

DOMÁCI POTREBY - PRAHA
specializovaná prodejna radiotechnického zboží
PRAHA 1, VACLAVSKÉ NÁM. Č. 25

**elektronické
vibrato ke kytarě**

VIBRATON

ZBYNĚK MADEJ

VIBRATON

Elektronické vibrato ke kytarě

STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS

Svazek 23

Ve Vydavatelství obchodu vydávají

DOMÁCI POTŘEBY - PRAHA

specializovaná prodejna radiotechnického zboží

PRAHA 1, VÁCLAVSKÉ NAM. 25.

VÁŽENÍ PŘÁTELÉ!

Touto brožurkou Vám předkládáme podrobný stavební návod kvalitního nízkofrekvenčního zesilovače pro kytaru s elektromagnetickým snímačem a s vestavěným elektronickým vibrátem. Konstrukce tohoto přístroje je řešena s ohledem na univerzální použití, t. j. skýtá nám možnosti připojení různých zdrojů signálu od mikrofonů počínaje a dotykovými snímači konče. Samozřejmě na vstup můžeme připojit i gramofonní přenosku a diodový, nízkohomový nebo sluchátkový výstup z přijímače, případně můžeme zesilovače použít i pro hlasitý poslech z krystalového přijímače — lidově známého pod pojmem „krystalka“.

Montáž a zapojení přístroje jsou řešeny z hlediska amatérů-začátečnicků, takže přidržíme-li se přesně rad uvedených v odstavci konstrukčních připomínek, setkáme se bez obtíží s kladným výsledkem. K úspěšnému sestrojení, jakož i k dobrému poslechu Vám přejeme mnoho zdaru.

Princip snímače pro kytary — ruční vibrace tónů

Kytara jako sólový nástroj bez elektromagnetického snímače a vlastního zesilovače v orchestru značně zaniká. Zvláště v poslední době, především v hudbě džezové, roste obliba tohoto nástroje pro sóla; z tohoto důvodu není dnes myslitelné hrát na kytaru bez zesílení její hlasitosti. Proto se zabudovává na vrchní ozvučnou desku elektromagnetický snímač, který mění mechanické kmity struny na kmity elektrické a tyto se pak zesílují jak napětově, tak výkonově a nakonec, přeměňují ve zvuk. Tak si můžeme zvolit pomocí regulátoru hlasitosti v zesilovacím řetězci libovolnou hlasitost, aniž bychom byli nuceni ji zvláště silným trsáním zvětšovat. Dále nám použití zesilovače dovolí docílit nových zvukových efektů při jemném trsání a vysokém zesílení zesilovače.

Princip elektromagnetického snímače pracuje tak, že mění magnetický tok v indukční závit, což je docíleno tím, že kovová rozechvěná struna v rytmu svého pohybu zvětšuje nebo zmenšuje magnetický tok permanentního magnetu, na kterém je navinuta snímací cívka. Toto zvětšování a zmenšování se neděje skokově, nýbrž magnetický tok buď pozvolna slabne nebo se zesiluje, při čemž tyto průběhy změn plně odpovídají průběhům mechanickým. Každému je z fyziky známo, že proměnný magnetický tok procházející cívku indukuje v ní elektromotorickou sílu, odpovídající co do velikosti i tvaru průběhu změnám magnetického toku. Elektrické napětí vzniklé na obou koncích navinuté cívky snímače je tedy žádané budící napětí pro zesilovač.

Ještě se zmíníme o různých druzích snímacích cívek; jsou to nízkoohmové s malým počtem závitů, t. j. s malou impedancí a vysokoohmové s dosti značným počtem závitů, t. j. s velkou impedancí. V nynější době se ve většině případů používá impedance kolem 5k Ω , t. j. snímačů vysokoohmových, při čemž napětí dodávané snímačem nepřesahuje 50 mV efektivních. Dále možno použít pro každou strunu zvláštní snímací cívky a ty potom spojit paralelně nebo sériově, anebo použít jen cívky jedné s pólovými nástavci, odpovídajícími počtem počtu strun.

Pro zvýšení efektu a líbivosti hry na kytaru, provádí se vibrato tónů a to rytmickým měněním tlaku prstů na patřičnou nebo patřičné struny, čímž se v tomto rytmu mění útlum struny a zároveň se mění i hlasitost. Mechanický postup je však při rychlé hře a složitém prstokladu obtížný a proto se v poslední době mechanické vibrato nahrazuje vibrátem elektrickým, kde hudebník pouze vytvoří patřičný tón a elektrické zařízení

vytvoří žádané vibrato. Při tom má i možnost volit různé rychlosti a hloubku modulace vibrata. Tímto usnadněním hry se může hudebník více soustředit na jakost přednesu a podat vrcholný výkon.

Tohoto zesilovače s vibratem lze použít i pro jiné nástroje s elektrickými nebo elektromechanickými snímači (na př. gramopřenosky, dotykové mikrofony), případně elektroakustickými měniči (na př. mikrofony); jako příklad uvádím kontrabas se snímačem, housle se snímačem nebo elektroakustickým měničem, harmoniku s vestavěným mikrofonem a podobně.

Požadavky na zesilovač

Požadavek každého hudebníka je, aby výsledný přednes kytary včetně elektrického zařízení byl co nejdokonalejší. Tento předpoklad lze ovšem dodržet splněním několika základních specifikací, které tkví především v dostatečně širokém frekvenčním pásmu, velmi malém harmonickém zkreslení a vyhovujícím odstupu rušivých napětí. Lze navrhnout a prakticky provést zesilovač splňující nejvyšší požadavky na dokonalý přednes, ale jeho zhotovení je značně drahé; proto je dále uvedené zařízení nejvhodnějším kompromisem mezi cenou a kvalitou, ale jeho parametry lze přirovnávat k zařízením pro vysoké nároky.

Velkou šířkou frekvenčního pásma přenášeného zesilovačem a reproduktory je vlastně dáno zabarvení a přednes tónů. Uvažujeme-li, že frekvenční rozsah kytary je přibližně od 80 Hz do 1320 Hz, nebyly by takovéto požadavky žádným problémem pro reprodukci, avšak věc je komplikovaná věrným přednesem zabarvení tónů. Toto zabarvení je vlastně dáno velikostí amplitudy a počtem harmonických kmitočtů a jejich vzájemným poměrem ke kmitočtu základnímu. Blíže vysvětleno: dokonalý sinusový průběh napětí nebo proudu neobsahuje žádné další celistvé násobky základního průběhu, v tomto případě mluvíme o čistě sinusovém průběhu. Jakmile se jedná o nějaký obecný, nesinusový, periodický průběh (průběh libovolného tvaru pravidelně se opakující), mluvíme o kmitu složeném, t. j. obsahujícím, mimo svůj základní tvar, ještě kmity s frekvencí dvojnásobnou, trojnásobnou, čtyřnásobnou atd. (nazývané většinou druhá harmonická, třetí harmonická atd.).

Tyto násobky základní frekvence mohou mít začátek svého průběhu shodný se začátkem průběhu základního kmitu, nebo časově posunutý, takže zborcení tvaru sinusového průběhu může být ovlivněno nejenom obsahem vyšších harmonických, nýbrž i jejich vzájemným časovým posunem. Samotný čistý sinusový tón nemá zvlášť líbivý zvuk; teprve obsahem různých harmonických kmitočtů dostává patřičné zabarvení, a to buď libozvučné nebo nelibozvučné. Takže charakteristický tón každého nástroje, jeho tak zvané zabarvení, je vlastně dán obsahem vyšších harmonických základního tónu.

Z těchto uzávěrů vidíme, že pro věrnost reprodukce musíme zajistit širokou frekvenční linearitu reprodukčního zařízení, abychom slyšeli skutečný tón, jaký nám dává ten který nástroj.

V hudebním projevu se často vyskytují pasáže obsahující takzvané přechodové jevy, nazývané také tónové pulsy, které vznikají silným počátečním nasazením postupně dozrávajícího tónu; vyskytují se především u bubnů, basy, kytary a podobně. Zmíněné přechodové jevy obsahují velmi značné množství vyšších harmonických kmitočtů a proto chceme-li akusticky vyzářít i takovéto pulsy, je bezpodmínečně nutné provést celé zařízení lineární v širokém frekvenčním spektru, jdoucím většinou až na hranice slyšitelnosti.

Požadovaným dostatečně širokým frekvenčním rozsahem zesilovače se získá i příhodná fázová charakteristika; to znamená, že zařízení časově neposouvá kmitočty okrajové proti frekvencím ve střední části pásma. V odborné literatuře však najdeme, že lidské ucho fázové posuny nerozpoznává, jelikož slyšený tón rozkládá na jednotlivé harmonické a hodnotí velikosti amplitud a jejich vzájemné poměry, takže fázový posuv, t. j. časová zpoždění nebo předstih pro přenos tónů není kritický, ovšem

nebereme-li ohled na tvarové zkreslení a to zvláště u přechodových jevů. Mimo to se vyskytuje u jednotlivců — hudebních odborníků — názor, že poslechový subjektivní dojem při fázovém zkreslení je rozdílný oproti naprosto čisté reprodukci; z hlediska zmíněného subjektivního dojmu je velmi těžké se k tomuto stanovisku vyjádřit, zvláště když si uvědomíme tvarovou změnu přechodových jevů, způsobenou špatnou fázovou charakteristikou.

Dále si musíme uvědomit, že jakákoliv nerovnost frekvenční charakteristiky může způsobit tvarové zkreslení přenášeného průběhu, čímž se poruší možný akustický vjem; vzniká dojem nesprávného, zkresleného poslechu, při kterém v některých případech špatně rozeznáme reprodukováný nástroj. Pro lepší pochopení nám postačí úvaha vycházející z většího, případně menšího zesílení v těch oblastech frekvenční charakteristiky, kde se vyskytují „kopce“, případně „dolíky“. Toto proměnné zesílení lze lehce pochopit, neboť víme, že frekvenční charakteristika je vlastně závislost zesílení (velikosti amplitudy) na přiváděné frekvenci; proto může nastat větší zesílení nebo větší zeslabení u základního nebo harmonického tónu, tím se mění jejich vzájemný poměr, čímž je poškozen tvar přenášeného průběhu a tím i žádaný věrný přednes.

Princip elektronického vibrata

Vibrace tónů je v podstatě rytmické zeslabování a zesilování přenášeného tónu, což se děje proměnným zesílením elektronky. V této souvislosti je nutné upozornit na to, že se velmi často používá nesprávného označení tremolo pro tuto funkci; tremolo znamená malé frekvenční změny tónů kolem určitého jmenovitého kmitočtu, kdežto ve skutečnosti se jedná o kolísání amplitudy, t. j. hlasitosti, pro které je správný název vibrato. Při tom se jedná vlastně o určitý druh modulace. V tomto případě elektronka pracuje s velmi malou účinností, která je dána změnou strmosti v závislosti na mřížkovém předpětí. Je-li strmost v závislosti na mřížkovém předpětí proměnná, jedná se o elektronku s exponenciální mřížkovou charakteristikou a proto vhodnou pro modulaci. Proměnná strmost způsobí nelineárnost mřížkové charakteristiky a uvědomíme-li si, že na nelineární charakteristice vzniká zkreslení, je takováto elektronka pro zesilování nevhodná, zvláště mají-li být zesilovány signály s větší amplitudou. Zde tedy stojíme před dvěma protiklady; buď použijeme elektronku s exponenciální mřížkovou charakteristikou, vhodnou pro modulaci, při čemž vzhledem k větší účinnosti můžeme přivádět poměrně malé napětí k modulování z vibratového oscilátoru; dochází zde ovšem ke zkreslení jak přiváděného tónu z nástroje, tak ke zkreslení vibratového průběhu. V tomto případě nám vadí zkreslení napětí přiváděného z oscilátoru, které se projeví přírůstkem vyšších harmonických základního kmitočtu (v našem případě je frekvence vibrata kolem 10 Hz), tím se stává vibrato i bez vstupního signálu slyšitelným, protože se nalézají jeho vyšší harmonické složky v oblasti lepší reprodukovatelnosti a slyšitelnosti a v krajním případě se toto rušení projevuje „lupáním“ nebo „dýcháním“ reproduktoru.

U vstupního signálu z vnějšího zdroje (kytary) se zkreslení teoreticky projeví také, je však vzhledem k malé napětěové velikosti zanedbatelné, protože jakoukoliv křivku ve velmi malém úseku možno idealizovat a považovat za přímku.

V druhém případě použijeme k modulování elektronku s lineární mřížkovou charakteristikou. Tato nám sice obě přiváděná napětí nezkruslí, avšak pracuje s velmi malou modulační účinností, což vyžaduje vyšší přiváděné oscilátorové napětí a tím vzniká nebezpečí přebuzení elektronky, což by mělo za následek znovu nežádoucí zkreslení vibratového průběhu.

Jeden i druhý z uvedených způsobů by tedy při zběžném posuzování vykazoval záporny. V našem případě jsme s ohledem na použité osazení volili na základě zkoušek způsob druhý, t. j. elektronky s lineární mřížkovou charakteristikou, poněvadž bylo dosaženo příznivějších výsledků při respektování počtu elektronek a tím vlastně ceny a komplikovanosti přístroje.

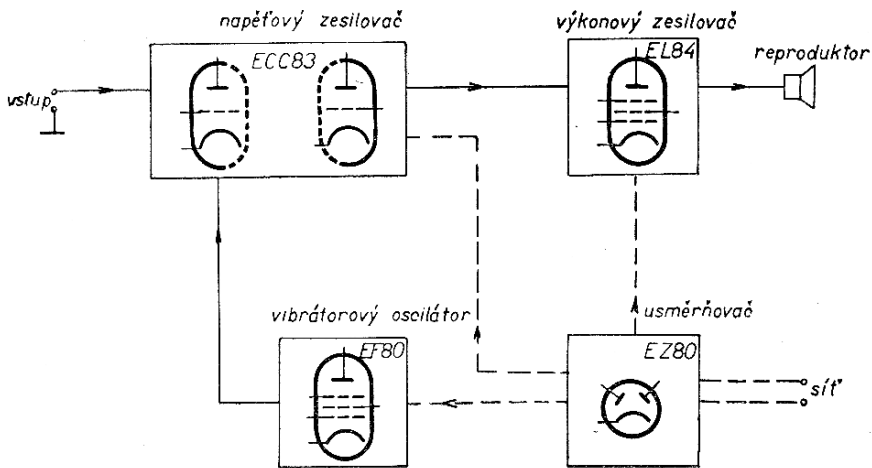
SCHÉMATICKÝ NÁVRH ELEKTRONICKÉHO VIBRATA SE ZESILOVAČEM

Popis zapojení

Budeme-li věnovat nejprve pozornost elektronce E 1-1, jejímu vstupu, výstupu a modulování, musíme si uvědomit charakter vnitřního odporu připojovaného zdroje, který je v našem případě, kdy se jedná o kytarový snímač, obecnou impedanci, t. j. sloučením induktivního a ohmického odporu, většinou řádu několika k Ω . Přitom stejnosměrný odpor může mít řádově hodnotu pouze několika stovek Ω ; samozřejmě tyto hodnoty budou do značné míry kolísat s druhem použitého snímače.

Tedy vstupní svorky zesilovače budou přemostěny prostřednictvím snímače malým odporem — řádu několika málo kiloohmů; proto vřídíme mezi vstupní svorku a mřížku E 1-1 odpor R 1, aby velikost napětí oscilátoru přiváděného přes odpor R 2 dostávala k modulování, jelikož odpor R 2 s odporem R 1 a vnitřním odporem snímače tvoří pro toto napětí dělič zmenšující oscilátorové napětí. Na druhé straně nelze tento pokles oscilátorového napětí řešit snížením hodnoty odporu R 2, protože potom ze strany vstupních svorek by vstupní impedance zesilovače byla nízká a to zvláště při stažení potenciometru R 4 na nulu, což by bylo na závadu případnému univerzálnímu použití zesilovače — avšak v našem případě nesmí být snímač zatížen; je vhodné, aby snímač byl zapojen naprázdno, což vyžaduje mnohonásobně větší (10 krát až 100 krát) vstupní impedanci zesilovače, než je vlastní vnitřní odpor zdroje. Protékajícím anodovým proudem elektronky E 1-1 se vytváří úbytek napětí na katodovém odporu R 3, které slouží pro nastavení pracovního bodu této elektronky; konstantní záporné předpětí se přivádí na mřížku jak přes sériově řazené odpory R 2 a R 4, tak přes vnitřní odpor snímače a odpor R 1. Elektrolyt C 1 slouží k přemostění katodového odporu pro zesilovaný střídavý proud; jeho velikost volíme větší proto, že v této elektronce nastává modulace, přičemž kmitočet přiváděného oscilátorového napětí se pohybuje kolem 10 Hz — v tomto případě si musíme uvědomit, že velikost hodnoty elektrolytu, který má mít pro přenášené střídavé proudy impedanci blížící se nule, je nepřímo závislá na kmitočtu, t. j. čím je kmitočet nižší, tím větší hodnotu musí mít elektrolyt nebo kondenzátor. V případě, že bychom elektrolyt C 1 vynechali, vznikl by na odporu R 3 úbytek zesilovaného střídavého napětí, který by působil proti napětí přiváděnému na mřížku, čímž by elektronka méně zesilovala, nebo jinak řečeno, vytvořila by se na odporu R 3 záporná zpětná vazba. Jelikož se v našem případě jedná o modulaci dvou kmitočetů, způsobila by zmíněná zpětná vazba snížení modulační účinnosti, což je v našem případě nežádoucí. O záporné zpětné vazbě pojednáme podrobněji na jiném místě této kapitoly.

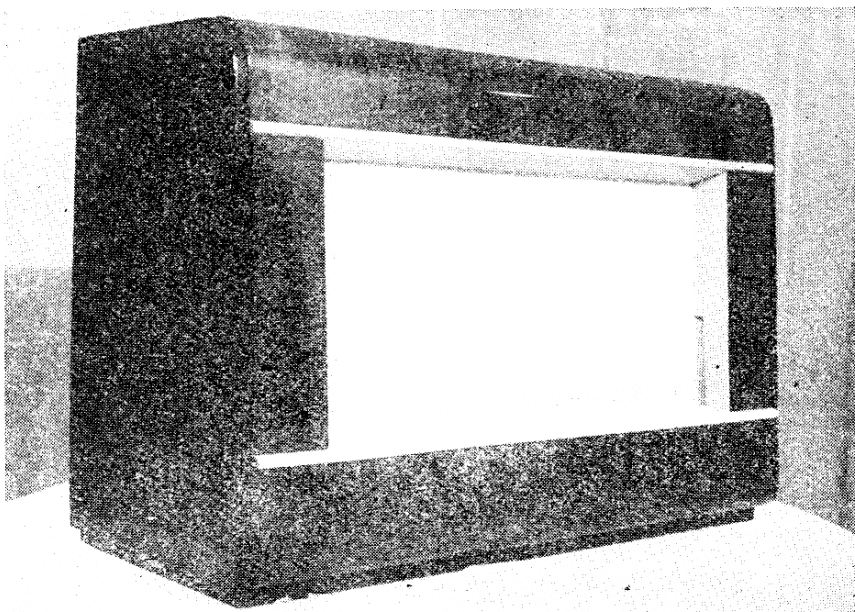
Na anodovém odporu R 5 vzniká zesílené střídavé napětí, při čemž druhý konec odporu R 5 je přes elektrolyt C 2 střídavě (rozuměj pro střídavé proudy) uzemněn. Elektrolyt C 2 má mimo zmíněnou funkci ještě dokonale filtrovat ve spojení s odporem R 6 přiváděné anodové napětí, t. j. odstraňovat poslední zbytky střídavého napětí (zvlnění) vzniklé vlivem usměrnění střídavého proudu. Zesílené napětí z anody elektronky E 1-1 přivádíme přes kondenzátor C 3 (pro stejnosměrné napětí se jeví jako odpor o nekonečně velké hodnotě, avšak pro zesilované napětí je jeho odpor zanedbatelný) na pásmový filtr, skládající se z odporů R 7, R 8, R 9 a kondenzátorů C 4, C 5 včetně C 3, jejichž vzájemné hodnoty jsou voleny tak, aby propustil frekvence vyšší než 80 Hz, avšak frekvence nižší než 80 Hz zdržoval. Tento složitý článek je vřazen proto, aby zesílená oscilátorová složka nezatěžovala koncový zesilovač, a aby nenastalo rušení posluchu příliš zesílenou frekvencí 10 Hz. Také by pravděpodobně toto napětí o značné velikosti prošlo zesilovacím řetězcem značně zkreslené, což by se projevilo na výstupu jeho vyššími harmonickými, na něž je lidské ucho daleko citlivější než na základní kmitočet, a zároveň tím by bylo rušení vibratem daleko citelnější. Signál se odtud dále vede na mřížku elektronky E 1-2 a pomocí běžce potenciometru R 9 se reguluje na potřebnou sílu (hlasitost). Zmíněná elektronka je



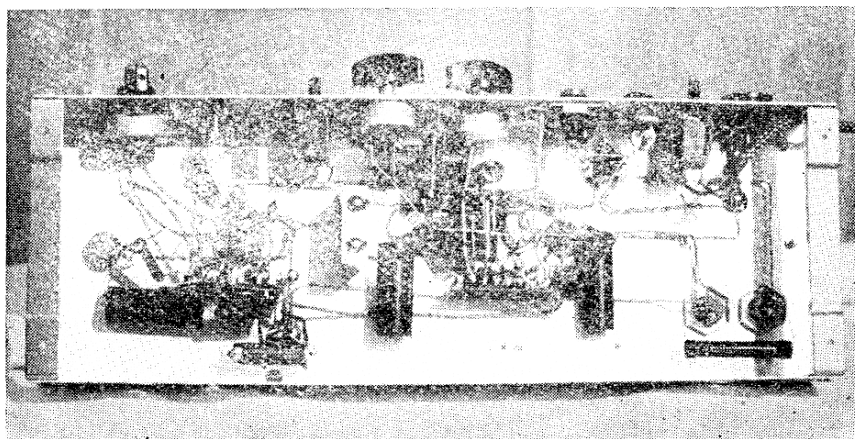
Blokové schéma

zapojena ve funkci napěťového zesilovače a liší se od elektronky E 1-1 tím, že je vázána do obvodu záporné zpětné vazby a to pomocí neblokované části (odpor R 10) katodového odporu skládajícího se z odporů R 10 a R 11. Jako předešle, tak i zde vytvářejí tyto dva odpory záporné předpětí pro mřížku a tím vlastně svojí velikostí nastavují pracovní bod této elektronky. Zde si musíme blíže všimnout odporu R 10, který je proti odporu R 11 neblokován (nepřemostěn elektrolytem pro střídavě zesilované proudy). Přivádíme-li na mřížku elektronky, v našem případě E 1-2, střídavé napětí o určité velikosti, způsobuje nám toto kolísání anodového proudu a kolísající anodový proud protékající odpory zesilovacího obvodu (obvodu elektronky) vytváří na nich napěťové úbytky shodného průběhu (tvaru) s průběhem proudovým. Tímto způsobem nám vznikne i střídavé napětí na katodovém odporu R 10, při čemž toto napětí je vázáno zároveň mezi katodu a mřížku elektronky E 1-2 (katoda je spojena s mřížkou přes odpory R 11, R 10, R 9 — touto cestou se dostává i stejnosměrné záporné předpětí mezi katodu a mřížku) a vlastně působí proti napětí přiváděnému z anody E 1-1 mezi mřížku a zem — na odpor R 9.

Proč je toto napětí v protifázi (působí proti napětí přiváděnému), si uvědomíme z toho faktu, že střídavý mřížkový signál vytváří v anodovém proudovém okruhu opačnou polaritu oproti původnímu (možno také přiblížit následující úvahou: přivedeme-li na mřížku elektronky kladnou půlvlnu - půlperiodu, větší nám tato anodový proud oproti původnímu - klidovému, což se projeví větším úbytkem na anodovém odporu a tím se nám vlastně anoda elektronky stává zápornější oproti klidovému stavu). Při neblokování katodového odporu je záporná zpětná vazba (napětí na katodovém odporu působí proti napětí přiváděnému) především dána velikostí katodového odporu a bývá malá, neboť vzhledem k tomu, že tento odpor také slouží k získání mřížkového předpětí, nemůžeme jej libovolně zvětšovat. Proto doplníme takto nechtěně vzniklou zpětnou vazbu tím, že přivádíme zpětnovazební napětí z následujícího stupně, kde je již napětí značně zesílené a mimo to můžeme jeho velikost řídit změnou velikosti tohoto spojovacího členu (viz v našem případě odpor R 16). Zavádět zápornou zpětnou vazbu přes dva zesilovací články (v našem případě elektronky E 1-2 a E 2) skýtá další výhodu. I druhá elektronka je totiž zařazena do obvodu



Skříň Vibratonu



Vlastní spojení Vibratonu

záporné zpětné vazby; výhoda spočívá mimo jiné v tom, že dochází ke snížení zkreslení a to tolikrát, kolikrát musíme zvýšit vnější přiváděné napětí (tím, že jsme přivedli zpět do mřížkového obvodu střídavé napětí v protifázi, působí toto proti původnímu a tím okamžikem musíme hradit tuto ztrátu zvětšením vnějšího přiváděného napětí, abychom dosáhli stejného napětí výstupního). Toto zapojení umožňuje i zlepšení frekvenční charakteristiky. Je nutné také upozornit, že velikost záporné zpětné vazby nemůžeme libovolně zvětšovat, protože vlivem impedančních členů, které jsou vázány do obvodů, se fázově stáčí obě krajní frekvence (kmitočky pod a nad přenášeným pásmem) a mohlo by dojít k takovému fázovému stočení napětí, že by stačilo k nasazení oscilací celého zesilovacího řetězce. Přes toto nebezpečí se v současné slaboproudé technice záporná zpětná vazba bohatě používá. Tato část by sice vyžadovala podrobnějšího popisu, ale vzhledem k omezenému rozsahu této brožury musí se čtenář spokojit s uvedeným objasněním.

Nyní budeme pokračovat ve sledování cesty zesilovaného signálu. V dřívějším textu bylo již vysvětleno, že odpory R 10 a R 16 slouží k nastavení velikosti záporné zpětné vazby, odpor R 11 je umístěn v katodě (ve spojení s R 10) pro získání záporného předpětí pro mřížku elektronky E 1-2. Elektrolyt C 7 tvoří zkrat pro střídavé proudy. Na odporu umístěném v anodovém obvodu se vytváří střídavé zesílené napětí, které se přivádí přes kondenzátor C 8 na mřížkový svod R 14 a mřížku koncové elektronky. Odpor R 13 spolu s elektrolytem C 6 tvoří filtrační člen pro odstranění (vyhlazení) střídavého napětí (zvlnění). Z dřívějšího popisu již známe, proč řadíme odpor (R 15) paralelně s elektrolytem (C 9) do obvodu katody a proto se již o této věci nebudeme blíže zmiňovat. Výstupní transformátor má za úkol přizpůsobit impedanci reproduktoru optimálnímu zatěžovacímu odporu koncové elektronky a přenášet s co největší účinností elektrický výkon na kmitačku reproduktoru.

Dále obrátíme svoji pozornost na princip vibratového oscilátoru. Je to zapojení využívající fázového posunu u impedancí, v našem případě kondenzátorů. Zde si musíme uvědomit fyzikální proces, který probíhá v ideálním, t. j. bezztrátovém kondenzátoru, kde dochází k posunu (předstih) složky proudu před složkou napětí o $+90^\circ$ ve vektorovém zobrazení. Ideální kondenzátor nelze prakticky zhotovit a proto musíme připočítávat ke kapacitě ještě nějaký svodový odpor a odpor polepů; sečteme-li znovu vektorově všechny tyto hodnoty, zjistíme, že nedochází k posunu o $+90^\circ$, nýbrž o úhel menší, daný velikostí obou ztrátových odporů. Jelikož elektronka nám na anodě obrací fázi napětí vůči mřížce o 180° a abychom dostali kladnou vazbu na mřížku, podmiňující funkci každého oscilátoru, musíme použít pro posun fáze o dalších 180° tři kondenzátorů, jelikož zařazením tří odporů do zpětnovazebního obvodu jsme znovu zhoršili původní fázový posun jednotlivých kondenzátorů. Takto fázově posunutá napětí přivedená zpět na první mřížku elektronky E 3 se znovu vektorově skládá se stávajícím napětím na mřížce — podporuje je co do velikosti — elektronka toto zvýšené napětí znovu zesílí a znovu mřížka obdrží z anody zesílené napětí fázově posunutá a tímto oběhem elektrické energie se udržuje elektronka v kmitavém stavu. Zavedením kladné zpětné vazby hradíme veškeré ztráty vyskytující se v obvodu — obvod má charakter záporného vnitřního odporu, to znamená můžeme z něho odebrat energii bez porušení jeho funkce. Svodové odpory spolu s jednotlivými fázovými kondenzátory nám určují frekvenci, na které bude oscilátor kmitat podle vzorce:

$$f = \frac{1}{2 \pi R C \sqrt{6}}$$

V obvodu kladné zpětné vazby ve schématu 1e-3 kondenzátory C 15, C 16, C 17 a odpory R 23, R 26, při čemž potenciometr R 24 nám dovoluje měnit frekvenci v určitých malých mezích a odpor R 25 nedovoluje úplné zkratování zpětnovazební smyčky na zem a tím i vsazení oscilátoru. Odpor R 22 spolu s kondenzátorem C 13 nastavují pracovní bod elektronky, při čemž dávají volný průchod oscilační frekvenci. Odpor R 20 nastavuje kladné napětí na druhé mřížce, čímž ovládá zesílení i pracovní bod elektronky; pro střídavé proudy tvoří zkrat na zem kondenzátor C 14. Na

anodovým odporu R 21 získáváme vibrátové napětí a pro odstranění vyšších frekvenčních složek (zkreslení) slouží kondenzátor C 18. Kondenzátor C 19 odděluje stejnosměrnou složku z anody, při čemž střídavou propouští na potenciometr R 4, kterým řídíme hloubku promodulování vibrátem.

Celý zesilovač je napájen zdrojem sestávajícím ze síťového transformátoru. Přetížení síťového transformátoru je zajištěno tepelnou pojistkou Pj 1 a dokonale oddělení od sítě ve vypnutém stavu zaručuje dvoupólový vypínač A 1, A 2; mimo to je v primárním obvodu zařazen volič síťového napětí, umožňující provoz na napětí sítě 120 V i 220 V. Usměrňovací elektronka E 4 vytváří potřebné stejnosměrné anodové napětí, při čemž přetížení této elektronky je jištěno tavnou pojistkou Pj 2. Filtrační řetězec je tvořen součástkami C 10, R 17, C 11, R 19, C 12; mimo to elektrolyty C 11 a C 12 nám uzavírají (tvoří zkrat) pro střídavé tónové a oscilátorové proudy elektronek E 2 a E 3.

Potenciometr R 18 je ve funkci odbručovače, t. j. pomocí jeho nastavení se zmenšuje nebo zvětšuje výsledný brum celého zesilovače — provádí kompenzaci střídavého indukovaného napětí ze žhavení na katodu první elektronky.

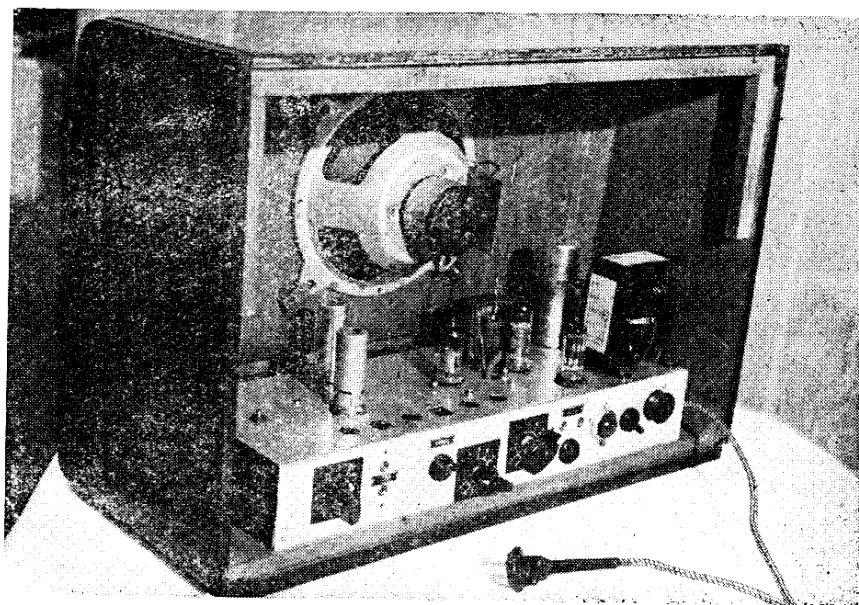
Konstrukční připomínky

Je samozřejmé, že rozmístěním součástí i celkovou koncepcí provedení přístroje můžeme do značné míry ovlivnit konečné vlastnosti zesilovače a proto je nutno věnovat zvýšenou pozornost montáži i vlastním zapojení.

Především stanovíme průběh celé zesilovací cesty; má procházet od vstupu přes zesilovací elektronky ke koncové a za ní umístěnou usměrňovací elektronku, a to pokud možno přímočaře. Výstupní a síťový transformátor umístíme poblíž koncové a usměrňovací elektronky, při čemž dbáme na jejich vzájemné příznivé natočení, t. j. aby jejich magnetické rozptylové toky byly na sebe kolmé (magnetické toky procházející středem obou cívek jsou na sebe kolmé); ke zmenšení vzájemné vazby samozřejmě značně pomáhá i větší vzdálenost obou transformátorů; v opačném případě vzniká nebezpečí indukovaní brumu ze síťového do výstupního transformátoru. Zároveň oba transformátory značně vzdálíme od vstupních obvodů; mohl by nastat kapacitní nebo induktivní přenos brumu ze síťového signálu, nebo ze zesilovaného signálu z výstupního transformátoru na vstupní obvody, což by se v prvním případě projevilo zvětšeným brumem a v druhém možností oscilací.

Při konstrukci natáčíme sokly elektronek v systematickém průchozím směru, t. j. mřížka je blíže vstupu, anoda blíže výstupu. Elektrolyty zásadně umístíme na izolační podložky a záporný i kladný pól přivádíme izolovaným vodičem k spodku té které elektronky; takovýmto provedením omezujeme možnost vzniku zemních proudů, které se mohou projevit stoupnutím brumu celého zařízení. Samozřejmě uvedená připomínka se týká všech blokovacích kondenzátorů (na př. C 1, C 2, C 6, C 7, C 9, C 18 atd.) — zde si musíme uvědomit, že zmíněné kondenzátory umístíme co nejbliže k elektronce a propojení provádíme co nejkratšími spoji, při čemž záporné póly, jak již bylo výše uvedeno, zapojíme izolovaným vodičem do jednoho místa poblíž soklu elektronky a tyto jednotlivé body propojíme silným drátem s minus pólem zdroje (Pj 2), při čemž zachováваме logické propojení, t. j. drát vedeme od zdroje k elektronce E 2 dále na E 3 a spoj končí na E 1. Do těchto zemních míst elektronek zapojíme i svodové mřížkové odpory (např.: R 2 + R 4, R 9, R 14 atd.). Naproti tomu filtrační odpory R 6, R 13, R 26 atd. umístíme kdekoliv.

Potenciometr R 18 uzemníme do bodu elektronky E 1-1 a sekundér výstupního transformátoru do bodu elektronky E 2. Potenciometry, vypínače, svorky atd. umístíme co nejbliže k těm dílům, ke kterým dle teoretického schématu jasně náležejí. A nyní něco o tak zvaných živých spojích; to jsou spoje, kterými se vede střídavý zesilovaný signál (např. ze vstupu na g 1 E 1-1, z a E 1-1 na g 1 E 1-2) a tyto musí být bezpodmínečně všechny vedeny stíněným drátem, při čemž stínění uzemňujeme vždy k té elektronce, ke které prováděný spoj náleží (např.: stínění spojů mezi a E 1-1



Vnitřní konstrukce Vibratonu

÷ C 3 a dále náleží k elektronce E 1-1, avšak stínění z běžce potenciometru R 9 na g 1 E 1-2 náleží k elektronce E 1-2). Nestíněné živé přívody můžeme nechat jen tehdy, nejsou-li delší jak 2 cm. Přesto je podle možnosti vedeme co nejbliže u chassis. Při jejich letování dbáme, aby součástky v těchto obvodech byly připojeny co nejkratšími přívodními dráty (ne kratší jak 1 cm) a mimoto jejich umístění volíme tak, abychom se vyhnuli veškerým vnějším rušivým vlivům (přívody žhavení, sítě a podobně). Spojení chassis se záporným pólem zdroje provedeme rovněž izolovaným vodičem a to do blízkosti Pj 2; letovací bod na chassis získáme takovýmto umístěním součástí: hlava šroubu, chassis, pérová podložka, letovací očko, matka — při umístění můžeme použít šroubu i matky z některých uchycovacích, u transformátorů, soklů a podobně. K propojení žhavení používáme vodič izolovaný, který zkroutíme a vedeme těsně při chassis, přičemž se vyhýbáme citlivým vstupním obvodům. Odpor R 16 umístíme do okolí výstupního transformátoru a reproduktor připojíme krátkými zkroucenými vodiči a zároveň se vyhýbáme vstupním obvodům.

Naměřené hodnoty

Nejprve uvedu charakteristické vlastnosti celého zařízení.

Sekundér výstupního transformátoru při celém měření zatížen 5Ω.

Frekvenční charakteristika

20 kHz až 20 kHz ± 2 db při vstupním signálu — 20 db pod jmenovitou hodnotu pro plné vybuzení a při připojeném tónovém generátoru na mřížku E 1-2. V obvodu

elektronky E 1-1 je zapojena korekce, která mění uvedenou hodnotu v hloubkách na 80 Hz s poklesem — 4 db.

Výstupní výkon (No) a zkreslení (d)

Signál přivádíme na vstupní svorky a na zatěžovacím odporu měříme potřebné údaje.

frekvence (Hz)	No (W)	d (%)
200	2	1,8
1000	2	0,52
1000	4	5,7
5000	2	3,5

Odstup rušivých napětí — 49 db pro výstupní výkon 2 W při 1 kHz. Vnitřní odpor 0,68 Ω při 1 kHz (t. j. 13,5% jmenovitého zatěžovacího odporu 5 Ω); záporná zpětná vazba 17 db při 1 kHz.

Dále uvedeme stejnosměrné (ss) hodnoty napětí naměřené v jednotlivých obvodech měřicím přístrojem Avomet a střídavé (st) 1 kHz měřené nízkofrekvenčním elektronovým voltmetrem; obě hodnoty proti zemi.

E 1-1

katoda	1,1 V ss
mřížka	8 m V st
anoda	65 V ss, 0,28 V st

E 1-2

katoda	1,0 V ss, 0,25 V st
mřížka	0,28 V st
anoda	75 V ss, 2,8 V st

E 2

katoda	8,6 V ss
první mřížka	2,8 V st
anoda	225 V ss, 120 V st
druhá mřížka	250 V ss

E 3

katoda	3,2 V ss
anoda	100 V ss., 40 V st
druhá mřížka	45 V ss

E 4

anoda I	300 V st
anoda II	300 V st.
katoda	365 V ss

sekundér Tr 2	3,16 V st
elektrolyt C 2	230 V ss
elektrolyt C 6	240 V ss
elektrolyt C 11	250 V ss
elektrolyt C 12	200 V ss.

Rozpiska součástí

R 1	= 82k / 0,25 W
R 2	= M47 / 0,25 W
R 3	= 3k3 / 0,25 W
R 4	= potenciometr 1M/N; 0,5 W vrstvý
R 5	= M22 / 0,25 W
R 6	= 22k / 0,25 W
R 7	= M1 / 0,25 W
R 8	= M33 / 0,25 W
R 9	= potenciometr 1M/G; 0,5 W vrstvý
R 10	= 1k / 0,25 W
R 11	= 1k5 / 0,25 W
R 12	= M22 / 0,25 W
R 13	= 22k / 0,25 W
R 14	= 1M / 0,25 W

R 15	= 150 / 1 W
R 16	= 12k / 0,25 W
R 17	= 2k2 / 6 W
R 18	= potenciometr drátový 100 / 0,5 W
R 19	= 47k / 1 W
R 20	= M68 / 0,25 W
R 21	= M1 / 0,25 W
R 22	= 3k9 / 0,25 W
R 23	= M47 / 0,25 W
R 24	= potenciometr vrstvý 1M/N; 0,5 W
R 25	= M15 / 0,25 W
R 26	= M47 / 0,25 W
C 1	= 100M / 6 V
C 2	= 16M / 350 V
C 3	= 22k / 250 V
C 4	= 10k / 160 V
C 5	= 3k3 / 160 V

C 6 = 16M / 350 V
 C 7 = 25M / 6 V
 C 8 = 47k / 250 V
 C 9 = 50M / 12V
 C 10 = 16M / 450 V
 C 11 = 50M / 350 V
 C 12 = 50M / 350 V
 C 13 = 100M / 6 V
 C 14 = 1M / 250 V
 C 15 = 15k / 160 V
 C 16 = 15k / 160 V

C 17 = 15k / 250 V
 C 18 = M1 / 250 V
 C 19 = M47 / 250 V
 E 1-1 + E 1-2 = elektronka ECC 83
 E 2 = elektronka EL 84
 E 3 = elektronka EF 80
 E 4 = elektronka EZ 80
 Tr 1 = síťový transformátor PN 66133 -
 60mA
 Tr 2 = výstupní transformátor 3 PN
 67303 (nebo VT 31)

4 ks spodek pro elektronku noval
 1 ks páčkový vypínač dvoupólový
 1 ks páčkový vypínač jednopólový
 1 ks volič síťového napětí
 1 ks pojistkové pouzdro
 4 ks izolační zdíčky (v případě použití chassis od výrobce družstva „Mechanika“,
 odpadají)
 3 ks knoflíky — šipka
 1 ks reproduktor $\varnothing = 20$ cm
 1 ks kompletní přístrojová čočka
 1 ks žárovka osvětlovací 6,3V/0,3A
 1 ks objímka pro osvětlovací žárovku, násuvná
 1 ks štítek „repro“
 1 ks štítek „vstup“
 2 ks štítek „vypnuto“
 2 ks štítek „zapnuto“
 3 ks štítek kruhový s čísly
 1 ks síťová přístrojová šňůra
 1 ks chassis „Mechanika“ pro přijímač (pro zdatnější amatéry doporučujeme výro-
 dejní chassis, která jsou levnější)
 1 ks skříň „Amáta“ nebo „Alfa“, případně větší typ výprodejní přijímačové skříně
 1 ks brokát (velikost podle druhu skříně)
 1 ks skleněná tavná pojistka 0,1A
 1 ks zadní stěna (podle druhu skříně)
 10 m zapojovacího drátu
 1 dkg trubičkového cínu
 1 m stíněného drátu nebo stíněné bužírky
 1 ks letovací lišta „Mechanika“, nebo podobná.

Uvádění do provozu

Než připojíme přístroj na síť, zkontrolujeme: správné nastavení voliče síťového napětí, umístění tavné pojistky do jejího držáku, správné usazení tepelné pojistky na síťovém transformátoru, polohu „vypnuto“ u síťového vypínače, správné osazení elektronek, stažení potenciometrů R 4 a R 9 na nulu. Po zapnutí síťového vypínače změříme voltmetrem uvedená stejnosměrná napětí na jednotlivých bodech a najde-
 me-li nějaký měřený bod bez napětí nebo s napětím podstatně se lišícím od uvedené hodnoty v tabulce, odstraníme tuto závadu. V kontrole napětí postupujeme směrem od zdroje ke vstupní elektronce. V tom okamžiku, kdy naměříme hodnotu, která nesouhlasí s uvedenou, je mezi tímto a posledně naměřeným bodem závada. Uve-
 deme některé možné chyby: především nutno hledat závadu ve špatném zapojení, dále ve vadné elektronce, přerušeném vinutí transformátoru, odporu buď přerušením nebo s nesprávnou hodnotou, kondenzátoru a elektrolytu s malým stejnosměrným

odporem, t. j. svodem. Svad vazebního kondenzátoru se projeví zvětšeným anodovým proudem následující elektronky, což zjistíme naměřením většího úbytku napětí na katodovém odporu, nebo menšího anodového napětí než uvedeno. Svad elektrolytů, zejména filtračních, se projevuje silným poklesem přiváděného stejnosměrného napětí. Dále musíme upozornit na chyby spočívající v přímém zkratu, které způsobuje: zateklý cín, zkrat v transformátorech, elektrolytech nebo kondenzátorech.

Máme-li po stejnosměrné stránce zesilovač v pořádku, zkratujeme vstupní svorky a potenciometrem R 18 nastavíme minimální úroveň brumu pomocí střídavého voltmetru připojeného na výstupu zesilovače. Nelze-li jinak, možno provést nastavení podle sluchu. Při zmíněném nastavování musíme mít potenciometr R 9 vytočen na maximum a vibrato vypnuté. Velký brum zesilovače může být způsoben špatnou filtrací, t. j. malou kapacitou filtračních kondenzátorů nebo malou hodnotou filtračních odporů, případně špatně provedeným a nedůsledným změněním, na což bylo upozorněno již v kapitole pojednávající o celkové konstrukci přístroje.

Je-li i po této stránce zesilovač v naprostém pořádku, můžeme připojit na jeho vstup zdroj signálu (tónový generátor, kytarový snímač, gramofonovou přenosku, nízkoohmový výstup z přijímače a tím přezkoušet nízkofrekvenční zesilovací cestu. Není-li pro signál průchodný, připojujeme zdroj signálu mezi jednotlivé mřížky a zem elektronek E 1 a E 2, až zjistíme, na kterém místě se nám přivedený signál objeví. Z toho vyplývá, že závada je mezi tímto místem a místem předešle zkoušeným. Chyby tkví pravděpodobně ve zkratu, přerušení, případně vadně elektronce.

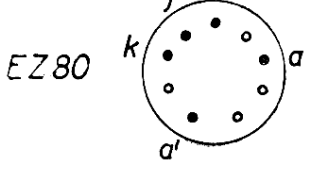
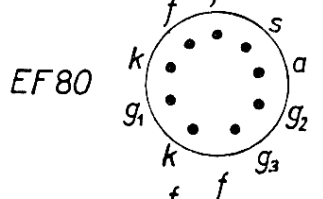
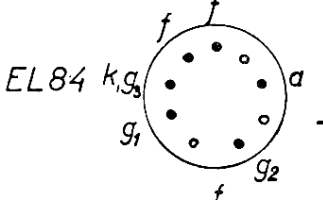
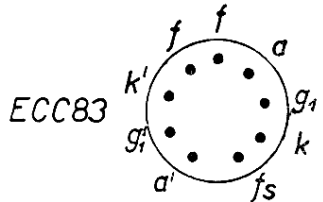
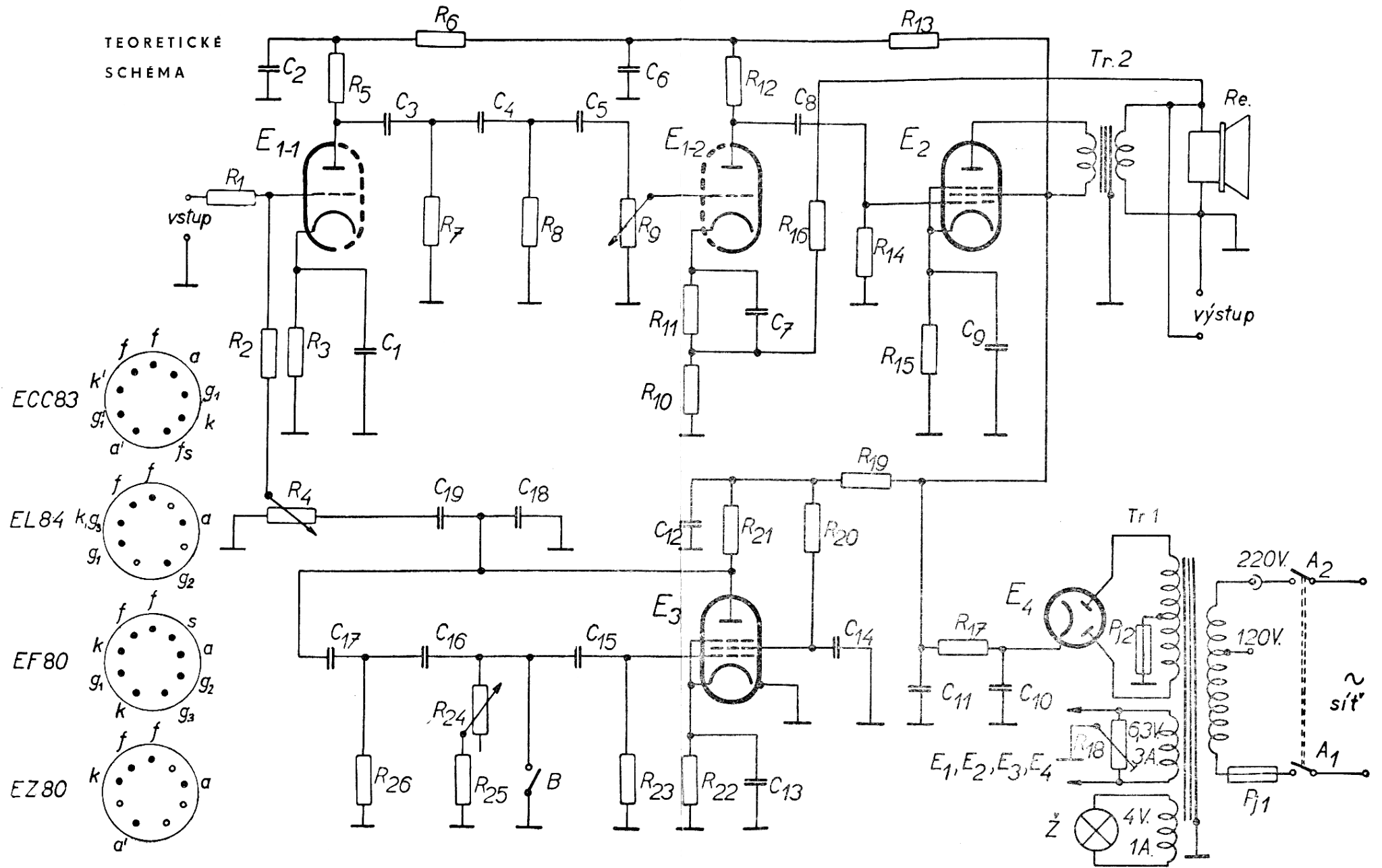
Závadu u neoscilující elektronky E 3 hledáme také ve zkratech či přerušeních jednotlivých spojů nebo součástí.

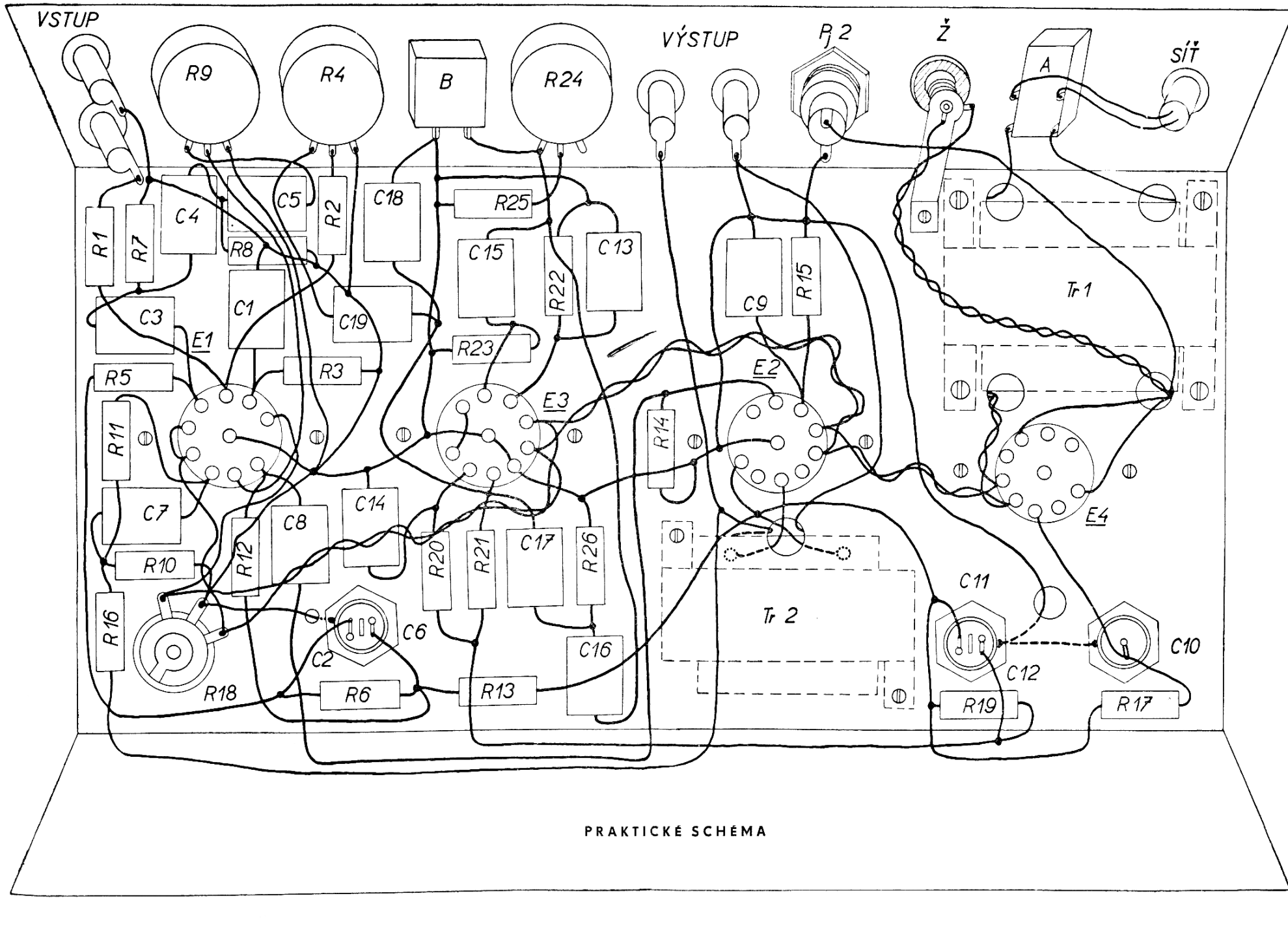
Zjistíme-li po stejnosměrném uvedení do chodu oscilace zesilovací cesty a to i v tom případě, že máme stažený potenciometr hlasitosti R 9, převrátíme nejprve přívody k sekundéru výstupního transformátoru Tr 2 (strana s připojeným reproduktorem) a nepomůže-li ani tento zásah, odpojíme zpětnovazební odpor R 16. Přestanou-li v tomto případě oscilace, spočívá závada v chybném konstrukčním zapojení, a jejich odstranění je možné provést zvětšením zmíněného odporu R 16 a případně opětovným převrácením sekundárních přívodů transformátoru Tr 2. Trvají-li oscilace i nadále, t. j. při odpojení odporu R 16, nebo vyskytnou-li se při vytočeném potenciometru hlasitosti R 9 na maximum (ovšem při zkratovaných vstupních svorkách), musíme přikročit k dokonalejšímu stínění všech přívodů a součástí, ve kterých prochází střídavý zesilovaný signál. Odstraňování provádíme pomocí kousků uzemněných plíšků se zkusmo nalezenými polohami, které oddělují jednotlivé obvody s různou úrovní signálu. Podobně můžeme při hledání použít i stíněné vodiče, kterými nahraďujeme některé spojení. Ještě nutno upozornit na způsoby zjištění oscilací u zesilovače. Tyto slyšíme přímo z reproduktoru nebo zjistíme připojením střídavého voltmetru na výstupní svorky pro druhý reproduktor, případně nalézají-li se již v neslyšitelném frekvenčním pásmu, projeví se jejich nasazení „lupnutí“ v reproduktoru a celkově velmi malým výstupním nízkofrekvenčním výkonem.

Přístroj připojíme na síť třípramennou šňůrou a zemnicí vodiče spojíme se šasi.

Po takovémto přezkoušení přístroje jsou další závady nepravděpodobné.

TEORETICKE
SCHEMA





PRAKTICKE SCHEMA

DOPLNĚK K TŘETIMU VYDÁNÍ

Těmito několika připomínkami chceme ušetřit čtenáři případné nemilé překvapení při uvádění přístroje do chodu a zbytečnou ztrátu času hledáním závady.

Nejtěžší odstranitelné chyby jsou oscilace a brum. V prvním případě upozorňujeme na sériové zapojení protioscilačního odporu o hodnotě přibližně $4k\Omega$, který se zapojuje do přívodu zesilovaného signálu mezi první mřížku koncové elektronky a spoj svodového odporu R_{14} s vazebním kondenzátorem C_8 . I když jsme se vyvarovali všech chyb při konstrukci zemnicích obvodů, přesto se nám může stát, že zesilovač ještě stále bručí. V tomto případě hledáme závadu ve vadné elektronce ECC83 nebo 6F80, která vlivem špatné izolace katoda — žhavení, nebo vlivem špatně voleného střeďu žhavicího vlákna, nám působí nežádoucí efekt. K oběma popisovaným případům uvedme ještě nezbytné změny středů elektronkových soklů a plechů obou transformátorů; ovšem pokud nejsou již při montáži zemněny na kovové šasi. Vhodné je připojit mřížku elektronky EL84 na kladné napětí přes odpor 100Ω $\frac{1}{2}W$. To zabrání případnému přetížení druhé mřížky při náhodném přerušení nebo odpojení anodového napětí.

Volné konce spodků elektronek nepoužívejte jako letovacích bodů, neboť u některých elektronek jsou na ně připojeny nosné konstrukce vnitřních systémů. Jak je uvedeno v rozpisce součástí, vyhovuje nejlépe výstupní transformátor typu 3 PN 673 03; nahradí jej typ VT 31, avšak výrobek firmy Adast (typ 28 536 02) vinutý hliníkovým drátem se k tomuto účelu nehodí, neboť jeho účinnost kolem 50% podstatně snižuje maximální výstupní výkon. Optimální zatěžovací impedance koncové elektronky v tomto zapojení činí $5,4k\Omega$; máme-li transformátor s vyhovujícím převodem, můžeme ho samozřejmě použít. Nepoužívejte stíněných drátů s velkými kapacitami (minimálně je kapacita mezi vnitřním vodičem a vnějším stínícím pletivem) tam, kde vlivem dlouhého vedení a velkých hodnot odporů by větší kapacita mohla způsobit na frekvenční charakteristice pokles vyšších kmitočtů. Tak mezi anodou E 1-1 a potenciometrem R 9 je dovolená největší zapojovací kapacita $400pF$; mezi první mřížkou E 2 a anodou E 1-2 nejvíce $20pF$. Je-li přívod k anodě koncové elektronky stíněný, musíme dát pozor, aby nedošlo k jeho „proražení“ stejnosměrným napětím se střídavou superpozicí; toto napětí, zvláště při zesilování obdelníkových průběhů, dosahuje nečekaně vysokých hodnot — řádu kilovoltů.

Na závěr tohoto dodatku chceme ještě upozornit čtenáře na možnost náhrady stíněného vodiče nebo stíněné bužírky miniaturním koaxiálním kabelem (cena 4 Kčs za 1 m). Někteří zájemci si mohou stíněný drát vyrobit sami; stačí rovný izolovaný vodič omotat neizolovaným a po celé délce jej znovu neizolovaným vodičem propojit. Na takto získané stínění navlékneme izolační bužírku, neboť je nepřijatelné, aby se stínění dotýkalo kovového šasi a tím porušovalo dokonale konstruované zemnicí vedení. Nesmíme zapomenout ani na kontrolu provedení (nejlépe stejnosměrným napětím), protože případný zkrat by uvedení zařízení do chodu jistě značně komplikoval.

STAVEBNÍ NÁVODY

PROPAGAČNÍ UČEBNÍ POMŮCKY A MODELOVÉ PŘEDLOHY

- 1 KRYSTALOVÝ PŘIJÍMAČ
- 2 MONODYN B. 1-elektronkový přijímač na baterie.
- 3 DUODYN. Dvouelektronkový univerzální přijímač síťový. Napájení ze sítě. Vícemřížkové elektronky.
- 7 SUPER I - 01. Malý standardní 3+1 elektronkový superhet. Základy činnosti superhetů.
- 8 DIVERSON. Moderní superhet s použitím nejrůznějších elektronek a magického oka.
- 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY. Porovnávací tabulky různých výrobků. Náhrada starých druhů s údaji změn v zapojení a hodnotách.
- 11 SUPER 254 E. Malý standardní 3+2 elektronkový superhet (s magickým okem).
- 13 ALFA. Výkonný 3+2 elektronkový superhet (s magickým okem).
- 14 DIPENTON. 2+1 elektronkový přijímač se síťovým transformátorem a 3 vlnovými rozsahy.
- 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY. Obrazovky, stabilizátory, urdoxy, variátory, fotonky.
- 17 MINIBAT. 4-elektronkový superhet pro provoz z vestavěných baterií.
- 18 TRIODYN. 3+1 elektronkový jednoobvodový přijímač síťový s miniaturními elektronekami a vř stupněm.
- 19 EXPOMAT. Elektronický časový spínač. Přístroj pro automatické exponování při fotografickém zvětšování a kopírování.
- 20 GERMANIOVÉ DIODY v teorii a praxi.
- 22 TRANSINA. Kabelkový tranzistorový přijímač.
- 23 VIBRATON, elektronické vibrato ke kytai.
- 24 TRANSIWAT - předzesilovač.
- 25 TRANSIWAT - zesilovač
- 26 TRANSIWAT - stereo.
- 27 STEREOSONIC - souprava pro stereofonní poslech
- 28 RIVERIA - horské slunce.

► Cena za 1 sešit Kčs 2,—

Objednávky brožur vyřizujeme pouze na dobírku

Ve Vydavatelství obchodu vydávají

DOMÁCÍ POTREBY - PRAHA

specializovaná prodejna radiotechnického zboží

PRAHA 1, VÁCLAVSKÉ NÁM. 25

D-09*20111

ST 106 1295-62-H