneme na obou stranách k destičce.

## 8. NÁHRADNÍ VÝROBA ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU NA DESTIČKY

Předepsaný DUPREXIT lze v nouzi nahradit i vlastním materiálem takto: tvrzený papír (perlinax), 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. Zatímže rovnou desku (neříče v lisu) a vyjmeme až po spolehlivém vytvrzení pojidla. Hotové desky nám dobře nahradí továrně vyráběný materiál. Má-li se práce zdařit, 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 pouzvacím papíře. Zhotovení použitelných negativů a diapozitivů vyžaduje zkušenost a dobré zařízení. Zájemcům je dodá hotové např. FOTOGRAFIA, Sázkavská 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 čehledné, čisté a dobře se s nimi pracuje. Vážný zájemce najde další podrobnosti např. v čs. 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 radioamatérská prodejna v Praze 1, Žitná 7, tel. 22 86 31. V této prodejně také dostanete destičky s plošnými spoji, uvedete-li přesně jejich objednávací čísla. Obě prodejny mají zásilkovou službu pro mimopražské radioamatéry.

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

Mechanické díly si vyrobíte nebo opracujete v dobře vybavené zámečnické samoobsluze družstva **DEZA, Ječná 28, Praha 2, tel. 23 94 76**

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 MIR. 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 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.   |
|                                                | 24 TRANSIWATT, předzesilovač pro Hi Fi         |

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,—