Amatérské RADIO

ČASOPIS
PRO RADIOTECHNIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XVIII/1969 ČÍSLO 10

## V TOMTO SEŠITĚ

Náš interview . . . . . 361
Čtenáři se ptají . . . . . 362
Nové součástky . . . . . 363
Jak na to . . . . . 364
Stavebnice mladého radioamatéra (balanční směšovač MSM2, dolní propust MDP1, nízkofrekvenční zesilovač MNF6) . . . . 365
Časovací obvod . . . . . 366
Zesilovač IWA 02 . . . . . 367
Integrovaná elektronika (monolitické operační zesilovače) . . . 371
Booster a „kvákadlo" . . . . . 372
Elektronkový voltmetr . . . . . 375
Tranzistory s jedním přechodem . 377
Zajímavá zapojení ze světa . . . 383
Elektrónkový prijímač pre VKV . 384
Číslicová elektronika (nedekadické dekády) . . . . . 385
Stabilizovaný zdroj stejnosměrného napětí . . . . . 386
Měřič odporů a kapacit . . . . . 389
Konvertor pro amatérská pásma . 391
Úprava přijímače R3 . . . . . 392
Zařízení OK1KIR pro 432 a 1296 MHz (dokončení) . . . . 393
Soutěže a závody . . . . . 396
DX . . . . . 398
Naše předpověď . . . . . 398
Nezapomeňte, že . . . . . 399
Četli jsme . . . . . 399
Inzerce . . . . . 399

**Na str. 379 a 380 jako vyjímatelná příloha „Programovaný kurs radioelektroniky".**

**Na str. 381 a 382 jako vyjímatelná příloha „Malý katalog tranzistorů."**

AMATÉRSKÉ RADIO

Vydává vydavatelství MAGNET, Praha 1, Vladislavova 26, telefon 234355–7. Šéfredaktor ing. František Smolík, zástupce Lubomír Březina. Redakční rada: K. Bartoš, ing. J. Čermák, K. Donát, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, K. Novák, ing. O. Petráček, dr. J. Petránek, M. Procházka, K. Pytner, ing. J. Vackář, J. Ženíšek. Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telef. 223630. Ročně vyjde 12 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, pololetní předplatné 30 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství MAGNET, administrace Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Dohlédací pošta Praha 07. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Polygrafia 1, n. p., Praha. Inzerci přijímá vydavatelství MAGNET, Vladislavova 26, Praha 1, tel. 234355–7, linka 294. Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou.
Toto číslo vyšlo 6. října 1969.
© Vydavatelství MAGNET, Praha

# náš interview

**s pracovníky n. p. Bateria ve Slaném – ředitelem Václavem Bernardem, zástupcem hlavního technologa Antonínem Pavlátkou a vedoucím odbytu Jiřím Niklem o bateriích a starostech kolem nich.**

*Ředitel n. p. Bateria ve Slaném V. Bernard*

**Skončilo léto a opět jsme chodili kolem prodejen s nápisy: „Tužkové baterie nejsou", „Baterie vyprodány" atd. Jako jediný výrobce tohoto v poslední době trvale nedostatkového zboží jistě znáte příčiny tohoto stavu?**

Známe je již dlouho, ale zatím není v naší moci je odstranit. Spotřeba baterií, zvláště typů používaných v tranzistorových přijímačích, v posledních letech rapidně vzrostla a rozšiřování kapacity našeho závodu tomu zdaleka neodpovídá. Z plánovaného rozšiřování výrobních prostor se uskutečnila jen první etapa – výstavba jedné haly. Realizace dalších dvou se oddálila. Přesto se snažíme využít všech možností, které máme k dispozici, a každým rokem výrobu zvyšujeme. Letos například vyrobíme o 16 % více tužkových článků než loni, ale na trhu je jich stále nedostatek. V příštím roce bychom chtěli vyrobit o 37 % tužkových článků více než letos a také výrobu malých kulatých baterií chceme v roce 1970 zvýšit ve srovnání s letoškem o 40 %.

**Jak toho chcete dosáhnout, když se rozšiřování vašeho závodu oddaluje?**

Pomáháme si sami, jak to jen jde. Na výrobu tužkových článků jsme dovezli jeden stroj ze západního Berlína a dnes již máme v provozu tři. Další dva jsme si zhotovili sami v naší údržbářské dílně – doslova na koleně. Zvýšení výroby v příštím roce dosáhneme stejným způsobem – na dalších strojích se již pracuje. Konečně snad dostaneme z dovozu stroj na výrobu velkých monočlánků. Tím by se nám trochu uvolnily ruce a postavili bychom si zařízení na výrobu malých kulatých baterií. Ještě že máme v závodě dostatek šikovných lidí...

**Domníváte se, že tato snaha bude stačit k odstranění nedostatku baterií a že se tím celý problém vyřeší?**

To si ani v nejmenším nemyslíme, protože i poptávka se bude nepochybně dále zvyšovat a na plynulé zásobování má vliv ještě mnoho jiných věcí. Pro letošní rok jsme například nemohli potvrdit objednávky vnitřního obchodu, pokud jde o tužkové a malé kulaté baterie, protože požadované množství nejsme prostě schopni vyrobit. Zbytek požadavku měl být kryt dovozem, který se neuskutečnil v předpokládané výši – a výsledkem je nedostatek tužkových článků a ostatních baterií v obchodech. Loni byla situace poněkud jiná: vnitřní obchod neodebral v prvním čtvrtletí asi 700 000 tužkových článků, protože v zimě došel o půl roku opožděný dovoz. Tenkrát jsme měli starosti, co s vyrobenými články. Nakonec jsme byli rádi, že se nám je podařilo prodat do Jugoslávie a NDR. Přitom se ovšem hned ve dru-

*Zástupce hlavního technologa A. Pavlátka*

*Vedoucí odbytu J. Nikl*

hém čtvrtletí projevil na domácím trhu nedostatek, koncem léta stoupla poptávka po bateriích zcela mimořádně a k tomu se koncem roku dovezlo asi 150 000 tranzistorových přijímačů. Takže zatímco zjara jsme měli nadbytek, koncem roku už zase nebyly baterie k dostání.

Pokud jde o malé kulaté baterie, byl u nás tento typ již neperspektivní, jak říkáme – výběhový. V této situaci nás trochu zaskočila Tesla Bratislava, která začala vyrábět velké série přijímačů právě na tyto baterie. To ovšem vyvolalo okamžité zvýšení poptávky po tomto typu a také jeho nedostatek.

Destičkových baterií typu 51D by mělo být na trhu dost; potvrdili jsme plnou objednávku vnitřního obchodu a také jsme dodávky splnili. Zde možná hraje roli i těžko kontrolovatelný „přísun" přijímačů, které si lidé dovážejí soukromě ze zahraničí, a také prodej v Tuzexu.

A abyste měli úplnou představu o starostech, s nimiž se potýkáme, je třeba si uvědomit, že jsme odkázáni na milost a nemilost našich dodavatelů výrobních materiálů. Nejhůře jsme na tom letos byli se zinkovými kalíšky, které odebíráme ze Žiaru nad Hronom. Přísun nebyl plynulý podle objednávek, takže se dokonce stalo, že stroje stály. A jedna směna představuje například v tužkových článcích 60 000 kusů... Kromě toho nepokryl dodavatel naše požadavky v nárokovaném rozsahu. Situaci nám ještě zkomplikoval fakt, že letos má být delimitován závod ve Vrútkách, kde se vyrábí přibližně 36 % plochých baterií a 40 % velkých monočlánků, velké kulaté baterie dokonce všechny. K delimitaci mělo původně dojít až v roce 1972, přesto však bylo rozhodnuto provést ji již letos. Počítali jsme s tím, že stroje budou po delimitaci přestěhovány do Slaného, dosud však o tom není rozhodnuto a to nám působí další velké starosti a prohlubuje neplnění plánu výroby, hlavně v položce velkých monočlánků.

**Někteří čtenáři se ve svých dopisech pozastavují nad tím, proč prý část výrobků vyvážíte, když je jich u nás nedostatek?**

Na to je jednoduchá odpověď: k výrobě baterií máme vlastní jen některé materiály. Velkou část jich musíme dovážet. A potřebujeme-li dovážet, musíme si na dovoz vydělat – jinak to nejde. Právě tak si musíme vývozem vydělat na nákup nových strojů. Je to konečně výhodné i pro naše spotřebitele, protože uvedení nového stroje do provozu znamená větší zvýšení výroby, než jakou představuje vývoz baterií k získání prostředků na zakoupení stroje.

**Další otázka se týká kvality vašich výrobků: často se setkáváme s názorem, že zahraniční baterie jsou kvalitnější než naše. Co je na tom pravdy?**

S kvalitou je to tak: při výrobě baterií se dnes používají dvě technologie, z nichž ta novější umožňuje uložit do kalíšku asi o 10 % více burelu, tedy lépe využít prostoru. V praxi se tím získají o 50 až 70 % lepší elektrické vlastnosti článku. Samozřejmě, že starou technologií vyrobený náš článek je méně kvalitní než zahraniční, vyrobený novou technologií. Faktem je, že v zahraničí je nová metoda více rozšířena. Zavádíme ji však i u nás a např. tužkové články vyrábíme na dvou linkách novou a na jedné starou technologií.

Druhým činitelem, který ovlivňuje jakost, je druh použitého burelu. Dovážený elektrolytický burel dává při stejné technologii ve srovnání s přírodním dvakrát větší výkon – je ovšem téměř desetkrát dražší. Je naděje, že během dvou let se bude tento burel vyrábět i u nás; tím budou odstraněny potíže s dovozem. Rozhodně však na tom nejsme s kvalitou špatně. Dokazuje to i skutečnost, že dodáváme baterie některým firmám např. ve Švýcarsku a NSR s jejich vlastními značkami, takže je prodávají jako své výrobky.

**Naše čtenáře by jistě také zajímalo, připravujete-li nějaké nové výrobky.**

Začali jsme s výrobou niklo-kadmiových článků ve tvaru tužkové baterie, které se dostanou na trh ještě letos. A protože se nám nepodařilo najít výrobce nabíječů pro tyto akumulátory, dali jsme se do jejich výroby sami *(technický popis nabíječe přineseme v příštím čísle – pozn. red.)*. Domníváme se, že zavedení tohoto nového zdroje pro mnohé tranzistorové přijímače by mohlo přispět k vyřešení nedostatku tužkových článků. Akumulátory se dají uložit do téhož držáku baterií jako tužkové články, takže není třeba nic upravovat – jen mít nabíječ a je nejméně na dva roky po starostech s napájením tranzistorového přijímače a se sháněním tužkových baterií. Rozšířili jsme také výrobu niklo-kadmiových článků NiCd 225, kterých bylo v poslední době rovněž málo. Jinak je ovšem naší hlavní starostí zajistit dostatek těch typů, které se nejvíce používají, i když – jak z našeho rozhovoru konečně vyplynulo – to pro nás nebude lehké.

## Čtenáři se ptají...

**Můžete mi poslat plánek na vysílač a přijímač, co nejjednodušší, abychom si mohli s kamarádem vysílat? (J. Kuchta, Roudnice, D. Rakušan, Kroměříž).**

Jak jsme již mnohokrát upozorňovali, redakce žádné plánky nevydává, neposílá a tedy ani neprodává.

Pokud jde o vysílač, je třeba si uvědomit, že stavba, vlastnění a provoz vysílače jsou vázány na povolení, tzv. koncesní listinu, kterou může každý občan republiky získat teprve po příslušných zkouškách.

Koncesní listiny vydává zatím ministerstvo vnitra. Bez tohoto povolení je veškerá výše jmenovaná činnost (tj. stavba, vlastnění i provoz) trestná. Přípravu ke zkouškám a potřebnou výuku zajišťují kolektivní radioamatérské stanice, popř. kluby Svazu českomoravských radioamatérů (na Slovensku Sväz slovenských radioamatérů). Tyto kluby nebo kolektivní stanice jsou prakticky v každém větším městě a jejich adresu sdělí na požádání každý OV Svazarmu.

Zařízení umožňující spojení na krátké vzdálenosti (podle terénu a prostředí) lze však zakoupit pod názvem občanská radiostanice. Jejich popis i další informace jsme již několikrát publikovali v AR. Provoz občanských radiostanic není vázán na koncesní oprávnění.

**Jakou kapacitu má kondenzátor $C_3$ v článku ing. Hlávky „Elektronické zapalování"? Je třeba měřit závěrné napětí tranzistoru $T_3$, jak je v článku napsáno? Nelze zapojení zapalování zjednodušit? Jak je to s tyristorovým zapalováním? (P. Čeřovský, Kuchyňa).**

Kondenzátor v obvodu tranzistoru $T_1$ má 1 000 pF na napětí 160 V. K tranzistorovému zapalovacímu systému je třeba dodat, že je skutečně třeba měřit závěrné napětí $T_3$ – toto napětí musí být minimálně 200 V.

Při provozu zapalovacího systému je dále třeba zaručit, aby žádný kabel nemohl ze zapalovací svíčky vypadnout. Dále se nesmí zapalovací systém zapínat při manipulacích na svíčkách (měření předstihu při zapnutém zapalování a vyšroubované svíčce apod.).

Při zapojování zapalovacího systému do vozidla se doporučuje vyměnit kontakty přerušovače (pokud jsou opálené), popř. vyměnit svíčky (jsou-li v provozu delší dobu).

Pokud jde o vlastní zapojení, doznalo během provozu zjednodušení a máme přislíb od autora článku, že v některém z dalších čísel budeme moci uveřejnit zkušenosti z provozu a popis úprav celého tranzistorového zapalovacího systému.

Tyristorové zapalování bylo v článku uvedeno jen vzhledem k úplnosti. Hodnoty součástí nejsou uvedeny, neboť zapojení nebylo vyzkoušeno. V současné době se na zkouškách tyristorového zapalování pracuje a autor slíbil opět článek s podrobným konstrukčním návodem.

**Mnoho dotazů dostáváme také k amatérské televizní kameře, jejíž popis byl v AR 6/68. (Např. J. Lysák, Nové Mesto nad Váhom).**

Všem těmto čtenářům sdělujeme, že je třeba obracet se přímo na adresu P. Karavainov, radioklub Morava, Bašty 8, Brno.

**Jaký vliv na feritovou anténu má pistolová páječka nebo větší síťový transformátor v blízkosti tranzistorového přijímače? (J. Rynda, Svitavy).**

Stručně a zjednodušeně: feritová anténa má jako každá cívka tzv. činitel jakosti, na jehož velikosti závisí (kromě jiného) i velikost napětí, které se na ní nakmitá. Činitel jakosti (krátce jakost) feritové antény závisí na mnoha faktorech (viz např. RK 1/69) a podstatným způsobem jej zmenšuje např. blízkost větších kovových předmětů, magnetická pole atd. Jde o to, že blízké magnetické pole (které má transformátor i pistolová páječka) mění vlastnosti feritové tyčky, na níž je anténa navinuta. Krátkodobé přiblížení pistolové páječky k feritové anténě (např. při opravách) většinou nemá v praxi vliv na jakost feritové antény. Jinak je tomu ovšem tehdy, je-li feritová anténa trvale v magnetickém poli např. síťového transformátoru napáječe. Pak lze počítat se změnou jejích vlastností.

**Čítal som o použití tunelových diód. Sú u nás k dostaniu tunelové diódy? (J. Ondera, B. Bystrica).**

Tunelové diody dosud u nás v prodeji nebyly a pravděpodobně v dohledné době ani nebudou.

**V poslední době se velmi rozšířilo používání kazetových magnetofonů. Jaké hlavy se používají v těchto magnetofonech, jaké, kde a za jakou cenu lze je koupit u nás a konečně – jakou rychlostí se posouvá pásek? (J. Martinisko).**

Kazetové magnetofony se budou u nás prodávat asi během příštího roku. V prodejnách Tuzex je možné koupit některé zahraniční typy, náhradní součásti a tedy ani hlavy však u nás k dostání nejsou. Hlavy jsou speciální konstrukce, neboť pásek je úzký a pro dobrou reprodukci i při poměrně pomalém posuvu pásku je třeba, aby hlava byla velmi jakostní. Posuv pásku u kazetových magnetofonů je většinou 4,75 cm/s, jen u několika dřívějších magnetofonů firem Philips a Blaupunkt se používala rychlost 5,08 cm/s. Existují však i kazetové magnetofony pro použití jako diktafony; ty mají rychlost posuvu pásku velmi různou.

**Můžete mi sdělit adresy firem Hitachi, Matsushita Electric, Crown, Sony a General Electric? (H. Iser, Nová Paka).**

Adresy těchto firem jsou: Hitachi Ltd., Tokyo, Japan; u firmy Crown zastoupení v NSR – Crown Radio G. m. B. H., 4 Düsseldorf, Hohenzollernstrasse 30; zastoupení Matsushita Electric v Praze c/o – ITOOH, Musilkova 49, Praha-Košíře; General Electric Co., Electronic Park, Syracuse, N. Y., USA; adresu firmy Sony bohužel neznáme.

**Mám sovětské radio Banga a potřeboval bych údaje výstupního transformátoru. Kde bych mohl sehnat schéma tohoto přijímače? (F. Linsmaier, OUŽ Česká Třebová).**

Schéma zapojení přijímače Banga i s údaji transformátorů je v AR 8/67.

* * *

Upozorňujeme čtenáře, že středisko služeb 05 v Pardubicích, Cyklos-Urbanice, má prodejnu ve Švermově ulici a tam doprodává transformátory Jiskra BT a VT 38 i 39 a mf transformátory MFTR 7, 11 a 20. (Děkujeme našemu čtenáři J. Ryndovi za toto upozornění.)

* * *

Tlumočíme také žádost našeho čtenáře Gustava Kelemana – prosí vlastníka knihy Radioamatérský provoz (vyšla před delší dobou a je již zcela rozebrána), který ji nepotřebuje, aby ji na dobírku nebo jinak zaslal na adresu: Gustav Kelemen, Bratislava-Krasňany, Hubeného 8.

* * *

Dále upozorňujeme, že přehled všech nových měřidel, nahrazujících staré typy DHR, je uveřejněn jako inzerát v AR 9/69 a v RK 4/69 na předposlední straně (tím odpovídáme také na dotaz čtenáře J. Pojezného z Moldavy).

# Nové součástky

## Stavebnice vzduchového otočného kondenzátoru

Na četná přání radioamatérů zahájila odbočka RADIO – Gottwaldov výrobu stavebnic otočného vzduchového kondenzátoru. Podobné stavebnice jsme mohli zatím jen závidět zahraničním amatérům; dnes má každý možnost sestavit si otočný kondenzátor podle vlastního přání a potřeby.

Kondenzátory sestavené z této stavebnice jsou určeny pro vysílací zařízení malého výkonu, tranzistorová zařízení, přijímací techniku a ke stavbě různých měřicích přístrojů, jako jsou vlnoměry, GDO, měřicí oscilátory atd. Sestavený kondenzátor je díky kvalitnímu ložisku velmi stabilní a při sestavení s dvojnásobnou mezerou mezi plechy lze jej velmi výhodně použít pro oscilátory budicích stupňů vysílačů, kdy větší vzdálenost plechů zlepšuje stabilitu, nebo pro větší napětí.

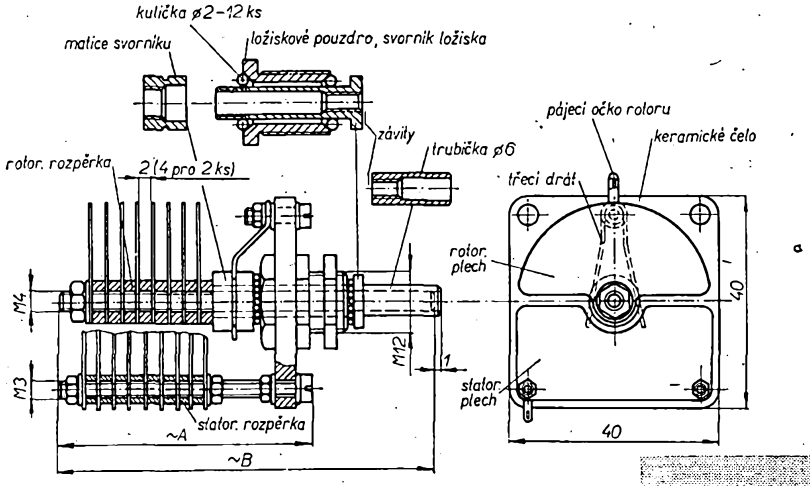
Stavebnice se dodávají ve dvou provedeních: *A* a *B*. Ze stavebnice *A* lze sestavit dva kondenzátory v základních typech 15, 30, 50, 100, 150 a 200 pF v jednoduchém provedení, v provedení jako splitstator v typech 2×15, 2×30 a 2×50 pF s mezerou mezi plechy 0,7 mm a základní typy 30 a 50 pF s mezerou 1,7 mm.

Ze stavebnice *B* lze sestavit tři kondenzátory v základních typech jako u *A*, dává však také možnost sestavit typy o kapacitě 2×100, 2×150 a 2×200 pF s mezerou 0,7 mm a kondenzátory o kapacitě 60 až 150 pF s mezerou 1,7 mm s použitím dvou čel. V tomto případě lze z této stavebnice sestavit jen dva kondenzátory. U obou stavebnic je možnost mnoha dalších kombinací typů a kapacit použitím různého počtu desek a rozpěrek. Kapacitu a potřebný počet plechů je třeba vypočítat podle vzorce. Jednotlivé součásti potřebné k sestavení kondenzátorů jsou uloženy v přihrádkách vytlačených v desce z pěnového polystyrénu. Povrchová úprava zaručuje pěkný vzhled a trvanlivost povrchu.

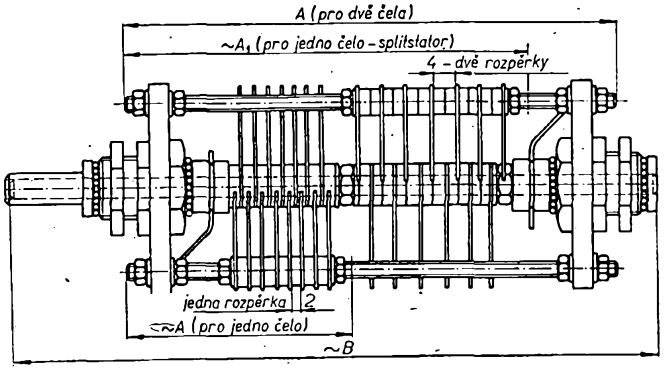
*Vlastnosti a základní rozměry*

| | |
|---|---|
| Izolační odpor: | 400 MΩ. |
| Přechodový odpor: | 20 mΩ. |
| Provozní/efektivní napětí: | 700/400 V. |
| Rozměr čela: | 40×40 mm. |
| Délka i s hřídelem: | 55 až 160 mm (podle kapacity). |
| Průměr hřídele: | 6 mm. |
| Upevňovací otvor: | ø 12,5 mm. |
| Povrchová úprava: | kadmiováno, mořeno. |
| Průběh kapacity: | lineární. |
| Uložení rotoru: | 2×12 kuliček o ø 2 mm. |
| Vzorec pro výpočet kapacity: | $C$ [pF] = 7,5 ($n$ — 1) pro jednu rozpěrku, $C$ [pF] = 3,5 ($n$ — 1) pro dvě rozpěrky, $n$ ... počet rotorových i statorových plechů. |

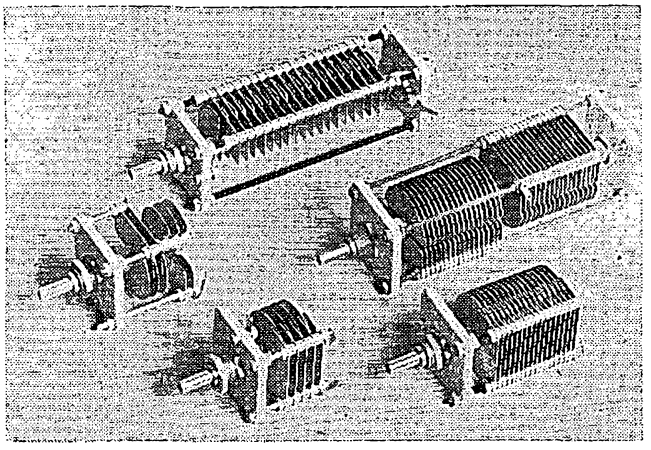
Stavebnice kondenzátorů si můžete objednat nebo zakoupit v prodejně Ústředního radioklubu v Praze – Bráníku, Vlnitá 33. O podrobnější informace si můžete napsat výrobci, tj. odbočce Radio, P. S. 99, Gottwaldov I. Cena stavebnice typu A je 95 Kčs, stavebnice typu B stojí 140 Kčs.




*Obr. 1. Sestavený kondenzátor s jedním čelem*




*Obr. 2. Sestavený kondenzátor se dvěma čely*



*Obr. 3. Skutečný vzhled kondenzátorů*

*Tabulka pro sestavení různých typů kondenzátorů*

| Základní typy | | Jedno čelo „A" | | | | | | | | | | | Dvě čela „B" | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kapacita | [pF] | 15 | 30 | 50 | 100 | 150 | 200 | 30 | 50 | 2x15 | 2x30 | 2x50 | * 2x100 | * 2x200 | * 130 |
| Rotorový plech | [ks] | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 | 4 | 7 | 4 | 4 | 8 | 16 | 32 | 18 |
| Statorový plech | [ks] | 2 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 5 | 8 | 6 | 6 | 10 | 18 | 34 | 19 |
| ~ *A* | [mm] | 23 | 25 | 30 | 40 | 55 | 70 | 40 | 50 | 35 | 25 | 30 | 95 | 140 | 130 |
| ~ $A_1$ | [mm] | — | — | — | — | — | — | — | — | 50 | 40 | 50 | 95 | 140 | 140 |
| ~ *B* | [mm] | 52 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 65 | 80 | 80 | 70 | 80 | 120 | 170 | 155 |
| Vzdálenost mezi plechy | [mm] | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,7 |
| Počet rozpěrek | [ks] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |

* Věnovat zvýšenou péči montáži statoru a rotoru

## Nové typové označení obrazovek Valvo

Před nedávnem uvedené osciloskopické obrazovky Valvo dostaly přiděleny nové typové znaky jednotného evropského značení, které odpovídají znakům používaným firmou Philips, La Radiotechnique a Mullard.

| *Staré označení* | *Nové označení* |
|---|---|
| D7-19GH | D7-190GH |
| D10-16GH | D10-160GH |
| D10-17GH | D10-170GH |
| D13-45GH/01 | D13-450GH/01 |
| D13-48GH | D13-480GH |
| D13-50GH/01 | D13-500GH/01 |
| D14-12GH | D14-120GH |

K těmto obrazovkám přistupuje ještě obrazovka D14-121GH. Je obdobou typu D14-120GH, u níž jsou vychylovací destičky vyvedeny po straně baňky. Tím se zmenšily kapacity vychylovacích destiček. *Sž*

# ? Jak na to AR'69

## Úpravy magnetofonu B42

K úpravě B42 na třírychlostní použijeme přepínač rychlostí posuvu pro magnetofon B4. Umístíme jej na levou stranu přístroje (obr. 1).

Odmontujeme pevné stavítko rychlosti 9,53 cm/s. Vyvrtáme otvory o ⌀ 2,4 mm podle přepínače a vyřízneme závit M3. Pak přišroubujeme přepínač. Aby okénko pro tlačítka bylo do krytu magnetofonu vyříznuto přesně, naneseme na tlačítka např. trochu vazelíny apod., která se obtiskne na kryt. Kryt však musíme nasazovat zcela kolmo, aby byl obtisk přesný.

Zbývá nenáročná úprava elektrické části přístroje. Vzhledem ke změně rychlosti posuvu pásku je třeba upravit korekce. Pod tlačítka *2* a *4* umístíme společný spínací kontakt, jímž připojujeme při stisknutých tlačítkách paralelně ke kondenzátorům $C_{201}$ a $C_{205}$ kondenzátor 57 nF (obr. 2).

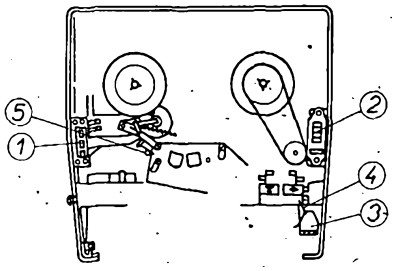
Tím je úprava skončena a můžeme nahrávat při rychlosti 4,76 cm/s téměř stejně kvalitně jako při rychlosti 9,53 cm/s. Při rychlosti posuvu 2,35 cm/s se počítá s nahráváním mluveného slova, proto nejsou nutné další změny korekcí.

Ještě bych chtěl poradit i majitelům magnetofonu B4, kteří mají již opotřebovanou nahrávací hlavu a momentálně nemají na novou. „Sjeté" hlavičky značně ochuzují nahrávané pásmo o vyšší kmitočty. Při rychlosti 9,53 cm/s odpomůžeme tomuto nedostatku částečně tím, že zmáčkneme s tlačítkem *9* současně tlačítko *2*, čímž zdůrazníme vysoké tóny.

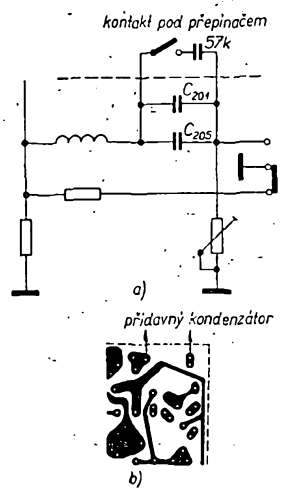
Magnetofon B42 můžeme doplnit i počitadlem. Opět použijeme náhradní díl pro magnetofon B4. Počitadlo přišroubujeme na pravou stranu přístroje podle obr. 1.

Do výstupků ve výlisku šasi vyvrtáme díry a vyřízneme závit M3. Okénko do krytu vyřízneme stejným postupem jako u přepínače. Počitadlo poháníme z pravého unášecího kotouče řemínkem pro magnetofon B4, který je běžně v prodeji.

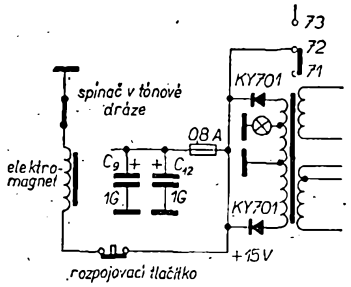
Další úpravou je vypínání magnetofonu elektromagnetem. Lze použít jakýkoli elektromagnet malých rozměrů. V mém případě posloužil upravený bzučák na 9 V, který při zapojení na 15 V (které jsou k dispozici), má dostatečnou sílu přítahu. Dále potřebujeme rozpojovací tlačítko. Umístíme je na přístroji tak, aby bylo dobře ovladatelné. Na levou stranu tónové dráhy před sloupek pro vedení pásku připevníme sloupek z drátu o ⌀ asi 2 mm, sloužící jako kontakt (obr. 1). Kontakt musí být izolován od kostry přístroje. Elektromagnet umístíme v těsné blízkosti tlačítkové soupravy (obr. 1). Na aretační západkový mechanismus připájíme nástavec, který sahá až nad kotvičku elektromagnetu a spojíme jej s kotvou lankem (třeba pro náhon stupnic v rozhlasových přijímačích, které je pevné, ohebné a dá se dobře pájet). Délku přítahu kotvy vyregulujeme tak, aby při přítahu zrušila spolehlivě zvolenou funkci. Potom zapojíme elektrický obvod podle obr. 3.




*Obr. 1. Vzhled magnetofonu po úpravách: 1 – zamontovaný přepínač, 2 – počitadlo, 3 – elektromagnet, 4 – nástavec aretace tlačítkové soupravy, 5 – kontakt v tónové dráze*




*Obr. 2. Úprava korekcí: schéma (a) a zapojení kondenzátoru (b)*




*Obr. 3. Obvod samočinného vypínání*

Nasadíme a zavedeme pásek a zmáčkneme tlačítko funkce. Když dojde kovová vrstva na zaváděcím pásku přes kontakt až k uzemněnému sloupku, uzavře se obvod, elektromagnet přitáhne kotvu a ta spojením s aretační západkou zruší zvolenou funkci.

Dotek je možné nastavit tak, aby elektromagnet pracoval jen na konci pásku (pravá cívka plná, levá prázdná), nebo i na začátku.

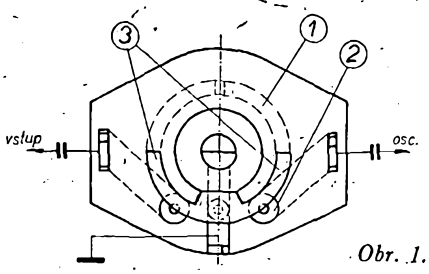
Rozpojovací tlačítko zmáčkneme tehdy, nechceme-li, aby systém pracoval, prochází-li kovová vrstva právě přes spínací kontakt a sloupek (např. při nahrávání nebo přehrávání na začátku pásku, je-li kontakt nastaven na vypínání na obou koncích pásku).

Toto zapojení a celá úprava má proti podobnému systému v magnetofonech B4 tu výhodu, že vypíná chod i při převíjení, které trvá dost dlouho (asi 3 minuty).

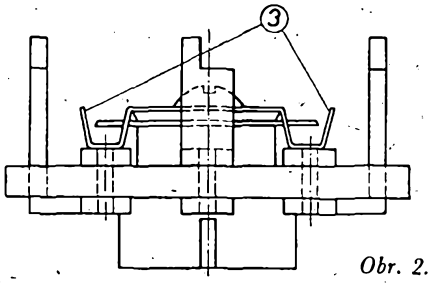
*Zdeněk Stočes*

## Ještě jednou přepínač na DV

Při úpravách středovlnných tranzistorových přijímačů na dlouhé vlny se mi osvědčil přepínač upravený z odporového trimru. Přepínač je malý a nenáročný na zhotovení. Úprava je zřejmá z obr. 1 a 2.




*Obr. 1.*




*Obr. 2.*

1. Odštípneme čárkovaně nakreslenou část běžce *1* odporového trimru.
2. U nýtků *2* přerušíme odporovou dráhu trimru.
3. Malými štípacími kleštěmi upravíme zbývající část běžce *3* podle obr. 2.

Takto upravený trimr je připraven k úpravě tranzistorového přijímače na dlouhé vlny. Umístění, stejně jako zafixování poloh DV a SV si každý čtenář upraví sám podle typu přijímače.

Hlavní zásady při konstrukčních úpravách jsou:

1. Co nejmenší kondenzátory, pokud možno keramické.
2. Co nejkratší spoje ke vstupnímu a oscilátorovému obvodu tranzistorového přijímače.

*Ing. Pavel Dejnožka*

* * *

V Japonsku je v současné době v provozu asi necelých sedm miliónů televizních přijímačů pro příjem barevných pořadů. Celková denní doba vysílání v barvě se má ze současných 10,5 hod. zvýšit do roku 1972 na 15 hodin denně.

*-chá-*

## Ferit na VKV

Dva vědci z laboratoří Philips uveřejnili letos v létě v jednom západoněmeckém časopise článek o příjmu kmitočtově modulovaných signálů VKV na feritovou anténu. Z článku vysvítá, že nová feritová anténa ze zvláštního druhu feritového materiálu (niklozinkový ferit) dovoluje na VKV stejně jakostní příjem jako na středních a dlouhých vlnách. To umožní konstruovat v budoucnosti přijímače na VKV s vnitřní anténou a dosáhnout přitom stejné citlivosti jako při použití vysouvací prutové antény.

Nový způsob výroby feritových materiálů pro VKV spočívá v pozměněné výrobní technologii – sintrování za tepla. Feritová tyčka, na níž byla navinuta anténa, byla při zkouškách 18 cm dlouhá; hromadná výroba těchto antén začne po dalších ověřovacích zkouškách.

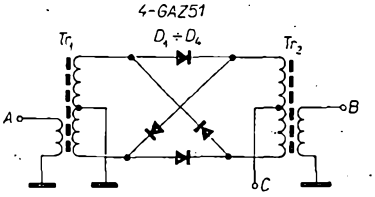
*-chá-*

# STAVEBNICE mladého radioamatéra

## Balanční směšovač MSM2

*Zapojení a funkce*

Schéma zapojení je na obr. 1. Směšovač se skládá ze čtyř diod a dvou neladěných transformátorů. Do bodů *A* a *B* přivádíme signály, které potřebujeme směšovat. Lze také přivést signál mezi body *A* a *C* a odebírat z bodu *B*.




*Obr. 1. Balanční směšovač MSM2*

První způsob je vhodný při směšování signálů přibližně stejného kmitočtu (např. potřebujeme-li získat nízkofrekvenční zázněj). Při směšování dvou signálů s řádově odlišným kmitočtem použijeme druhý způsob. Na výstupu (tj. v bodě *B* nebo *C*) je jen výsledný produkt směšování. Oba původní signály jsou souměrností zapojení vyloučeny.

*Použité součástky*

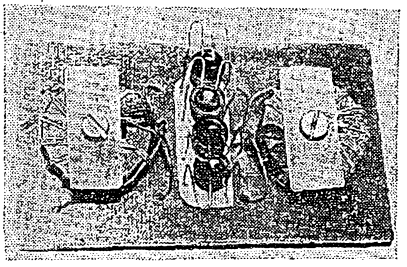
Směšovač je postaven na destičce s plošnými spoji Smaragd MSM2 (obr. 2). Je poněkud větší než dosud používané moduly, délka však zůstává násobkem 10 mm. Diody by měly mít shodné charakteristiky; závisí na tom potlačení obou směšovacích signálů. Lze použít čtveřici diod 4 × GAZ51, která se prodává přímo pro směšovací modulátory. Jsou to germaniové diody se zlatým hrotem. „Nevhodná" je jen cena (78 Kčs za čtveřici), takže se mnohému zřejmě vyplatí vybírat z běžných germaniových diod. Kde není potlačení směšovaných signálů zvlášť důležité (budiče SSB), tam stačí použít párované diody GA206. Transformátory jsou navinuty na toroidních jádrech o průměru 22 mm z hmoty H11. Jsou to neladěné transformátory a proto nezáleží na jejich činiteli jakosti, který je při použití tohoto materiálu velmi nízký. Transformátory vineme vysokofrekvenčním lankem (nebo opředeným vodičem o ⌀ asi 0,4 mm) tak, že vineme trojitým vodičem. Navineme 15 závitů, konce upevníme a rozdělíme jednotlivé vývody. Získáme tím celkem tři vinutí po 15 závitech. Jedno vinutí bude vždy vazební, zbývající dvě spojíme do série tak, že začátek jednoho spojíme s koncem druhého. Získáme tak hlavní vinutí s vyvedeným středem. Vinutí je vhodné zpevnit lakem, voskem nebo lepidlem. Transformátory jsou k destičce připevněny šroubkem M3 a kouskem laminátu z odleptaného cuprextitu (obr. 3).

*Uvádění do chodu a příklady použití*

Protože jde o pasivní obvod, není na něm co uvádět do chodu. Můžeme jej použít v libovolném zapojení ke směšování dvou signálů, např. v obvodech přijímačů (první směšovač, product-detektor), vysílačů (SSB, směšovací oscilátory, modulátory) a v různých aplikacích ve spínacích obvodech.

*Rozpiska součástek*

| | |
|---|---|
| Čtveřice diod 4 × GAZ51 (nebo 4 ks GA206) | 1 sada |
| Feritové toroidní jádro o ⌀ 22 mm H11 | 2 ks |
| Destička s plošnými spoji Smaragd MSM2 | 1 ks |
| Vf lanko, šroubky, kousky laminátu | |

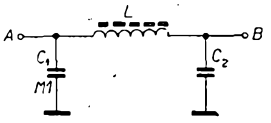


*Obr. 3. Modul MSM2*

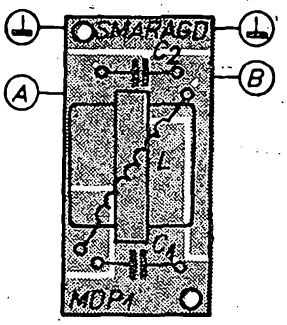
## Dolní propust MDP1

*Zapojení a funkce*

Dolní propust MDP1 (obr. 4) je pasivní obvod, který odřezává nf kmitočty od 2 kHz výše se směrnicí asi 12 dB na oktávu. Změnou velikosti kondenzátoru a indukčnosti *L* je možné měnit kmitočet, od něhož dochází k útlumu. Zapojení je vhodné pro případ, kdy impedance zdroje (např. výstupní obvod zesilovače) je stejná jako impedance zátěže (např. vstup dalšího zesilovače). Pokud tomu tak není, je třeba propust přizpůsobit změnou velikostí kapacit kondenzátorů $C_1$ a $C_2$. Nebudou potom stejné; obecně lze říci, že na straně s větší impedancí bude menší kapacita a naopak.




*Obr. 4. Dolní propust MDP1*
*$C_2$ je 0,1 μF*




*Obr. 5. Rozmístění součástek na destičce Smaragd MSM2*

*Použité součástky*

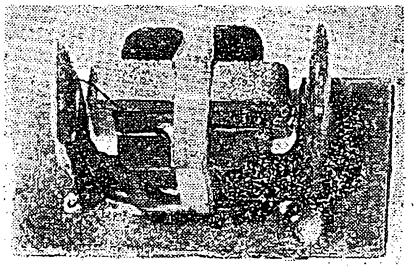
Cívka *L* je navinuta na feritovém jádru EE 5 × 5. Má asi 600 závitů drátu o ⌀ 0,1 mm CuP (kolik se vejde). Indukčnost je asi 0,1 H. Cívka je přilepena k destičce s plošnými spoji Smaragd MDP1, na níž jsou také umístěny oba kondenzátory $C_1$ a $C_2$ (obr. 5, 6).

*Příklady použití*

Dolní propust MDP1 můžete použít např. na výstupu přijímače na sluchátka pro příjem telegrafních signálů (zlepší selektivitu přijímače), po vhodné úpravě a posunutí mezního kmitočtu na 7 až 8 kHz jako filtr k potlačení interferenčních hvizdů ve středovlnném přijímači, k potlačení šumu při přehrávání starých gramofonových desek.

*Rozpiska součástek*

| | |
|---|---|
| Feritové jádro EE 5 × 5 | 1 ks |
| Kostřička na feritové jádro EE 5 × 5 | 1 ks |
| Kondenzátor 0,1 μF/40 V plochý | 2 ks |
| Destička s plošnými spoji Smaragd MDP1 | 1 ks |

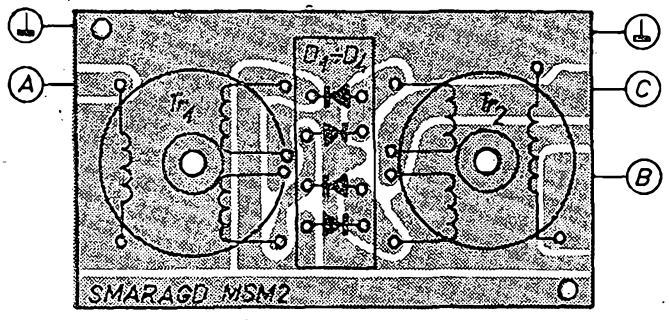


*Obr. 6. Modul MSM2*

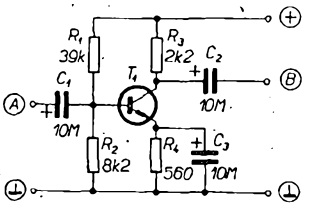
## Nízkofrekvenční zesilovač MNF6

*Zapojení a funkce*

Modul MNF6 je jednoduchý nízkofrekvenční zesilovač s můstkovou stabilizací (obr. 7). Pracovní bod má nastaven odpory $R_1$ a $R_2$ a odporem $R_4$ v emitoru. Signál postupuje z bodu *A* přes kondenzátor $C_1$ na bázi tranzistoru, který jej zesílí. Z kolektorového odporu




*Obr. 2. Rozmístění součástek na destičce Smaragd MSM2*

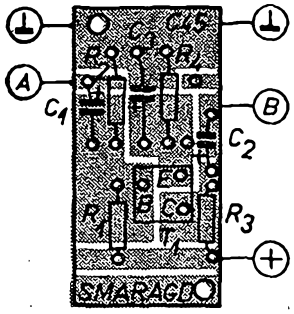



*Obr. 7. Nízkofrekvenční zesilovač MNF6*

$R_3$ se zesílený signál přivádí přes oddělovací kondenzátor do bodu $B$. Při správně nastaveném pracovním bodu má stupeň zesílení asi 35 dB.

*Použité součástky*

V zesilovači MNF6 lze použít jakýkoli nízkofrekvenční tranzistor. Ve vzorku to byl tranzistor 106NU70 se zesilovacím činitelem asi 80. Ostatní součástky jsou běžné, odpory miniaturní, elektrolytické kondenzátory s axiálními vývody upevněné na výšku. Všechny součástky jsou umístěny na destičce Smaragd C45 (obr. 8).




*Obr. 8. Rozmístění součástek modulu MNF6 na destičce Smaragd C45*

*Uvádění do chodu*

Místo odporu $R_1$ připojíme trimr 100 kΩ a nastavíme největší zesílení stupně. Nemáte-li čím změřit zesílení, lze je nastavit poslechem po připojení ke gramofonu nebo krystalce, nebo nastavit pracovní bod tak, aby tranzistorem protékal kolektorový proud asi 2 mA. Modul MNF6 je napájen napětím 4,5 V (z jedné ploché baterie).

*Příklady použití*

Modul MNF6 slouží jako univerzální nízkofrekvenční předzesilovač. Lze jej použít ke všem zdrojům malého signálu, jimž nevadí jeho malá vstupní impedance (asi 2 kΩ). Vhodně doplňuje modul MNF1 (s integrovaným obvodem) tam, kde nestačí jeho zesílení, kde je však zbytečné zesílení dvou MNF1 za sebou.

*Rozpiska součástek*

| | |
|---|---|
| Tranzistor 106NU70 | 1 ks |
| Odpor 560 Ω/0,05 W | 1 ks |
| Odpor 2,2 kΩ/0,05 W | 1 ks |
| Odpor 8,2 kΩ/0,05 W | 1 ks |
| Odpor 39 kΩ/0,05 W | 1 ks |
| Elektrolytický kondenzátor 10 μF/6 V | 3 ks |

* * *

**Co nabízejí zahraniční výrobci?)**

Komplementární n-p-n a p-n-p tranzistory v pouzdru TO-5 a MD14 s napětím kolektoru až 800 V nabízí Industro Transistor Corp. Průměrný zesilovací činitel tranzistorů n-p-n je 15 000 (!) při napětí kolektor-emitor 10 V a proudu kolektoru 20 mA. Průměrný zesilovací činitel typů p-n-p je 20 000 (!) při napětí 10 V a proudu 10 mA.

Monolitický regulátor napětí MC1560 Motorola je určen pro zatížení proudem až do 500 mA bez použití dalšího výkonového tranzistoru. Stupeň regulace je průměrně 0,002 %/V se změnou vstupního napětí, výstupní impedance 20 mΩ. Ztrátový výkon prvku e max. 10 W při teplotě 65 °C. *Sž*

# ČASOVACÍ OBVOD

**Ing. Jiří Říha**

*Pro řízení periodických pochodů potřebujeme často obvod, který by s přestávkami opakoval předem časově nastavitelný děj. Časový průběh můžeme znázornit obr. 1, přičemž oba časy (pracovní $t_1$ a prodleva $t_2$) jsou nastavitelné nezávisle na sobě.*

Pro dané účely bylo realizováno zařízení, s nímž lze bez obtíží dosáhnout časů prodlevy větší než 1,5 hod. na poněkud odlišném principu od obvyklé kombinace dvou navzájem se spouštějících monostabilních klopných obvodů. Funkce obvodu je zřejmá ze schématu na obr. 2.

Kondenzátor $C_4$ se nabíjí stejnosměrným proudem přes odpory $R_6$ a $R_8$, na který jsou superponovány pulsy získávané z astabilního multivibrátoru $T_1$, $T_2$. Superpozice pulsů se uskutečňuje přes vazební kondenzátor $C_2$. Na počátku děje se na odporu $R_8$ objeví plné napájecí napětí. S nabíjením kondenzátoru $C_4$ klesá postupně napěťový úbytek na tomto odporu. Po překročení poklesu stejnosměrné hodnoty s pulsní superpozicí na velikost nastavenou potenciometrem $P_1$ překlopí monostabilní obvod $T_3$ a $T_4$. V kolektoru $T_4$ je zařazeno vinutí relé, které ovládá jednak pracovní obvod, jednak vybije kondenzátor $C_4$ přes odpor $R_7$ a uvede tak obvod do počátečního stavu. Délka pracovního intervalu se řídí časovou konstantou $R_{14} + P_3$, $C_6$. Čas prodlevy se reguluje stejnosměrnou úrovní z potenciometru $P_1$. Volbou dorazu potenciometru $P_1$ upravujeme horní hranici času prodlevy. Napájecí napětí je stabilizováno třemi Zenerovými diodami. Při použití křemíkových prvků může zařízení pracovat do okolní teploty 60 °C. Zařadíme-li místo monostabilního obvodu $T_3$, $T_4$ bistabilní obvod, získáme časový spínač s podobnými časy.

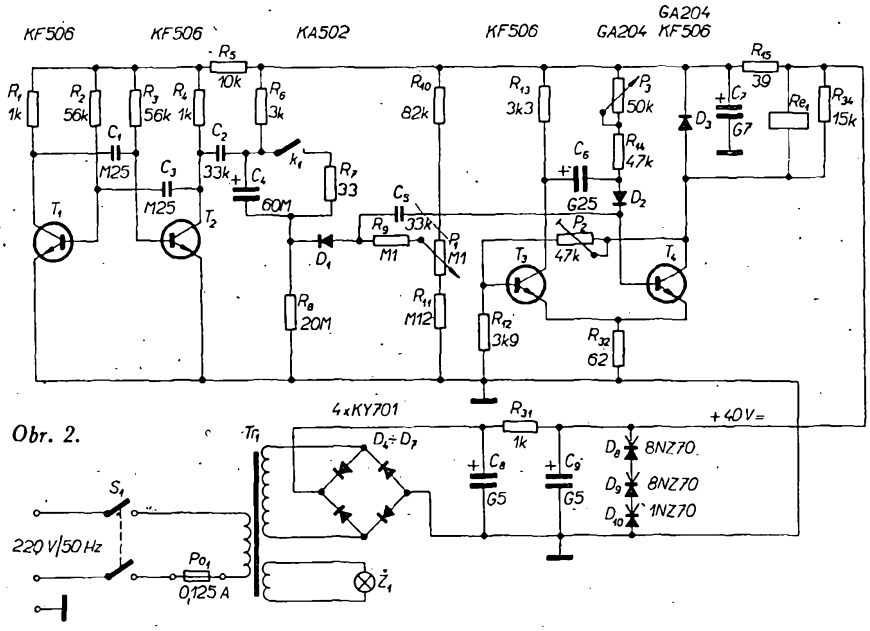
*Obr. 1.*

Popisované zapojení s danými hodnotami časových konstant má tyto vlastnosti: čas prodlevy $t_2$ : 10 až 25 minut, pracovní čas $t_1$ : 10 až 30 vteřin.

Zařízení lze použít pro různé účely, např. k řízení ohřevu, jako časové spínače ve fotografické praxi, k regulaci mazání soustrojí apod. Časová chyba v rozmezí kolísání teplot a napájecích napětí je v mezích 5 %. Realizace i nastavení obvodů je snadné.

*Literatura*


Siemens-Halbleiter Schaltbeispiele. Auslage 1967.


*Obr. 2.*

* * *

V poslední době byl zaznamenán v Evropě prudký rozvoj barevné televize. Nejvíce barevných televizních přijímačů je zatím v NSR (230 000), ve Velké Británii (50 000), Francii (20 000) atd. Malý počet těchto televizních přijímačů ve Francii má „na svědomí" cena přijímače, která je až o 50 % vyšší než v okolních státech. Vysoká cena je zaviněna jednak tím, že Francie používá i pro barevnou televizi systém s 819 řádky, jednak také použitím systému SECAM. *-chá-*

*Funktechnik 13/69*

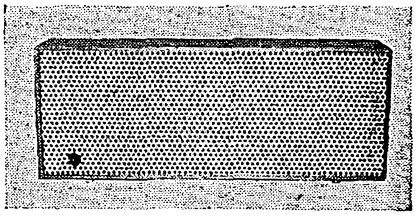

PŘIPRAVUJEME PRO VÁS

**Model číslicového voltmetru**

**Elektronické zapalování**

**Tranzistorový akordeon**

# ZESILOVAČ IWA 02



**Jaroslav Sekretar**

*Poptávka po jakostních nf zesilovačích navzdory poněkud lépe zásobovanému trhu neklesá. Stále se množí dopisy a „volání" po jednoduché konstrukci, které v poslední době docházejí redakci AR.*

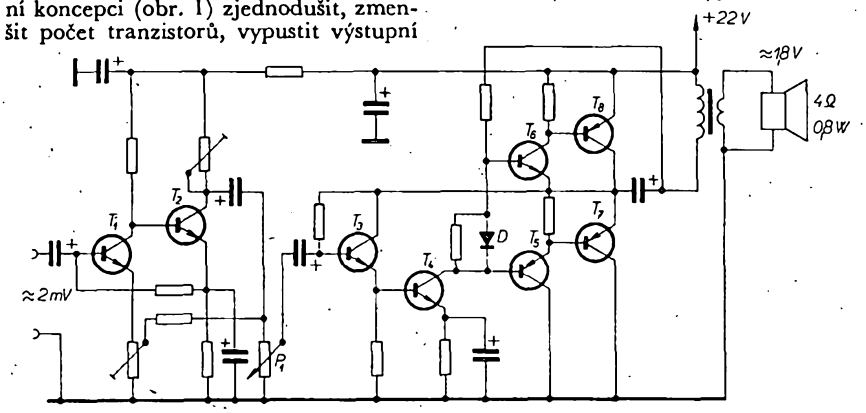
*Největší zájem se projevuje o zesilovače středního výkonu – kolem 2 W, který na našem trhu není vůbec zastoupen. Proto vznikla konstrukce, popsaná v tomto článku.*

Vybrali jsme na obálku AR

KONSTRUKCE z konkursu AR

Před časem byl v [1] popsán tranzistorový nf zesilovač o výkonu 2 × 0,8 W, vhodný pro reprodukci gramofonových desek v poměrně stísněných podmínkách dnešních tzv. moderních bytových jednotek. Při monofonním provozu, kdy byly oba jeho kanály spojeny paralelně, odevzdával nf výkon 1,6 W, což bylo postačující. Nevýhodou tohoto zesilovače však byla teplotní závislost stejnosměrně vázaného koncového zesilovače, která se v některých případech při dlouhotrvajícím hlasitém provozu nepříznivě projevila. Proto bylo nutné vybírat na místa tranzistorů $T_3$ a $T_4$ (obr. 1) typy s minimálním zbytkovým proudem $I_{CBO}$ a tak zajišťovat stabilitu celého zesilovače.

S modernějšími tranzistory lze původní koncepci (obr. 1) zjednodušit, zmenšit počet tranzistorů, vypustit výstupní transformátor a při menším provozním napětí zvětšit nf výkon.




*Obr. 1. Původní koncepce zesilovače podle [1]*

### Technické vlastnosti

*Osazení*: pět tranzistorů, z toho jeden řízený polem ($T_1$).
*Napájení*: 13,5 V (tři ploché baterie).
*Odběr ze zdroje*: 18 mA (bez signálu) až 320 mA (při jmenovitém výkonu).
*Jmenovitý výkon*: 2,25 W.
*Vstupní impedance*: 3,2 MΩ.
*Vstupní citlivost*: 200 mV/1 kHz (pro jmen. výkon 2,25 W).

(*Pozn.*: citlivost závisí na velikosti odporu $R_8$ ve zpětnovazební smyčce a přenosových vlastnostech $T_1$).

*Zatěžovací odpor*: 4 Ω.
*Kmitočtová charakteristika*: 100 Hz až 20 kHz, —1,5 dB.
*Korekce výšek*: na kmitočtu 1 kHz —0,5 dB, na kmitočtu 20 kHz —12 dB.
*Zesílení (napěťové)*: 34 dB (15×).
*Zpětná vazba ve smyčce*: 20 dB (10×).
*Pracovní teplota*: do 50 °C.
*Pracovní poloha*: libovolná.
*Odstup*: —54 dB (500×).
*Nelineární zkreslení*: v celém pásmu menší než 3 %.

*Rozměry*: 53 × 155 × 50 mm (bez hřídelů a knoflíků ovládacích prvků).

### Zapojení

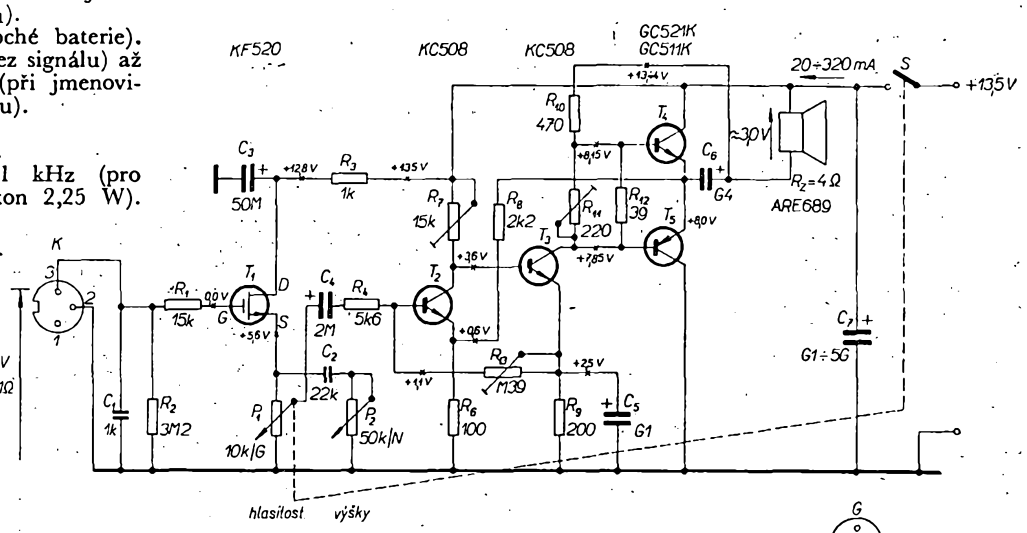
Na obr. 2 je upravené zapojení zesilovače z obr. 1. Srovnáním obou schémat vidíme, že původní dvoustupňový předzesilovač ($T_1$ a $T_2$) je nahražen emitorovým sledovačem osazeným křemíkovým tranzistorem typu MOSFET ($T_1$) s velkým vstupním odporem ($10^{13}$ až $10^{15}$ Ω). Také koncový zesilovač byl zjednodušen o dvojici $T_7$, $T_8$ (obr. 1); vlastní koncový stupeň tedy představuje doplňková dvojice $T_4$, $T_5$ (totožná s dvojicí $T_5$, $T_6$ na obr. 1).

Toto řešení bylo umožněno použitím komplementárních tranzistorů středního výkonu o $P_{tot}$ = 3,5 W, tj. typů GC520/510K a GG521/511K, jejichž mezní kmitočet $f_T$ je vyšší proti srovnatelným zahraničním typům stejného výkonu (např. AC175/AC117, AC187K/AC188K, AC127K/AC128K, AC127/AC152, AC117P/AC175P, AC141H/AC142H, AC141HK/AC142HK, AC193K/AC194K apod.).

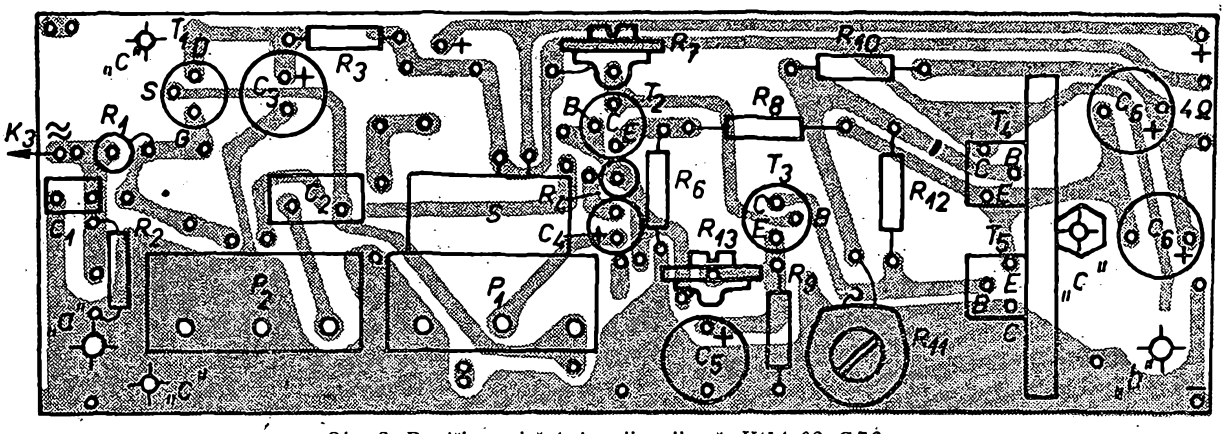
Vzhledem k dostatečně velkému špičkovému proudu těchto tranzistorů ($I_{C\,max}$ = 1 A) bylo možné vypustit přizpůsobovací výstupní transformátor a přitom zvětšit původní výkon (0,8 W) téměř na trojnásobek při menším provozním napětí (13,5 V místo 22,5 V).

Praktické dlouhodobé zkoušky ukázaly, že není třeba použít (vzhledem k menšímu provoznímu napětí) ani omezující diodu $D$ mezi bázemi doplňkové dvojice (obr. 1).

Nf signál z gramofonu se do zesilovače přivádí na dutinky č. *3* a *2* konektoru *K*. Protože kapacita výchylkových gramofonových vložek se pohybuje mezi 500 a 2 000 pF (tomu pro správné přizpůsobení odpovídá vstupní impedance 6 až 1,5 MΩ), je vstupní impedance zesilovače upravena odporem $R_2$ [2]. Napěťové přizpůsobení obstarává kondenzátor $C_1$, jehož kapacita s kapacitou




*Obr. 2. Zapojení pětitranzistorového nf zesilovače IWA 02 o výkonu 2,25 W*




*Obr. 3. Destička s plošnými spoji zesilovače IWA 02, C76*

snímače a přívodního stíněného kabelu vytváří napěťový dělič. Tím se zabrání přebuzení tranzistoru $T_1$ a dosahuje se příznivé časové konstanty větší než 3,2 ms, což zaručuje přenos nízkých kmitočtů bez nežádoucího útlumu již na vstupu zesilovače.

Minimální kapacita kondenzátoru $C_1$ je 1 000 pF. Odevzdá-li použitá vložka gramofonu příliš velké napětí, zmenšíme je zkusmo zvětšením kapacity $C_1$ až na 16 000 pF. Přitom sledujeme (na obrazovce osciloskopu), nedochází-li k limitaci zesíleného signálu.

Tranzistor $T_1$ pracuje jen jako impedanční transformátor. Vlastní zesilovač začíná až potenciometrem $P_1$, jímž se upravuje velikost vstupního signálu pro $T_2$. K elektrodě S tranzistoru $T_1$ je připojen přes sériový kondenzátor $C_2$ i potenciometr $P_2$ (50 kΩ/N), který slouží jako regulátor tónové clony, omezující vysoké kmitočty při přehrávání značně poškozených starších gramofonových desek. Je-li jeho běžec vytočen směrem ke kondenzátoru $C_2$, k poklesu vysokých kmitočtů nedochází a kmitočtová charakteristika zesilovače je vyrovnaná. Je-li běžec téměř u zemního konce, dochází k poklesu výšek (—12 dB/ /20 kHz). *(Pozn. red.*: předpokládáme-li směrnici útlumu —6 dB/okt, bude u 10 kHz potlačení přibližně —6 dB a to je v praktickém použití velmi mírné omezení výšek, které pro „silně poškozené desky" rozhodně nestačí. Bylo by účelnější opatřit zesilovač jednoduchými tónovými korekcemi, jejichž účelem je přizpůsobit zařízení použité reprodukční soustavě, akustice místnosti a v neposlední řadě i způsobu záznamu na desce, který se individuálně velmi mění podle výrobce i druhu desek).

Přes vazební kondenzátor $C_4$ a vyrovnávací odpor $R_4$ postupuje nf signál na bázi tranzistoru $T_2$, jehož kolektor je stejnosměrně vázán s tranzistorem $T_3$. Z kolektoru $T_3$ jde zesílený signál na báze doplňkové dvojice $T_4$ a $T_5$, z nichž každý výkonově zesiluje odpovídající půlperiodu nf signálu. Z emitorů $T_4$ a $T_5$ se odebírá složený, výkonově zesílený nf signál a přivádí přes vazební kondenzátor $C_6$ na reproduktor.

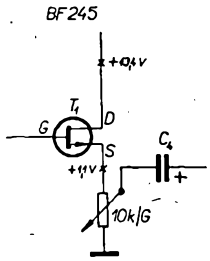
Aby se dosáhlo co největšího výkonu koncové dvojice, získává se předpětí pro báze tranzistorů $T_4$ a $T_5$ přes odpor $R_{10}$ ze spoje $C_6$ – reproduktor a nikoli z kladného pólu zdroje. Tímto způsobem je totiž zavedena kladná zpětná vazba, jejímž účinkem se výstupní výkon zvětší asi o 10 %; současně se však mírně zvětší nelineární zkreslení. Silná záporná zpětná vazba z emitorů $T_4$, $T_5$ odporem $R_8$ do emitoru $T_2$ však velmi dobře toto zkreslení vyrovnává.

Trimry $R_7$ a $R_{13}$ slouží k nastavení pracovních bodů tranzistorů $T_2$ a $T_3$ tak, aby při mírném překročení jmenovitého výkonu (při uvádění do chodu) docházelo k současné limitaci obou vrcholů sinusovky zkušebního nf signálu 1 kHz [2].

### Konstrukce zesilovače

Zesilovač je postaven na cuprextitové destičce s plošnými spoji (obr. 3); destička má označení C76 a lze ji objednat u radioklubu Smaragd.

Nosná destička je řešena pro dva možné způsoby upevnění. Otvory označené na obr. 3 písmeny „*a*" a „*b*" slouží k upevnění desky vruty do dřevěné skříně. Otvory „*c*" slouží k upevnění pomocí distančních sloupků.



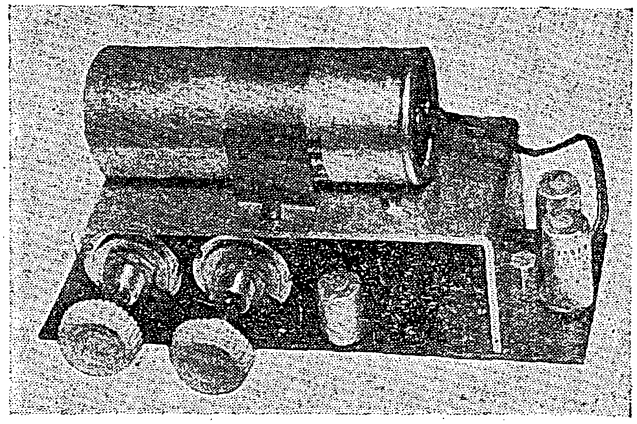

*Obr. 4. Změna napěťových poměrů v zesilovači při použití tranzistoru BF245 na místě $T_1$*

Zesilovač byl vyvinut s tuzemskými součástkami, byl však zkoušen i s polovodičovými součástkami zahraniční výroby. Při nahrazení koncové komplementární dvojice $T_4$ a $T_5$ odpovídajícími tranzistory Siemens nebo Telefunken (jejichž typy byly uvedeny na začátku článku) nedojde ke změně provozních napětí (obr. 2). Stejně je tomu i při náhradě tranzistorů $T_2$ a $T_3$, kde je možné použít jakékoli zahraniční nf křemíkové tranzistory (např. BC107 až 109, BC170, BC129 až 131, BC147 až 149 apod.), budou-li jejich parametry aspoň částečně shodné a bude-li jejich zesilovací činitel $h_{21E}$ větší než 100. Pak totiž zůstane zachován stupeň záporné zpětné vazby se všemi příznivými vlivy na kmitočtovou charakteristiku a zkreslení zesilovače.

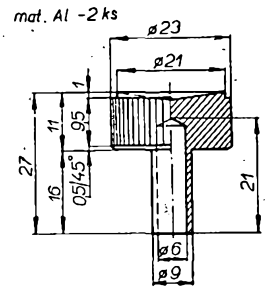
Poněkud jiná je situace u tranzistorů řízených polem. Činitel jejich napěťového přenosu v zapojení jako sledovač je 0,5 až 0,9 (podle výrobní technologie a provedení). Změna činitele napěťového přenosu se projeví vlivem na citlivost pro jmenovitý výkon. Citlivost zesilovače 200 mV, uvedená v kapitole „Technické vlastnosti", odpovídá výkonu 2,25 W při použití $T_1$ s činitelem napěťového přenosu 0,5. Při použití vybraného tranzistoru s lepším činitelem (kolem jedné) můžeme dosáhnout vstupní jmenovité citlivosti až 100 mV.

Vlivem rozdílnosti vnitřních odporů byly zaznamenány i jiné napěťové poměry při použití tranzistoru FET (oproti MOSFET) na $T_1$ (obr. 4 – $T_1$ = BF245). Pokud jde o kondenzátor $C_4$, je třeba, aby jeho kapacita byla co nejmenší (z hlediska vyrovnávání stejnosměrného náboje při protáčení běžce $P_1$ při změně hlasitosti), avšak ještě tak velká, aby byl zaručen přenos hlubokých tónů bez znatelného úbytku. (Při kapacitě větší než 5 μF dochází při protáčení běžce $P_1$ k nepříznivému posuvu pracovního bodu $T_2$, čímž se krátkodobě zvětšuje klidový proud komplementární dvojice. Při kapacitě 2 μF je tento jev zanedbatelný).

Pro jakostní přenos hlubokých tónů je dále třeba, aby filtrační kondenzátor $C_7$ měl značnou kapacitu, jejíž reaktance je i pro nízké kmitočty poměrně malá.

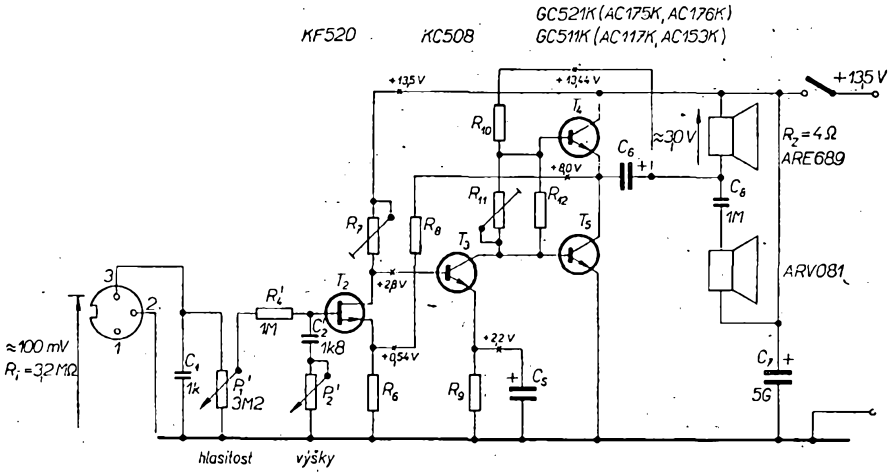


*Obr. 5. Pohled na sestavený zesilovač*

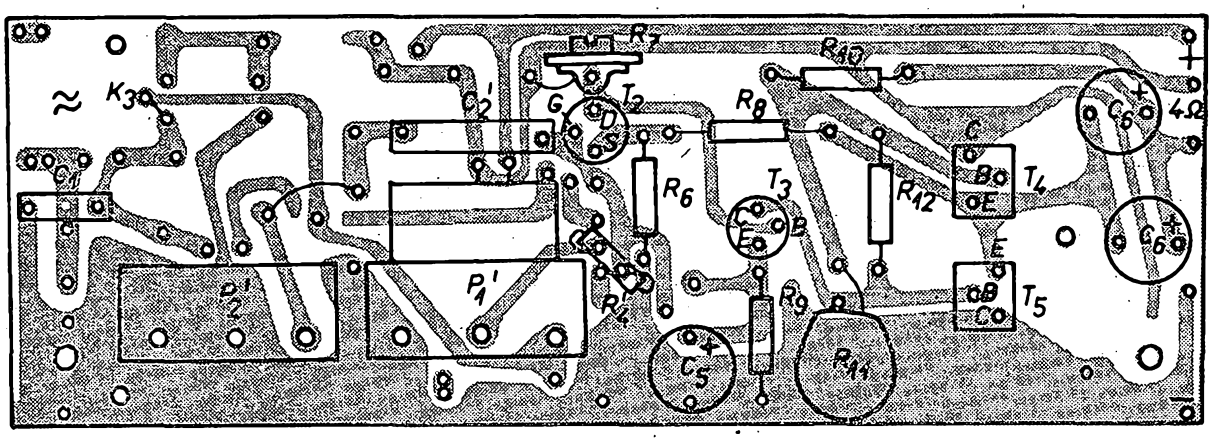



*Obr. 6. Rozměrový výkres ovládacích knoflíků*

Proto byla vyzkoušena kapacita 5 000 μF, která navíc spolehlivě odstraňuje případnou kladnou vazbu při používání starších nebo opotřebovaných napájecích baterií. Protože kondenzátor $C_7$ je poměrně robustní, nebyl umístěn na desku s plošnými spoji; je upevněn izolovaně na chladicím plechu koncových tranzistorů třmenem z hliníkového plechu (obr. 5).




*Obr. 7a. Zapojení zjednodušeného nf zesilovače se čtyřmi tranzistory*
(tranzistor $T_2$ je typu MOSFET, KF520, nikoli FET)



*Obr. 7b. Plošné spoje zesilovače se čtyřmi tranzistory C76*

Deska se součástkami je řešena tak, že nese oba ovládací potenciometry $P_1$ a $P_2$ (obr. 5).

Pro dosažení lepšího vzhledu byly ovládací knoflíky vysoustruženy. Jejich rozměry jsou na obr. 6.

Chladicí plech je z pásku duralového plechu tloušťky 2 mm o rozměrech 50 × 135 mm. Pásek je zahnut do pravého úhlu a přišroubován k cuprextitové desce.

### Jiné řešení

Protože napěťový přenos některých polem řízených tranzistorů je jen 50%, vyzkoušel jsem další zapojení, v němž se tato okolnost neprojevuje tak nepříznivě (obr. 7a). Zapojení je v podstatě shodné se zapojením na obr. 2 jen s tím rozdílem, že se nepoužívá tranzistor $T_1$. Všechny součástky jsou stejné s výjimkou ovládacích prvků $P_1'$, $P_2''$ a $R_4'$. (Vstupní impedance zesilovače je určena použitým potenciometrem.) Tranzistor MOSFET ($T_1$) je nyní na místě $T_2$. Přenosové vlastnosti zesilovače jsou stejné, citlivost je poněkud větší. Nevýhodou je však potřeba logaritmického potenciometru $P_1'$ (3,2 MΩ) a choulostivé nastavení pracovního bodu stejnoměrně vázaného zesilovače. Proto lze tuto alternativu doporučit jen zkušeným radioamatérům (při nastavování zesilovače při jmenovitém výkonu je třeba velmi opatrně protáčet trimr $R_7$ a postupovat velmi rychle!). Naproti tomu lze uspořit jeden křemíkový tranzistor KC508 a tak snížit pořizovací náklady.

Plošné spoje (obr. 7b) jsou navrženy tak, že dovolují realizovat na stejnou destičku obě uvedená zapojení. Na obr. 8 je pohled na zesilovač, a to ve formě vhodné pro panelové uspořádání (tzn. připevnění pomocí distančních tyček, přičemž ovládací potenciometry jsou na panelu).

Na obr. 8 je do obvodu zapojen miniaturní indikátor (pro max. výchylku 0,35 A), umístěný do přívodu napájecího napětí; spolehlivě indikuje odebíraný proud ze zdroje a tím i stav vybuzení.

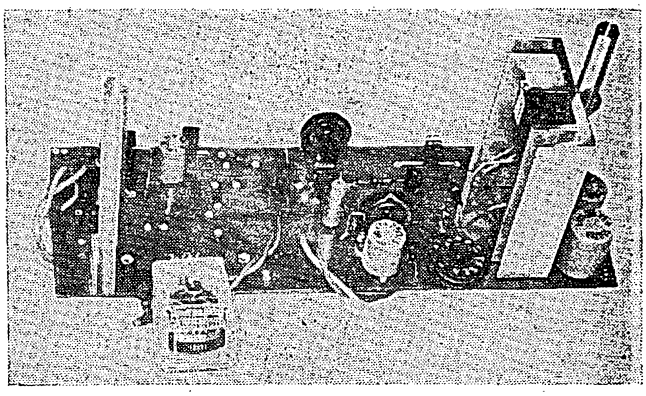
### Skříň

Zesilovač podle zapojení na obr. 2 je vestavěn do dřevěné skříně, jejíž rozměry jsou na obr. 9. Skříň je z překližky tloušťky 5 mm. Její jednotlivé díly jsou slepeny lepidlem Epoxy 1200, přičemž prostorové vyztužení poskytuje čelní zapuštěná stěna tloušťky 10 mm a obvodový rám pro upevnění zadních stěn.

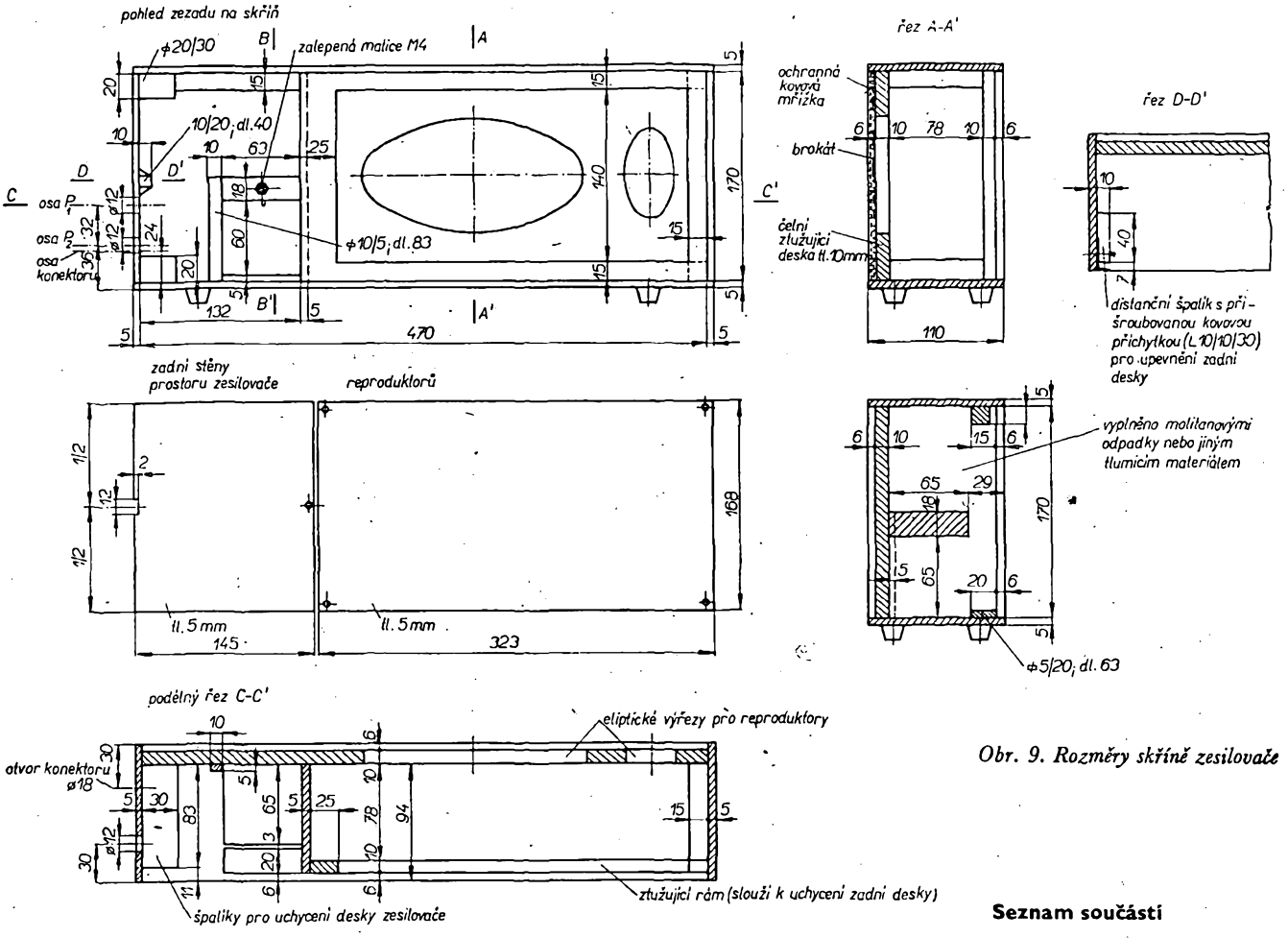
Skříň je společná pro zesilovač, napájecí baterie i pro eliptický reproduktor typu ARE689, popř. i výškový reproduktor (ARV081). Prostor mezi zesilovačem a uzavřenou ozvučnicí je oddělen příčkou, k níž je připevněno pouzdro na baterie. Celá skříň je potažena samolepicí fólií v barvě matovaného ořechu (k dostání ve čtyřech pražských speciálních obchodech – výrobek NSR), která dává celku velmi pěkný vzhled. Čelní stěna je potažena nalepeným brokátem, chráněným mřížkou z děrovaného opískovaného plechu. Pohled na sestavený zesilovač ve skříni bez zadní stěny je na obr. 10.

### Uvedení do chodu

Před připojením baterií zkontrolujeme, mají-li trimry $R_7$, $R_{13}$ a $R_{11}$ běžce v takové poloze, aby odpor $R_7$ a $R_{13}$ byl maximální, $R_{11}$ minimální. Pak připojíme zdroj napájecího napětí při současné kontrole odebíraného proudu (při uzemněném vstupu!). Klidový



*Obr. 8. Destička zesilovače podle obr. 7a*

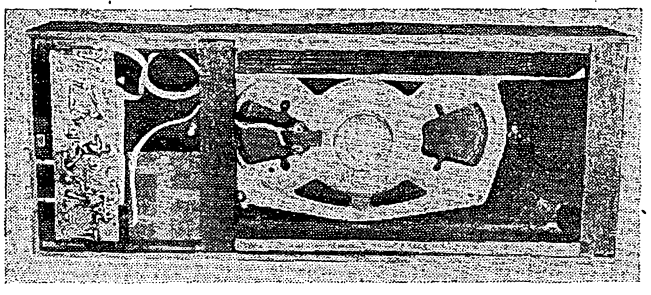



*Obr. 9. Rozměry skříně zesilovače*

proud (bez signálu) nesmí být větší než 20 mA. Zpravidla bude menší (asi 15 mA). Odporovým trimrem $R_{11}$ lze klidový proud nastavit. Pak připojíme zdroj budicího sinusového signálu s pokud možno malou výstupní impedancí. Nastavíme referenční kmitočet (1 kHz) a postupně zvětšujeme napětí na vstupu (vstup v této fázi již není uzemněn), přičemž se snažíme dosáhnout maximální výchylky ručky milivoltmetru na výstupu zesilovače. Amplitudu signálu na zatěžovacím odporu měříme paralelně připojeným nf milivoltmetrem na rozsahu 3 V, přičemž současně sledujeme tvar signálu osciloskopem, připojeným paralelně ke svorkám nf milivoltmetru.

Generátorem nastavíme tak velkou amplitudu vstupního signálu, při níž je výchylka ručky milivoltmetru na zatěžovacím odporu největší a po jejímž nepatrném zvětšení dochází k symetrickému omezování obou špiček výstupního signálu. Není-li tomu tak, dosáhneme tohoto stavu opatrnou změnou polohy běžce trimru $R_{13}$. Pokud ani to nepomůže, začneme opatrně měnit polohu běžce trimru $R_7$. Ale pozor! Při zmenšování odporu trimru $R_7$ dochází ke zvětšování klidového proudu koncové dvojice $T_4$ a $T_5$! Proto je obvykle nutné nastavit po dosažení stejnoměrného omezování signálu při přebuzení klidový proud koncového stupně na 20 mA (bez signálu). Při ověřování souměrnosti je vhodné napájet zesilovač z tvrdého zdroje, tedy nikoli z plochých baterií, které vyhoví jen při provozu. (Při přebuzení je totiž maximální odběr proudu z baterií asi 0,35 A; vlivem značného vnitřního odporu baterií vyvolá tak velký odběr pokles napájecího napětí a tím i nežádoucí posuv pracovních bodů tranzistorů zesilovače.)

Při odpojování zdroje budicího signálu musíme odpojit nejdříve tzv. živý přívod a teprve potom zemnici, nikdy opačně. Nesmíme totiž zapomínat, že vstup zesilovače má velkou impedanci, takže při obráceném postupu (nebo při laickém zkoušení chodu zesilovače dotykem na dutinku č. *3* vstupního konektoru při regulátoru $P_1$ vytočeném na plný výkon) je zesilovač vybuzen na výkon, který germaniové tranzistory dlouho nevydrží – hrozí jejich přehřátí a proražení. Při přehrávání desek toto nebezpečí nehrozí, neboť střední vyzářený výkon zesilovače je menší než polovina maximálního výkonu, takže k přehřátí koncových tranzistorů nedojde.



*Obr. 10. Pohled na sestavený zesilovač ve skříni po odejmutí zadní stěny*

## Seznam součástí

*Tranzistory:* $T_1$ – KF520, $T_2$ – KC508, $T_3$ – KC508, $T_4$ – GC521K, $T_5$ – GC511K.

*Odpory:* $R_1$ – 15 kΩ/0,25 W, TR 101, vrstvový
$R_2$ – 3,2 MΩ/0,25 W, TR 101, vrstvový
$R_3$ – 1 kΩ/0,25 W, TR 101, vrstvový
$R_4$ – 5,6 kΩ/0,25 W, TR 114, vrstvový
$R_5$ – 100 Ω/0,25 W, TR 114, vrstvový
$R_7$ – 15 kΩ, WN 790 30, odporový trimr
$R_8$ – 2,2 kΩ/0,1 W, TR 113, vrstvový miniaturní
$R_9$ – 200 Ω/0,1 W, TR 113, vrstvový miniaturní
$R_{10}$ – 470 Ω/0,25 W, TR 114, vrstvový
$R_{11}$ – 220 Ω, WN 790 30, odporový trimr
$R_{12}$ – 39 Ω/0,25 W – TR 114, vrstvový
$R_{13}$ – 0,39 MΩ, WN 790 30, odporový trimr
$R_4'$ – 1 MΩ/0,1 W – TR 113 vrstvový miniaturní

*Kondenzátory:*
$C_1$ – 1 nF/500 V, TC 231, slídový zalisovaný (kapacita podle potřeby přizpůsobení)
$C_2$ – 22 nF/160 V, TC 181, zalisovaný MP, válcový
$C_3$ – 50 μF/15 V, TC 943, elektrolytický pro plošné spoje
$C_4$ – 2 μF/12 V, TC 923, subminiaturní, elektrolytický
$C_5$ – 100 μF/6 V, TC 941, elektrolytický pro plošné spoje
$C_6$ – 200 μF/6 V, (2×), TC 941, elektrolytický pro plošné spoje
$C_7$ – 5 000 μF/12 V, TC 935, elektrolytický
$C_8$ – 1 μF/160 V, TC 181, zalisovaný MP válcový

*Potenciometry:*
$P_1$ – 10 kΩ/G, TP 281, pro plošné spoje, se spínačem
$P_2$ – 50 kΩ/N, TP 280, pro plošné spoje
$P_1'$ – 3,2 MΩ/G, TP 280, pro plošné spoje
$P_3'$ – 1 MΩ/N, TP 281, pro plošné spoje, se spínačem

*Ostatní:* konektor, destička s plošnými spoji Smaragd C76 a kontaktní destička baterií C79, reproduktor ARE689 (ARV081), spojovací drát, šroubky, chladicí plech, knoflíky atd.

*Literatura*


[1] *Hyan, J. T.:* Stereofonie. Radiový konstruktér 2/66, str. 50 až 64.
[2] *Hyan, J. T.:* Měření a slaďování amatérských přijímačů. SNTL: Praha 1964, str. 204 až 205.
[3] *Hyan, J. T.:* Nf generátor. Radiový konstruktér 5/67, str. 40 a 57 až 62.

# INTEGROVANÁ elektronika

## MONOLITICKÉ OPERAČNÍ ZESILOVAČE

Ing. Jiří Zíma

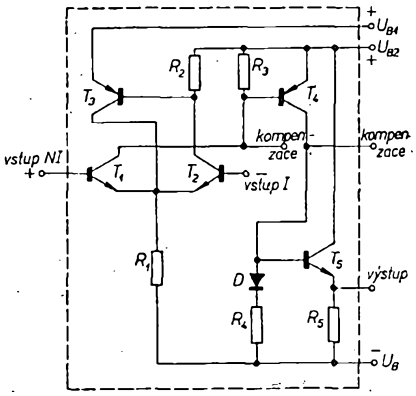
*V začátcích rozvoje integrovaných monolitických obvodů se výzkumná a vývojová pracoviště světových výrobců polovodičových součástek zaměřila především na přípravu a zavedení výroby různých druhů číslicových monolitických obvodů. Vyžádaly si to nejen obchodní a odbytové požadavky, ale i tehdejší možnosti vzhledem k tenkrát ještě nepropracované monolitické technologii.*

*Požadavky finálních výrobců na sortiment lineárních obvodů jsou dnes velmi různorodé a až na omezený počet případů nevytvářejí zatím předpoklady pro užší typizaci obvodových funkcí. Na rozdíl od lineárních systémů stačí k činnosti číslicových přístrojů a zařízení podstatně menší sortiment základních funkčních obvodů. To vede i k tomu, že při značné opakovatelnosti stejných logických a paměťových funkcí v číslicových systémech je sériovost omezeného počtu typů velmi vysoká.*

Ve většině číslicových obvodů se využívá tranzistorů, které pracují ve stavu plného uzavření nebo ve stavu plného otevření. Proto lze při specifikaci spínacích tranzistorů vystačit s menším počtem parametrů než u tranzistorů pro lineární obvody. S ohledem na širší toleranci difúzních odporů (± 10 až ± 30%) se také snadněji zabezpečuje správná činnost číslicových obvodů; u nich totiž stačí, aby velikost odporu (podle místa zapojení) nevystoupila nebo neklesla nad nebo pod určitou mez. V lineárních obvodech se obvykle při přímém převodu zapojení z diskrétních prvků (diskrétní prvek je – stručně řečeno – taková součástka která vykonává jednoúčelovou elektrickou funkci, např. kondenzátor, odpor, tranzistor apod.) vyžadují obvykle podstatně menší tolerance difúzních odporů. Proto bylo ve většině případů nutné vyvinout nová zapojení lineárních obvodů, u nichž by bylo možné připustit větší tolerance difúzních odporů. Jednou z nejčastějších metod je použití zesilovacích stupňů v diferenciálním zapojení. U těchto obvodů se využívá především toho, že tolerance poměru odporů i poměru většiny parametrů tranzistorů vytvořených na společné křemíkové destičce jsou velmi malé (např. 1 až 3 %).

Není jistě náhodou, že jako první lineární monolitické obvody se již v roce 1962 začaly vyrábět dva typy operačních zesilovačů. Byly to zesilovače firmy Texas Instruments, známé pod označením SN521 a SN522. Jak vyplývá ze zapojení zesilovače typu SN522 (obr. 1), je vstup v diferenciálním zapojení a výstup je asymetrický – z emitorového sledovače. Aby se zabezpečilo zpracování stejnosměrných signálů, pracují zesilovací stupně s přímou vazbou. Pro posouvání stejnosměrné úrovně signálové cesty se v obvodu používají tranzistory vodivosti n-p-n i p-n-p. Přestože z dnešního pohledu jde o poměrně jednoduché zapojení, vyráběl se tento zesilovač ve velkých sériích a s úspěchem se používal v telemetrických systémech prvních kosmických sond typu Mariner a v operačních systémech na odpalovacích základnách pro rakety typu Minuteman.

Po těchto prvních typech lineárních zesilovačů nastal určitý pokles zájmu a k novému oživení došlo až během roku 1964, kdy se začalo s výrobou nových typů lineárních monolitických obvodů. V dalších letech se sortiment lineárních monolitických obvodů rychle rozšiřoval; vývoj jde velmi rychle a pro rok 1969 se odhaduje, že lineárními monolitickými obvody lze pokrýt 60 až 70 % funkcí v lineárních systémech. V tomto, dnes již velmi rozmanitém sortimentu lineárních monolitických obvodů, zaujímají přední místo operační zesilovače. Podle amerických odhadů činil objem výroby operačních zesilovačů asi 40 % (v roce 1968) z celkového objemu výroby lineárních monolitických obvodů v USA. Přispívá k tomu relativně výhodná řešitelnost operačních zesilovačů monolitickou technologií. Zásadně se v těchto obvodech v širokém měřítku používají diferenciální zesilovací stupně s přímou vazbou. Velkou předností je také těsný teplotní souběh parametrů monolitických prvků, zajištěný jednak velmi malým rozdílem teploty mezi jednotlivými funkčními oblastmi obvodu, jednak velmi podobnými vlastnostmi současně vytvořených difúzních vrstev a struktur. Ze strany




*Obr. 1. Zapojení operačního zesilovače SN522*

výrobců přístrojů a zařízení investiční i vojenské elektroniky je po operačních zesilovačích velká poptávka a přitom je možné poměrně lehce sjednotit požadavky na technickou specifikaci pro různé aplikace. Z hlediska dosažených parametrů a z hlediska cenové dostupnosti překonávají monolitické operační zesilovače jednoznačně i ta nejlepší provedení operačních zesilovačů sestavených z diskrétních prvků.

Vzhledem k cenové dostupnosti a bohatému výběru se začínají v zahraničí používat monolitické operační zesilovače v řadě přístrojů spotřebního charakteru. Protože lze předpokládat, že i u nás dojde k podobnému vývoji, zmíním se nejprve o hlavních parametrech a vlastnostech těchto zesilovačů a pak uvedu příklady některých typických aplikací se zahraničními typy operačních zesilovačů a s operačními zesilovači řady M500 Tesly Rožnov.

Operační zesilovače mají některé vlastnosti, které je výrazně odlišují od jiných druhů zesilovačů. Operační zesilovač je vždy vybaven symetrickým vstupem a podle způsobu aplikace symetrickým nebo asymetrickým výstupem. V případě asymetrického výstupu, který je častější, dochází při napěťovém zesílení při použití jednoho ze vstupů k posuvu fáze napětí mezi výstupem a vstupem (o 180 °). Tomuto vstupu se proto někdy říká invertující vstup. Při použití druhého vstupu je naopak posuv fází napětí mezi vstupem a výstupem nulový (neinvertující vstup). To umožňuje zavádět podle potřeby kladnou nebo zápornou zpětnou vazbu, popřípadě obě vazby kombinovat.

Další typickou vlastností je poměrně velká šířka pásma. Operační zesilovače jsou zásadně řešeny s přímou vazbou mezi stupni, což dovoluje zpracovávat stejnosměrné signály. Druhá strana přenášeného pásma sahá až do kmitočtů řádu jednotek megahertzů. Přitom se však vyrábějí operační zesilovače se záměrně potlačenou šířkou pásma (např. pro zesilovače napětí z termočlánků; šířka přenášeného pásma je pak několik kilohertzů).

K snadnému připojení zdrojů signálu mívají operační zesilovače vstupní odpor řádu stovek kiloohmů až jednotek megaohmů. Výstupní odpor bývá od 10 Ω až asi do 200 Ω.

Podle potřeby se monolitické operační zesilovače vyrábějí nejčastěji pro rozsah pracovní teploty okolí 0 až +70 °C, popř. —70 až +125 °C. Většina rozhodujících parametrů bývá plně specifikována a zaručena nejen pro poměrně široký rozsah napájecích napětí, ale i pro příslušný rozsah pracovních teplot okolí.

K napájení operačních zesilovačů se téměř všeobecně používá symetrický zdroj napětí. Výstupní napětí se měří mezi výstupem (u asymetrického výstupu) a prostředním (zemním) vývodem z napájecího zdroje. U zesilovačů se symetrickým výstupem se výstupní napětí snímá buďto mezi oběma výstupními svorkami, nebo mezi některou z výstupních svorek a zemí. Vstupní napětí se podle potřeby připojuje mezi symetrické vstupy (např. u neuzemněného zdroje signálu) nebo mezi některý ze vstupů a zem.

Vlivem určitého rozptylu při výrobě nejsou vstupy diferenciální vstupní části operačního zesilovače téměř nikdy úplně symetrické. Tato odchylka od symetrie se vyjadřuje jednak jako napěťová vstupní nesymetrie, jednak jako proudová vstupní nesymetrie. Napěťová vstupní nesymetrie (input offset voltage) se definuje jako napětí, které musí být přiloženo mezi vstupy, aby výstup měl nulový potenciál (potenciál země). Napěťová vstupní nesymetrie se vždy udává za předpokladu, že v sérii se vstupy zesilovače jsou zapojeny dva stejné, známé odpory. Velikost napěťové vstupní nesymetrie bývá nejvíce několik milivoltů. Proudová vstupní nesymetrie (input offset current) se definuje jako rozdíl vstupních proudů, při němž bude na výstupu nulový potenciál (potenciál země). Proudová vstupní nesymetrie bývá několik desítek nanoampér a nepřesahuje obvykle několik stovek nanoampér.

Dalším parametrem, který se udává v katalozích, jsou vstupní proudy pro nastavení pracovního režimu operačního zesilovače. Typické velikosti těchto proudů se pohybují řádově na stovkách nanoampér.

Při specifikaci nároků na napájecí zdroj se udává optimální velikost napájecího napětí (nejčastěji ±15 V) spolu s přípustnými mezemi, výkonová spotřeba (typická velikost a horní mez) a často také odběr proudu z napájecího zdroje (typická velikost a horní mez) při nezatíženém výstupu zesilovače.

U operačních zesilovačů, které mají pracovat v pulsním režimu, se často specifikuje doba čela impulsu a někdy také (pro definovanou kapacitu zátěže) i doba překmitnutí výstupního signálu.

Vlivem nestejné teplotní závislosti funkčních prvků operačního zesilovače (především na vstupní diferenciální části) dochází působením teploty k posuvu stejnosměrné úrovně výstupního signálu. Podle podmínek se více nebo méně uplatňuje rozdílná teplotní závislost proudového zesilovacího činitele, popř. zbytkového proudu nebo i napětí emitor-báze v propustném směru u vstupních tranzistorů (u zesilovače z diskrétních součástek ve zvýšené míře i vliv odchylek teplotních součinitelů pasivních součástek). Tento vliv teplot na „polohu" výstupního signálu se vyjadřuje teplotním napěťovým driftem, jinak také teplotním součinitelem napěťové vstupní nesymetrie (je způsoben především rozdílnou teplotní závislostí napětí emitor-báze vstupních tranzistorů). Vliv teploty se vyjadřuje i tzv. teplotním proudovým driftem, jinak také teplotním součinitelem proudové vstupní nesymetrie. Ta bývá způsobena druhými dvěma příčinami. Při praktickém určování těchto činitelů se měří při jednotlivých teplotách potřebné změny vstupního proudu nebo napětí, které zaručují vyvážení výstupu na nulu. Převedením těchto změn na 1 °C se stanoví napěťový nebo proudový drift. Velikost napěťového i proudového driftu je nelineární funkcí teploty – proto se obvykle udávají průměrné hodnoty v určitém rozmezí teplot. U špičkových typů monolitických operačních zesilovačů se teplotní drifty vstupu udávají pro dva až tři dílčí rozsahy teploty okolí. Teplotní drifty se obvykle pohybují v jednotkách až desítkách μV/°C a v desetinách až jednotkách nA/°C.

Nedokonalostí symetrie vstupní diferenciální části a asymetricky řešené výstupní části dochází u operačních zesilovačů k určité citlivosti „polohy" výstupu na nesymetrii napájecích napětí. Z podobných důvodů nebývá také napěťové zesílení z obou vstupů stejné. Proto se jako parametr udává citlivost na nesymetrii napájecího napětí. Rozumí se jí průměrná změna napětí na vstupu, způsobená nesymetrií napájecího napětí 1 V. Tento parametr bývá řádu desítek μV/V. Dalším parametrem je poměr potlačení rušivých symetrických vstupních signálů. Je to poměr součinu napěťového zesílení a napětí na obou vstupech k chybovému napětí na výstupu, vyjadřuje se v decibelech a pohybuje se podle provedení zesilovače mezi 70 až 130 dB.

Velmi důležitým parametrem je napěťové zesílení, definované vždy pro určité napájecí napětí a zátěž, někdy i pro určitou napěťovou „polohu" výstupu. Téměř u všech dnes vyráběných monolitických operačních zesilovačů je napěťové zesílení větší než 60 dB. Typické zesílení bývá asi 80 až 100 dB. Pro aplikace, u nichž se pracuje s velkým rozkmitem signálu, se také často zaručuje dolní mez rozkmitu napětí na výstupu pro určitý zatěžovací odpor.

Aby byly informace o operačním zesilovači co nejúplnější, doplňují přední výrobci číselné údaje grafy. Pro usnadnění aplikace jsou často z vhodných bodů vnitřní struktury monolitického operačního zesilovače vyvedeny vývody pro připojení kompenzačních prvků. Těmito prvky (jejichž údaje doporučuje obvykle výrobce v katalogu) lze podle potřeby korigovat amplitudovou charakteristiku napěťového zesílení (nejčastěji se nastavuje pro zvolené zesílení požadovaná šířka pásma).

Kromě parametrů, o nichž jsem se zmínil, udávají se u některých kritických provozních parametrů maximální přípustné meze. Jsou to obvykle: napájecí napětí (např. ±18 V), maximální vnitřní výkonová ztráta obvodové destičky spolu s teplotním odporem pouzdra, maximální přípustné napětí mezi diferenciálními vstupy (typicky ±5 V, někdy však až ±30 V), odolnost proti přetížení až zničení při zkratu na výstupu (např. se připouští plný zkrat po dobu 5 s při teplotě okolí ±25 °C, nebo se uvádí maximální přípustný proud apod.), krajní meze teploty při skladování, krajní meze pracovní teploty apod.

Z montážních parametrů se uvádí např. nejdelší přípustná doba pájení (např. 60 s při teplotě páječky 300 °C).

*(Pokračování)*

# Booster a „kvákadlo" ke kytaře

**Milan Gütter, OK1IDK, Jiří Bulant**

*V Amatérském radiu se již objevilo několik návodů na stavbu boosterů ke kytaře. Přesto bychom chtěli uvést ještě jeden návod na stavbu boosteru, který vychází ze zkušeností autorů dříve popsaných boosterů, a také návod na stavbu tzv. „kvákadla". Obě zapojení vyzkoušel s plným úspěchem sólový kytarista E. O. Brabec z pražské skupiny Yatchmen.*

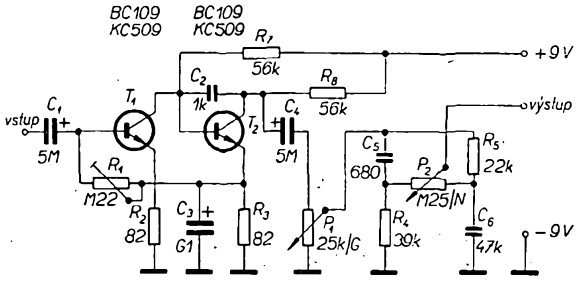
Booster je postaven jako tzv. omezovač (AR 12/68, str. 450, AR 2/69, str. 48). Ukazuje se, že tato cesta dává výsledky praktičtěji použitelné. U boosteru se Schmittovým obvodem dělá velké potíže doznívání tónu. Protože amplituda kytarového signálu neklesá plynule, ale rázovitě, dochází k velmi nepříjemnému chrčení a praskání na konci tónu. Při dostatečné praxi a šikovnosti jsou však výsledky co do barvy a sytosti tónu lepší než u boosteru typu „omezovač". Tento typ je však poněkud lépe „zkrotitelný". Průběh upraveného tónu je mnohem lepší, tón můžeme nechat zcela doznít, aniž hrozí nebezpečí pazvuků. Nevýhodou je méně originální výstupní zvuk, více podobný původnímu zvuku kytary. Námi dosažené výsledky odpovídají asi zvuku, jaký je znám ze skladeb J. Mayalla.

Společná vada většiny u nás používaných boosterů však není v samotném zapojení, ale v nekvalitních snímačích tuzemské výroby. Co do kmitočtového průběhu jsou vyhovující, naprosto však nestačí jejich malé výstupní napětí. To je příčinou, že kytara nejde zesílit, protože se snadno rozhouká. Jak již bylo uvedeno, dávají zahraniční snímače 15 až 20krát větší výstupní napětí a jsou tedy mnohem lépe použitelné. Zcela nesmyslná je však kombinace těchto našich snímačů s dutými (lubovými) kytarami (např. Alexandra). Snímače nejsou odpruženy a tak duté kytary, samotné náchylné k rozhoukání, jsou jimi náležitě „vylepšeny". (Zahraniční snímače dávají 15 až 20krát větší výstupní napětí proto, že pro každou strunu, která je navíc ještě zmagnetována, se používá samostatná cívka.)

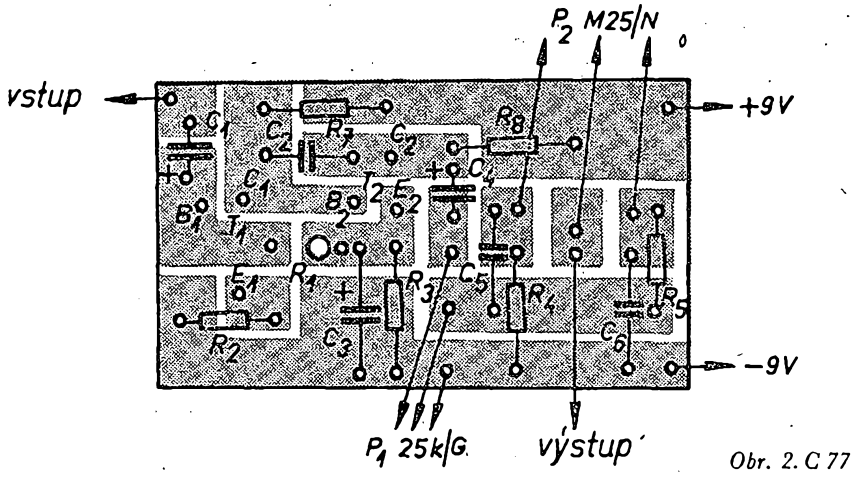
Podle našich zkušeností se jako nejlepší sólové kytary z elektrického hlediska ukázaly typy Hurican, Uragan a jim podobné (AR 12/68, str. 450).

Přinášíme také popis jedné z novinek, která dosud u nás nebyla publikována. Je to tzv. „kvákadlo", známé prvně ze skladeb J. Hendrixe a později Cream. V zahraničí se tyto přístroje prodávají pod označením „wah-wah" nebo „you-you". U nás se ujal název „kvákadlo" nebo „žabák" podle výsledného zvukového efektu.

Největším problémem při realizaci tohoto přístroje se ukázala být mechanická stránka, nikoli elektrická, jak by mnozí očekávali. Přístroj musí totiž vydržet dost hrubé zacházení; kytarista na něj hraje pohoupáváním chodidla nohy a na šlapce spočívá někdy i celou váhou těla. Elektricky je přístroj velmi jednoduchý. Efektu se dosahuje účinnými korekcemi. Jsou řešeny tak, že v jedné krajní poloze potenciometru jsou zdůrazněny výšky a potlačeny hloubky a ve druhé poloze naopak. Přechod z obou poloh je plynulý, takže odpadá vypínání přístroje při normální hře, neboť stačí nastavit šlapkou střední polohu potenciometru.




Obr. 1.




Obr. 2. C 77

Na obr. 1 je zapojení „kvákadla". $T_1$ a $T_2$ jsou křemíkové tranzistory (BC109 – náš ekvivalent KC509), lze však použít i vybrané výprodejní germaniové tranzistory s malým $I_{CE0}$ z prodejny Svazarmu v Praze – Braníku. Zapojení zesilovače je běžné (RK 2/65, AR 5/65, 8/66, 5/69). Z kondenzátoru $C_4$ se signál přivádí přes regulátor hlasitosti do korekčního obvodu $C_5$, $C_6$, $R_4$, $R_5$, $P_2$. Potenciometr $P_2$ se musí otáčet zlehka a má být kvalitní. Bylo by vhodné použít nové typy Tesla s kovovou membránou, které však zatím nejsou v prodeji. Destička s plošnými spoji je na obr. 2. Šasi je z ocelového plechu tloušťky 2 mm, jinak hrozí nebezpečí rozšlápnutí. Klíčovým problémem je použití vhodného způsobu převodu pohybu šlapky na potenciometr, neboť při malém úhlu (asi 15 až 25 stupňů) výchylky šlapky od jedné krajní polohy do druhé se musí potenciometr otočit asi o 300°. To lze vyřešit buďto hřebenovým převodem, nebo lanky (podobně jako je řešen pedál u varhan; dal by se použít nožní regulátor otáček motorku elektrického šicího stroje atd). Náš převod je řešen lanky (obr. 3a). Šlapku musíme umístit tak, aby se kolébala z jedné krajní polohy do druhé rovně. Rozměry na obrázku jsou jen informativní. Uvnitř krabice je uchycen potenciometr a pomocná kladka (obr. 3a).

Již malé odchylky v hlavních rozměrech znamenají, že se potenciometr nedotočí nebo příliš přetočí apod. Proto je dobré, rozvrhne-li si detaily každý sám. Na přední (vyšší) straně je umístěn regulátor hlasitosti a vstupní a výstupní konektor. Po sestavení zapojíme potenciometr tak, že při šlapce sešlápnuté k nižší straně krabice jsou zdůrazněny basy.

Koncepce boosteru (obr. 4) je již vžitá a každý si jej postaví podle vlastního vkusu. Rozměry krytu boosteru jsou jen informativní. Jde o upravené zapojení anglického přístroje Zonke II, přizpůsobené na naše poměry. K původnímu dvoustupňovému zapojení ($T_2$, $T_3$) je přidán předzesilovač $T_1$ s germaniovým tranzistorem s malým $I_{CE0}$, jehož pracovní bod se nastavuje odpory $R_1$ a $R_2$ na minimální šum a maximální zesílení. Potenciometr $P_1$ v emitoru $T_3$ slouží k nastavení délky a barvy zkreslení (fuzz). $P_2$ je regulace hlasitosti. Funkce booster-normál se přepínají tlačítkovým dvoupólovým přepínačem, ovládaným nohou. Zapínání je řešeno zvláštním spínacím kontaktem při zasunutí propojovací šňůry. Zde lze s výhodou použít naše konektory se spínacím kontaktem. Napájení je z baterie 9 V, odběr se pohybuje kolem 2 mA. Kdo by chtěl přístroj stavět, doporučujeme použít jako $T_1$, $T_2$ a $T_3$ některé křemíkové tranzistory za cenu změn v zapojení (nastavení pracovních bodů). Doporučujeme však zhotovit přístroj nejprve na prkénku, seřídit a pak teprve postavit načisto. Destička s plošnými spoji je na obr. 5.

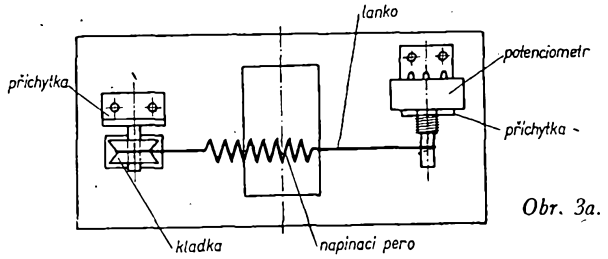
* * *

### Ještě booster k elektrické kytaře

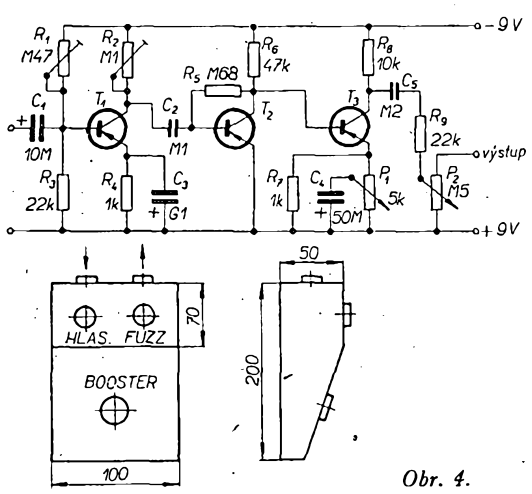
Protože mnoho čtenářů žádá redakci o dodání hotového boosteru nebo alespoň osazené destičky podle uveřejněných návodů, rozhodl se radioklub Smaragd vyzkoušet a konstrukčně dořešit některé z publikovaných zapojení boosteru. Všichni zájemci si tedy mohou o booster popsaný v tomto článku napsat na obvyklou adresu: radioklub Smaragd, pošt. schránka 10, Praha 10 – Strašnice. Dostanou jej na dobírku za Kčs 295,—.

### Zapojení a funkce

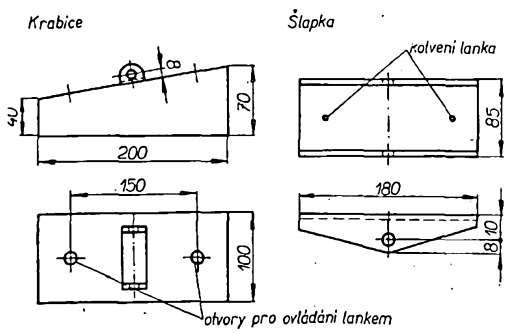
Booster pracuje na principu přebuzeného zesilovače (obr. 6), tj. signál z kytary je zesílen a omezen. Zesilovač boosteru je čtyřstupňový a všechny stupně jsou vázány stejnosměrně, proto pracovní body všech tranzistorů můžeme upravit současně změnou odporu $R_2$. Signál ze snímače kytary přichází přes kondenzátor $C_1$ na bázi tranzistoru $T_1$, který pracuje v zapojení se společným emitorem. Napětí báze tranzistoru $T_1$ je odporem $R_2$ odvozeno z emitorového napětí tranzistoru $T_2$. Druhý a čtvrtý tranzistor pracují rovněž v zapojení se společným emitorem, jen třetí stupeň je v zapojení se společným kolektorem. Zapojení těchto stupňů jsou běžná a není třeba je popisovat podrobněji. Z kolektoru tranzistoru $T_4$ vedeme zesílený a omezený signál přes kondenzátor $C_3$ na diodový filtr, který tvoří dvě proti sobě pólované, paralelně zapojené germaniové diody. Tento filtr potlačuje šum zesilovače v přestávkách mezi tóny, kdy je zesilovač bez signálu. Na výstupu boosteru je za diodovým filtrem odporový dělič složе-



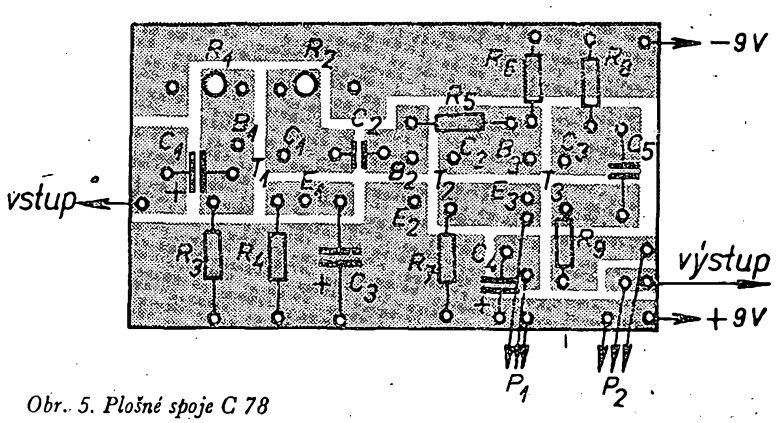

Obr. 3a.



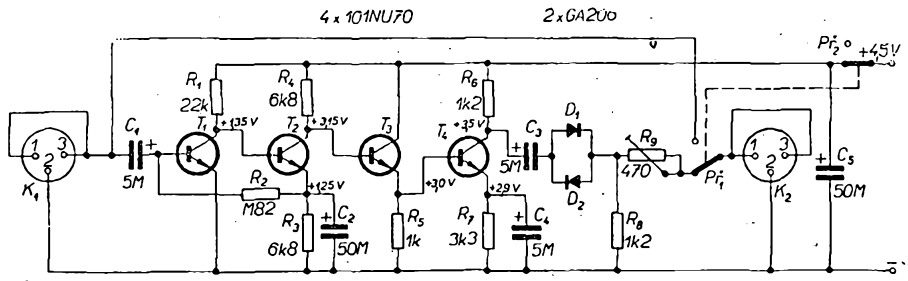

Obr. 4.




Obr. 3b.




Obr. 5. Plošné spoje C 78

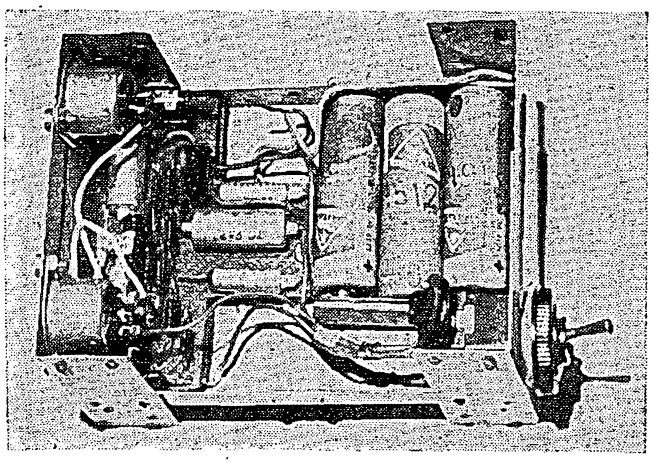



*Obr. 6.*

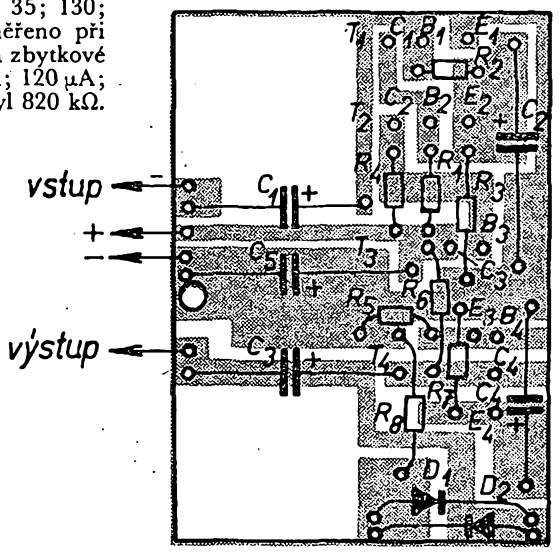
ný z odporů $R_8$ a $R_9$, který zmenšuje výstupní napětí boosteru na úroveň napětí ze snímače (popř. snímačů) kytary tak, aby hlasitost při hře s boosterem i bez něj byla stejná. Dvoupólový přepínač $Př_{1,2}$ („booster – kytara") vyřazuje v poloze „kytara" booster z činnosti jednak vypnutím napájení, jednak přímým spojením vstupního konektoru $K_1$ (do něhož se zapojuje kytara) s výstupním konektorem $K_2$ (do něhož se zapojuje přívod k zesilovači).

Nemáme-li vhodný voltmetr, je možné vybrat odpor $R_2$ zkusmo. Zapojíme celý booster a připojíme kytaru i zesilovač. Nastavíme odporovým trimrem takový odpor $R_2$, při němž nám výsledný efekt nejvíce vyhovuje, a po změření připájíme místo trimru pevný odpor.

Vzorek byl osazen tranzistory, jejichž zesilovací činitele $\beta$ byly: 35; 35; 130; 150 (v pořadí $T_1$ do $T_4$; měřeno při $U_{bat} = 4{,}5$ V a $I_B = 10\ \mu A$) a zbytkové proudy kolektoru $I_{CE0}$ 120 μA; 120 μA; 420 μA; 360 μA. Odpor $R_2$ byl 820 kΩ.



*Obr. 7.*




*Obr. 8. Plošné spoje Smaragd C75*

### Použité součástky

Tranzistor $T_1$ musí mít malý šum, proto jej vybereme tak, aby měl minimální zbytkový proud $I_{CB0}$. Jinou možností je použít poněkud dražší tranzistor typu 106NU70, 107NU70 nebo také 155NU70, u nichž výrobce udává menší šum. Zesilovací činitel $\beta$ tranzistorů není kritický, stačí větší než 20. Spíše mohou nastat nesnáze při použití tranzistorů s velkým zesilovacím činitelem (např. 200). Kapacity elektrolytických kondenzátorů jsou udány ve schématu.

Odpory jsou miniaturní, na zatížení 0,05 W. Germaniové diody $D_1$ a $D_2$ jsou libovolné z řady GA201 až GA206. Dvoupólový páčkový přepínač $Př_{1,2}$ je poměrně velký a jeho páčka není právě nejelegantnější; v současné době však jiný, rozměrově vhodnější přepínač na trhu není.

### Uvádění do chodu

Máme-li k dispozici voltmetr o odporu alespoň 50 kΩ/1 V, je uvedení do chodu jednoduché. Odporem $R_2$ nastavíme emitorové napětí tranzistoru $T_2$ na 1,2 až 1,3 V. Emitorové napětí tranzistoru $T_3$ má být 3 V ± 0,2 V. Velikost odporu $R_2$ je podle zesílení použitých tranzistorů od 100 kΩ do 1 MΩ.

Obvykle bývá sice v katalozích udáván zbytkový proud $I_{CB0}$, většina amatérů jej však nemůže dostatečně přesně změřit (bývá řádu jednotek μA; proto uvádím zbytkové proudy $I_{CE0}$. Přístroj se napájí ze tří tužkových článků a spotřeba se pohybuje kolem 4 mA.

Nemáte-li hned po dokončení boosteru k dispozici kytaru, můžete si alespoň ověřit, zda jste se nedopustili nějaké hrubé chyby. Připojíte booster k zesilovači (stačí i 0,5 W) a při dotyku prstem na vstup by se měl ozvat brum. V opačném případě (jsou-li stejnosměrná napětí v pořádku) mohou být např. vadné diody na výstupu (což se při zkrácených přívodech a neopatrném pájení může snadno stát).

Na závěr nastavíme odporový trimr $R_9$ odporového děliče na výstupu na stejnou hlasitost při hře s boosterem i bez něj. Mají-li tranzistory příliš velké zesílení, je odpor $R_9$ větší; pokud bychom jej nechali malý, mohlo by dojít ke kolísání tónu při doznívání.

### Mechanická konstrukce

Krabička boosteru je z pozinkovaného plechu tloušťky 1,5 mm. Její rozměry jsou 105 × 75 × 20 mm. Je možné použít např. vařič na suchý líh, jehož cena je v době psaní článku 3,80 Kčs. Krabička je nastříkána kladívkovým lakem. Na základní, dolní stěně krabičky je umístěn držák tří tužkových článků a destička Smaragd C70 se všemi součástkami kromě přepínače a konektorů (obr. 7, 8). Destička je ve dvou rozích vystřižena a do tohoto volného místa zapadají oba konektory, které jsou spolu s přepínačem umístěny na horní části boosteru. Destička je k základní stěně připevněna šroubkem dlouhým 8 mm, na němž je distanční sloupek vysoký 6 mm. Další upevnění destičky není nutné, jen pod ni vložíme pryžovou podložku tloušťky asi 4 mm, stejně velkou jako destička. Otáčení destičky kolem šroubu brání boční stěny krabičky. Protože výška krabičky je větší než výška baterií, vložíme nad baterie molitanovou vložku.

Zapojení boosteru vyzkoušela již dříve skupina „Why I roar". Tato varianta zapojení, doplněná o přepínač funkce, byla také vyzkoušena několika méně známými skupinami. *J. Š.*

* * *

### Zesilovač 30 W

Na londýnské výstavě elektronických součástek a prvků byl vystaven také zesilovač 30 W velikosti krabičky od cigaret. Zesilovač nemá chladič, neboť koncové tranzistory pracují s účinností 95 %.

Vstupní nf signál z předzesilovače se kombinuje se signálem 2 MHz, který vyrábí integrovaný obvod. Nf signál ve formě pulsů 2 MHz se pak zesiluje až na amplitudu 4 A rychle spínajícími tranzistory (pulsní šířková modulace). Protože pulsy jsou velmi úzké a mají téměř kolmé náběžné a sestupné hrany, mění se jen 5 % z celkového příkonu koncových tranzistorů v teplo. Zesílený signál jde pak přes nf filtr na reproduktor. Zesilovač má zpětnou vazbu 30 dB, celkové harmonické zkreslení je asi 0,25 %. Horní přenášený kmitočet je asi 20 kHz. *-Mi-*

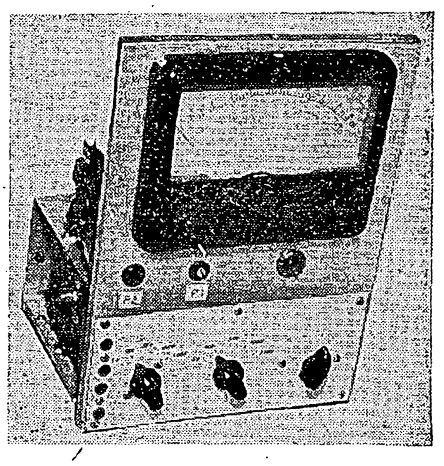
* * *

Sedm typů výkonových integrovaných Darlingtonových modulů BHF0002 až BHF0008 se ztrátovým výkonem 25 W a napětím od 25 do 80 V nabízí Bendix Semiconductor Div. U těchto prvků jsou kombinovány výkonové tranzistory s technologií výkonových integrovaných obvodů. Napětí mezi emitorem a bází je min. 5 V, výstupní proud 10 A. Zisk prvku je větší než 2 000 při výstupním proudu 5 A. *Sž.*

# ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR

Ing. A. Lenoch

*Velmi často se při stavbě elektronických měřicích přístrojů setkáváme jen s jedním problémem – jak sehnat přesné odpory pro vstupní dělič, jejichž tolerance by měla být alespoň 1 %. Tyto odpory jsou pro běžného radioamatéra prakticky nedosažitelné, celou otázku vstupního děliče lze však řešit i jinak. Lze totiž použít běžné odpory s tolerancí 5 % nebo i 10 % a k přesnému nastavení jednotlivých rozsahů na měřidle použít bočník k měřidlu. Pak lze nezávisle na přesnosti odporů děliče nastavit bočníkem přesně plnou výchylku měřidla v každé poloze přepínače rozsahů.*



KONSTRUKCE z konkursu AR

V radioamatérských prodejnách jsou běžně k dostání odpory s tolerancí 5 %. Použijeme je proto, že při toleranci 10% by již nemusely stačit hodnoty trimrů uvedené ve schématu zapojení voltmetru (obr. 1) ke správnému nastavení.

### Technické vlastnosti

Popsaný elektronkový kompenzační voltmetr v můstkovém zapojení má vstupní odpor 10 MΩ (popř. 20 MΩ) a možnost měření kladných nebo záporných napětí. Velký vstupní odpor umožňuje měření ve všech obvodech, které se v praxi vyskytují, aniž by se obvody při měření rozlaďovaly nebo jinak ovlivňovaly.

Síťový transformátor je izolovaně upevněn na šasi. (Voltmetr se neuzemňuje).

Elektronky jsou dvě, popř. jedna dvojitá, oba systémy musí však mít stejné vlastnosti; v prodejně Radioamatér v Žitné ul. na požádání změří a vyberou elektronky s požadovanými vlastnostmi. Katodové odpory volíme tak, aby byly desetinásobkem údaje udávaného v katalogu elektronek. Proudová zpětná vazba pak stabilizuje zapojení a je-li anodové napětí jen 40 až 45 V, nevyskytují se nežádoucí mřížkové proudy.

Pro usnadnění kompenzace je nutná stabilizace napájecího napětí. „Kovo" dováží stabilizátor 85A2. Nedostanete-li 85A2, lze jej nahradit naším typem SG3S, který má větší zápalné napětí (127 V) a větší stabilizované napětí (105 V). Dřívější stabilizátor 14TA31 by také vyhovoval, již se však nevyrábí. Při použití SG3S lze stabilizované napětí 105 V zmenšit odporem (ve schématu čárkovaně) na požadovanou velikost.

Síťový transformátor má sekundární napětí 140 V a je složen z plechů EI NT-N 001-typ 25 (průřez sloupku 25 × 20 mm). Primární vinutí má 1 200 z drátu o ⌀ 0,15 mm a 1 000 z drátu o ⌀ 0,15 mm CuP, sekundární vinutí má 1 420 z drátu o ⌀ 0,15 mm a 63 z drátu o ⌀ 0,5 mm CuP.

Odpor 39 kΩ je na zatížení 1 W, ostatní odpory jsou na 0,5 W a všechny jsou s tolerancí 5 %. Odpory na zatížení menší než 0,5 W nepoužívejte; nejvhodnější jsou typy TR 144 a TR 145.

Katodový proud prochází odporem $R_k$, jehož velikost ovlivňuje citlivost měřidla. Velikost tohoto odporu a mřížkového svodu elektronky $E_2$, odporu $R_G$, jsou kritické a proto místo odporů připájíme do obvodu odporové trimry WN 79030 (47 kΩ). Trimry upevníme na pertinaxové destičce s potenciometrem $P_3$ a trimrem 4,7 MΩ. Elektronka $E_2$ je kompenzační a dostává předpětí z pevného děliče. Potenciometrem $P_2$ se nastavuje pracovní bod elektronky $E_1$.

Ve vzorku voltmetru jsem použil inkurantní měřidlo 400 μA – 800 mV s upravenou velkou stupnicí.

Zvolíme-li pět měřicích rozsahů a maximální měřené napětí $U_1 = U_{max} = 500$ V, budou ostatní rozsahy $U_2 = 100$ V, $U_3 = 50$ V, $U_4 = 10$ V a nejnižší rozsah přístroje $U_5 = U_{min} = 3$ V. Celkový vstupní odpor $R_{celk} = 10$ MΩ.

První odpor děliče vstupního napětí bude

$$R_1 = \frac{U_{min}\, R_{celk}}{U_{max}} - R_0 \; [\Omega;\ \mathrm{V},\ \Omega]$$

($R_0$ je odpor před $R_1$; protože žádný odpor před $R_1$ nemáme, tedy $R_0 = 0$).

$$R_1 = \frac{3 \,.\, 10^7}{5 \,.\, 10^2} - 0 = 60\ \mathrm{k\Omega}.$$

Další odpory vstupního děliče:

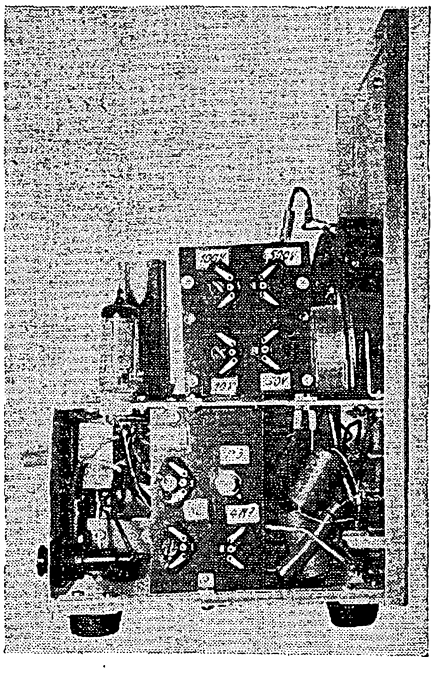
$$R_2 = \frac{U_{min}\, R_{celk}}{U_2} - R_1 = 240\ \mathrm{k\Omega},$$

$$R_3 = \frac{U_{min}\, R_{celk}}{U_3} - (R_1 + R_2) = 300\ \mathrm{k\Omega},$$

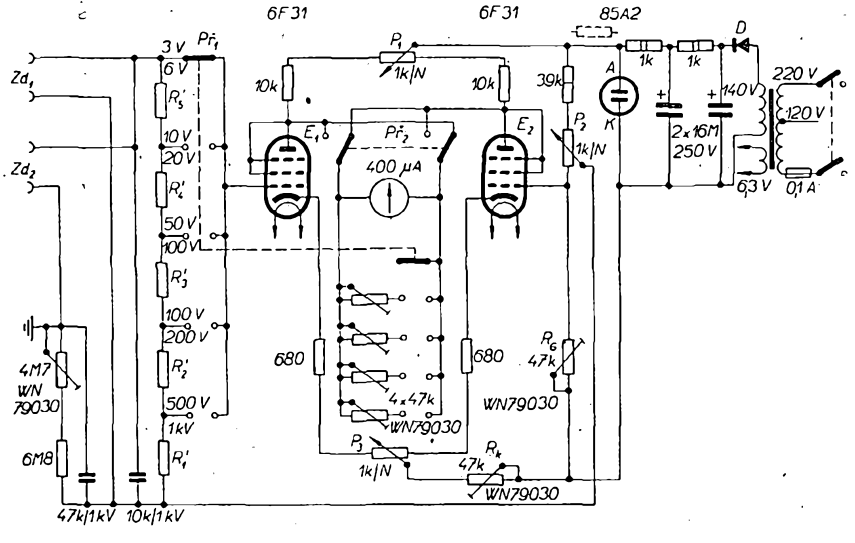
$$R_4 = \frac{U_{min}\, R_{celk}}{U_4} - (R_1 + R_2 + R_3) = 2{,}4\ \mathrm{M\Omega}.$$

$R_5$ zatím nepočítáme. Hodnoty $R_1$ až $R_4$ zvětšíme o 20 % a tyto nové odpory označíme $R'$, tedy

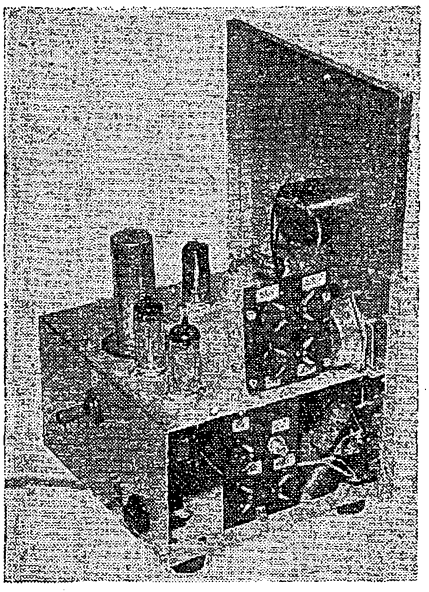
$R'_1 = R_1 + 20\ \% = 60\ \mathrm{k\Omega} + 12\ \mathrm{k\Omega} = 72\ \mathrm{k\Omega}$; odpor získáme složením (39 kΩ + 33 kΩ),



*Obr. 2. Pohled z boku (bočníky k měřidlu a prvky kompenzačního obvodu)*




*Obr. 1. Schéma elektronkového voltmetru. Př1 je přepínač rozsahů, Př2 přepínač polarity měřidla*



*Obr. 3. Uspořádání součástek na šasi*

$R'_2 = 240\ k\Omega + 48\ k\Omega =$
$= 288\ k\Omega\ (270\ k\Omega + 18\ k\Omega)$,
$R'_3 = 300\ k\Omega + 60\ k\Omega =$
$= 360\ k\Omega\ (180\ k\Omega + 180\ k\Omega)$,
$R'_4 = 2{,}4\ M\Omega + 480\ k\Omega =$
$= 2{,}88\ M\Omega\ (2{,}7\ M\Omega + 180\ k\Omega)$.
Součet všech odporů $R'_1 + R'_2 + R'_3 + R'_4 = 3{,}6\ M\Omega$.
Počítáme
$R'_5 = R_{celk} - (R'_1 + R'_2 + R'_3 + R'_4) =$
$= 10\ M\Omega - 3{,}6\ M\Omega =$
$= 6{,}4\ M\Omega\ (3{,}9\ M\Omega + 1{,}5\ M\Omega + 1\ M\Omega)$.

Vypočítané odpory sestavíme ze dvou, $R'_5$ ze tří odporů řady E 12. Zvětšením odporů děliče o 20 % se zvětší napětí přiváděné na měřidlo; toto zvětšené napětí upravíme bočníkem přesně na plnou výchylku ručky měřidla, a to pro každý rozsah zvlášť.

Při pájení odporů držíme konce přívodů v kleštích, aby teplo odpory nenarušilo. Jeden přívod odporů zkrátíme, zkrácené přívody zkroutíme dohromady a spájíme. Druhé přívody připájíme na dvě sousední očka přepínače.

### Konstrukce

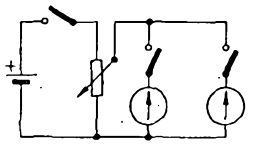
Přepínač pro dělič a pro připojení bočníků by měl být keramický. Použil jsem keramický řadič Tesla Pardubice (44,— Kčs); nevýhodou tohoto řešení je, že potřebujeme další přepínač pro bočníky. Při použití přepínače 2 × 6 poloh (16,— Kčs), by bylo možné nahradit pertinaxový segment pro péra a otočnou kruhovou destičku keramickými, popř. trolitulovými výlisky.

Přepínač má 2 × 6 poloh; jedna polovina řadí odpory děliče, druhá polovina připojuje bočníky. První očko poloviny přepínače pro bočníky je volné (bez připojení), druhé, třetí, čtvrté a páté mají připojeny bočníky. Tyto čtyři bočníky mají stejný odpor, který je dvacetinásobkem vnitřního odporu měřidla. Jsou to odporové trimry WN 790 30 (v mém případě 47 kΩ, obr. 2). Každý rozsah má svůj trimr, takže se vzájemně neovlivňují. Základní rozsah nemá bočník a nastaví se prvky $P_1$, $P_2$, $P_3$, $R_k$, $R_G$. Tyto prvky slouží k vyvážení můstkového zapojení obou elektronek.

Objímky elektronek i stabilizátoru jsou keramické. Dvouzdířky pro měřená napětí jsou také na keramice nebo na trolitulu. Potenciometry $P_1$ a $P_2$ jsou typu TP 280 – 1k/N, $P_3$ je TP 180 – 1k/N. K přepínání polarity stačí páčkový dvoupólový spínač (7,50 Kčs).

Panel a šasi jsou z hliníkového plechu tloušťky 1 mm, skříňka je z hliníkového plechu tloušťky 0,8 mm. Konstrukce šasi a rozložení součástí je zřejmé z obr. 3 a 4.

Jako usměrňovač slouží jedna dioda z bloku KA220/05 (22,— Kčs) nebo dioda 36NP75 (25,— Kčs). Potenciometry $P_1$, $P_2$ a $P_3$ mají zkrácené hřídele s vyříznutou drážkou pro nastavení šroubovákem. $P_1$ a $P_2$ jsou na úhelníku na šasi, takže hřídel $P_1$ vyčnívá z panelu, zatímco $P_2$ je „utopen" v otvoru panelu.



*Obr. 5. Zapojení pro cejchování*

Přístroj má rozměry: šířka 180 mm, výška 260 mm, hloubka 160 mm, výška šasi 90 mm. Při použití měřidla 100 μA (starý typ 190,— Kčs) bude celkový náklad na stavbu asi 360,— Kčs.

### Nastavení a cejchování

Po překontrolování správnosti zapojení nastavíme $P_1$, $P_2$, $P_3$, $R_k$ a $R_G$ asi do poloviny odporové dráhy.

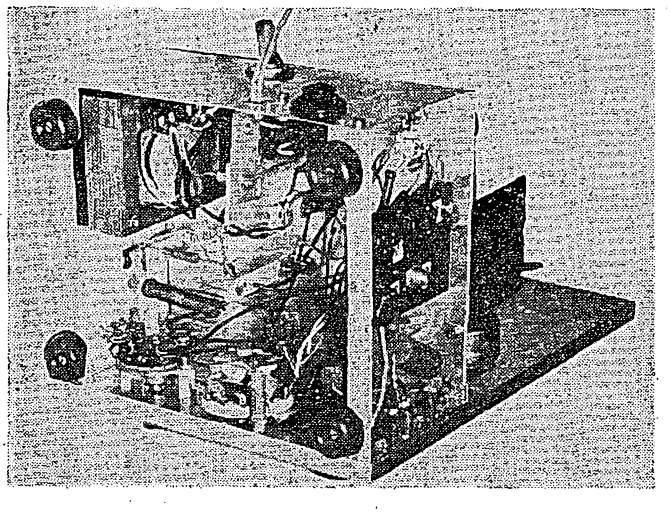
Zapneme voltmetr (bez připojeného měřeného napětí); po nažhavení elektronek ručka měřidla prudce vykývne a hned zvolna klesá k nule. Neklesne-li úplně na nulu, nastavíme její polohu potenciometrem $P_1$. Pak voltmetr vypneme. Připravíme si plochou baterii 4,5 V s obnaženými vývody jednotlivých článků, zapneme voltmetr a až ručka klesne na nulu, přivedeme napětí 3 V do zdířek $Zd_1$. Nevychýlí-li se ručka ihned, přepólujeme měřidlo.

Nejdříve nastavíme $R_k$ tak, aby se maximálně vychýlila ručka, pak přejdeme na $R_G$ (opět nastavujeme na největší výchylku ručky), pak nastavíme $P_3$ na největší výchylku, $P_1$ rovněž na největší výchylku a pak $P_2$ až na plnou výchylku ručky. Nedosáhneme-li plné výchylky, opakujeme všechny zásahy.

Tím je voltmetr nastaven na největší citlivost. Dále při zapnutém voltmetru (bez připojení měřeného napětí) zjistíme (ručka na nule), neukazuje-li při přepólování měřidla ručka výchylku, popř. upravíme její polohu na nulu potenciometrem $P_1$. Pak přepneme voltmetr na další rozsahy; na všech rozsazích musí být ručka na nule při obou polohách přepínače polarity. Případné odchylky upravíme potenciometrem $P_1$.

Po nastavení základního rozsahu připojíme baterii 3 V do zdířek $Zd_2$ a trimrem 4,7 MΩ nastavíme ručku na polovinu plné výchylky; pak pro napětí přivedená do $Zd_2$ budou měřicí rozsahy dvojnásobné, tj. 6 V, 20 V, 100 V, 200 V a 1 000 V.

Ostatní rozsahy už nastavíme až při cejchování tím, že bočníkem (např. trimrem pro 10 V) nastavíme menší výchylku než plnou a pozorným vracením trimru nastavíme přesně plnou výchylku. Při cejchování už nesmíme opravovat nastavení prvků kompenzace, tj. $P_2$, $P_3$, $R_k$ a $R_G$. Při cejchování budou přístroje zapojeny podle obr. 5.



*Obr. 4. Uspořádání součástek pod šasi*

* * *

Zenerovy diody BZX61 až BZX70 s tolerancí ±5 % a pro zatížení výkonem 1 a 2,5 W nabízí Mullard Ltd. Série diod BZX61 má plastické pouzdro podobných rozměrů jako DO-7 a dodává se pro napětí od 6,8 V až do 75 V. Diody BZX70 mají rovněž plastické pouzdro s drátovými koncovkami. Dodávají se pro napětí od 10 do 75 V.

A270 až A277 jsou křemíkové tranzistory firmy Amperex pro použití v komerčních a speciálních přenosných vysílačích s provozním kmitočtem do 175 MHz a napájecím napětím 12,5 a 28 V. Výstupní výkon je podle typu 3 až 22 W. Typy A270 a A274 mají pouzdro TO-39, ostatní typy pouzdro „strip-line". *Sž*

* * *

Komise technických odborníků v Jugoslávii se rozhodla pro zavedení systému barevné televize PAL. Jugoslávie bude tedy další evropskou zemí, která bude používat tento systém barevné televize. Pravidelné vysílání má začít v roce 1973. *-chá-*

* * *

Nízkofrekvenční integrovaný zesilovač v pouzdru TO-78, vhodný k použití k jakémukoli účelu, kde se vyžaduje malé zkreslení nf výstupního výkonu v rozsahu od několika miliwattů až do 1 W, nabízí Trans-Tek Manufacturing Co. Obvod lze napájet napětím od 6 do 20 V, je teplotně kompenzován v rozsahu od 0 do +85 °C a má vstupní impedanci 400 kΩ. *Sž*

# tranzistory s jedním přechodem

Ing. Václav Žalud

*V poslední době se v zahraniční radiotechnické literatuře [1], [2], [3] objevují stále častěji nejrůznější elektronické obvody s tranzistory s jedním přechodem (Unijunction Transistor – UJT); označují se také jako diody s dvěma bázemi. Principy činnosti tohoto perspektivního polovodičového prvku byly sice naznačeny již před více než 20 lety, výraznější uplatnění v praxi však nachází tranzistor s jedním přechodem až v současné době – díky všeobecnému rozvoji polovodičové techniky. Přitom soudobé výrobky jsou již tak dokonalé, že je konstruktéři bez obav používají i v nejnáročnějších aplikacích včetně kosmické radiotechniky (Saturn 5).*

Tranzistor UJT patří mezi elektronické prvky, jejichž voltampérová charakteristika má v určité oblasti záporný diferenciální vnitřní odpor (je tedy do jisté míry příbuzný např. tunelové diodě nebo čtyřvrstvové diodě, popř. řízenému usměrňovači). Proto jej nelze využít jednoduchým způsobem ve funkci zesilovače. Naproti tomu je však velmi vhodný pro celou řadu jiných obvodů – např. pro nejrůznější relaxační, ale i sinusové oscilátory, generátory kmitů rozličného tvaru, spoušťové obvody, kmitočtové děliče, zpožďovací obvody, analogově-číslicové převodníky apod.

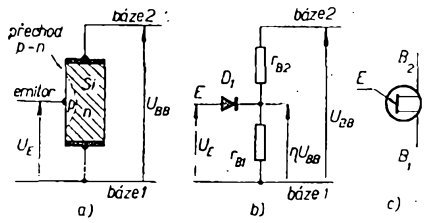
V tomto článku jsou popsány základní vlastnosti tranzistoru s jedním přechodem, další článek bude obsahovat nejrůznější obvody, z nichž čtenář nejlépe pozná, jaké aplikační možnosti tento perspektivní prvek poskytuje.

### Princip činnosti tranzistoru UJT

Pokud jde o vnitřní strukturu, je tranzistor UJT velmi jednoduchý prvek. Jak vyplývá z obr. 1a, tvoří jeho základ polovodičová křemíková destička s vodivostí typu n, k níž jsou připojeny dva čistě odporové (neusměrňující) kontakty, představující tzv. bázi *1* a bázi *2*. Mezi bázemi je třetí – usměrňující – kontakt, který tvoří tzv. emitor. Je tedy tranzistor UJT strukturou do jisté míry podobný tranzistoru FET s přechodem p-n; proto je i jeho schematická značka (obr. 1c) podobná značce tranzistoru FET. Princip činnosti obou prvků je však naprosto odlišný, jak vyplyne z dalšího výkladu.

Protože báze *1* a báze *2* jsou připojeny k polovodiči čistě odporovými kontakty, je mezi nimi činný odpor, označovaný symbolem $R_{BB}$, jehož velikost je – v závislosti na konstrukci tranzistoru – asi 4 až 12 kΩ, přičemž je (při odpojení emitoru) nezávislý na polaritě svorek ohmmetru.

V reálném obvodu je obvykle báze *2* připojena ke kladnému pólu stejnosměrného zdroje a báze *1* k zápornému pólu (uzemněnému). Odpor $R_{BB}$ potom působí jako napěťový dělič, jehož napětí je maximální na bázi *2* a nulové na bázi *1*. Protože emitorový přechod p-n je v určitém místě mezi bázemi, bude vystupovat jistá část celkového přiloženého napětí mezi emitorovým přechodem a bází *1*. Poměrná velikost tohoto napětí, označovaná jako vnitřní napěťový poměr $\eta$ (intrinsic stand-off ratio), je jedním z nejdůležitějších parametrů tranzistoru UJT. Obvykle je veličina $\eta$ asi 0,45 až 0,8.




*Obr. 1. a) zjednodušená fyzikální struktura tranzistoru s jedním přechodem, b) náhradní obvod složený z pevného odporu $r_{B2}$, proměnného odporu $r_{B1}$ a diody $D_1$, c) schematická značka*

Poměry lépe ukáže náhradní obvod tranzistoru UJT (obr. 1b). Symboly $r_{B1}$ a $r_{B2}$ představují odpory základní křemíkové destičky a dioda $D_1$ usměrňující přechod emitoru. Přiloží-li se mezi bázi *1* a bázi *2* vnější napětí $U_{BB}$, vznikne na odporu $r_{B1}$ napětí $\eta U_{BB}$.

Připojíme-li dále kladné vstupní napětí $U_E$ mezi emitor a bázi, bude při $U_E < \eta U_{BB}$ dioda $D_1$ pólována v reverzním (nepropustném) směru a bude tedy mít velmi vysoký odpor (řádu několika megaohmů). Emitorem tedy nebude protékat téměř žádný proud.

Zvětší-li se napětí emitoru $U_E$ nad velikost $\eta U_{BB}$, dioda $D_1$ se začne otvírat a mezi emitorem a bází *1* bude protékat proud. Tento proud se skládá převážně z minoritních nositelů náboje, injektovaných z emitoru do základní destičky. Nositele se pohybují směrem k bázi *1* a svou přítomností zmenšují efektivní velikost odporu $r_{B1}$. Tím se ovšem emitorový přechod p-n více otvírá, což opět vyvolává další zvětšování emitorového proudu, a tedy ještě výraznější zmenšování odporu $r_{B1}$. Celý pochod dostane postupně lavinovitý charakter a jeho výsledkem je nakonec zcela otevřený emitorový přechod s odporem zmenšeným na minimum – několik málo desítek ohmů.

Jednotlivé fáze, popisovaného jevu je možné přehledně sledovat na emitorové charakteristice tranzistoru UJT (obr. 2a). Úsek *1* charakteristiky odpovídá stavu, kdy emitor je pólován v nepropustném směru a protéká jím jen nepatrný závěrný proud. V bodě *2* se emitor začíná otvírat, přičemž jeho proud dosahuje vrcholové velikosti $I_H$. Dále následuje úsek *3*, v němž se se zmenšujícím se emitorovým napětím zvětšuje emitorový proud, takže charakteristika je v oblasti negativního diferenciálního vnitřního odporu. Za úsekem *3* následuje úsek *4* charakteristiky, označovaný jako oblast nasycení (saturace); se zvětšováním proudu emitoru se emitorové napětí téměř nemění.

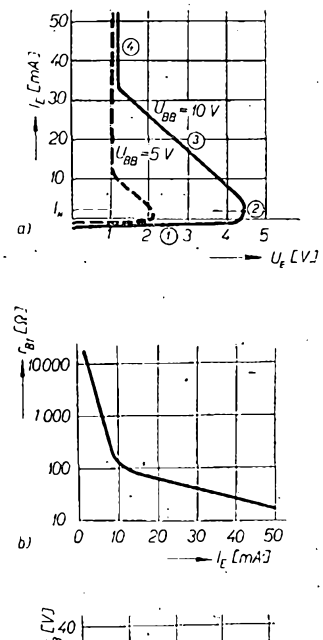
Kromě emitorové charakteristiky se v literatuře [2] udávají ještě charakteristiky „Odpor báze *1* – emitorový proud" a „Napětí mezi bázemi – proud báze *2* (při proudu emitoru jako parametru)". Příklady těchto charakteristik jsou na obr. 2b, c.

### Realizace tranzistoru UJT

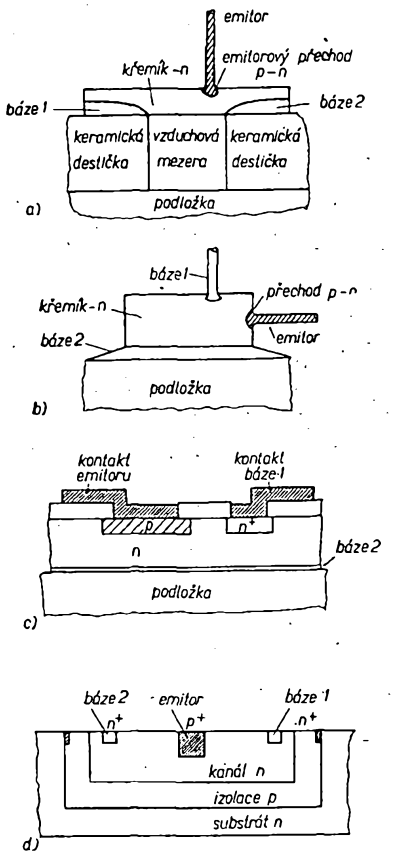
První tranzistory UJT byly vyrobeny na bázi germania, brzy se však přešlo ke křemíku, který umožňuje dosáhnout lepších parametrů, zvláště menšího zbytkového proudu emitoru, většího průrazného napětí emitoru, větší teplotní odolnosti atd.

Vlastní provedení tranzistoru UJT může být různé (obr. 3). Vývojově nejstarší je tyčová struktura podle obr. 3a. Jejím základem je metalizovaná keramická destička, která slouží jako plochá podložka a současně jako nosná destička pro přívod elektrod bází. Na obr. 3b je tzv. kubická struktura s legovaným přechodem p-n emitoru. Bázi *1* zde představuje zlatý drát umístěný poblíž emitoru, báze *2* je vytvořena přímo na nosné podložce. U této struktury – ve srovnání s předcházející – dochází sice k nežádoucímu zmenšení maximálního emitorového proudu ze 70 na 50 mA a současně i ke zmenšení ztrátového příkonu ze 650 na 450 mW, spínací čas se však redukuje ze 4 000 μs (typických pro tyčovou strukturu) na pouhých 100 μs.

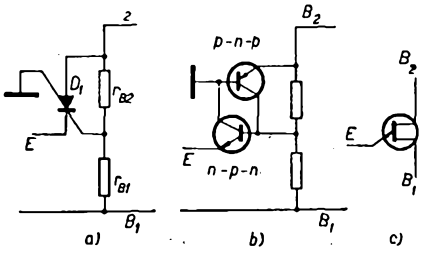
Další zlepšení představuje planární struktura podle obr. 3c. Zde je oblast $n^+$ báze *1* a oblast p emitoru vytvořena difúzí, což dovoluje dosáhnout menších výrobních tolerancí, a tedy i menšího výrobního rozptylu elektrických vlastností tranzistoru.




*Obr. 2. a) emitorová charakteristika tranzistoru UJT; charakteristika pro $U_{BB}$ = 10 V je znázorněna plnou čarou, charakteristika pro $U_{BB}$ = 5 V čárkovaně, b) charakteristika „Odpor báze 1 – emitorový proud", c) charakteristika „Napětí mezi bázemi – proud báze 2"*




*Obr. 3. Různé struktury tranzistoru UJT: a) tyčová struktura, b) kubická struktura, c) planární struktura, d) tranzistor UJT pro monolitické integrované obvody*




*Obr. 4. a) náhradní obvod komplementárního tranzistoru s jedním přechodem (CUJT), b) CUJT složený z diskrétních prvků, c) schematická značka CUJT*

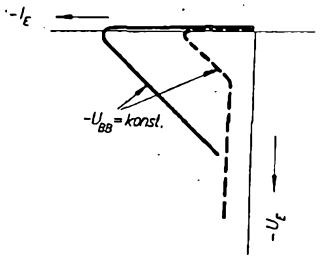
Na obr. 3d je struktura tranzistoru UJT vhodná pro monolitické integrované obvody. Její geometrické rozměry jsou menší než u předcházejících alternativ, což vede k dalšímu zlepšení zejména kmitočtových vlastností.

### Komplementární UJT-CUJT

Moderní metody výroby integrovaných obvodů dovolují sdružit do jedné monolitické soustavy dva tranzistory n-p-n a p-n-p spolu se dvěma odpory a tím vytvořit kvalitativně nový prvek – komplementární tranzistor s jedním přechodem, označovaný symbolem CUJT [3]. Tranzistor CUJT včetně jeho modelu (složeného z diskrétních prvků) a schematické značky je na obr. 4. Na obr. 5 jsou jeho emitorové charakteristiky, které jsou komplementární k charakteristikám „klasického UJT". Napájecí napětí $U_{BB}$ zde má tedy opačnou polaritu než v případě UJT, opačnou polaritu mají i proudy.

*Tab. 1.*

| *Veličina* | CUJT (D5kl) | UJT |
|---|---|---|
| *Tolerance poměru η* | ±2 % | ±15 % |
| *Emitorové saturační napětí* | 1,5 V | 2 až 5 V |
| *Odpor v saturační zóně* | 2 Ω | |
| *Možné změny odporu mezi bázemi* | 1,25:1 | 2:1 |
| *Změny parametrů s teplotou, tj. teplotní součinitele:* | | |
| *Odporu mezi bázemi* $TK_{RBB}$ | ±0,25 %/grad | ±0,8 %/grad |
| $TK_U$ | —1,6 mV/grad | —3,0 mV/grad |
| *Vnitřního úbytku na diodě* $TK_D$ | —1,8 mV/grad | —2,5 mV/grad |
| *Kmitočtové stability* $TK_f$ ($f$ = 30 kHz) | 0,5 %/grad | 5 až 10 % /grad |




*Obr. 5. Emitorové charakteristiky CUJT*

Zásadní rozdíl mezi oběma prvky je v principu jejich činnosti. Zatímco u klasického UJT dochází k relaxačnímu cyklu vlivem modulace vodivosti mezi emitorem a bází *1*, u komplementárního UJT probíhají podobné děje jako u čtyřvrstvové diody. Jak vyplývá z obr. 4, je u CUJT smyčka kladné zpětné vazby, tvořená komplementárním párem n-p-n–p-n-p, přemostěna odporovým děličem, který je vlastně po funkční stránce ekvivalentní odporu mezi bázemi klasického UJT. Prahové napětí je součinem vnitřního napěťového poměru $\eta$ a napájecího napětí $U_{BB}$ mezi bázemi. Je-li emitorové napětí záporné vůči prahovému, prvek překlopí do stavu maximální vodivosti, přičemž projde oblastí záporného odporu své emitorové charakteristiky.

Komplementární tranzistor s jedním přechodem lze v zásadě použít v těchže aplikacích jako standardní UJT. Přitom lze obecně říci, že jeho vlastnosti jsou vesměs lepší než vlastnosti tranzistoru

*Tab. 2. Přehled tranzistorů UJT*

| Typ | Emitorové průraz. nap. $U_{EB0}$ [V] | Emitorový proud $I_{E\,max}$ [mA] | Ztrátový výkon [mW] při 25°C | Vnitřní nap. poměr η při $U_{BB}$ = = 10 V min. | max. | Odpor mezi bázemi $R_{BB}$ [kΩ] typ. | min. | max. | Emitorové saturační napětí $U_{E\,sat}$ [V] při $U_{BB}$ = = 10 V a $I_E$ = = 50 mA | Vrcholový proud $I_H$ [μA] při $U_{BB}$ = = 25V | Satur. proud $I_T$ [mA] při $U_{BB}$ = = 20 V | Emit. zbytk. proud $I_{EB0}$ [μA] při $U_{B2E}$ = = 30 V (popř. 60 V) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2N489 | 65 | 70 | 600 | 0,51 | 0,62 | 5,8 | 4,7 | 6,8 | 4 | 20 | 8 | 12 |
| 2N489A | 65 | 70 | 600 | 0,51 | 0,62 | 5,8 | 4,7 | 6,8 | 4 | 15 | 8 | 2,0 |
| 2N489B | 65 | 70 | 600 | 0,51 | 0,62 | 5,8 | 4,7 | 6,8 | 4 | 6 | 8 | 0,2 |
| 2N494 | 65 | 70 | 600 | 0,62 | 0,75 | 7,7 | 6,1 | 9,2 | 4,6 | 20 | 8 | 12 |
| 2N494A | 65 | 70 | 600 | 0,62 | 0,75 | 7,7 | 6,1 | 9,2 | 4,6 | 15 | 8 | 12 |
| 2N494B | 65 | 70 | 600 | 0,62 | 0,75 | 7,7 | 6,1 | 9,2 | 4,6 | 6 | 8 | 0,2 |
| 2N494C | 65 | 70 | 600 | 0,62 | 0,75 | 7,7 | 6,1 | 9,2 | 4,6 | 2 | 8 | 0,02 |
| 2N1671 | 35 | 50 | 450 | 0,47 | 0,62 | 5,9 | 4,7 | 9,1 | 5 | | 8 | 12 |
| 2N1671A | 35 | 50 | 450 | 0,47 | 0,62 | 5,9 | 4,7 | 9,1 | 5 | | 8 | 12 |
| 2N1671B | 35 | 50 | 450 | 0,47 | 0,62 | 5,9 | 4,7 | 9,1 | 5 | | 8 | 0,2 |
| 2N2160 | 35 | 50 | 450 | 0,47 | 0,80 | 8,0 | 4,0 | 12,0 | | 25 | 8 | 12 |
| 2N2646 | 30 | 50 | 300 | 0,56 | 0,75 | | 4,7 | 9,1 | 2 | 25 | 4 | 12 |
| 2N2647 | 30 | 50 | 300 | 0,68 | 0,82 | | 4,7 | 9,1 | 2 | 2 | 8 | 0,2 |
| 2N3480 | 30 | 50 | 400 | 0,56 | 0,75 | | 4,7 | 9,1 | 5 | 20 | 4 | 12 |
| 2N3481 | 30 | 50 | 400 | 0,70 | 0,85 | | 4,7 | 9,1 | 5 | 20 | 4 | 12 |
| 2N3483 | 30 | 50 | 400 | 0,60 | 0,72 | | 4,7 | 9,1 | 5 | 5 | 4 | 1 |
| 2N3484 | 30 | 50 | 400 | 0,70 | 0,85 | | 6,2 | 9,1 | 5 | 5 | 4 | 0,2 |
| 2N3980 | 30 | 50 | 360 | 0,68 | 0,82 | 6,0 | 4,0 | 8,0 | 2 | 5 | | 0,01 |
| 2N4891 | | | | 0,55 | 0,82 | | 4,0 | 9,1 | 4 | 5 | | 0,01 |
| 2N4892 | | | | 0,51 | 0,69 | | 4,0 | 9,1 | 4 | 2 | | 0,01 |
| 2N4893 | | | | 0,55 | 0,82 | | 4,0 | 12,0 | 4 | 2 | | 0,01 |
| 2N4894 | | | | 0,74 | 0,86 | | 4,0 | 12,0 | 4 | 1 | | 0,01 |

čujeme jako $\Delta U$ a podobně značíme např. změnu vstupního proudu čtyřpólu jako ---------- (2). Změnou obvodové veličiny budeme v dalším rozumět rozdíl velikosti obvodové veličiny v pracovním bodě a velikosti obvodové veličiny v klidovém pracovním bodě. Změnou vstupního napětí čtyřpólu budeme tedy rozumět: $\Delta U_1 = U_1 - U_{1P0}$, změnou výstupního napětí budeme rozumět $\Delta U_2 = U_2 - U_{2P0}$ atd.

V radioelektronice můžeme rozdělit prakticky se vyskytující pracovní podmínky čtyřpólů do dvou skupin:

a) *Obvodové veličiny se mění v širokém rozmezí.* Tento případ nastává, musí-li čtyřpól zpracovávat větší signály, tedy tehdy, přivádíme-li na jeho vstup např. poměrně velká střídavá napětí. Při těchto pracovních podmínkách se pracovní bod pohybuje ve ---------- (3) rozmezí kolem klidového pracovního bodu, ve velké části charakteristiky čtyřpólu – je proto nutné počítat se zakřiveností, nelineárností charakteristik čtyřpólu.

b) *Obvodové veličiny se mění v malém rozmezí.* Tento případ nastane, zpracovává-li čtyřpól jen malé signály, signály s malým rozkmitem. Při těchto pracovních podmínkách se pracovní bod pohybuje jen v malém okolí klidového pracovního bodu. V tomto malém okolí klidového pracovního bodu můžeme průběh charakteristik považovat za přibližně přímkový (lineární), i když celkový průběh charakteristiky je zakřivený. Tento předpoklad, tj. nahrazení zakřiveného průběhu charakteristiky v jejím malém úseku průběhem lineárním, tedy ---------- (4), umožňuje podstatné zjednodušení početního řešení čtyřpólu – místo obecného tvaru charakteristických rovnic čtyřpólu stačí, budeme-li pracovat s tzv. rovnicemi linearizovanými – hovoříme o tzv. linearizaci charakteristických rovnic čtyřpólu.

Odpovědi: *(1) klidovým, (2) $\Delta I_1$, (3) velkém, (4) přímkovým.*

**KONTROLNÍ TEST 2–48**

**A Klidový pracovní bod $P_0$ se liší od obecného pracovního bodu $P$ 1) počtem souřadnic, 2) *ničím – pojmy pracovní bod a klidový pracovní bod jsou totožné*, 3) *závislostí souřadnic na čase.***

**B Parametrem ve skupině výstupních charakteristik čtyřpólu odpovídajících rovnicím typu y je 1) výstupní napětí $U_2$, 2) vstupní napětí $U_1$, 3) výstupní proud $I_2$.**

**C Pracovním bodem $P_4$ v soustavě skupin charakteristik čtyřpólu podle obr. 124 prochází zpětná charakteristika s parametrem 1) $U_2 = 3$ V, 2) $U_2 = 10$ V, 3) $U_1 = 2$ V.**

### 2.13.6. *Linearizované charakteristické rovnice čtyřpólu*

Čtyřpóly pracují velmi často za takových okolností, při nichž se jejich obvodové veličiny mění jen v malém rozmezí; pracují tedy v malém rozmezí své charakteristiky. Při takovém pracovním režimu čtyřpólu můžeme předpokládat i v případě, je-li jeho voltampérová charakteristika nelineární, že využívaná malá pracovní oblast je lineární. Předpokládáme, že malý úsek nelineární charakteristiky čtyřpólu je sám o sobě přibližně přímkový, tj. ———— (1). S výhodou pak používáme zjednodušené (linearizované) matematické vyjádření vztahů mezi změnami obvodových veličin čtyřpólu. Tak např. místo obecných charakteristických rovnic y čtyřpólů

$$I_1 = y_1 (U_1, U_2),$$
$$I_2 = y_2 (U_1, U_2),$$

které popisují čtyřpól obecně, s respektováním libovolně složitých nelineárních souvislostí jeho obvodových veličin, můžeme psát pro malé změny obvodových veličin $\Delta U_1$, $\Delta U_2$, $\Delta I_1$, $\Delta I_2$ lineární vztahy, tzv. linearizované charakteristické rovnice čtyřpólu. Tyto linearizované charakteristické rovnice jsou podstatně konkrétnější než obecné charakteristické rovnice, platí však jen tehdy, pracuje-li čtyřpól v tak malém úseku své charakteristiky, který lze považovat za ———— (2).

Pomocí vyšší matematiky (aplikováním tzv. Taylorova rozvoje na právě uvedené obecné charakteristické rovnice y a zavedením změn obvodových veličin) lze dospět k těmto linearizovaným charakteristickým rovnicím typu y odporového čtyřpólu:

$$\Delta I_1 = y_{11}\Delta U_1 + y_{12}\Delta U_2,$$
$$\Delta I_2 = y_{21}\Delta U_1 + y_{22}\Delta U_2.$$





## SPRÁVNÉ ODPOVĚDI NA KONTROLNÍ TESTY

**Kontrolní test 2–45: A 1), B 3).**

**Kontrolní test 2–46: A 1), B 1), C 2).**

Podle toho, které z obvodových veličin čtyřpólu zvolíme za nezávisle proměnné, mají charakteristické rovnice čtyřpólu různou podobu – dosud jsme si uvedli v radioelektronice nejpoužívanější tvar charakteristických rovnic, tzv. rovnice typu y.

Uveďme si nyní ještě další dva častěji používané typy charakteristických rovnic čtyřpólu. Volíme-li jako nezávisle proměnné veličiny oba proudy, vyplynou jako závisle proměnné veličiny obě ----- (2) a charakteristické rovnice mají tvar:

$$U_1 = z_1(I_1, I_2),$$
$$U_2 = z_2(I_1, I_2).$$

Význam těchto rovnic jistě už dokážete vyslovit – nevyjadřují v podstatě nic jiného než skutečnost, že napětí $U_1$ i napětí $U_2$ jsou závislá na proudech $I_1$ i $I_2$. Změní-li se tedy např. proud $I_1$, vyvolá to také změnu napětí $U_1$ i ---------- (3). Symboly $z_1$ a $z_2$ vyjadřují jen obecně tuto funkční závislost mezi obvodovými veličinami čtyřpólu, proto tyto rovnice zpravidla označujeme jako charakteristické rovnice typu z.

Zvolíme-li jako nezávisle proměnné veličiny vstupní proud $I_1$ a výstupní napětí $U_2$, budou závisle proměnnými veličinami vstupní napětí $U_1$ a výstupní -------- (4) $I_2$. Dostáváme pak tzv. charakteristické rovnice typu *h*, které mají tvar:

$$U_1 = h_1(I_1, U_2),$$
$$I_2 = h_2(I_1, U_2).$$

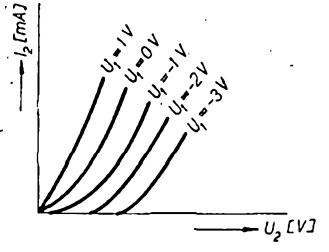
Celý výklad o charakteristických rovnicích čtyřpólů se třeba někomu zdá příliš teoretický ve srovnání s předcházejícími kapitolami – nedejte se však odradit; jak brzy v dalším výkladu poznáte, umožní nám tyto znalosti hlubší pochopení souvislostí mezi vakuovými a polovodičovými elektronkami, jejich charakteristických veličin, charakteristik atd. Bude to velmi užitečné zvláště tomu, kdo se bude chtít později seznámit nejen s funkcí radioelektronických obvodů, ale také se základy jejich výpočtu. Mějte proto ještě chvíli trpělivost a sledujte pozorně i další kapitoly, i když jsou zdánlivě rovněž příliš teoretické. Brzy se zase vrátíme k praxi a pak nám budou zjednodušené výklady o čtyřpólové teorii velmi užitečné.

Odpovědi: *(1) charakteristických, (2) napětí, (3) $U_2$, (4) proud.*

### 2.13.3 *Grafické znázorňování charakteristických rovnic čtyřpólu*

Víme, že charakteristické rovnice matematicky popisují, charakterizují čtyřpóly. V praxi bývá matematické vyjádření charakteristických rovnic mnohdy složité a obtížné – proto se velmi často používá jejich grafické zobrazení. Souvislosti obvodových veličin čtyřpólu se tedy nevyjadřují v matematické podobě charakteristických ----- (1), ale znázorňují se graficky, v podobě tzv. charakteristik čtyřpólu.

Uveďme si jako příklad grafické zobrazení charakteristické rovnice $I_2 = y_2(U_1, U_2)$. Vidíme, že jde o rovnici vyjadřující souvislost celkem ---------- (2) obvodových veličin – dvou nezávisle proměnných napětí $U_1$ a $U_2$ a závisle proměnného proudu $I_2$. Při grafickém zobrazování postupujeme tak, že závisle proměnnou veličinu vynášíme na svislou osu pravoúhlého souřadnicového systému (obr. 122) a jednu




*Obr. 122.*

z nezávisle proměnných veličin na osu vodorovnou. Druhou nezávisle proměnnou veličinu udržujeme stálou; říkáme, že ji zvolíme jako parametr. V našem příkladě jsme zvolili jako parametr $U_1$, takže na vodorovnou osu vynášíme napětí $U_2$ a na svislou osu jsme vynesli proud $I_2$, tj. v našem případě ---------- (3) proměnnou veličinu.

V charakteristice na obr. 122 je tedy znázorněna závislost proudu $I_2$ čtyřpólu na jeho napětí $U_2$ pro různá stálá vstupní napětí čtyřpólu $U_1$ (ta jsou připisována k jednotlivým křivkám charakteristiky, takže každá z těchto křivek vyjadřuje závislost $I_2$ na $U_2$ pro určité stálé, ke křivce připsané napětí $U_1$).

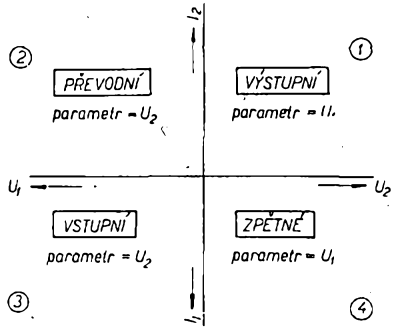
Víme, že konkrétní průběh charakteristik čtyřpólu, tj. tvar příslušných křivek, je dán fyzikální podstatou součástky nebo součástek, které čtyřpól obsahuje. Prozatím se zabýváme zcela obecnými čtyřpóly. Kdybychom chtěli uvažovat konkrétně, připomněl by nám průběh charakteristiky podle obr. 122 průběh výstupní (anodové) charakteristiky jedné vakuové elektronky, a to ---(4) (viz obr. 66 na str. 52). Zůstaňme však prozatím ještě při obecných úvahách.

Odpovědi: *(1) rovnic, (2) tří, (3) závisle, (4) triody.*

Řekli jsme si, že místo charakteristických rovnic čtyřpólu používáme často jejich grafické vyjádření – tj. charakteristiky. Charakteristické rovnice čtyřpólu vyjadřují souvislosti jeho čtyř obvodových veličin. Charakteristika, kterou jsme právě nakreslili (obr. 122), však vyjadřuje souvislost jen ---------- (1) obvodových veličin, zobrazuje jen jednu z charakteristických rovnic, a to rovnici $I_2 = y_2(U_1, U_2)$. Tato charakteristika tedy nepopisuje čtyřpól dostatečně, neobsahuje všechny jeho obvodové veličiny. Pro grafické vyjádření nevystačíme tedy s jedinou charakteristikou, bude zřejmě třeba použít několik charakteristik.

V praxi se vžil určitý způsob kreslení jednotlivých skupin charakteristik, a to v podobě tzv. úplné soustavy skupin charakteristik čtyřpólu. Tato soustava vychází z pravoúhlého osového kříže a má tedy čtyři stejné čtvrtě (kvadranty), do nichž se zakreslují čtyři skupiny charakteristik čtyřpólu. Úplná souřadnicová soustava skupin charakteristik, vycházející z charakteristických rovnic typu y, je na obr. 123. Jak je z obrázku zřejmé, označují se skupiny charakteristik v jednotlivých čtvrtích určitými názvy, zkráceně jako charakteristiky výstupní, převodní, vstupní a zpětné převodní nebo jen ---------- (2).

Skupina charakteristik v první čtvrti vyjadřuje závislost mezi výstupními veličinami čtyřpólu (odtud název „výstupní" charakteristiky), tj. závislost $I_2$ na $U_2$, přičemž parametrem je vstupní napětí $U_1$. Ve druhé čtvrti se uvádí skupina charakteristik zobrazující závislost výstupního proudu $I_2$ na ----------, (3) napětí $U_1$, platná pro určité stálé velikosti výstupního napětí $U_2$ – jinak můžeme říci, že parametrem u této skupiny charakteristik (tzv. převodních) je výstupní napětí $U_2$. Do třetí čtvrti se zakreslují tzv. vstupní charakteristiky; ty vyjadřují souvislost vstupních veličin čtyřpólu, závislost vstupního proudu $I_1$ na ------(4) napětí $U_1$, přičemž parametrem je $U_2$. Konečně ve čtvrtém kvadrantu je zobrazována závislost vstupního proudu $I_1$ na výstupním ------ (5) $U_2$, parametrem je $U_1$. Tato skupina charakteristik vyjadřuje zpětný účinek výstupního napětí čtyřpólu na proud ve vstupním obvodu – říkáme jí proto skupina charakteristik zpětného přenosu, skupina zpětných převodních charakteristik, nebo zkráceně skupina zpětných charakteristik.




*Obr. 123.*

Odpovědi: *(1) tří, (2) zpětné, (3) vstupním, (4) vstupním, (5) napětí.*

### *2.13.4 Stanovení pracovního bodu čtyřpólu v jeho charakteristikách*

Již na začátku tohoto kursu radioelektroniky (str. 3) jsme si řekli, že pro dobrou funkci součástek radioelektronických zařízení zpravidla potřebujeme, aby pracovaly v určitém místě své charakteristiky, v určitém pracovním režimu, který se v charakteristikách zobrazuje jako bod označovaný názvem ---------- (1) bod. Pracovní bod je určen hodnotami obvodových veličin

**KONTROLNÍ TEST 2–47**

**A** V rovnici $I_1 = y_1(U_1, U_2)$ je závisle proměnnou veličinou 1) napětí $U_1$, 2) proud $I_1$, 3) napětí $U_2$.

**B** V rovnici $I_2 = h_2(I_1, U_2)$ je závisle proměnnou veličinou 1) proud $I_1$, 2) proud $I_2$, 3) napětí $U_2$.

**C** Při grafickém vyjádření charakteristických rovnic čtyřpólu, tj. při kreslení charakteristik, vynášíme na svislou osu souřadnicové soustavy zpravidla 1) závisle proměnnou veličinu, 2) nezávisle proměnnou veličinu.

**D** Při grafickém vyjádření charakteristické rovnice $I_2 = y_2(U_1, U_2)$ bychom vynesli na svislou osu souřadnicové soustavy 1) napětí $U_1$, 2) napětí $U_2$, 3) proud $I_2$.

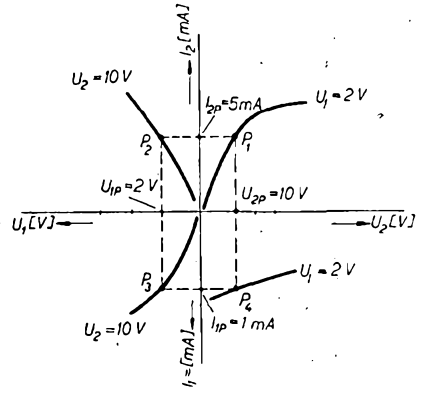
**E** Skupinu charakteristik kreslenou do třetího kvadrantu úplné soustavy charakteristik čtyřpólu nazýváme 1) převodní, 2) výstupní, 3) vstupní, 4) zpětnou.

na svorkách dané součástky. Podobně je tomu i u čtyřpólů – jeho pracovní režim je určen hodnotami jeho obvodových veličin $U_1$, $I_1$, $U_2$, $I_2$. Při grafickém vyjádření bude proto mít pracovní bod v charakteristikách čtyřpólu čtyři souřadnice.

Pracovní bod budeme obecně označovat písmenem $P$. Pracovní bod, jehož poloha se s časem nemění, nazýváme klidovým pracovním bodem a budeme jej označovat symbolem $P_0$.

Použijeme-li k charakterizování čtyřpólu jeho úplnou soustavu skupin charakteristik (obr. 124), zobrazí se nastavený pracovní režim čtyřpólu, tj. jeho pracovní _____ (2) v každém kvadrantu této soustavy – v každé skupině jeho charakteristik. Pracovní body zobrazené v jednotlivých kvadrantech jsou v obr. 124 označeny symboly $P_1$, $P_2$, $P_3$ a $P_4$. Tak např. ve skupině výstupních charakteristik je pracovní bod označen symbolem _____ (3), ve skupině vstupních charakteristik, tj. ve třetím kvadrantu symbolem $P_3$ atd.

Mezi obrazy pracovního bodu v jednotlivých skupinách charakteristik (stejně jako mezi těmito skupinami) úplné soustavy charakteristik čtyřpólu platí jisté souvislosti – jde totiž vždy o vyjádření vlastností stále jednoho čtyřpólu, ovšem vždy z poněkud jiného pohledu. Pracovní body, které v jednotlivých skupinách charakteristik vyjadřují určitý pracovní řežim čtyřpólu, tvoří vrcholy obdélníku, který svými stranami protíná souřadnicové osy v hodnotách obvodových veličin, které odpovídají danému pracovnímu režimu čtyřpólu. „Obdélník pracovního režimu" (obr. 124) tedy vytíná na souřadnicových osách přímo všechny čtyři souřadnice $U_{1P}$, $U_{2P}$, $I_{1P}$, $I_{2P}$ pracovního bodu čtyřpólu. V našem příkladě podle obrázku 124 můžeme tedy číst, že čtyřpól pracuje – v režimu charakterizovaném výstupním napětím $U_{2P}$ = 10 V, vstupním napětím $U_{1P}$ =




Obr. 124.

= 2 V, výstupním proudem $I_{2P}$ = _____ mA (4) a vstupním proudem $I_{1P}$ = 1 mA.

Odpovědi: (1) pracovní, (2) bod, (3) P, (4) 5.

### 2.13.5 Změny obvodových veličin čtyřpólu

Pracovní bod čtyřpólu, jehož souřadnice se s časem nemění, nazýváme _____ (1) pracovním bodem; budeme jej označovat symbolem $P_0$. V praxi se ovšem velmi často setkáváme s případem, kdy se obvodové veličiny čtyřpólu s časem mění. Přivedeme-li např. na vstupní svorky čtyřpólu časově proměnné střídavé napětí, bude se i poloha pracovního bodu v charakteristikách čtyřpólu pohybovat. Byla-li např. souřadnice klidového pracovního bodu $U_{P0}$, změní se při pohybu pracovního bodu na obecně jinou hodnotu $U_P$.

Změny obvodových veličin, tedy i souřadnic pracovního bodu čtyřpólu značíme řeckým písmenem $\Delta$. Změnu napětí ozna-

| Typ | Druh | Použití | $U_{CE}$ [V] | $I_C$ [mA] | $h_{21E}$ $h_{21e}$* | $f_T$ $f_\alpha$* [MHz] | $T_a$ $T_C$ [°C] | $P_{tot}$ $P_C$* max [mW] | $U_{CB}$ max [V] | $U_{CE}$ max [V] | $I_C$ max [mA] | $T_j$ max [°C] | Pouzdro | Výrobce | Patice | Náhrada TESLA | Rozdíly $P_C$ | $U_C$ | $f_T$ | $h_{21}$ | Spln. vl. | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A301 | SP n | VF | 10 | 3 | >200 | >80 | 25 | 300 | 40 | | 40 | 175 | TO-18 | P,Am | 2 | KF507<br>KF508 | ><br>> | =<br>> | =<br>= | <<br>= | | |
| A306 | SP n | VF | 5 | 1 | >100 | >100 | 25 | 360 | 25 | 20 | | 175 | epox | P,Am | 2 | KF524 | < | > | > | = | | |
| A307 | SP n | VF | 5 | 1 | >100 | >100 | 25 | 360 | 25 | 20 | | 175 | epox | P,Am | 2 | KF524 | < | > | > | = | | |
| A310 | SP n | VF,Vi | 10 | 10 | >20 | >80 | 25 | 300 | 135 | | | 175 | TO-5 | P,Am | 2 | KF504 | > | > | = | = | | |
| A311 | SP n | VF,Vi | 10 | 10 | >20 | >60 | 25 | 300 | 80 | | | 175 | TO-5 | P,Am | 2 | KF503 | > | > | = | = | | |
| A321 | SP n | VF | 5 | 1 | 280* | 60 | 25 | 300 | 30 | 30 | 30 | | TO-72 | Am | 6 | KF524<br>KC507 | <<br>= | >>> | >>> | <<= | | |
| A322 | SP n | VF | 5 | 1 | 400* | 60 | 25 | 300 | 30 | 30 | 30 | | TO-72 | Am | 6 | KF524<br>KC507 | <<= | >>> | >>> | <<= | | |
| A323 | SP n | VF | 5 | 10 | 300 | 60 | 25 | 300 | 30 | 30 | 30 | | TO-18 | Am | 2 | KC507 | = | > | > | = | | |
| A324 | SP n | VF | 5 | 10 | 400 | 60 | 25 | 300 | 30 | 30 | 30 | | TO-18 | Am | 2 | KC507 | = | > | > | = | | |
| A344 | SPE n | VF | 0,35 | 10 | >30 | >300 | 25 | 300 | 20 | 15 | 100 | 175 | TO-18 | Am | 2 | KF524 | < | > | = | > | | |
| A345 | SPE n | VF | 0,35 | 10 | >30 | >300 | 25 | 300 | 20 | 15 | 100 | 175 | TO-18 | Am | 2 | KF524 | < | > | = | > | | |
| A346 | SPE n | VF | 0,35 | 10 | >40 | >300 | 25 | 300 | 20 | 15 | 100 | 175 | TO-18 | Am | 2 | KF524 | < | > | = | > | | |
| A417 | SPE n | VF | 10 | 1 | >35 | 250 | 25 | 145 | 30 | 20 | 30 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF525 | = | = | = | = | | |
| A418 | SPE n | VF | 10 | 1 | >35 | 200 | 25 | 145 | 30 | 20 | 30 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF525 | = | = | > | = | | |
| A419 | SPE n | VF | 10 | 1 | >35 | 200 | 25 | 145 | 30 | 20 | 30 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF525 | = | = | > | = | | |
| A420 | SPE n | VF | 10 | 1[8] | >35 | 200 | 25 | 145 | 30 | 20 | 30 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF525 | = | = | > | = | | |
| A466 | SP n | VF | 10 | 4 | 60 | 400 | 25 | 150 | 40 | 30 | 25 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF173 | > | = | > | = | | |
| A467 | SP n | VF | 10 | 4 | >30 | 235 | 25 | 150 | 40 | 30 | 25 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF173<br>KF525 | >=<br>=< | >=<br>= | >=<br>= | =<br>= | | |
| A472 | SPE n | VF | 10 | 7 | 150 | 550 | 25 | 230 | 40 | 35 | 25 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF173 | = | = | = | < | | |
| A473 | SPE n | VF,MF TV | 10 | 7 | >40 | 550 | 25 | 165 | 50 | 35 | 25 | 175 | TO-72 | Am | 4 | KF173 | > | < | = | = | | |
| A480 | SP n | VFv | 10 | 2 | 44 | 675 | 25 | 130 | 30 | 20 | 20 | 175 | TO-72 | Am | 2 | KF173 | > | > | < | = | | |
| A482 | SPE n | VFv | 10 | 2 | 16 | 675 | 25 | 130 | 25 | 20 | 15 | 175 | TO-72 | Am | 2 | KF173 | > | > | < | > | | |
| A483 | SPE n | VF | 10 | 4 | 16 | 600 | 25 | 130 | 25 | 20 | 15 | 175 | TO-72 | Am | 2 | KF173 | > | > | = | > | | |
| A484 | SP n | VF | 10 | 2 | 44 | 550 | 25 | 130 | 30 | 20 | 20 | 175 | TO-72 | Am | 2 | KF173 | > | > | = | = | | |
| A485 | SPE n | VFm | 1 | 2 | 150 | >1000 | 25 | 200 | 30 | | 25 | 175 | TO-72 | Am | 6 | — | | | | | | |
| A490 | SPE n | VFm | 1 | 15 | 200 | >1000 | 25 | 200 | 30 | | 25 | 175 | TO-72 | Am | 6 | — | | | | | | |
| A492 | SPE n | VFu | 1 | 2 | >25 | >8 | 25 | 200 | 30 | | 25 | 175 | TO-72 | Am | 6 | — | | | | | | |
| A494 | SPE n | VF | 10 | 1 | 115 | 300 | 25 | 160 | 30 | 20 | 30 | 125 | epox | Am | 20 | KF124 | > | = | = | = | = | |
| A495 | SPE n | VF | 10 | 1 | 67 | 220 | 25 | 160 | 30 | 20 | 30 | 125 | epox | Am | 20 | KF125 | > | = | = | = | = | |
| A515 | SPE n | VF | 20 | 50 | 35>20 | 65 | 25 | 6 W | 220 | | 150 | 175 | TO-39 | Am | 2 | — | | | | | | |
| A522 | SPE n | VFv | 0 | 1,5 A | 30—100 | 80 | 25 | 45 W | 60 | 35 | 5 A | 175 | TO-3 | Am | 31 | — | | | | | | |
| A523 | SPE n | VFv | 0 | 1,5 A | 30—100 | 80 | 25 | 45 W | 90 | 60 | 5 A | 175 | TO-3 | Am | 31 | — | | | | | | |
| A569[2] | SP n | Pár 2N2569 | 10 | 0,1 | >50 | >100 | 25 | 300 | 20 | 5 | 100 | 200 | TO-18 | Am,P, RTC | | — | | | | | | |
| A570[2] | SP n | Pár 2N2570 | 10 | 0,1 | >50 | >100 | 25 | 300 | 20 | 5 | 100 | 200 | TO-18 | Am,P RTC | | | | | | | | |
| A572 | S n | | 6 | 500 | >35 | | 25 | 21,5 W | 70 | 45 | 2 A | | TO-3 | Am | 31 | KU606 | > | < | | < | | |
| A600 | SP n | Pár[5][11] | | | | 50 | | | 50 | | 50 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A601 | SP n | Pár[5] | | | >175 | | | | 50 | | 50 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A602 | SP n | Pár[6][10] | | | >50 | 30 | | | | 35 | 30 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A603 | SP n | Pár[4][10] | | | >100 | 30 | | | | 35 | 30 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A604 | SP n | Pár[5][10] | | | >100 | 30 | | | | 35 | 30 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A605 | SP n | Pár[4][11] | | | >100 | 30 | | | | 35 | 30 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A606 | SP n | Pár[5][12] | | | >100 | 30 | | | | 35 | 30 | | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A607 | SP n | Pár[8][12] | 5 | 0,01 | >100 | >30 | 25 | 200 | 35 | 35 | 30 | 175 | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A608 | SP n | Pár[7][12] | 5 | 0,01 | >100 | >30 | 25 | 200 | 35 | 35 | 30 | 175 | TO-77 | Am | 9 | | | | | | | |
| A640[7][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 100 | >60 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KF506 | > | > | = | = | | |
| A641[7][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 200 | >60 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KF508 | > | > | = | = | | |
| A642[7][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 400 | >60 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KF508 | > | > | < | = | | |
| A643[8][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 150 | >50 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KF506 | > | > | > | = | | |
| A644[8][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 300 | >50 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KF508 | > | > | > | < | | |
| A645[8][12] | SP n | VF, Pár | 5 | 0,01 | 600 | >50 | 25 | 200 | 30 | 30 | 30 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | — | | | | | | |
| A646 | SP n | VF | 5 | 0,1 | >100 | >300 | 25 | 200 | 35 | 35 | 30 | 175 | TO-77 | Am | 9 | — | | | | | | |
| A747 | SPE n | NF | 5 | 2 | 210 | 250 | 25 | 300 | | 45 | 100 | 125 | epox | Am | 19 | KC507 | = | = | < | = | | |
| A748 | SPE n | NF | 5 | 2 | 300 | 250 | 25 | 300 | | 20 | 100 | 125 | epox | Am | 19 | KC508 | = | = | < | = | | |
| A479 | SPE n | NF-nš | 5 | 2 | 500 | 300 | 25 | 300 | | 20 | 100 | 125 | epox | Am | 19 | KC509 | = | = | < | = | | |
| A777 | SP n | VF | 10 | 15 | 15 | 120 | 25 | 600 | 85 | | 50 | | TO-39 | Am | 2 | — | | | | | | |
| A778 | SP n | VF, Vi | 20 | 30 | 15 | 120 | 25 | 600 | 145 | | 50 | | TO-39 | Am | 2 | — | | | | | | |
| A779 | SP n | VF, Vi | 10 | 15 | 25 | 120 | 25 | 600 | 200 | | 50 | | TO-39 | Am | 2 | — | | | | | | |

| Typ | Druh | Použití | $U_{CE}$ [V] | $I_C$ [mA] | $h_{21E}$ $h_{21e}$* | $f_T$ $f_\alpha$* [MHz] | $T_a$ $T_c$ °[C] | $P_{tot}$ $P_C$* max [mW] | $U_{CB}$ max [V] | $U_{CE}$ max [V] | $I_C$ max [mA] | $T_j$ max [°C] | Pouzdro | Výrobce | Patice | Náhrada TESLA | Rozdíly $P_C$ | $U_C$ | $f_T$ | $h_{21}$ | Spln. vl. | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1109 | SP n | VF | 5 | 1 | >70 | >40 | 25 | 200 | 45 | | | 175 | TO-18 | Am | 6 | KF507<br>KF508 | ><br>> | <<br>> | >>> | <<br>= | | |
| A1170 | SP n | VF | 1 | 3 | >10 | >300 | 25 | 200 | 15 | 10 | | 175 | TO-18 | Am | 6 | KSY62A | = | > | < | = | | |
| A1341 | SP n | VF | 10 | 50 | >50 | >40 | 25 | 200 | 75 | | | 175 | TO-18 | Am | 6 | KF508 | > | = | > | > | | |
| A1381 | SP n | VFv | 10 | 1,5 | >5 | >50 | 25 | 100 W | 100 | 80 | 10 A | 175 | MT-61 | Am | 36 | — | | | | | | |
| A1383 | Gdfp | VF | 10 | 1 | 110 | 80 | 25 | 120 | 32 | 32 | 30 | 75 | TO-12 | Am | 6 | GF504 | > | < | > | < | | |
| A1462 | SPE n | VF | 0,35 | 10 | >30 | 200 | 25 | 100 | 20 | 9 | 50 | 175 | 2x TO-18 | Am | 2 | 2x KS500 | > | = | = | = | | |
| A1480 | SPE n | | 13 | | | | 25 | 300 | | 5 | | | TO-18 | Am | | — | | | | | | |
| BC100 | SP n | NF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BC107 | SPE n | NF | 5 | 2 | A:125—260*<br>B:240—500* | 250 | 25 | 300 | 45 | 45 | 100 | 175 | TO-18 | T,V,S,C | 2 | KC507 | = | = | = | = | | = |
| BC108 | SPE n | NF | 5 | 2 | A:125—260*<br>B:240—500*<br>C:450—900* | 250 | 25 | 300 | 20 | 20 | 100 | 175 | TO-18 | T,V,S,C | 2 | KC508 | = | = | = | = | | = |
| BC109 | SPE n | NF-nš | 5 | 2 | B:240—500*<br>C:450—900* | 300 | 25 | 300 | 20 | 20 | 100 | 175 | TO-18 | T,V,S,C | 2 | KC509 | = | = | = | = | | = |
| BC110 | SPE n | NF | 5 | 2 | 90>20* | 100 | 25 | 300 | 80 | 80 | 50 | 175 | TO-18 | S | 2 | — | | | | | | |
| BC111 | SP n | NF | | 0,2 | >60* | >50 | 25 | 30 | 20 | | 50 | 125 | | C | | — | | | | | | |
| BC112 | SPE n | NF | 1 | 2 | >100*č<br>>140*ž<br>>280*z | 150 | 45 | 50 | 20 | 20 | 50 | 125 | epox | V | S-2 | KC508<br>KC508<br>KC508 | >>> | =<br>=<br>= | =<br>=<br>= | >=<br>= | | |
| BC113 | SP n | NF | 10 | 1 | 200—1000 | 60>40 | 25 | 200 | 30 | 25 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC507 | > | > | > | = | | |
| BC114 | SP n | NF-nš | 10 | 1 | 200—1000 | >60 | 25 | 200 | 30 | 25 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC509 | > | < | > | = | | = |
| BC115 | SP n | NF | 10 | 10 | 100—400 | 80 | 25 | 300 | 40 | 30 | 200 | 125 | epox | SGS | 2 | KC507 | = | > | > | = | | |
| BC116 | SPE p | NF | 10 | 10 | 100>30 | >200 | 25 | 300 | 45 | 40 | 600 | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC116A | SPE p | NF-nš | 10 | 150 | 80—240 | >200 | 25 | 300 | 45 | 40 | | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC117 | SP n | NF | 10 | 10 | 50>25 | 60>40 | 25 | 300 | 120 | 120 | | 125 | epox | SGS | 2 | KF504 | > | > | > | = | | |
| BC118 | SP n | NF | 10 | 10 | 40—160 | 350>200 | 25 | 200 | 45 | 45 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC507 | > | = | < | > | | |
| BC119 | SPE n | NF | 1 | 150 | 40—120 | >40 | 25 | 800 | 60 | 30 | | 200 | TO-5 | SGS | 2 | KFY34 | = | > | > | = | | |
| BC120 | SPE n | NF | 1 | 150 | 60>20 | 100>40 | 25 | 800 | 60 | 30 | | 200 | TO-5 | SGS | 2 | KFY34 | = | > | > | > | | |
| BC121 | SPE n | NF | 05 | 0,25 | 75—150b*<br>125—260ž*<br>240—500š*<br>470—900m* | 250 | 54 | 260 | 5 | 5 | 50 | 125 | epox | S | S-3 | — | | | | | | |
| BC122 | SPE n | NF | 0,5 | 0,25 | 75—150b*<br>125—260ž*<br>240—500š*<br>470—900m* | 250 | 45 | 260 | 30 | 20 | 50 | 125 | epox | S | S-3 | — | | | | | | |
| BC123 | SPE n | NF | 0,5 | 0,25 | 75—150b*<br>125—260ž*<br>240—500š* | 250 | 45 | 260 | 45 | 30 | 50 | 125 | epox | S | S-3 | — | | | | | | |
| BC125 | SPE n | NF | 1 | 150 | 60>30 | >40 | 25 | 300 | 50 | 30 | | 125 | epox | SGS | 2 | KF506 | > | > | > | = | | |
| BC126 | SPE p | NF | 1 | 150 | 30—120 | 200 | 25 | 300 | 35 | 30 | 600 | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC127 | SP n | NF-nš | 1 | 0,05 | 100>60 | >30 | 25 | 75 | 25 | 20 | | 125 | epox | SGS | S 11 | — | | | | | | |
| BC128 | SP n | NF | 1 | 1 | 300>150 | >30 | 25 | 100 | 25 | 20 | | 125 | epox | SGS | S 11 | — | | | | | | |
| BC129 | SPE n | NF-nš | 5 | 2 | A:125—260*<br>B:240—500* | 250 | 45 | 135 | 45 | 45 | 100 | 125 | TO-18 | T | 2 | KC507<br>KC507 | >>> | =<br>= | =<br>= | =<br>= | | =<br>= |
| BC130 | SPE n | NF-nš | 5 | 2 | A:125—260*<br>B:240—500*<br>C:450—900* | 250 | 45 | 135 | 20 | 20 | 100 | 125 | TO-18 | T | 2 | KC508<br>KC508<br>KC508 | >>> | =<br>=<br>= | =<br>=<br>= | =<br>=<br>= | | =<br>=<br>= |
| BC131 | SPE n | NF-nš | 5 | 2 | B:240—500*<br>C:470—900* | 300 | 45 | 135 | 20 | 20 | 100 | 125 | TO-18 | T | 2 | KC509<br>KC509 | >> | =<br>= | =<br>= | =<br>= | | =<br>= |
| BC132 | SP n | NF | 10 | 1 | 60—300 | 60>40 | 25 | 200 | 30 | 25 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC507<br>KC508 | >> | >><br>< | >><br>> | =<br>= | | |
| BC134 | SP n | NF | 10 | 10 | 150—400 | 350>200 | 25 | 200 | 45 | 45 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC507 | > | = | = | = | | |
| BC135 | SP n | NF | 10 | 10 | 120>50 | 350>200 | 25 | 200 | 45 | 45 | | 125 | epox | SGS | 2 | KC507 | > | = | = | > | | |
| BC136 | SPE n | NF | 10 | 10 | 85>30 | 60>40 | 25 | 300 | 60 | 40 | | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC137 | SPE p | NF | 10 | 10 | 85>30 | >60 | 25 | 300 | 40 | 40 | 600 | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC138 | SPE n | NF | 10 | 100 | 100>35 | >40 | 25 | 800 | 60 | 30 | | 200 | TO-5 | SGS | 2 | KFY34 | = | = | > | = | | |
| BC139 | SPE p | NF | 1 | 300 | 35>20 | >200 | 25 | 700 | 40 | 40 | 500 | 200 | TO-5 | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC140 | SPE n | NF | 1 | 150 | C:40—120<br>D:100—300 | >50 | 25c | 3,7 W | 80 | 40 | 1 A | 175 | TO-5 | S | 2 | — | | | | | | |
| | | | 1 | 100 | 6:40—100<br>10:63—160 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BC141 | SPE n | NF | | | 16:100—250 | >50 | 25c | 3,7 W | 100 | 60 | 1 A | 175 | TO-5 | S | 2 | — | | | | | | |
| BC142 | SPE n | NF | 2 | 200 | 80>20 | 85 | 25 | 800 | 80 | 60 | | 200 | TO-5 | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC143 | SPE n | NF | 1 | 300 | 40>20 | 200 | 25 | 800 | 60 | 60 | 1 A | 200 | TO-5 | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC144 | SPE n | NF | 1 | 300 | 55>20 | 100 | 25 | 800 | 70 | 40 | 1,2 A | 200 | TO-5 | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC145 | SPE n | NF | 30 | 5 | 90>30 | 80 | 45 | 240 | 120 | 120 | | 125 | epox | SGS | 2 | — | | | | | | |
| BC146 | SPE n | NF | 0,5 | 0,2 | 80—200 črv<br>140—350 ž<br>280—550 z | 150 | 25 | 50 | 20 | 20 | 50 | 125 | epox | V | 16 | — | | | | | | |
| BC147 | SE n | NF-nš | 5 | 2 | A:180*<br>B:290* | 300>150 | 25 | 220 | 45 | 50 | 100 | 125 | SOT-25 | S, T | 19 | KC507<br>KC507 | >> | =<br>= | =<br>= | =<br>= | | =<br>= |

UJT. Jeho hlavní předností je především podstatně menší rozptyl základních parametrů při výrobě. Podstatně menší jsou u tranzistoru CUJT také teplotní změny parametrů a při menších tolerancích je snadnější i jejich kompenzace. Příznivější jsou i kmitočtové vlastnosti – mezní kmitočet je zde přibližně dvojnásobný. Určitou nevýhodou je však poněkud menší průrazné napětí emitoru, pohybující se kolem 8 až 9 V na rozdíl od 30 V u standardních UJT. Zapojí-li se však do série s emitorem CUJT ochranná polovodičová dioda, je možné i zde připustit napětí asi 30 V, aniž by došlo k průrazu emitoru. Vlastnosti prvků podle obou alternativ jsou přehledně v tab. 1.

Specifickou předností tranzistoru CUJT v našich podmínkách je i okolnost, že jej lze snadno modelovat pomocí klasických prvků (tranzistorů n-p-n – p-n-p a dvou odporů). Díky tomu je možné získat základní zkušenosti s tímto prvkem ještě dříve, než se objeví na našem trhu.

### Programovaný UJT-PUT

Pod označením „programovaný UJT" (dále PUT) uvedla koncem roku 1967 firma General Electric na trh nový polovodičový prvek struktury p-n-p-n s charakteristikami podobnými klasickému UJT. Jeho specifickou předností je okolnost, že vhodnou volbou vnějších odporů zapojených mezi bázemi je možné ovlivňovat požadovaným způsobem jeho vlastnosti, zejména vnitřní napěťový poměr $\eta$, úroveň špičkového a saturačního proudu a celkový odpor mezi bázemi. Tranzistor PUT se svou fyzikální podstatou sice neshoduje s tranzistorem UJT, popř. CUJT, elektrickými vlastnostmi se jim však velmi podobá. Přitom jsou některé tyto vlastnosti výhodnější než u konvenčních tranzistorů s jedním přechodem.

### Závěr

Článek shrnuje základní vlastnosti tranzistoru s jedním přechodem a některé jeho modifikace. V tabulce 2 jsou základní elektrické vlastnosti několika nejběžnějších typů tohoto perspektivního polovodičového prvku.

*Literatura*


[1] *Spofford, W. R.; Stašior, R. A.:* A switch in time. Electronics **19**/1968, (únor), str. 116 až 119.

[2] *Obernik, H.:* Eine Übersicht über den Unijunction Transistor. Radio u. Fernsehen **17** (1968), č. 23, str. 709 až 710.

[3] *Spofford, W. R.:* Unlocking the gates for UJT's. Electronics, duben 1968, str. 56 až 60.

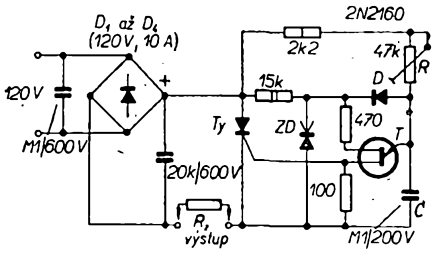

# ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ ZE SVĚTA

### Dálkové ovládání osvětlení

Tyristory umožňují i jednoduché ovládání velkých výkonů, lépe řečeno umožňují plynule měnit např. intenzitu osvětlení v divadlech, ve fotografických ateliérech, rychlost otáčení motorů atd.

Uvedeme-li tyristor do vodivého stavu na začátku kladné půlvlny usměrněného napětí, projde jím do zátěže výkon, odpovídající trvání kladné půlvlny. Uvedeme-li jej do vodivého stavu se zpožděním (spouštěcím obvodem) až po začátku kladné půlvlny, je i výkon odevzdaný do zátěže úměrně menší; čím je zpoždění větší, tím menší výkon do zátěže projde.

Příklad obvodu, který pracuje až asi do odběru proudu 2 A, je na obr. 1.

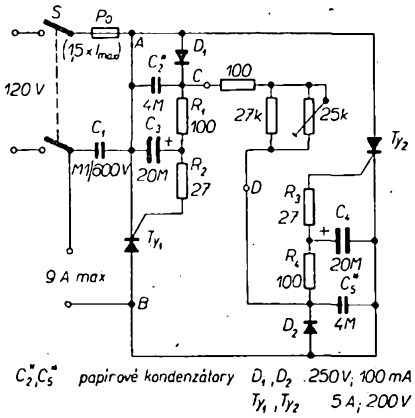



*Obr. 1.*

Střídavý proud ze sítě se usměrňuje můstkovým usměrňovačem a pulsující usměrněný proud se přivádí na tyristor. Tyristor a zátěž jsou s výstupem můstku zapojeny v sérii. Ovládací pulsy ke spínání tyristoru se získávají činností tranzistoru UJT (2N2160) a členem *RC*, jehož časovou konstantu lze měnit změnou odporu *R* (47 kΩ). Pro správnou činnost obvodu je třeba, aby pulsující napětí nebylo vyhlazeno filtračním kondenzátorem. Změnou časové konstanty obvodu *RC* se mění i počet pulsů, které spouštějí tyristor – ten vede buďto po celou dobu kladné půlvlny usměrněného napětí, nebo jen po její část – odevzdávaný výkon se mění od maxima do minima plynule a jednoduše.

K ochraně tranzistoru UJT slouží Zenerova dioda ($U_z$ = 30 V) a dioda *D*. V sítích, u nichž se neprojevuje kolísání nebo napěťové špičky, mohou být tyto diody v regulátoru vynechány.

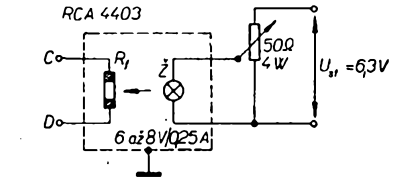
V tomto zapojení lze přístroj použít jen k napájení čistě odporových zátěží;




*Obr. 2.*

při indukčních zátěžích je třeba zapojit paralelně k zátěži ochrannou diodu v závěrném směru. Dioda chrání regulační obvod při napěťových špičkách, vznikajících na indukčnosti při zapnutí a prudkých změnách proudu zátěže.

Podobně pracuje regulační obvod bez zvláštního síťového usměrňovače podle obr. 2. Výkon zátěže lze ovládat trimrem 25 kΩ nebo kontrolním obvodem (obr. 3), který se připojuje do bodu *C*



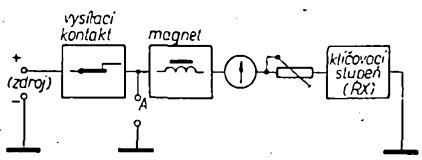

*Obr. 3.*

a *D* (obr. 2). V tomto případě je manipulace s kontrolním obvodem zcela bezpečná; v předcházejícím případě bylo na regulačním potenciometru téměř plné napětí sítě.

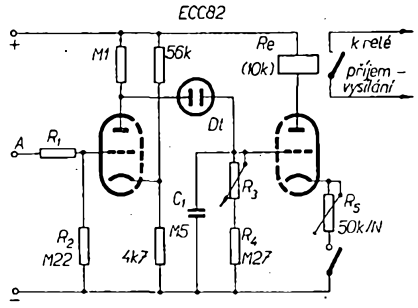
*Radio-Electronics č. 4/66.*

### „VOX" pro RTTY

Většině amatérů jsou známy výhody VOX při provozu SSB. Je velmi pohodlné, můžete-li pracovat a nestarat se přitom o přepínání z příjmu na vysílání. Podobné zařízení pro radiodálnopisný provoz zkonstruoval německý radioamatér DJ9XB podle K1PLP. Blokové schéma zapojení je na obr. 1. V sérii se zdrojem jsou zapojeny vysílací kontakt dálnopisu, cívka dálnopisu, klíčovací obvod přijímače a reostat s měřidlem k nastavení potřebného proudu cívkou dálnopisu. Mezi body *A*, kladný a záporný pól zdroje se připojí obvod podle obr. 2. Je-li vysílací kontakt dálnopisu sepnut, je v bodě *A* a tedy i na vstupu obvodu z obr. 2 plné napájecí napětí zdroje. Rozepne-li se vysílací kontakt, zmenší se napětí skokem na nulu. Tím ztratí obvod z obr. 2 anodové napětí, relé v anodě druhé poloviny elektronky ECC82 odpadne a doutnavka *Dt* zhasne. I když se v následujícím okamžiku při psaní na dálnopisu opět v bodě *A* krátkodobě objeví plné napájecí napětí, nestačí




*Obr. 1.*




*Obr. 2.*

to k tomu, aby relé sepnulo (vzhledem k časové konstantě obvodu). Je tedy trvale přepnuto do polohy „vysílání". Přestanete-li nyní psát, vysílací kontakt zůstane trvale sepnut, obvod dostává plné napájecí napětí a po určité době (dané časovou konstantou) sepne relé do polohy příjem. Přepínání klíčovacího stupně přijímače nemá na tento stav vliv, protože (jak je zřejmé z blokového schématu) v bodě *A* je trvale napětí zdroje. Není proto třeba „antitripu" jako při provozu SSB.

*DL QTC 12/68* *-ra*

# Elektrónkový prijímač pre VKV

**Ing. Viliam Petrík**

*Prijímač popísaný v tomto článku sa v mnohom podobá populárnej „dvojlampovke", ktorej éra sa skončila príchodom tranzistorov. Zostaviť tzv. druhý prijímač je o mnoho jednoduchšie s tranzistormi ako s elektrónkami. Napriek tomu som sa rozhodol popísať prijímač s elektrónkami pre jeho spoľahlivosť a hlavne preto, že je určený pre príjem kmitočtove modulovaného rozhlasu VKV. Túto možnosť ocení ten, koho starší prijímač rozsah VKV nemá a stráca možnosť kvalitného príjmu staníc ČS I a ČS II.*

Prijímač má dve časti, ktoré sa môžu používať i jednotlivo ako prístavok VKV a zosilňovač pre gramofón. Vysokofrekvenčný zosilňovač a superreakčný detektor je osadený elektrónkou $E_1$ (ECF82), dvojstupňový nízkofrekvenčný zosilňovač je osadený elektrónkou $E_2$ (ECL82).

Pre prijímač je určený jednoduchý zdroj len so žeraviacim transformátorom ST63 a jednocestným usmernením priamo zo sieťového napätia. V tomto prípade je samozrejme nutné dodržiavať všetky pravidlá bezpečnosti pri stavbe i pri používaní. Pri stavbe prístavku VKV využijeme žeraviaceho i anódového zdroja v pôvodnom prijímači. Anódové napätie pripojíme do bodu 200 V pred odpor $R_{10}$. Výstup nf zapojíme do zdierok pre gramofón a prepojením prijímača na „gramo" pracuje prijímač na VKV. Aby boli zachované všetky podmienky trvalého kvalitného príjmu, je anódové napätie pre superreakčný detektor stabilizované stabilizátorom $E_3$. Môžeme použiť akýkoľvek stabilizátor so stabilizačným napätím v rozsahu 70 až 100 V. Ako príklad uvádzam STV 70/6, 12TA31, Str108/30 a iné, i inkurantné typy.

Vysokofrekvenčnej časti, ktorá je pri stavbe najnáročnejšia, lebo od jej prevedenia závisí i kvalita príjmu, venujem v popise najväčšiu pozornosť.

Základom pre zapojenie vysokofrekvenčnej časti sa mi stala literatúra [1], [2], [4]. Zapojenie v [1] som postavil a vyskúšal, no v praktickom používaní sa mi vôbec neosvedčilo. Superreakčný detektor v tomto zapojení je nepreladiteľný a kmitočtove veľmi nestabilný. Preto som celé zapojenie niekoľkokrát prepracoval až do výslednej schémy na obr. 1. Pri prepracovávaní zapojenia som vopred vylúčil možnosť zapojenia ako fremodyn po zlých skúšenostiach s týmto zapojením podľa [3].

Pentódový vysokofrekvenčný oddeľovací zosilňovač je osadený elektrónkou $E_{1a}$. Signál sa z antény dostáva cez cievku $L_1$ na ladený obvod $L_2$, $C_g + C_p$, kde $C_g$ je kapacita mriežky a $C_p$ parazitná kapacita zapojenia. Celý vstupný obvod je naladený na stred pásma 66 až 73 MHz. Ako zaťažovacia impedancia je v anóde pentódy zapojený odpor $R_2$. Z neho signál postupuje kondenzátorom $C_3$ do ladeného obvodu superreakčného detektora. Anódové napätie pre pentodu sa odoberá cez filter $R_{10}$, $C_{12}$. Zosilnenie tohto stupňa je iba niekoľkonásobné z dôvodu väčšej šírky pásma a dobrého oddelenia superreakčného detektora od antény. Zosilňovač takto iba impedančne prispôsobuje anténu k obvodu $L_3$,$C_1$,$R_5$, ktorý tvorí ladený obvod pre superreakčný detektor. Odpor $R_6$ slúži ako vf tlmivka pre oddelenie vysokofrekvenčnej časti od nízkofrekvenčného zaťažovacieho odporu $R_7$. Zbytok vysokofrekvenčnej zložky sa filtruje filtrom $R_9$,$C_5$. Cez kondenzátor $C_6$ sa nízkofrekvenčný signál dostáva na vstup nízkofrekvenčného zosilňovača, ktorý je v bežnom zapojení až na potenciometer $R_{11}$, kde je priamo na bežec zapojená prvá mriežka.

Pri nastavovaní prijímača musíme venovať pozornosť prakticky iba obvodu superreakčného detektora. $R_5$, $R_4$ a $C_4$, ktoré sú v schéme označené hviezdičkou, je potrebné nastaviť až po zapojení celého obvodu. Časová konštanta určená obvodom $C_4$,$R_4$ ovplyvňuje nasadenie superreakčných kmitov detektora. Stupeň superreakcie nastavujeme trimrom $C_4$, čo je bežný hrniečkový dolaďovací kondenzátor. Od jeho nastavenia závisí v najväčšej miere kvalita príjmu. Odpor $R_4$ bude potrebné zmeniť iba veľmi zriedka a aj to len málo. Tlmiaci odpor ladeného obvodu $R_5$ sa pohybuje v rozmedzí 5 až 47 kΩ. Jeho zaradenie sa občas uvádza v literatúre, kde sa jeho funkcia vysvetľuje ako tlmiaca impedancia pre zvýšenie superreakčného kmitočtu.

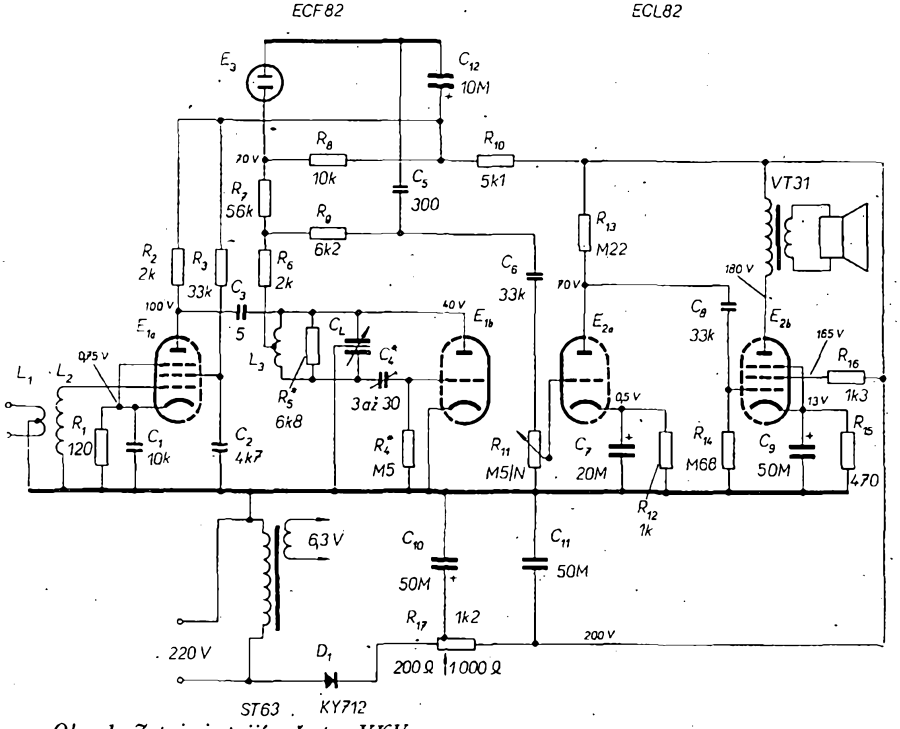
Superreakčný detektor, ktorý sa pri uvádzaní do chodu chová nestabilne, má práve malý tlmiaci odpor. V praxi to poznáme podľa toho, že sa nám jedna stanica pri prelaďovaní objaví niekoľkokrát, čo znamená viacvrcholovú rezonančnú krivku.

Ladiaci kondenzátor je duál zapojený ako splitstator (tento duál sa používa v prijímačoch novej konštrukcie v ladiacom dieli). Jednu sekciu duálu 2 × 15 pF zapojíme na mriežkový vývod cievky $L_3$ a druhú sekciu na jeho anódový vývod. Takto pri uzemnenom rotore dostávame symetricky ladený obvod s pripojením anódového napätia do stredu cievky $L_3$. Cievka $L_2$ je navinutá na kostričku o priemere 12 mm a má 12 závitov drôtu o ⌀ 1,2 mm CuP. Na cievku $L_2$ je nasadená igelitová izolácia a na ňu je navinutá cievka $L_1$, ktorá má 4 závity drôtu o ⌀ 1 mm s odbočkou uprostred. Cievku $L_3$ navinieme na kostričku o priemere 8 mm drôtom o ⌀ 1 mm CuP. Pri zapojovaní superreakčného detektora a vysokofrekvenčného zosilňovača musíme dodržať zásadu čo najkratších spojov. Vstupné cievky $L_1$ a $L_2$ umiestnime oproti cievke $L_3$.

Popísaný prijímač sa pri pozornom nastavení môže zrovnávať so superhetovým prevedením. Vďaka rýchlemu prechodu zo stavu generácie do stavu necitlivosti je odolný proti poruchám; jeho citlivosť sa pohybuje v rozmedzí niekoľkých μV. A pretože odstupy na pásmach VKV sú väčšie, ani jeho jediný nedostatok – menšia selektivita – nie je prekážkou pri používaní. Vyžarovanie do okolia je pri zachovaní zásad stavby VKV zanedbateľné. Pri praktickom odskúšaní vyžarovania som dosiahol rušenia v televíznom prijímači až po vzájomnom prepojení anténnych zdierok a aj to len vo veľmi malej miere. V praxi používam popísaný prijímač už niekoľko rokov a jeho dlhodobá stabilita je výborná. Ako anténu je možné v silnom poli použiť kus drôtu (asi 2 m), pri väčšej vzdialenosti od vysielača je potrebné použiť dipól hlavne preto, lebo odrazy tu už spôsobujú badateľné skreslenia.

*Literatúra*


[1] Amatérské radio 7/64, str. 189.
[2] *Petrík, V.:* Superreakčný prijímač. Praha: Naše vojsko 1957.
[3] Sdělovací technika 5/60, str. 177.
[4] Sdělovací technika 6/62, str. 237.


*Obr. 1. Zapojenie prijímača pre VKV* (anténu je nutné oddělit 2 × 47 pF/1 000 V)

# ČÍSLICOVÁ elektronika

## NEDEKADICKÉ DEKÁDY

Ing. J. Černý

*Čtenář se jistě pozastaví nad nelogičností názvu tohoto článku. Pod pojmem „dekáda" se rozumí přepínatelná sada drobných součástek. Její název je odvozen od skutečnosti, že systém přepínačů a hodnot je založen na desítkové, dekadické číselné soustavě. V našem případě jde o podobné přepínatelné sady drobných součástek (odporů), jejichž zapojení a řada hodnot však odpovídá nedekadické soustavě čísel.*

Podstata různých číselných soustav (zvláště dvojkové) byla v AR již vysvětlena [1]. Můžeme proto přistoupit k výkladu jejich použití pro náš záměr. Nejlépe k tomu poslouží tab. I; jsou v ní zapojení, jimiž lze získat mezi svorkami *1* a *2* osm hodnot odporů od 0 do 7 Ω po 1 Ω.

V prvém případě jde o zapojení odpovídající desítkové soustavě. K nastavení potřebného počtu odporů potřebujeme osm kontaktů a osm odporů (že první z nich má nulovou hodnotu, to vyplývá ze zvoleného příkladu a nemusí platit obecně).

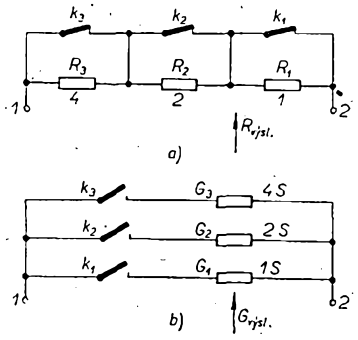
V dalším příkladu je zapojení založené na trojkové číselné soustavě. Tato soustava „zná" jen číslice 0; 1; 2. K získání osmi (zde dokonce devíti) hodnot potřebujeme 2 × 3 = 6 kontaktů a čtyři odpory.

Konečně v posledním případě jde o „dekádu" založenou na dvojkové číselné soustavě. V různých polohách přepínačů $Př_1$ až $Př_3$ lze opět nastavit kteroukoli z hodnot odporů od nuly do 7 Ω. K tomu potřebujeme jen 3 × 2 = 6 kontaktů a tři odpory.

Z těchto příkladů je zřejmé, že vhodnou volbou číselné soustavy lze zmenšit počet prvků potřebných k nastavení určitého počtu hodnot. Této skutečnosti se v jiných oborech využívalo již dříve. Tak např. sada závaží nemá deset kusů, ale jen čtyři, nejčastěji odstupňované po hodnotách 1 – 2 – 2 – 5, z nichž lze potřebných deset hodnot sestavit. Tato praxe se začíná s rozvojem číslicových principů používat i v elektronice.

Vhodnou schematickou úpravou zapojení c) v tab. 1 dojdeme ke skutečnému zapojení dekády ve dvojkové soustavě (obr. 1). K nastavení osmi hodnot stačí tři spínače a tři odpory.

V prvním případě (obr. 1a) jsou odpory zapojeny v sérii a v klidu jsou spínače zkratovány. Podle kombinace rozpojených kontaktů lze nastavit stejných osm hodnot odporů jako v předcházejícím příkladě.

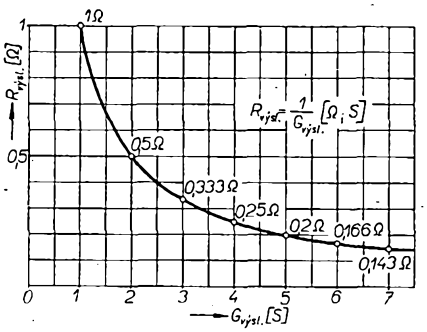



*Obr. 1. Dvojková dekáda: a) sériové zapojení, b) paralelní zapojení*

Ve druhém případě (obr. 1b) jsou odpory zapojeny paralelně. Znamená to, že se jejich vodivosti sčítají, takže získáme osm hodnot od 0 S (nekonečný odpor) do 8 S $\left(1\ \mathrm{S} = 1\ \text{siemens, jednotka vodivosti; } 1\ \mathrm{S} = \frac{1}{1\ \Omega}\right)$. Výsledná vodivost $G_{výsl}$ se mění lineárně. Odpor mezi svorkami *1* a *2*

$$R_{výsl} = \frac{1}{G_{výsl}}$$

však závisí na převrácené hodnotě vodivosti a mění se tedy hyperbolicky (obr. 2).




*Obr. 2. Závislost odporu a vodivosti dvojkové dekády podle obr. 1b*

Pro které z obou uspořádání se v praxi rozhodneme, to závisí na konkrétních požadavcích a účelu, pro jaký dekádu stavíme.

Lze tedy shrnout, že zapojení využívající dvojkové soustavy vystačí ve srovnání se soustavou dekadickou za stejných podmínek s menším počtem kontaktů i přesných odporů.

Použijeme-li *n* kontaktů a *n* normálových odporů, získáme $2^n$ různých nastavitelných hodnot. Hodnota prvního z normálových odporů $R_1$ na obr. 1a současně odpovídá rozdílu, o který budou jednotlivé hodnoty odstupňovány.

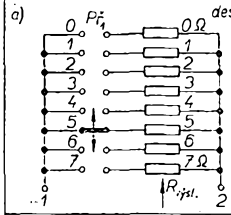
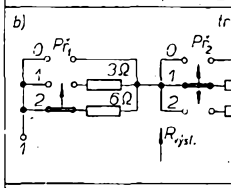
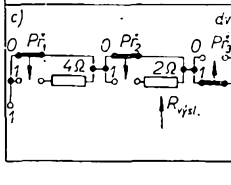
Pak další normálové odpory mají hodnoty

$$R_2 = R_1 \cdot 2^1 = 2R_1,$$
$$R_3 = R_1 \cdot 2^2 = 4R_1, \text{ atd.} \qquad (1)$$

Kteroukoli z nastavených hodnot lze vyjádřit vztahem

$$R_{výsl} = \begin{pmatrix} 0 \\ \text{nebo} \\ 1 \end{pmatrix} R_1 + \begin{pmatrix} 0 \\ \text{nebo} \\ 1 \end{pmatrix} R_2 + \begin{pmatrix} 0 \\ \text{nebo} \\ 1 \end{pmatrix} R_3 \qquad (2),$$

Tab. I.

| Zapojení | Číslicová soustava | Poloha přepínače $Př_1$ | $Př_2$ | $Př_3$ | $R_{výsl.}$ [Ω] |
|---|---|---|---|---|---|
| a)  | desítková | 0 | - | | 0 |
| | | 1 | | | 1 |
| | | 2 | | | 2 |
| | | 3 | | | 3 |
| | | 4 | | | 4 |
| | | 5 | | | 5 |
| | | 6 | | | 6 |
| | | 7 | | | 7 |
| b)  | trojková | 0 | 0 | | 0 |
| | | 0 | 1 | | 1 |
| | | 0 | 2 | | 2 |
| | | 1 | 0 | | 3 |
| | | 1 | 1 | | 4 |
| | | 1 | 2 | | 5 |
| | | 2 | 0 | | 6 |
| | | 2 | 1 | | 7 |
| | | 2 | 2 | | 8 |
| c)  | dvojková | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | 0 | 1 | 0 | 2 |
| | | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | | 1 | 0 | 0 | 4 |
| | | 1 | 0 | 1 | 5 |
| | | 1 | 1 | 0 | 6 |
| | | 1 | 1 | 1 | 7 |

kde 0 – nula přísluší sepnutému spínači a
1 – jednotka přísluší rozpojenému spínači příslušného odporu.

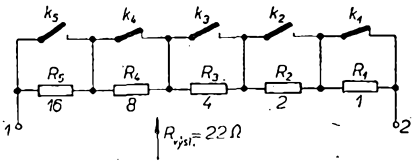
Totéž platí pro hodnoty vodivostí v zapojení na obr. 1b jen s tím rozdílem, že ve vztahu (2) patří nula rozpojenému a jednotka sepnutému spínači.

Vysvětleme si nyní, jak lze těchto skutečností využít.

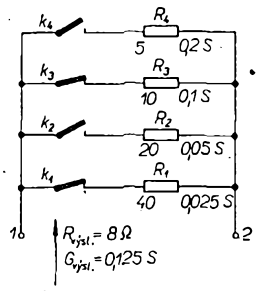
Chceme sestrojit dekádu jako zatěžovací odpor při měření výkonových zesilovačů. Vzhledem k impedancím kmitacích cívek běžně používaných reproduktorů potřebujeme odpory od několika ohmů do 25 až 30 Ω. Zvolíme proto pětistupňovou dekádu podle obr. 1a. Mají-li použité normálové odpory podle vztahu (1) hodnoty $R_1 = 1\ \Omega$; $R_2 = 2\ \Omega$; $R_3 = 4\ \Omega$; $R_4 = 8\ \Omega$; $R_5 = 16\ \Omega$, lze jimi nastavit ve stupních po 1 Ω všechny odpory v rozsahu od 0 do 31 Ω. Normálové odpory navineme na společné pertinaxové tělísko bifilárně (bezindukčně). Velikost nastaveného odporu přečteme z polohy jednotlivých spínačů tak, že sčítáme hodnoty normálových odporů, jejichž spínače jsou rozpojeny. Na obr. 3 je tedy nastaven odpor 16 + 4 + 2 = 22 Ω.

Stejná dekáda v desetinné soustavě by si vyžádala 13 normálových odporů (10 × 1 Ω a 3 × 10 Ω), jeden desetipólohový přepínač a jeden třípólový přepínač (v praxi tedy dva desetipólové přepínače).

V jiném případě potřebujeme proměnný odpor k nastavení nabíjecích proudů akumulátorů. Opatřit si výkonový posuvný odpor nebo přepínač,

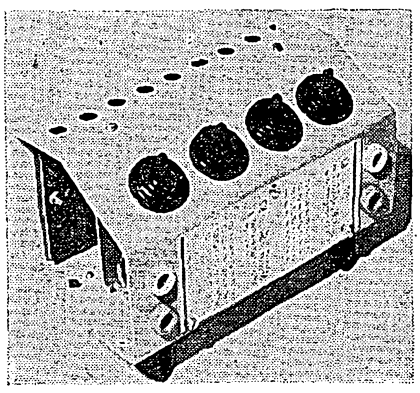



*Obr. 3. Pětistupňová odporová dekáda v sériovém zapojení*




*Obr. 4. Čtyřstupňová odporová dekáda v paralelním zapojení*

který by snesl proud několika ampér, je nesnadné. Opět lze použít dvojkovou dekádu, která vystačí se síťovými spínači. Aby při nesprávné manipulaci nebyly vstupní svorky dekády zkratovány, použijeme zapojení podle obr. 1b. Navíc tím získáme menší hodnoty odporů s jemnějším dělením a – podle Ohmova zákona – budou nastavené proudy rovnoměrně odstupňovány podle vodivostí.



*Obr. 5. Konstrukční uspořádání odporové dekády z obr. 4*

V popisovaném případě bylo zvoleno čtyřstupňové zapojení podle obr. 4. Zvolme jmenovité odpory normálů $R_1 = 5\ \Omega$ (0,2 S); $R_2 = 10\ \Omega$ (0,1 S); $R_3 = 20\ \Omega$ (0,05 S); $R_4 = 40\ \Omega$ (0,025 S), které dovolí nastavení $2^4 = 16$ hodnot vodivostí v rozsahu od nuly do 0,375 S ve stupních po 0,025 S. Tab. 2 ukazuje odpory a vodivosti, které lze s těmito hodnotami dosáhnout. Přitom v naznačených kombinacích značí nula (0) rozpojený a jednotka (1) spojený kontakt.

Pracné výrobě výkonových normálů se vyhneme použitím odporů TESLA typu TR616/10 W. Z jejich řady E12 lze vybrat hodnoty, které se zvoleným blíží; $R_1 = 4{,}7\ \Omega$; $R_2 = 10\ \Omega$; $R_3 = 22\ \Omega$; $R_4 = 39\ \Omega$. Odchylky skutečných hodnot se od údajů v tabulce neliší o více než 5 %.

Skutečný vzhled dekády je na obr. 5. Kryt je z hliníkového plechu. Nakloněný panel nese čtyři síťové spínače. Při zadní stěně – odděleny od spínačů, zdířek a propojovacích vodičů svislou mezistěnou – jsou na pájecí desce normálové odpory. K ochlazování slouží otvory v horní a dolní stěně. Na přední stěně je pod průhledným krytem tabulka nastavitelných odporů.

Popsali jsme si jeden z příkladů, kdy dvojková číslicová soustava přináší zjednodušení obvodového řešení a možnost použití prostých mechanických nebo polovodičových spínačů místo složitých vícepolohových přepínačů. Jak lze tohoto principu využít k sestrojení číslicového voltmetru, o tom si povíme v některém z dalších čísel AR.

*Literatura*


[1] *Kraus, K.:* Aritmetická jednotka pro demonstraci činnosti číslicového počítače. AR 3/69, str. 94 až 98.


*Tab. 2. Odpory a vodivosti dekády v zapojení podle obr. 4*

| Poloha kontaktů | | | | Hodnota | | Poloha kontaktů | | | | Hodnota | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_4$ | $k_3$ | $k_2$ | $k_1$ | $R_{výsl}$ [Ω] | $G_{výsl}$ [S] | $k_4$ | $k_3$ | $k_2$ | $k_1$ | $R_{výsl}$ [Ω] | $G_{výsl}$ [S] |
| 0 | 0 | 0 | 0 | ∞ | 0,000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5,00 | 0,200 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 40,00 | 0,025 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4,44 | 0,225 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 20,00 | 0,050 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4,00 | 0,250 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 13,33 | 0,075 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3,63 | 0,275 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 10,00 | 0,100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3,33 | 0,300 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 8,00 | 0,125 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3,08 | 0,325 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6,66 | 0,150 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2,86 | 0,350 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 5,71 | 0,175 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,67 | 0,375 |

Platí pro zapojení podle obr. 4, kde značí:
0, nula – kontakt rozpojen
1, jednotka – kontakt spojen

# STABILIZOVANÝ ZDROJ stejnosměrného napětí


**Jan Hájek**



*V článku je popsán jednoduchý stabilizovaný zdroj odolný proti zkratům, vhodný k napájení většiny běžných tranzistorových rozhlasových přijímačů. Bude však dobře sloužit i k opravářské práci nebo v amatérské laboratoři při zkoušení nových zapojení s tranzistory.*

*O stabilizátorech se Zenerovými diodami bylo již napsáno mnoho článků, jen málo jich však obsahuje konkrétní návod na stavbu stabilizovaného zdroje, což je pro praxi nejdůležitější.*

*A pokud se praktické návody vyskytnou, jde vždy o stabilizaci jednoho napětí a žádný z návodů nepočítá s jednoduchým získáním různých napětí, potřebných k napájení různých přístrojů, zejména rozhlasových přijímačů, u nichž se ustálila napájecí napětí 3 V, 6 V a 9 V.*

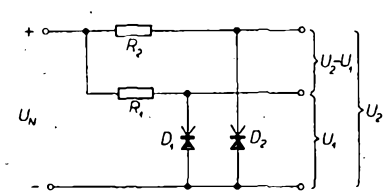
*Standardizace napájecích napětí umožňuje sestrojit jednoduchý napájecí zdroj s výstupem pro tři nejběžnější napětí.*

*Princip funkce stabilizátorů je všeobecně známý a lze jej i s potřebnými teoretickými úvahami, výpočtem a příklady použití najít např. v literatuře [1], [2], [3], [6].*


## Popis zapojení

Princip zapojení je na obr. 1. Je to diferenciální stabilizátor ([1], str. 77) se dvěma Zenerovými diodami, jejichž Zenerovo napětí je $U_1$ a $U_2$. Jsou napájeny ze společného zdroje stejnosměrného napětí $U_N$. Na výstupu dostáváme tři stabilizovaná napětí: $U_1$, $U_2$ a jejich rozdíl $U_2 - U_1$.

Zvolíme-li napětí $U_1 = 6$ V a napětí $U_2 = 9$ V (což lze zajistit výběrem Zenerových diod), bude jejich rozdíl $U_2 - U_1 = 9 - 6 = 3$ V a to je právě třetí potřebné napětí pro napájení přenosných přijímačů. Jednoduchost získání napětí 3 V se však „platí" horší stabilizací, neboť vnitřní odpor zdroje rozdílového napětí $U_2 - U_1$ je součtem vnitřních odporů stabilizovaných zdrojů napětí $U_1$ a $U_2$.




*Obr. 1. Základní zapojení diferenciálního stabilizátoru*

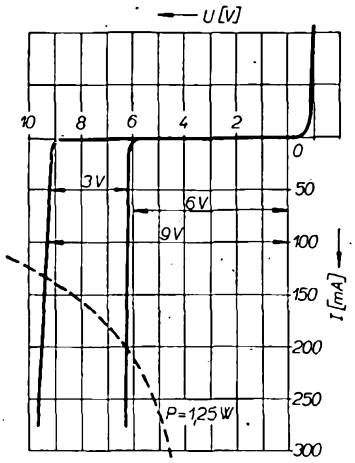
Na obr. 2 jsou charakteristiky dvou Zenerových diod se Zenerovým napětím 6 V a 9 V. Zenerovu diodu se Zenerovým napětím 6 V lze vybrat z typů 1NZ70 nebo 2NZ70, s napětím 9 V z typů 4NZ70 nebo 5NZ70.

Příčný proud protékající Zenerovými diodami volíme podle toho, jaké máme požadavky na výstupní proud stabilizátoru. Většině přijímačů stačí k napájení proud menší než 100 mA, takže zvolíme proud Zenerovými diodami v rozmezí 100 až 150 mA. Pokud bychom potřebovali větší stabilizovaný proud, můžeme použít Zenerovy diody řady NZ70 bez chlazení až k hyperbole výkonové ztráty 1,25 W (na obr. 2 čárkovaně) nebo použít tabulky maximálních přípustných proudů bez chlazení nebo s dobrým chlazením [3].

Předřadný odpor vypočítáme přibližně z daného napětí stejnosměrného zdroje $U_N$ při plném zatížení, Zenerova napětí použité diody $U_Z$ a zvoleného příčného proudu $I_Z$:

$$R = \frac{U_N - U_Z}{I_Z}.$$

Ztrátový výkon na odporu je dán požadavkem odolnosti stabilizovaného zdroje proti zkratům. Odpor musí být dimenzován tak, aby vydržel i trvalý




*Obr. 2. Charakteristiky Zenerových diod s $U_z = 6$ V a $U_z = 9$ V*

zkrat na výstupu (kdy Zenerova dioda nepracuje, neboť je na ní nulové napětí). V tom případě je předřadný odpor připojen paralelně ke zdroji napájecího napětí $U_N$ a protéká jím maximální zkratový proud stabilizátoru

$$I_{max} = \frac{U_N}{R}$$

a proto výkon, na který musí být dimenzován, je:

$$P = I^2_{max} R = \frac{U^2_N}{R}.$$

Zajímavým případem je zkrat v obvodu diferenciálního napětí $U_2 - U_1$, kde jsou spojeny paralelně nejen oba odpory, ale i Zenerovy diody $D_1$ a $D_2$ (obr. 1). Dioda s větším Zenerovým napětím v tomto případě nevede a druhou diodou protéká zvětšený proud, odpovídající paralelnímu spojení odporů $R_1$ a $R_2$. Ani tento proud nesmí překročit maximální dovolený proud Zenerovy diody s menším Zenerovým napětím (je tedy dobré nešetřit na chlazení).

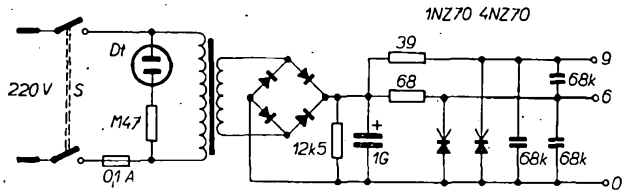
Velikost napájecího napětí $U_N$ je vhodné zvolit co největší, aby bylo dosaženo co nejlepší stabilizace. Čím větší je napětí $U_N$, tím větší jsou i odpory $R_1$ a $R_2$ a tím menší jsou zkratové proudy na výstupních svorkách. Zhoršuje se však současně celková účinnost stabilizovaného zdroje.

### Zapojení

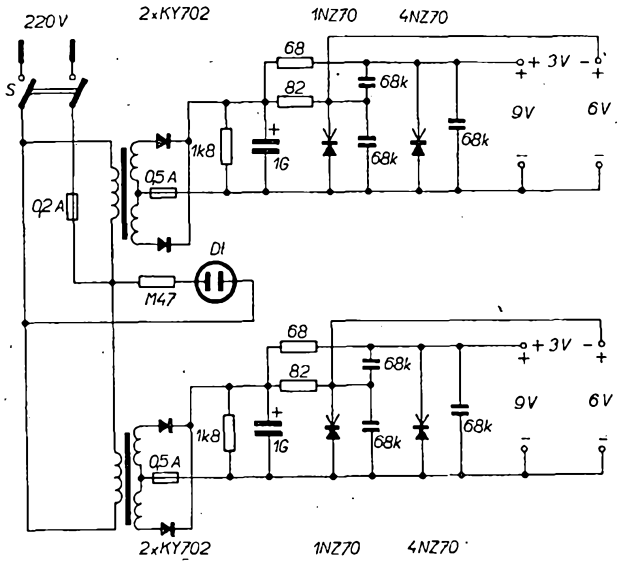
Na obr. 3 je schéma zapojení jednoduchého stabilizovaného zdroje ZZ1. Transformátor je navinut na jádře M17 × 20, primární vinutí má 3 100 závitů drátu o ⌀ 0,15 mm a sekundární vinutí 320 závitů drátu o ⌀ 0,4 mm. Indikační doutnavka je telefonní typ (TEL 15 — 03, výroba NDR) a má ochranný odpor 0,47 MΩ. K dvoucestnému usměrnění jsem použil selén v Graetzově zapojení. Odpor 12,5 kΩ slouží k vybíjení kondenzátoru 1 000 μF/25 V. Zenerovy diody byly vybrány s napětím přibližně 6 V a 9 V. Tři kondenzátory 68 nF blokují výstup proti pronikání vysokofrekvenčního rušení.

Na obr. 4 je celkové zapojení dvojitého stabilizovaného zdroje ZZ2. Jsou to dva zcela samostatné zdroje, společné je jen síťové napájení, jištění a indikace. Transformátory jsou navinuty na jádrech EI25 × 25. Primární vinutí má 1 400 závitů drátu o ⌀ 0,25 mm, sekundární 2 × 140 závitů drátu o ⌀ 0,5 mm. Samozřejmě vyhoví i jiný podobný transformátor. Po dvoucestném usměrnění diodami KY702 je na kondenzátoru 1 000 μF/25 V napětí 18 V při zatížení 0,3 A. Zenerovy diody a blokovací kondenzátory jsou stejné jako u zdroje ZZ1.

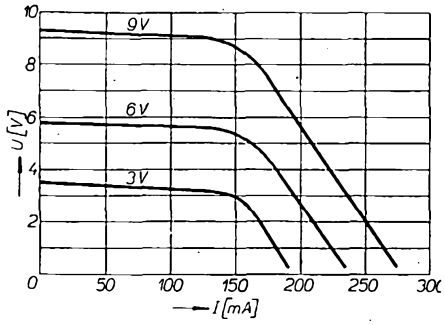
Zatěžovací, popř. přetěžovací charakteristiky jedné poloviny stabilizovaného zdroje ZZ2 jsou na obr. 5. Vidíme, že stabilizované napětí se v oblasti od 0 do 120 mA mění jen nepatrně, což vyhovuje napájení spotřebiče s kolísajícím odběrem až do odběru proudu kolem 120 nebo 140 mA. Při přetížení kteréhokoli výstupu klesá prudce napětí a ani při úplném zkratu nepřekročí proud únosnou míru (pro 9 V je to např. asi 280 mA, pro ostatní napětí ještě méně).



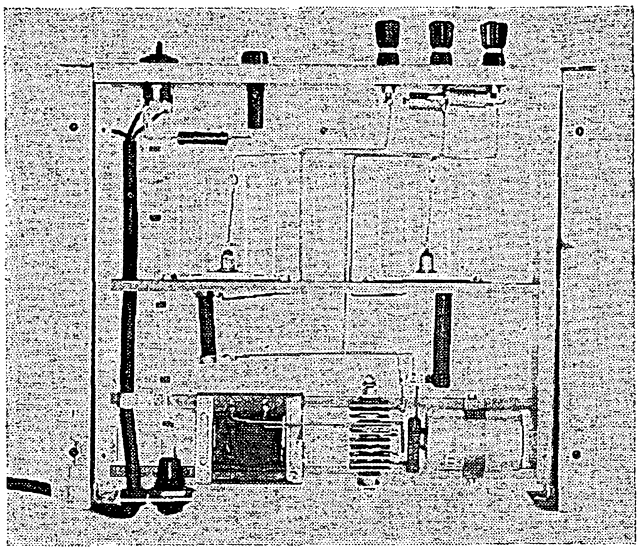

*Obr. 3. Jednoduchý stabilizovaný zdroj ZZ1*




*Obr. 4. Dvojitý stabilizovaný zdroj ZZ2*



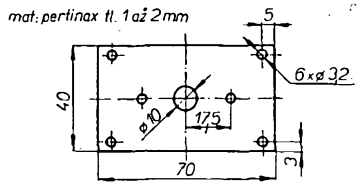

*Obr. 5. Charakteristiky poloviny stabilizovaného zdroje ZZ2*



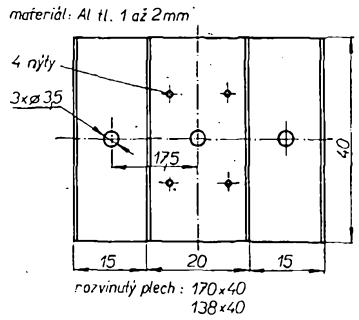
*Obr. 6. Zdroj v panelové konstrukci*

### Konstrukce

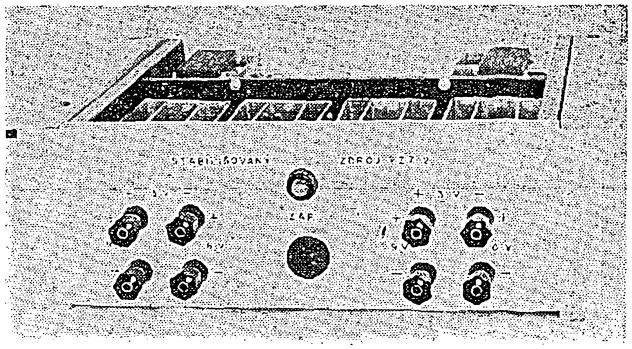
Jednoduchý stabilizovaný zdroj ZZ1 je vestavěn do panelové konstrukce [4] velikosti jedné panelové jednotky (obr. 6). Transformátor, držák síťové pojistky, selenový usměrňovač a elektrolytický kondenzátor jsou upevněny úhelníky na dvou nosných rozpěrných tyčkách v zadní části jednotky. Na dalších dvou čtyřhranných tyčkách jsou izo-



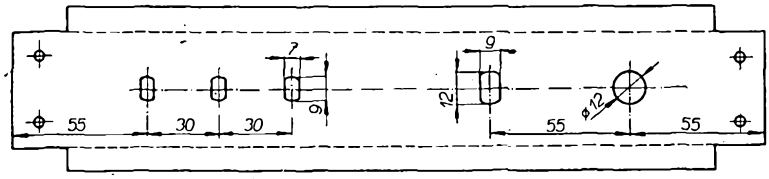

*Obr. 7. Izolační nosníky*



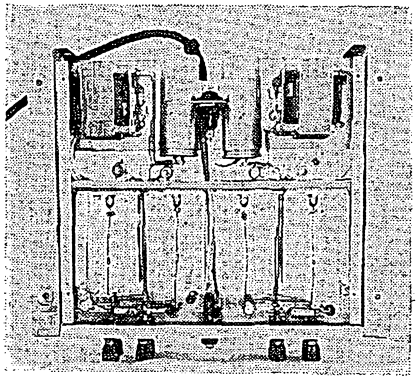

*Obr. 8. Chladič pro Zenerovy diody*



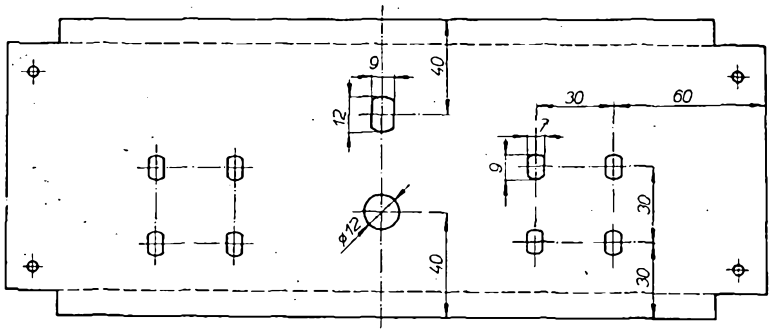
*Obr. 13. Přední panel zdroje ZZ2*



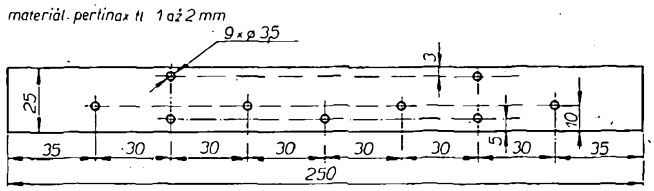

*Obr. 9. Otvory na panelu zdroje ZZ1*



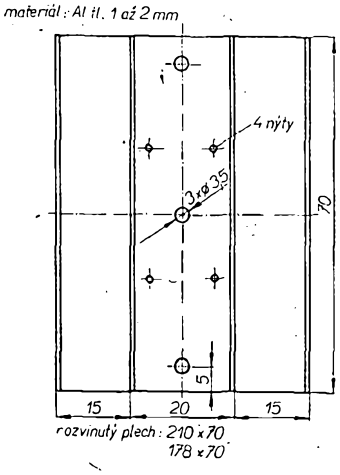
*Obr. 10. Rozmístění součástek zdroje ZZ2*




*Obr. 14. Rozmístění otvorů na předním panelu zdroje ZZ2*




*Obr. 11. Izolační destičky*




*Obr. 12. Skládaný chladič pro Zenerovy diody*

lačními nosníky (obr. 7) upevněny dva skládané chladiče [5] pro Zenerovy diody (obr. 8).

Na panelu jsou tři přístrojové zdířky pro výstup stabilizovaného napětí, objímka kontrolní doutnavky a dvoupólový síťový spínač. Rozmístění a velikosti otvorů na panelu ZZ1 jsou na obr. 9. Hlavní rozměry panelu jsou v [4].

Dvojitý stabilizovaný zdroj ZZ2 tvoří dva samostatné zcela shodné stabilizované zdroje, vestavěné společně do panelové konstrukce [4] o velikosti dvou panelových jednotek. Transformátory, elektrolytické kondenzátory a držák síťové pojistky jsou na jednoduchém šasi [4] umístěném v zadní části přístroje (obr. 10). Vpředu jsou na čtyřhranných nosnících upevněny pomocí izolačních destiček (obr. 11) čtyři skládané chladiče [5] pro Zenerovy diody (obr. 12).

Na každém transformátoru je připevněna izolační destička s jednoduchými kontakty pro pojistky 0,5 A a usměrňovacími diodami KY702. Rozměry destičky záleží na použitém transformátoru; v mém případě je to 75 × 60 mm.

Na panelu je osm přístrojových zdířek, objímka kontrolní doutnavky *Dt* a dvoupólový síťový spínač (obr. 13). Velikosti a rozmístění otvorů na panelu ZZ2 jsou na obr. 14.

Oba zdroje jsou shora i zespodu kryty hliníkovým plechem s řadami děr pro chlazení.

Konstrukce přístrojů není náročná na toleranci součástek a ke stavbě lze použít nejrůznější materiál i součástky, které máme k dispozici.

## Doplňky

Užitečným doplňkem, oceňovaným hlavně při opravářské praxi, je dvojitý kabel, zakončený na jedné straně různobarevnými banánky a na druhé „patentkami" pro připojování destičkových baterií.

Jinou potřebnou maličkostí pro měření odběru přístroje je dvouzdířka k připojení miliampérmetru s kousky kablíku, zakončenými z obou stran opět „patentkami" z miniaturních baterií.

Pro ty zájemce, kteří chtějí popisovaný zdroj postavit a nemají možnost výroby mechanických dílů, nabízí zakázkovou výrobu jednotlivých částí nebo i celého přístroje Družstvo elektronických služeb, Praha 1, pošt. přihr. 488, které dodává i socialistickým organizacím na fakturu.

*Literatura*


[1] *Horna, O.; Fibich, Z.; Šmaha, J.:* Zenerovy diody. Praha: SNTL 1966.

[2] *Karpov, N. I.:* Polovodičové stabilizátory napětí. SNTL: Praha 1967.

[3] *Schliksbier, E.:* Československé Zenerovy diody. AR 2/63.

[4] *Hájek, J.:* Panelová konstrukce. AR 3/69.

[5] *Čermák, J.:* Skládaný chladič pro tranzistory a diody. AR 3/68.

[6] *Folk, J.:* Zapojení se Zenerovými diodami. AR 5/68.

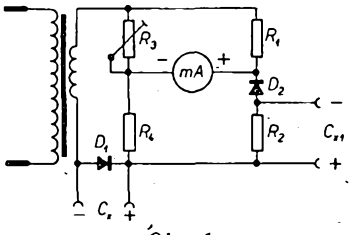
# MĚŘIČ odporů a kapacit

KONSTRUKCE z konkursu AR

Miroslav Chudoba

*Popisovaný měřič RC je jedním z jednoduchých přístrojů v můstkovém zapojení s napájením 50 Hz, který novým řešením předčí dosud publikované přístroje tohoto druhu. Přes značnou jednoduchost lze s ním obsáhnout velký rozsah měření: 1 Ω až 4 kΩ, 350 Ω až 100 kΩ; 0,3 μF až 10 μF, 10 μF až 300 μF.*

Je možné měřit kondenzátory pro všechna napětí, neboť napětí na měřicích svorkách nepřesahuje 2 V. Předností měřiče je snadná čitelnost na stupnici kapacit, kde nula je totožná s nulou klidovou a průběh stupnice jde směrem doprava. V měřiči vyhoví robustní měřidlo 1 mA/100 Ω, může však být i citlivější – pak lze při větším napájecím napětí obsáhnout několik dekád, např. měření Cod 1 000 pF. Přístroj umožňuje měřit kondenzátory v obvodech bez odpojení (se zátěží do 100 Ω) na rozsahu 10 μF až 300 μF. K měřiči může být připojen i kondenzátor omylem nabitý až do napětí 400 V. Napájecí transformátor stačí velmi malý, s průřezem jádra 13 × 12 mm a sekundárním napětím 6 V/100 mA. Funkční schéma je na obr. 1.




*Obr. 1.*

Můstek tvoří odpory $R_1$ až $R_4$ a na nulu se vyrovnává (i s ohledem na odpor diody $D_2$) proměnným odporem $R_3$.

### Měření na nižším rozsahu kapacit

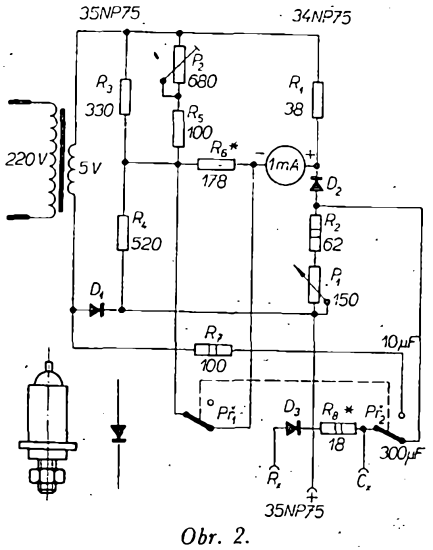
Prochází-li proud diodou $D_1$ v propustném směru, např. při horní kladné polovině periody, prochází i diodou $D_2$ a je-li můstek vyrovnán, je na měřidle nulové napětí bez ohledu na to, je-li na svorkách $C_x$ přiložen měřený kondenzátor. Při změně polarity proudu v další půlperiodě přestanou diody $D_1$ a $D_2$ vést a není-li přiložen měřený kondenzátor, ukazuje ručka měřidla opět nulu. Je-li však na svorky $C_x$ přiložen měřený kondenzátor, prochází jím podle velikosti kapacity nabíjecí proud záporné poloviny periody. Tento proud však neprochází celým můstkem, ale jen přes odpory $R_1$, $R_3$ a $R_4$, takže (podle velikosti nabíjecího proudu) ručka měřidla ukáže výchylku úměrnou kapacitě měřeného kondenzátoru. Kondenzátor se vybíjí v další kladné půlperiodě přes sekundární vinutí transformátoru a můstek. Celý cyklus se opakuje za stálé výchylky měřidla. Tato měřicí metoda využívá k měření kapacity pulsujícího proudu (jedné půlperiody) s můstkovým vyrovnáním nuly měřidla při druhé půlperiodě (přes diodu $D_2$).

### Měření na vyšším rozsahu kapacit

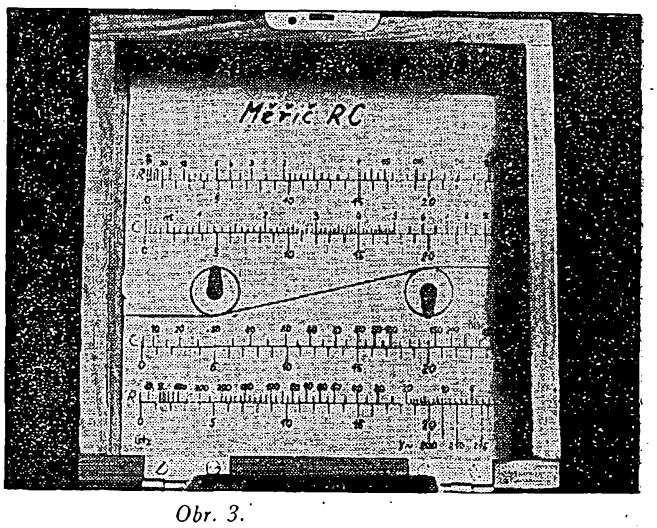
Je-li měřený kondenzátor připojen na svorky $C_{x1}$, je princip měření jiný, neboť nabíjecí napětí je menší (asi 1 V) vlivem děliče můstku z odporů $R_1$, $R_2$ a odporu diody $D_2$ (svorky $C_{x1}$ jsou připojeny paralelně k odporu $R_2$). Měřicí můstek se vyrovnává přes diodu $D_2$ (při napájení pulsujícím proudem). Měřený kondenzátor způsobuje svým nabíjecím proudem nerovnováhu můstku a tím výchylku ručky měřidla.

Vhodným navržením odporů můstku $R_1$ až $R_4$, zvětšením sekundárního napětí transformátoru nebo vyšším kmitočtem než je kmitočet sítě 50 Hz a vhodnou ochranou měřidla proti přetížení při zkratu svorek (např. připojenou křemíkovou diodou 32NP75 paralelně k měřidlu) je možné měřit na svorkách $C_x$ i malé kapacity od 10 nF, popřípadě i menší. Při zkratu svorek $C_x$ a $C_{x1}$ by nemělo být přetížení měřidla větší, než je dvojnásobek plné výchylky (není-li použita vhodná ochrana). Proto je výhodné zjistit před měřením kapacity svod kondenzátoru ohmmetrem. K tomuto účelu je do měřicího přívodu vložena dioda $D_3$ (obr. 2). Ohmmetr se sice v tomto případě napájí pulsujícím napětím, to však pro běžnou potřebu nevadí – účelem ohmmetru je v tomto případě hlavně měření svodu kondenzátorů.

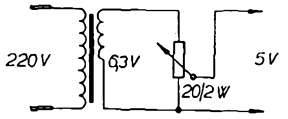
Měřič podle obr. 2 má sekundární vinutí transformátoru s napětím 5 V. Toto napětí se jednocestně usměrňuje a pulsujícím napětím se napájí můstek složený z odporů $R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$. Odporový trimr $P_2$ slouží k vyrovnání nuly zapnutého přístroje (přes odpor $R_5$). Měřicí rozsah do 10 μF se seřizuje na plnou výchylku odporem $R_6$, ovšem na úkor počáteční citlivosti tohoto rozsahu. Měřený kondenzátor se připojuje na svorky + a $C_x$ přes běžný dvojitý páčkový přepínač $Př_2$ a přes odpor $R_7$ k diodě $D_1$. Odpor $R_7$ slouží jako ochranný odpor pro diodu $D_1$, aby v případě měření nabitého kondenzátoru nemohla být zničena. Při měření na rozsahu 10 μF (páčka přepínače $Př_2$ nahoře) je potenciometr $P_1$ vytočen doprava (je zkratován). Potenciometr $P_1$ slouží k měření kondenzátorů na rozsahu do 300 μF, a to do činné zátěže 1 kΩ v měřeném obvodu. Jinak je i zde $P_1$ zkratován, neboť zátěž 1 kΩ způsobuje jen zanedbatelnou nepřesnost měření. Na rozsahu 300 μF (páčka přepínače dole) je měřený kondenzátor připojen přes přepínač $Př_2$ k odporu $R_2$, který v sérii s diodou $D_2$ tvoří jednu větev vyváženého můstku. Jedna poloha přepínače $Př_1$ vyřazuje na rozsahu 300 μF odpor $R_6$. Měření odporů je zaměřeno hlavně na zjištění svodu měřeného kondenzátoru, proto je svorka $R_x$ vedena přes diodu $D_3$, takže kondenzátor se jen nabije; projeví se to znatelným kývnutím ručky měřidla, která pak ukazuje jen svod měřeného kondenzátoru. Svorka + je společná pro měření kapacit i odporů. Odpor $R_8$ je ručně navinut odporovým drátem na jakémkoli keramickém odporovém tělísku a má takový odpor, aby při zkratovaných svorkách + a $R_x$ na rozsahu 300 μF ukazovala ručka měřidla plnou výchylku, což je nula při měření odporů. V tomto případě je měřicí rozsah od nuly do 3 kΩ, a to po 1 Ω do 20 Ω, po 5 Ω do 100 Ω, dále po 10 Ω, 50 Ω, 100 Ω




*Obr. 2.*




*Obr. 3.*



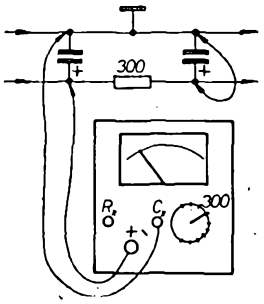

*Obr. 4.*

a 1 kΩ. Při přepnutí páčky přepínače nahoru, tj. na rozsah 10 μF, je měřicí rozsah od 0,3 kΩ do 100 kΩ. Ve zhotoveném měřiči jsem na měřidle ponechal původní stupnici s 25 dílky a všechny čtyři nové porovnávací stupnice jsem nakreslil tuší na pauzovací papír s bílým podložením a překryl organickým sklem. Stupnice je na obr. 3, na němž je vidět i oddělení horní a dolní poloviny lomenou čarou s vyznačením polohy páčky přepínače. Při zhotovování stupnic je nejlépe nakreslit na bílý list formátu A4 pod sebou čtyři stupnice podle dělení stupnice použitého měřidla. Na tyto stupnice pak podle měření známých odporů a kapacit vyznačíme tužkou naměřené hodnoty a poopravíme pravidelnost stupnice v odstupu dílků. Pro přesnější cejchování stupnice kapacit je lépe použít papírové kondenzátory, které mají menší výrobní toleranci než kondenzátory elektrolytické.

Dolní stupnice ohmmetru (do 3 kΩ) slouží současně ke kontrole síťového napětí. Při zkratovaných svorkách + a $R_x$ znamená nula na měřidle napětí 220 V, při poklesu síťového napětí jde značení až do 200 V. Tato úprava je výhodná v těch oblastech, kde je napětí poměrně stálé a kolísá jen v malých mezích; kde tomu tak není, je výhodnější úprava podle obr. 4. V tomto případě se měřič napájí ze sekundárního vinutí transformátoru nejméně 6,3 V/0,5 A (např. zvonkový transformátor 8 V) přes potenciometr asi 20 Ω/2 W, jímž se před měřením nastaví maximální výchylka při zkratovaných svorkách + a $R_x$ (pak ovšem odpadá kontrolní měření síťového napětí). Jsou-li při jiných měřicích rozsazích svorky zkratovány, vychýlí se ručka měřidla až na doraz s přijatelným přetížením měřidla. Při použití většího napájecího napětí k měření menších kapacit je nejlépe použít ochrannou diodu. Zkušebně jsem použil napájecí napětí 14 V st a přístroj DU10 na rozsahu 300 mV, kde bylo možné měřit kapacity od 20 nF.

Diody mohou být libovolné, musí však mít co nejmenší odpor v propustném směru. Ve vzorku to byly $D_1$, $D_3$ – 35NP75 a $D_2$ – 34NP75.

K měření elektrolytických kondenzátorů bez vypojení z obvodu se zátěží do 100 Ω je v měřiči potenciometr $P_1$ 150 Ω, jehož knoflík nebo zářez na hřídeli ukazuje na malé stupnici nastavený odpor podle činné zátěže v měřeném obvodu. Stupnici pro $P_1$ ocejchujeme tak, že na svorky + a $C_x$ připojujeme postupně odpory od 1 kΩ až do 100 Ω, potenciometrem $P_1$ vždy vyrovnáme výchylku ručky měřidla na nulu a pak na malé stupnici podle nastavené polohy potenciometru $P_1$ vyznačíme hodnotu. Vyznačené hodnoty dostačují s odpory 1 kΩ, 500 Ω, 300 Ω, 200 Ω, 150 Ω, 140 Ω, 130 Ω, 120 Ω, 110 Ω, 100 Ω. Máme-li např. změřit kapacitu dvojitého elektrolytického kondenzátoru s činnou zátěží 300 Ω mezi oběma polovinami kondenzátoru (obr. 5), postupujeme tak, že




*Obr. 5.*

jeden elektrolytický kondenzátor zkratujeme; tím se vyloučí jeho kapacita a současně se vytvoří činná zátěž 300 Ω. Pak nastavíme na potenciometru $P_1$ odpor 300 Ω, připojíme kondenzátor k měřiči a ručka měřidla ukáže měřenou kapacitu. Stejně postupujeme i u druhé poloviny elektrolytického kondenzátoru.

Bylo by možné volit i takovou úpravu, při níž by byl můstek nejprve napájen stejnosměrným proudem (ne pulsujícím) s vyrovnáním ručky měřidla na klidovou polohu potenciometrem $P_1$ a dalším postupem, jak byl popsán. Výhoda by byla v tom, že nemusíme znát velikost zatěžovacího odporu a že by odpadla stupnice potenciometru $P_1$. Potenciometr $P_1$ je třeba volit takový, aby v jeho nulové poloze byly vývody přímo spojeny bez jakéhokoli odporu.

Sestavení měřiče je jednoduché a nenáročné. Použijeme-li k regulaci sekundárního napětí potenciometr 20 Ω, může být trimr $P_2$ vestavěn v měřiči mimo čelní desku.

---

### Tranzistorový hledač kovových předmětů

Přístroj na obr. 1 umožňuje vyhledávání kovových předmětů až do hloubky 60 cm. Jeho citlivost je taková, že určí místo, kde je v hloubce do 10 cm kovový předmět o ⌀ asi 1,5 až 2 cm.

Hledač se skládá z oscilátoru pevného kmitočtu ($T_1$) a oscilátoru proměnného kmitočtu ($T_2$); výstup z obou oscilátorů se vede na detektor – směšovač ($D_1$) a přes filtr na nf zesilovač.

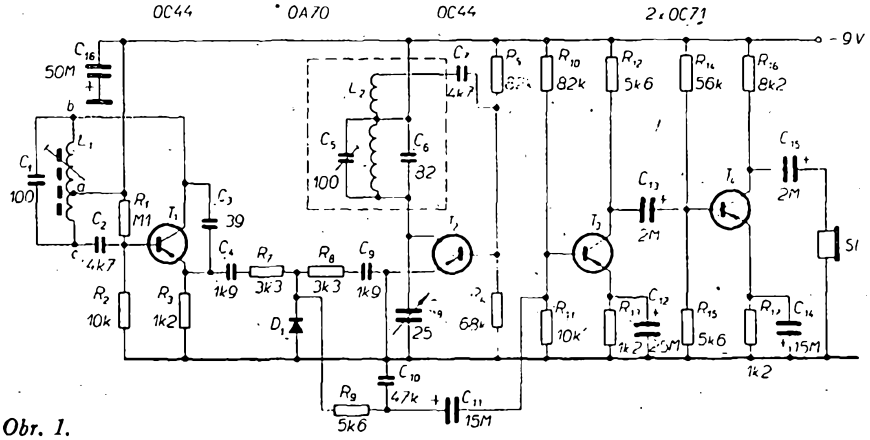
Přiblíží-li se hledací cívka $L_2$ do blízkosti kovového předmětu, změní se kmitočet oscilátoru $T_2$, změna kmitočtu se projeví záznějem ve sluchátkách – to je princip, na němž zařízení pracuje.

Při konstrukci podobných zařízení závisí výsledek především na uspořádání hledací cívky. Podle originálu měla hledací cívka $L_2$ 40 + 10 závitů drátu o ⌀ 0,2 mm CuP. Přívod k přístroji je kabelem dlouhým asi 120 cm (nesmí být kroucený). Hledací cívka je navinuta ve tvaru obdélníku o stranách 12,5 × × 22,5 cm a umístěna na izolační podložce, na níž jsou ve středu cívky také kondenzátory $C_6$ a $C_5$ (82 pF a trimr 100 pF).

Cívka oscilátoru pevného kmitočtu má 115 závitů drátu o ⌀ 0,16 mm CuP s odbočkou na 15. závitu od studeného (spodního) konce. Cívka je navinuta na kostřičce o ⌀ 7 mm s ferokartovým jádrem.

Při uvádění do chodu je třeba nastavit kmitočet obou oscilátorů tak, aby při položení hledací cívky na zem (bez kovových předmětů v její blízkosti) byl zázněj blízký nule. Kondenzátorem $C_5$ se nastavuje nejhlasitější možný zázněj na výstupu nf zesilovače.

Při přítomnosti kovových předmětů v dosahu citlivosti přístroje se ze sluchátek ozve nižší nebo vyšší tón než při chodu naprázdno. *–Mi–*




*Obr. 1.*

### Rozdělení amatérských pásem VKV a UKV

Na konferenci IARU 5. až 7. května 1969 v Bruselu bylo schváleno toto rozdělení pásem:

*Pásmo 2 m*

144,00 až 144,15 MHz – jen CW.
144,15 až 145,85 MHz – všechny druhy provozu.
145,00 MHz – volací kmitočet, především pro mobilní radiostanice.
145,85 až 145,95 MHz – družice a převáděče.
145,95 až 146,00 MHz – majákové vysílače.

*Pásmo 70 cm*

432,00 až 432,10 MHz – jen CW.
432,10 až 433,45 MHz – všechny druhy provozu.
433,45 až 432,50 MHz – majákové vysílače.
433,50 až 440,00 MHz – amatérská televize.

Kmitočty kolem 432,15 MHz jsou určeny především pro provoz SSB.

*Pásmo 24 cm*

1 296,00 až 1 296,15 MHz – jen CW.
1 296,15 až 1 297,95 MHz – všechny druhy provozu.
1 297,95 až 1 298,00 MHz – majákové vysílače.

Při provozu F3 (kmitočtová modulace) je předepsán modulační index 1, přičemž nf šířka pásma má být 3 kHz. *-Mi-*

# KONVERTOR PRO AMATÉRSKÁ PÁSMA

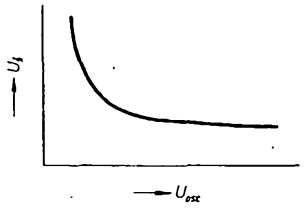
**Ing. Jiří Peček, OK2QX**

*Mezi radioamatéry-vysílači se trvale projevuje citelný nedostatek kvalitních přijímačů pro amatérská pásma. Inzeráty sice občas nabízejí velmi dobré přijímače, taková koupě je však jednak riskantní – případnou závadu obvykle nezjistíme běžnou prohlídkou – jednak znamená značný finanční výdaj. Při zvýšeném výkonu vysílače se potom nekvalitní přijímací zařízení plně projeví. Zjistíme totiž, že nás volají stanice, které v šumu málo citlivého přijímače prostě nemůžeme přečíst. Pak nezbývá, než se rozhodnout mezi dvěma možnostmi – buďto koupit, nebo postavit lepší zařízení.*

Přijímač náročného amatéra musí splňovat alespoň tyto požadavky: příjem CW a SSB, odpovídající přepínatelná šířka pásma, co nejpřesnější čtení kmitočtu, dokonalá stabilita, možnost provozu BK, minimální šum, dobré potlačení zrcadlových kmitočtů, velké zesílení, odolnost proti křížové modulaci a odolnost proti zmenšení citlivosti, pracuje-li v blízkosti přijímaného kmitočtu silný vysílač. Tento jev nastane tehdy, projde-li vstupními obvody kromě přijímaného signálu (slabého) i druhý, velmi silný signál, který vybudí první mřížku elektronky na průtok mřížkového proudu. Tím se posune pracovní bod vf zesilovače až k dolnímu ohybu jeho převodové charakteristiky, kde elektronky pracují s mnohem menší strmostí než ve třídě A.

Stavba celého přijímače, který by splňoval všechny tyto požadavky, je velmi náročná a mohou se k ní rozhodnout jen skutečně vyspělí technici. Není však ani dnes nouze o některý z inkurantních přijímačů, který splní část těchto požadavků. Jsou to např. M.w.E.c., EZ6 nebo EL10. Mají výbornou stabilitu, čtení kmitočtu s přesností větší než 1 kHz, vhodnou šířku pásma, možnost příjmu CW, AM (u některých je vhodné pro příjem SSB signálů upravit zapojení BFO a detektoru) a umožňují provoz BK. Postavit k takovému přijímači dokonalý konvertor není již tak složité.

Zaměřme se nyní na to, jak zajistit u konvertoru splnění zbývajících požadavků. Stabilitu a možnost přesného čtení kmitočtu na „mezifrekvenčním" přijímači zajistíme použitím oscilátoru řízeného krystalem. Dnes již obstarávání krystalů nedělá takové potíže; pro pásmo 7 a 14 MHz je možné použít krystaly z RM31 a také prodejna Radioamatér v Praze nabízí poměrně levně krystaly různých kmitočtů. Velké zesílení zajistí dostatečný počet vf zesilovačů, odolnost proti křížové modulaci jednak výběr vhodných elektronek, jednak velká selektivita vstupních obvodů, která současně umožní dobré potlačení zrcadlových kmitočtů a částečně i odladění blízkých silných vysílačů.



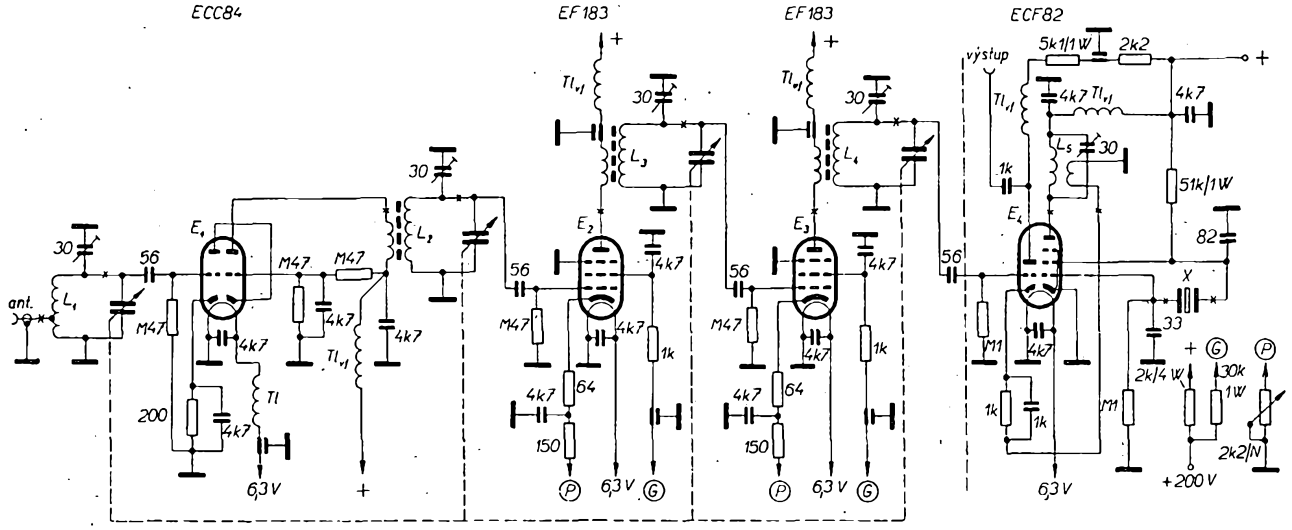

*Obr. 1. Závislost šumového napětí směšovače na velikosti napětí z oscilátoru*

Největší potíže budeme mít při stavbě a uvádění do provozu s šumem konvertoru. Obvykle se zdůrazňuje, že hlavním zdrojem šumu je vstupní elektronka. Podívejte se však např. na přijímač Lambda V, který je běžně na kolektivních stanicích. Zapněte přijímač, a pak postupně vyjímejte jednotlivé elektronky, počínaje vstupní. Zjistíte, že hlavním zdrojem šumu je až druhý směšovač-oscilátor, osazený elektronkou 6H31. Tato elektronka má dvě stínicí mřížky, kolem nichž dochází k náhodnému kolísání proudu elektronů. Proti pentodě je kolísání proudu dvojnásobné, přibližně dvojnásobný bude i šum. Kromě toho se zde vyskytují ještě další vlivy, které šum zvětšují. Lze početně odvodit, že šumové napětí je nepřímo úměrné strmosti. U směšovacích elektronek musíme vždy počítat s konverzní strmostí, která je asi čtyřikrát menší než strmost elektronky pracující jako zesilovač. To znamená čtyřnásobné zvětšení šumu proti stejné elektronce pracující jako zesilovač. V tomto zapojení pracuje směšovací elektronka současně i jako oscilátor a část oscilačního napětí se dostává i na řídicí mřížku. To umožňuje nežádoucí aditivní směšování, které v tomto zapojení působí proti směšování multiplikativnímu. Směšovací strmost klesá asi na polovinu hodnoty, jakou by měla tatáž elektronka s odděleným oscilátorem. Vidíme tedy, že použité zapojení je nejnevhodnější.

Velikost šumu směšovacích elektronek ovlivňuje i velikost napětí přiváděného z oscilátoru. Se zmenšováním tohoto napětí vzrůstá šum. Průběh se dá znázornit grafem (obr. 1).

Trioda má menší šum; její nevýhodou je však malý vnitřní odpor, který tlumí první obvod mf pásmového filtru. Pentoda je z hlediska šumu horší než trioda, přesto však mnohem výhodnější než všechny ostatní vícemřížkové elektronky.

Podívejme se nyní na zapojení oscilátoru a směšovače v navrženém konvertoru. Pentoda elektronky ECF82 (nebo 6Ф1П) pracuje jako oscilátor; krystal je zapojen mezi druhou a první mřížkou. V tomto zapojení spolehlivě kmitají všechny krystaly od 1 MHz do 30 MHz, což jsou kmitočty pro náš případ postačující. V anodě je rezonanční obvod laděný na základní kmitočet krystalu nebo jeho dvojnásobek. Násobení třikrát jsem prakticky nevyzkoušel. Vazební cívkou se přes kondenzátor 1 nF přivádí oscilační napětí do katody triodového systému, který pracuje jako směšovač. Přijímaný signál přichází na mřížku triody z vf zesilovače. Anoda je připojena ke zdroji kladného napětí přes tlumivku a mf signál z ní odebíráme přes kondenzátor 1 nF. Jde tedy o aperiodický směšovač. Kdo má přijímač Lambda V, může takto zapojit její druhý směšovač. Nejvíc práce dá vyvrtání většího otvoru pro novalovou




Průchodkové kondenzátory mají kapacitu 1 000 až 6 800 pF; tlumivka ve žhavení $E_1$ má 20 záv. drátu ⌀ 0,2 mm CuP na ⌀ 3 mm; vf tlumivky mají indukčnost 1 až 2,5 mH, místa přepínání cívek pro jednotlivá pásma jsou označena křížky

*Obr. 2. Schéma konvertoru*

objímku elektronky, jinak je přestavba jednoduchá. Po zapojení zjistíte, že šum se zmenšil na přijatelnou míru a uděláte-li i další úpravy v AR již popisované (zlepšení citlivosti, úprava pro provoz BK), budete jistě spokojeni. Při uvádění do chodu nejprve „předladíme" obvod v anodě oscilátoru pomocí GDO na potřebný kmitočet, po zapnutí jej doladíme jádrem (údaje cívek jsou v popisu konvertoru pro příjem v pásmu 14 MHz).

Vyřešili jsme tedy směšovač a oscilátor, zbývají stupně vf zesílení. Má-li směšovač správné pracovní podmínky, má smysl hovořit i o šumu vstupních elektronek.

U vf zesilovače je šumové číslo nejvíce závislé na jeho prvním stupni. Zde je nejvýhodnější poohlédnout se po některém zapojení známém z techniky VKV. Optimální se zdá být kaskódové zapojení dvou triod, které se vyznačuje dostatečným zesílením a stabilitou i dobrými šumovými vlastnostmi. Připomeňme si ještě, že zesílení nezávisí u tohoto zapojení na strmosti druhé elektronky. Čím je však strmost druhé elektronky větší, tím větší bude i stabilita kaskódového zesilovače. Zesílení kaskódy je dáno vztahem

$$A = S_1 Z_2,$$

kde $S_1$ je strmost první triody a $Z_2$ impedance obvodu v anodě druhé triody. V klasickém zapojení je mezi mřížkou první a katodou druhé elektronky zapojena neutralizační cívka, která omezuje vliv záporné zpětné vazby a tedy zvětšuje zesílení. Kaskóda zesiluje v zapojení podle schématu asi pětkrát, což pro daný případ stačí.

Před stavbou konvertoru se musíme rozhodnout, postavíme-li zařízení jen pro jedno (nejvíce používané) pásmo – což je nejjednodušší – nebo pro všechna pásma. Zapojení tohoto konvertoru pro pásmo 14 MHz je výsledkem práce OK2BBC, který mi konvertor půjčil na nějakou dobu k používání. Dnes již je v okrese Přerov těchto konvertorů v provozu několik. Uvedu některé možné varianty:

OK2BCJ používá pevně laděné obvody jen pro pásmo 14 MHz ($L_1$ = 14 040 kHz, $L_2$ = 14 090 kHz, $L_3$ = 14 015 kHz, $L_4$ = 14 060 kHz), stejně jako OK2KJU. OK2YF po několika zkouškách používá nyní pro každé pásmo zvláštní konvertor, přičemž vstupní obvod se ladí na střed přijímaného pásma; k ladění ostatních obvodů používá triál. Sám jsem použil běžný deskový přepínač s destičkami 2 × 6 poloh (je jich třeba šest) k přepínání cívek pro jednotlivá pásma. Ve schématu jsou křížky označeny body, v nichž se jednotlivé cívky přepínají.

Pro rozměry šasi bude rozhodující velikost ladicího kondenzátoru. Při použití kvartálu z FuGe 16 vyjdou rozměry šasi asi 50 × 50 × 180 mm, stavíme-li konvertor jen pro jedno pásmo. Vhodným materiálem je pocínovaný železný plech tloušťky asi 0,6 mm, na který se výborně pájejí všechny zemnicí přívody. Do každého stupně zesilovače je třeba umístit stínicí přepážku přes celou šířku šasi. Žhavení propojujeme stíněným vodičem.

Cívky by měly mít co největší jakost $Q$. Při použití běžných kostřiček o ⌀ 10 mm s jádrem M7 je třeba pro pásmo 14 MHz 22 závitů drátu o ⌀ 0,4 mm CuP. Dolaďovací kondenzátory jsem použil odvinovací 30 pF (přijdou levněji). Vstupní cívka má odbočku na 1 a 1/4 závitu od studeného konce, u $L_2$ a $L_5$ je vazba čtyřmi závity na studeném konci cívek, u $L_3$ a $L_5$ třemi závity na studeném konci cívek. Výhodné je nastavit předem rezonanci obvodů pomocí sacího měřiče; úprava závitů po vestavění cívek do konvertoru je pro stěsnanou montáž v jednotlivých stíněných boxech dost obtížná. Sám jsem použil inkurantní cívky na keramice o ⌀ 15 mm.

Pro pásmo 14 MHz CW a mezifrekvenční přijímač EL10 použijeme např. krystal B90 z RM31 s kmitočtem 6 750 kHz. Anodový obvod oscilátoru naladíme na dvojnásobek, 13 500 kHz. 14 000 kHz je pak na značce 500 kHz u EL10.

Po zapojení součástek a osazení elektronkami (vstup ECC84, zesilovače EF89 nebo EF183, oscilátor a směšovač ECF82) nejprve doladíme pomocí GDO jednotlivé obvody na střed pásma při ladicím kondenzátoru vytočeném asi do poloviny. Pak zapojíme zdroj žhavicího a anodového napětí a zjistíme, kmitá-li oscilátor. Doladíme cívku v anodovém obvodu oscilátoru do rezonance, výstup z konvertoru spojíme souosým kabelem se vstupní zdířkou přijímače a zapojíme anténu přímo na anodu elektronky $E_3$. Při ladění přijímače v rozmezí 500 až 600 kHz již zaslechneme nějakou silnou amatérskou stanici a doladíme ji jádrem cívky $L_4$ na maximum. Takto postupujeme dále, až při připojení antény přímo na vstupní zdířku doladíme všechny obvody. Přesnějšího naladění dosáhneme samozřejmě signálním generátorem. U obvodů s velkou jakostí $Q$ poznáme pokles zesílení již při rozladění o 30 kHz.

Zájemcům o tento konvertor mohu poradit, aby si cvičně zapojili konvertor jen pro jedno pásmo, čímž získají přehled o vedení spojů a chování jednotlivých obvodů; případná stavba konvertoru pro více pásem pak bude snazší. Přesto bych chtěl zdůraznit, že v zapojení není žádný háček a že prakticky všechny dosud postavené konvertory pracovaly bez sklonů ke kmitání.

# Úprava PŘIJÍMAČE R3

**J. Vlčka**

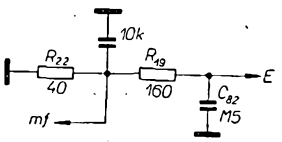
*Přijímač R3 jistě stojí za úpravy, k nimž dal podnět článek ing. J. Pečka v AR 2/68 na str. 72. V této verzi – při použití strmých 6F32 – je třeba zvětšit sériový odpor k „živému" konci potenciometru (napětí pro $g_2$) až na 100 kΩ. Jinak dochází k přebuzení zesilovače a regulace je možná jen v malém rozsahu. Shodně s autorem článku lze konstatovat, že je možné vynechat jeden mf stupeň a využít daného vf zesílení. Než přikročíme k úpravám, upozorňuji na různé změny ve skutečných přijímačích proti schématu v AR 4/66, str. 22. Je to zablokování žhavení $E_8$ (BFO) kondenzátorem $C_{74}$ (40 nF/160 V). Další změnu ukazuje obr. 1.*

Během provozu často selže funkční přepínač. Vzhledem k jeho miniaturním rozměrům a malé naději na další dobrou provozní spolehlivost po opravě jej asi vyřadíme. Při síťovém napájení umístíme spínač buďto na bok části s vibrátorem (odpadnou pak zbytečné vodiče k přepínači a zpět), nebo použijeme mezišňůrový spínač. Zbývá ovládat BFO a filtr CW. Rozhodneme-li se pro dále popisovanou úpravu BFO na tranzistorový, ušetříme odběr 0,175 A pro 6F32 a můžeme i při malém transformátoru trvale osvětlovat stupnici. Ušetříme tím tlačítkový spínač, který použijeme pro filtr CW. Abychom jej po dobu činnosti filtru nemuseli držet, můžeme přidělat aretaci. Otvor po původním funkčním přepínači zvětšíme a zamontujeme jednopólový páčkový spínač pro BFO.

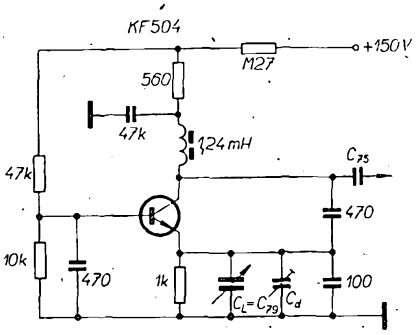
Při použití R3 pro příjem SSB zápasíme často s nestabilitou BFO. Druhou otázkou je použití jiné detekce než pro SSB ne právě ideální detekce diodové. Nabízí se zde použití tranzistorového BFO (obr. 2). Schéma je jednoduché; tranzistor nemusí být typ KF504, je však dobře použit křemíkový tranzistor. Pro mf kmitočet 452 kHz a $L$ = 1,24 mH je výsledná kapacita sérioparalelní kombinace asi 100 pF. Jediným úskalím je snad cívka. V prototypu byla použita cívka z mf transformátoru, vinutá na hrnečku o ⌀ 12 mm. Vinutí je přímo na trnu bez kostřičky a tvoří je 260 závitů drátu o ⌀ 0,1 mm CuP (nebo s hedvábím). Pokud nenavinete cívku křížově, indukčnost se změní. Nemáte-li možnost změřit indukčnost cívky, zapojte k ní provizorně dolaďovací trimr. Lze použít jakoukoli cívku z továrního mf transformátoru pro 452 až 468 kHz a potřebnou kapacitu vypočítat z Thomsonova vzorce.

### Přestavba

Nejprve odstraníme všechny součástky z příslušné „komůrky" přijímače. Protože kladný pól napájení povedeme




Obr. 1.




Obr. 2.

z výstupního transformátoru na spínač a ze spínače do „komůrky", odstraníme i přívod od $R_{22}$ a ponecháme jen kablík k $C_{75}$. Místo objímky pro elektronku 6F32 zamontujeme přírubový třípólový konektor. Do zástrčky konektoru umístíme tranzistor. Obě průchodky (pro $C_{74}$ a pro kladný přívod) odstraníme a horní otvor použijeme k upevnění hrnečku s cívkou. Obě botičky s pájecími očky rovněž odstraníme; použijeme místo nich špičky konektoru a čtyři očka na pertinaxové destičce pro nyní nepotřebné součástky $R_{21}$ a $C_{76}$. Kondenzátor 100 pF připojíme přímo k $C_L = C_{79}$. Kmitočet BFO doladíme jádrem cívky, popř. trimrem. Kondenzátor 47 nF pro vf kmitočty, přemosťující odpor 560 Ω, můžeme zvětšit až na 0,1 μF (polštářek). Nezapomeňte zemnit vodičem, nikoli jen na šasi. Odpor 47 kΩ v děliči báze nastavte tak, aby BFO dobře kmital, aby se však zbytečně nezvětšoval $I_C$. Většinou však velikost 47 kΩ plně vyhoví. Úroveň napětí z BFO i jeho stabilita jsou dobré. Místo odporu 270 kΩ lze použít i trimr a nastavit optimální velikost (není to však nutné).

# Zařízení OK1KIR pro 432 a 1296 MHz

Ing. Vladimír Mašek, Antonín Jelínek

*(Dokončení)*

### Vysílač 1 296 MHz

Zdrojem kmitočtu je krystalový oscilátor podle obr. 11. Vysílač obsahuje budič 216 MHz, zdvojovač 216/432 MHz, ztrojovač 432/1 296 MHz a koncový stupeň 1 296 MHz, umístěný v horní panelové jednotce skříně vysílače. Ztrojovač a koncový stupeň jsou chlazeny vzduchem pomocí malého motorku (k dostání v prodejnách leteckých modelářů za 15 Kčs). Elektrické zapojení (stejnosměrné) stupňů s elektronkami LD12 je na obr. 12. Panelová jednotka vysílače je propojena 22pólovou zástrčkou (lištou) s panelovou jednotkou zdroje a modulátoru, která je umístěna ve spodní části skříně. Svorky *1—2* na liště jsou propojeny v panelové jednotce do zkratu a tvoří tak jištění vysílače. Vytáhneme-li jednotku vysílače, rozpojí se svorky *1—2* a vypne časové relé (obr. 13). Tím se odpojí napětí pro ovládací přepínače, který tvoří $Re_3$ a $Re_4$ a nelze zapnout anodové napětí pro modulátor a stupně s elektronkami LD12. Anodové napětí pro budič 216 MHz (stejně jako všechna žhavicí napětí) zůstává trvale zapojeno. Tato ochrana je nutná proto, že elektronky LD12 musí být žhaveny minimálně 2 minuty před zapnutím anodového napětí. Časovou konstantu lze snadno nastavit členem *RC* v $g_1$ 6F31, která slouží jako časový spínač.

Přepínač PROVOZ (obr. 13) spíná jednak ovládání $Re_3$, $Re_4$, jednak žárovku Ž, která indikuje chod vysílače.

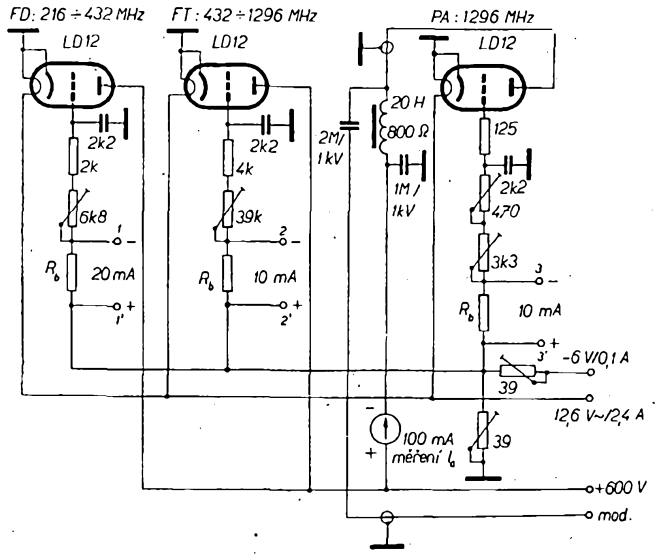
Zapojení modulátoru je na obr. 14a. Dvě elektronky EL34 pracují ve třídě B. Doutnavka *Dt* indikuje dosažení plného promodulování koncového stupně. Modulátor se nejlépe nastaví pomocí přijímače a osciloskopu zapojeného na jeho výstup. Vysílač modulujeme z nf generátoru a nastavíme takovou modulaci, kdy zkreslení pozorované na osciloskopu je ještě přijatelné. Odporový dělič u doutnavky nastavíme tak, aby doutnavka právě začala zapalovat. Zapojení zesilovače a invertoru je na obr. 15a a je převzato z [2], [3], kde jsou i podrobnější údaje. Zapojení předzesilovače s omezovačem je na obr. 15b a podrobný popis v [3]. Upozorňujeme, že tranzistor $T_1$ (155NU70) musí mít co nejmenší zbytkový proud $I_{CE0}$ (při $R_{BE} = 50$ kΩ, $I_{CE0} < 30$ μA). Odporem 10 kΩ v děliči v bázi $T_5$ (OC72) se nastaví symetrické omezení výstupního napětí na kolektoru $T_5$. Vhodný mikrofon je krystalový. Cívka *L* je navinuta na feritovém hrníčkovém jádru o ⌀ 18 mm.

Údaje o modulačním transformátoru jsou na obr. 14b. Pro vstupní napětí 90 mV/1 kHz je výstupní napětí na zatěžovacím odporu 600 V, tj. $P_{výst} = 29$ W.

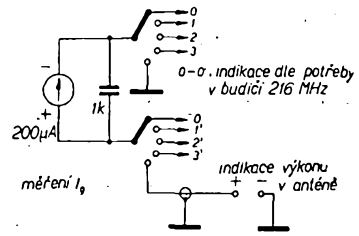
Zapojení napájecího zdroje neuvádíme, protože každý použije takový transformátor (transformátory) a součástky, jaké bude mít k dispozici. Sami jsme použili tři transformátory, které napájejí zvlášť budič 216 MHz, vysílač s LD12 a modulátor. Anodové napětí pro stupně s elektronkami LD12 a pro budič je usměrňováno jednocestně (pozor na větší namáhání vinutí), modulátor má dvoucestné usměrnění. Předpětí —150 V je stabilizováno stabilizátorem 11TA31 ve zdroji budiče 216 MHz. Síťový trasformátor pro modulátor dodává také střídavé napětí 18 V, které po jednocestném usměrnění napájí Zenerovu diodu 5NZ70 (—11 V), 1NZ70 (—6 V) a ovládací relé $Re_3$ a $Re_4$. Motorek pro chlazení má samostatný usměrňovač napájený ze žhavicího vinutí budiče 216 MHz. Zenerovy diody (zvláště 1NZ70) jsou přišroubovány přímo na duralové šasi, aby byly dobře chlazeny.

Konstrukce jednotlivých částí vysílače 1 296 MHz je vidět na fotografiích.

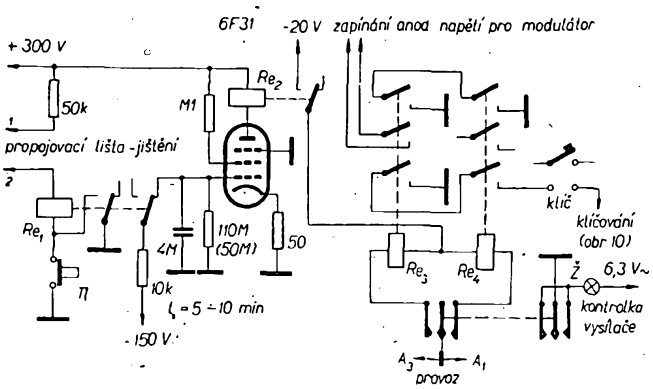
Na obr. 16 je celkový pohled na sestavený vysílač. Vpravo nahoře je výstupní konektor, uprostřed měřicí přístroje pro kontrolu $I_g$ a $I_a$ stupňů s elektronkami LD12. V krabičce vlevo nahoře je tranzistorový oscilátor 12 MHz. Vedle krabičky s oscilátorem jsou zdířky pro klíč. Vlevo dole (na modulátoru) je konektor pro mikrofon, vpravo od něj potenciometr regulace hloubky modulace, uprostřed přepínač druhu provozu. Na pravé straně spodního panelu je tlačítko časového relé a síťový spínač. Na horním panelu pod přepínačem rozsahů




a) b)

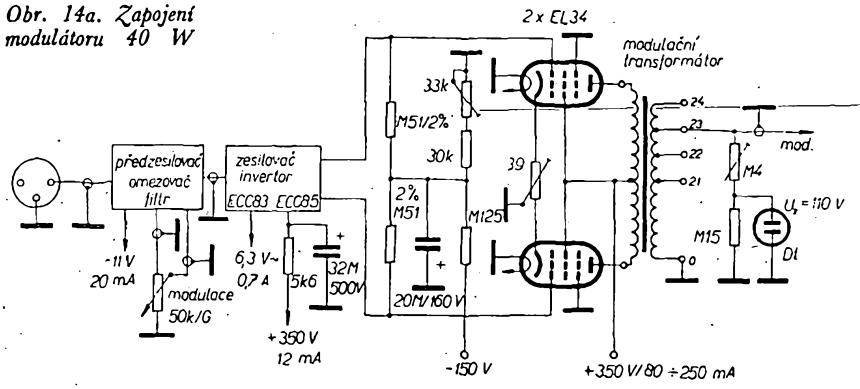


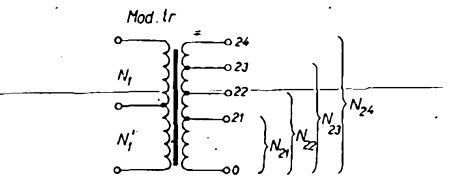

*Obr. 12. Stejnosměrné zapojení stupňů s elektronkami LD12*




*Obr. 13. Zapojení časového relé a ovládání vysílače*

*Obr. 14a. Zapojení modulátoru 40 W*




*Obr. 14b. Schéma a údaje modulačního transformátoru:*

jádro M23 (74 × 74 × 31 mm)
$N_1$, $N_1'$ 2 × 310 záv. drátu o ⌀0,315 mm CuP,
$N_{21}$ 950 záv. drátu o ⌀0,26 CuP, imp. 8 kΩ
$N_{22}$ 1 150 záv. drátu o ⌀0,26 mm CuP, imp. 12 kΩ
$N_{23}$ 1 350 záv. drátu o ⌀0,26 mm CuP, imp. 16 kΩ
$N_{24}$ 1 500 záv. drátu o ⌀0,26 mm CuP, imp. 20 kΩ

měřicích přístrojů je kontrolní žárovka (chod vysílače) a vpravo dole spínač motorku chlazení.

Na obr. 17 je pohled na panel s vysílačem 1 296 MHz. Na obr. 18 je pohled na tentýž panel shora. Vpředu je zdvojovač 216/432 MHz, vzadu ztrojovač 432/1 296 MHz a uprostřed koncový stupeň 1 296 MHz. Vlevo vzadu je jeden z modulačních kondenzátorů. Uprostřed jsou elektronky budiče 216 MHz, který je na šasi zespodu.

Pohled na vysílač zespodu je na obr. 19. Vlevo nahoře je modulační tlumivka s kondenzátory. Uprostřed pod budičem 216 MHz jsou mřížkové odpory (potenciometry) stupňů s elektronkami LD12. Vpravo dole je vstupní konektor pro tranzistorový oscilátor.

Na obr. 20 je pohled do modulátoru a zdroje. Vlevo dole je modulační zesilovač, vedle elektronky EL34, uprostřed modulační transformátor a nahoře tři síťové transformátory (viz text).

## Výpočty

Pro rezonanční obvody v anodách násobičů kmitočtu a výkonových zesilovačů jsou použity buď souosý dutinový rezonátor, nebo dutinový rezonátor z radiálního vedení. Při výpočtu těchto rezonátorů je třeba respektovat kapacitu $C_a = C_{ag}$ souosého vedení v samotné elektronce. Uvedeme stručně vztahy pro přibližný výpočet těchto dutinových rezonátorů.

### *Souosý dutinový rezonátor*

Příklad takového dutinového rezonátoru je na obr. 5 (nahoře). Jde o sériové zapojení dvou souosých vedení o různé charakteristické impedanci, které je schematicky nakresleno na obr. 21.

Vedení o délce $l_a$ (1 cm) s charakteristickou impedancí $Z_a$ (50 Ω) zakončené kapacitou $C_a$ (2,5 pF) tvoří elektronka. Vnější vedení má délku $l_1$ a charakteristickou impedanci $Z_1$. Podle vztahu

$$C'_a = C_a \frac{1 + \frac{1}{\omega C_a Z_a} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda} l_a}{1 - \omega C_a Z_a \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda} l_a} \qquad (1)$$

přepočteme kapacitu $C_a$ na $C'_a$, která se jeví na konci vedení o délce $l_1$ (vnitřní odpor elektronky zanedbáváme, tj. impedanci na anodě elektronky bereme jako čistě kapacitní). Aby vedení o délce $l_1$ rezonovalo jako čtvrtvlnné souosé vedení, musí platit

$$\omega C'_a Z_1 = \operatorname{cotg} \frac{2\pi}{\lambda} l_1. \qquad (2)$$

Ze vztahu (2) po dosazení za $C'_a$ ze vztahu (1) snadno vypočítáme potřebnou délku $l_1$ při zvolené impedanci $Z_1$ a vlnové délce $\lambda$. Pro souosé vedení ($\varepsilon = 1$) je dána vztahem

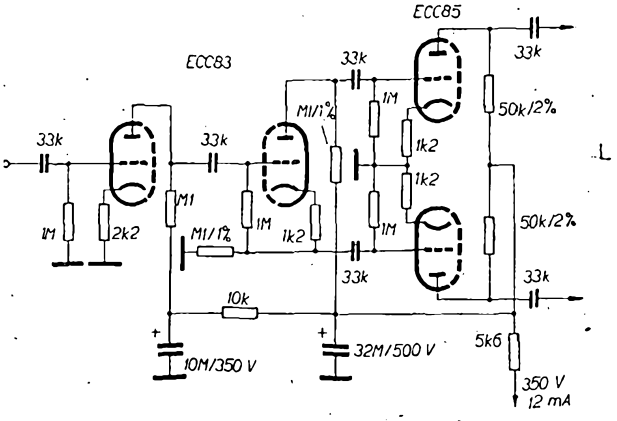
$$Z_1 = 138 \log \frac{D}{d}, \qquad (3)$$

kde $D$ je vnitřní průměr pláště souosého vedení a $d$ vnější průměr vnitřního vodiče. Veličiny do těchto vztahů dosazujeme v jednotkách MKSA.

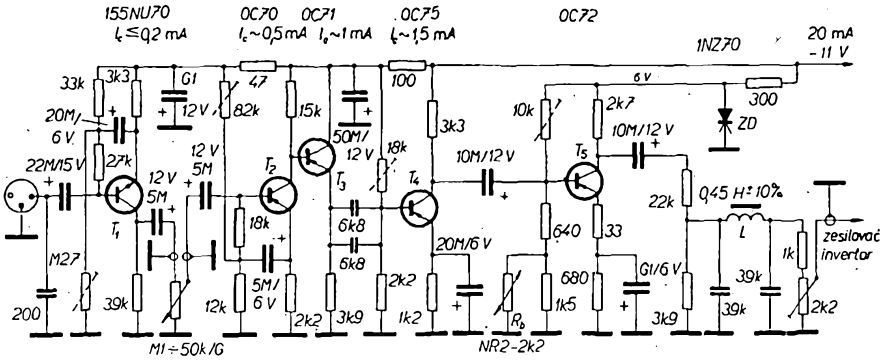
### *Toroidní dutinový rezonátor*

Příklad tohoto rezonátoru je na obr. 5 (dole), přibližné náhradní schéma na obr. 22, kde kapacita $C_a$ je reprezentována kapacitou vypočtenou podle vztahu (1) pro požadovanou délku vlny $\lambda$.

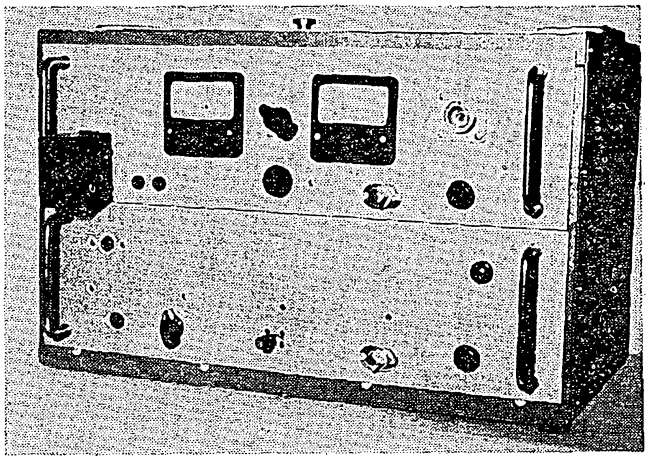
Vstupní impedance radiálního vedení



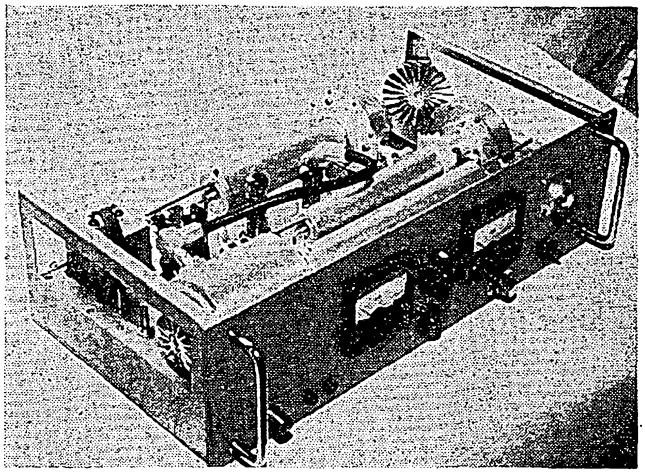

*Obr. 15a. Zapojení zesilovače a invertoru*



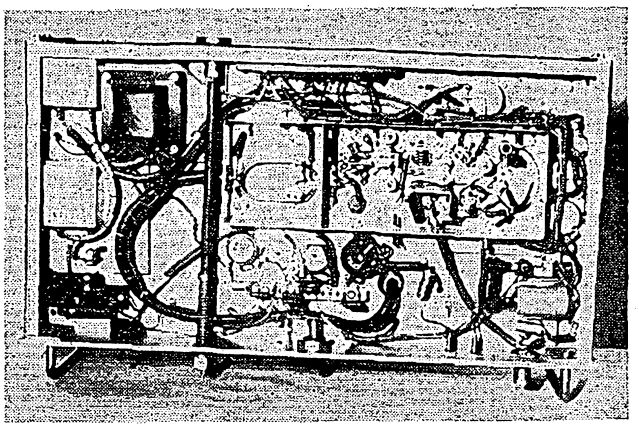

*Obr. 15b. Předzesilovač, omezovač a filtr pro modulátor*



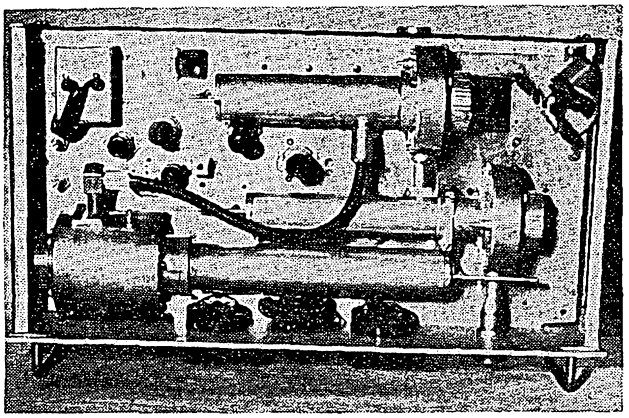
*Obr. 16. Celkový pohled na vysílač 1 296 MHz*



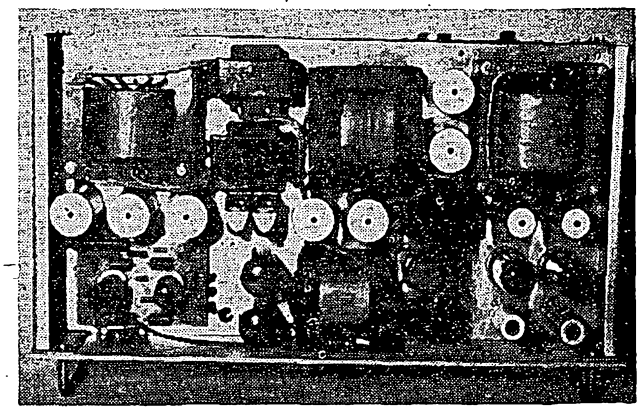
*Obr. 17. Vyjmutý panel s vysílačem*



*Obr. 19. Pohled na šasi vysílače zespodu*



*Obr. 18. Rozmístění dílů na šasi vysílače*



*Obr. 20. Rozmístění dílů ve zdroji a modulátoru*

nakrátko o poloměru $R_o$ je v místě $r_o$

$$Z_{ro} = j\,\frac{h}{2\pi r_o}\,120\,\pi\,\mathrm{tn}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right),$$

kde funkce $\mathrm{tn}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right)$ je tzv. malá radiální tangenta, daná vztahem

$$\mathrm{tn}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right) = \frac{\left(\frac{2\pi}{\lambda}R_o\right) N_o\left(\frac{2\pi}{\lambda}r_o\right) - N_o\left(\frac{2\pi}{\lambda}R_o\right) J_o\left(\frac{2\pi}{\lambda}r_o\right)}{\left(\frac{2\pi}{\lambda}R_o\right) J_1\left(\frac{2\pi}{\lambda}r_o\right) - J_o\left(\frac{2\pi}{\lambda}R_o\right) N_1\left(\frac{2\pi}{\lambda}r_o\right)},$$

kde $J_o$, $N_o$, $J_1$, $N_1$ jsou Besselovy a Neumannovy funkce. Protože výpočet je bez tabulek velmi zdlouhavý, použijeme graf z obr. 23 [4].

$$\mathrm{tn}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right) = \frac{1}{\mathrm{ct}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right)},$$

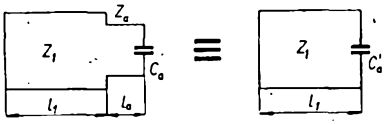
kde ct je malá radiální kotangenta.

Paralelním spojením impedance $Z_{ro}$ a impedance $X'_{ca} = \frac{1}{j\omega C'_a}$ vznikne rezonanční obvod, jehož admitance musí být v rezonanci nulová, tj.

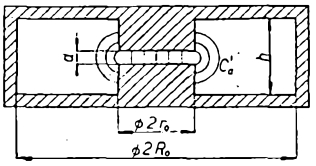
$$\frac{1}{Z_{ro}} + j\omega C'_a = 0.$$

Dosazením dostaneme výsledný vztah

$$h = \frac{1}{120\pi}\,\frac{\lambda N_o}{c C'_a}\,\mathrm{ct}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right)$$




*Obr. 21. Sériové zapojení dvou souosých vedení*




*Obr. 22. Dutinový rezonátor, vytvořený radiálním vedením nakrátko*

kde $c = 3.10^8$ je rychlost světla v [m/s], $h$ je výška toroidního rezonátoru v [m], $\lambda$ je žádaná délka vlny v [m], $r_o$ a $R_o$ jsou rozměry dutiny v [m], obvykle dané elektronkou a vhodnou trubkou, která je k dispozici. Kapacitu $C'_a$ [F] vypočteme ze vztahu (1), hodnotu

$$\mathrm{ct}\left(\frac{2\pi}{\lambda}\,r_o, \frac{2\pi}{\lambda}\,R_o\right)$$

určíme z grafu na obr. 23. Dosazením těchto hodnot dostaneme veličinu $h$.

Při výpočtu se může stát, že pro zvolené hodnoty $\lambda$, $r_o$ a $R_o$ nenajdeme v grafech na obr. 23 žádnou hodnotu $\mathrm{ct}\left(\frac{2\pi}{\lambda}r_o, \frac{2\pi}{\lambda}R_o\right)$. Nevede-li ani změna $R_o$ k žádnému výsledku, není radiální vedení pro danou vlnovou délku vhodné!

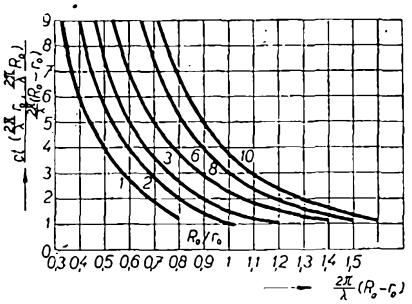
Tento dutinový rezonátor lze použít i v jiné aplikaci [5], kde kapacitu $C_a$ tvoří přímo mezera $d$ (obr. 22):

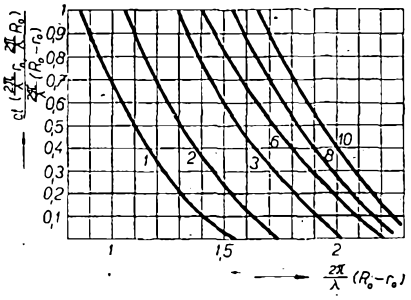
$$C'_a = \varepsilon_o\,\frac{S}{d},$$

kde

$$\varepsilon_o = \frac{1}{36\,\pi}\,.10^{-9}\ [\mathrm{F/m}]\ \text{a}$$

$$S = \pi\,r_o^2\left(1 + \frac{2}{\pi}\cdot\frac{d}{r_o}\ln\frac{h}{d}\right). \qquad (5)$$




*Obr. 23. Křivky pro určení malé radiální kotangenty pro různý poměr $R_o/r_o$*

*Literatura*

[1] *Mašek, V.:* Optimální výkon výkonových zesilovačů a násobičů kmitočtů amatérských vysílačů. AR 6/69, str. 233.

[2] *Folk, J.:* Stavebnicové jednotky s plošnými spoji. AR 5/67, str. 145 až 146.

[3] *Mašek, V.:* Modulační zesilovač s omezovačem a filtrem pro amatérské vysílače. AR 11/68, str. 433.

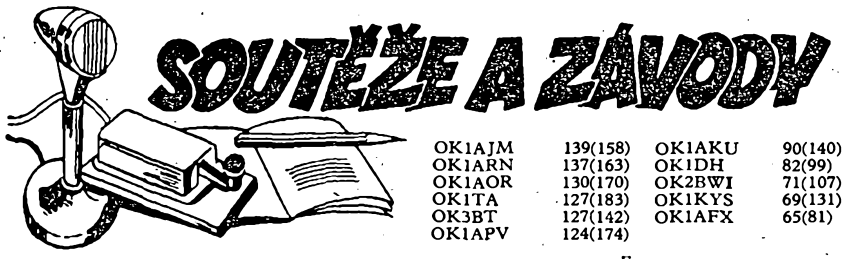
[4] *Kvasil, B.:* Teoretické základy techniky centimetrových vln. Praha: SNTL 1957.

[5] *Chládek, J.:* Konvertory pro 1 296 MHz. AR 8/63, str. 231 až 235.

[6] *Megla, G.:* Technika decimetrových vln. Praha: SNTL 1958.


## Rozpiska mechanických dílů

| Pozice | Název | Materiál | Poznámka |
|---|---|---|---|
| *1a* | anodový kroužek | Ms+Ag | |
| *1b* | víko anodového obvodu | Ms+Ag | zalisováno do *2* |
| *1c* | izolace anody | teflon | |
| *1d* | izolace anody | teflon | díly *1a, b, c* vrtány společně |
| *1e* | izolace anody | teflon | |
| *2* | anodový válec | Cu+Ag | měděná trubka ⌀80/88 |
| *3a* | dolaďovací terčík | Ms+Ag | |
| *3b* | matice terčíku | Ms+Ag | |
| *3c* | pružinka | ocel, ⌀0,5 mm | |
| *4a* | vnitřní tyč anodového obvodu | Ms+Ag | zalisováno do anodového žebra LD12 |
| *4b* | ploška dolaďovacího kondenzátoru | Ms+Ag | |
| *4c* | izolační držák | teflon | |
| *5a* | držák výstupního konektoru a vazební smyčky | Ms+Ag | svrtáno s *2* |
| *5b* | izolační průchodka | teflon | |
| *5c* | pouzdro vazební smyčky | Ms+Ag | zalisováno do *2* |
| *5d* | pouzdro vazební smyčky | Ms+Ag | zalisováno do *5b* |
| *5e* | přítlačný kroužek | Ms+Ag | |
| *5f* | víčko konektoru | Ms+Ag | |
| *5g* | vazební smyčka | Ms+Ag | |
| *5h* | matice konektoru | Ms+Ag | |
| *5i* | hlavice konektoru | Ms+Ag | |
| *6* | čelo anodového obvodu | Ms+Ag | |
| *7a* | mřížkový sloupek | Ms+Ag | *7a, 7e, 7f, 11b* a *6* svrtány |
| *7b* | mřížkový kontaktní kroužek | Ms+Ag | |
| *7c* | mřížkový kontaktní kroužek | Ms+Ag | |
| *7d* | izolační průchodka | teflon | |
| *7e* | izolace anoda-mřížka | teflon | |
| *7f* | izolace mřížka-katoda | teflon | |
| *8a* | katodová objímka | Ms+Ag | mezi *8a* a *8b* je jako izolace detail *1e* |
| *8b* | žhavicí objímka | Ms+Ag | |
| *8c* | katodová trubka | Ms+Ag | ⌀14/16 × 180 (115) |
| *8d* | vývod žhavení | Ms+Ag | ⌀4 × 180 (125) na konci osazen na M3 × 3, na druhém na M4 × 10 |
| *9a* | katodový píst | Ms+Ag | |
| *9b* | táhlo katodového pístu | Ms+Ag | ⌀4 × 80 |
| *9c* | katodový píst | Ms+Ag | |
| *10a* | čelo katodového pístu | Ms+Ag | |
| *10b* | izolační průchodka | teflon | |
| *10c* | víčko katody | Ms+Ag | |
| *11a* | katodový plášť | Ms+Ag | |
| *11b* | nákružek | Ms+Ag | nalisován na *11a* |
| *12a* | matice vstupního konektoru | Ms+Ag | |
| *12b* | vodicí kroužek | teflon | |
| *12c* | vnější vodič konektoru | Ms+Ag | |
| *13* | anodový válec | Cu+Ag | |
| *14* | čelo anodového obvodu | Ms+Ag | |
| *15a* | mřížkový sloupek | Ms+Ag | |
| *15b* | izolace mřížka-katoda | teflon | |
| *15c* | izolace anoda-mřížka | teflon | |
| *15d* | kontaktní kroužek mřížky | Ms+Ag | |
| *15e* | objímka | Ms+Ag | |
| *16a* | držák výstupní smyčky | Ms+Ag | |
| *16b* | pouzdro vazební smyčky | Ms+Ag | |
| *16c* | vazební smyčka | Ms+Ag | použito *5b, 5c* |
| *16d* | objímka | Ms+Ag | |
| *17a* | výstupní konektor | Ms+Ag | |
| *17b* | vodicí kroužek | teflon | |
| *17c* | střední vodič | Ms+Ag | |
| *18a* | katodová objímka | Ms+Ag | |
| *18b* | katodový válec | Ms+Ag | použito *1e* a *8b* |
| *18c* | katodová trubka | Ms+Ag | ⌀11/13 × 155 |
| *18d* | vývod žhavení | Ms+Ag | ⌀4 × 175 |



### „DX ŽEBŘÍČEK"

**Stav k 10. srpnu 1969**

**Vysílači**

*CW/fone*

*I.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1SV | 315(328) | OK1ADM | 313(314) |

*II.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1ADP | 292(298) | OK3CDP | 218(231) |
| OK1MP | 282(283) | OK2QX | 218(225) |
| OK1ZL | 270(270) | OK1VK | 218(220) |
| OK1KUL | 268(287) | OK1BY | 217(236) |
| OK1CX | 254(254) | OK1AKQ | 212(263) |
| OK1VB | 249(261) | OK1CC | 201(216) |
| OK1MG | 242(250) | OK2PO | 190(198) |
| OK3IR | 233(244) | OK1KTL | 188(207) |
| OK1AW | 232(244) | OK2DB | 187(202) |
| OK1AHZ | 230(247) | OK2KMB | 185(208) |
| OK1US | 228(250) | OK3BU | 163(191) |
| OK1PD | 218(258) | OK1KDC | 162(192) |

*III.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1NH | 150(162) | OK2BBI | 117(129) |
| OK1PT | 149(179) | OK2LN | 113(115) |
| OK2BIX | 146(177) | OK1AMR | 105(141) |
| OK3JV | 146(164) | OK1AKL | 100(127) |
| OK1ZW | 142(143) | OK3CEK | 100(119) |
| OK3CAU | 140(160) | OK2BLG | 99(135) |
| OK1KOK | 139(165) | OK2BMF | 97(134) |
| OK1AJM | 139(158) | OK1AKU | 90(140) |
| OK1ARN | 137(163) | OK1DH | 82(99) |
| OK1AOR | 130(170) | OK2BWI | 71(107) |
| OK1TA | 127(183) | OK1KYS | 69(131) |
| OK3BT | 127(142) | OK1AFX | 65(81) |
| OK1APV | 124(174) | | |

*Fone*

*I.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1ADP | 291(297) | OK1ADM | 290(297) |

*II.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1MP | 260(261) | OK3BU | 141(185) |
| OK1VK | 199(200) | OK1SV | 132(173) |
| OK1AHZ | 183(203) | | |

*III.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1WGW | 120(147) | OK1KDC | 98(147) |
| OK1BY | 117(146) | OK1XN | 72(115) |
| OK1NH | 112(134) | OK1FBV | 58(108) |
| OK1ZL | 110(115) | OK2QX | 55(57) |
| OK2DB | 105(147) | OK1AKL | 53(88) |

*Posluchači*

*I.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK2-3868 | 321(330) | OK2-4857 | 308(326) |

*II.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1-6701 | 235(276) | OK1-8188 | 169(230) |
| OK1-25239 | 216(270) | OK1-16702 | 148(214) |
| OK1-10896 | 214(274) | OK1-15561 | 141(201) |
| OK1-99 | 200(263) | OK2-21118 | 136(239) |
| OK1-12233 | 175(232) | OK2-21561 | 130(207) |

*III.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| OK1-15835 | 112(150) | OK1-18851 | 66(121) |
| OK3-4667 | 101(118) | OK2-17762 | 65(98) |
| OK1-17751 | 96(160) | OK2-20501 | 64(117) |
| OK1-8817 | 92(159) | OK1-17323 | 63(114) |
| OK1-15643 | 87(138) | OK1-16611 | 52(113) |
| OK1-15688 | 80(202) | | |

Z DX žebříčku posluchačů vystoupil OK3-4667; dostal povolení na provoz vlastní vysílací stanice pod značkou OK3TOM a OK1-15688 se značkou OK1FBO. Před delší dobou je pak předešel OK1-99, který se již přihlásil do DX žebříčku vysílačů s 58 (108) zeměmi – vše 2 × SSB – pod značkou OK1FBV. Všem naše blahopřání!

Další hlášení nezapomeňte zaslat do 10. listopadu t. r.

### Výsledky ligových soutěží za červenec 1969

**OK LIGA**

*Kolektivky*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | OK1KYS | 338 | 5. | OK2KZR | 239 |
| 2. | OK3KWK | 313 | 6. | OK3KIO | 158 |
| 3. | OK2KFP | 307 | 7. | OK1KTL | 151 |
| 4. | OK1KTH | 293 | | | |

*Jednotlivci*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | OK1AWQ | 956 | 14. | OK1APV | 362 |
| 2. | OK3CFL | 935 | 15. | OK2BPE | 323 |
| 3. | OK1AKU | 888 | 16. | OK1AMI | 311 |
| 4. | OK2BOB | 866 | 17. | OK1AOR | 304 |
| 5. | OK2BHV | 814 | 18. | OK2BOT | 236 |
| 6. | OK2BDE | 586 | 19. | OK3TOA | 204 |
| 7. | OK1AOU | 522 | 20. | OK1DAV | 185 |
| 8. | OK1JKR | 475 | 21. | OK3ALE | 178 |
| 9. | OK2BOL | 472 | 22. | OK1KZ | 148 |
| 10./11. | OK1ATZ | 448 | 23. | OK3ZAD | 140 |
| 10./11. | OK1DBM | 448 | 24. | OK1JDJ | 130 |
| 12. | OK1AOV | 426 | 25. | OK1IDK | 121 |
| 13. | OK2ZU | 388 | | | |

**OL LIGA**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | OL2AIO | 331 | 4. | OL6AMB | 186 |
| 2. | OL5ALY | 317 | 5. | OL1ALM | 106 |
| 3. | OL1AKG | 233 | | | |

**RP LIGA**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | OK1-13146 | 6 024 | 4. | OK1-17354 | 417 |
| 2. | OK1-6701 | 2 120 | 5. | OK2-17762 | 293 |
| 3. | OK1-15835 | 1 251 | | | |

**První tři ligové stanice od začátku roku do konce července 1969**

*OK stanice – kolektivky*

1. OK3KWK 8 bodů (1+1+1+1+2+2), 2. OK1KTH 14 bodů (2+2+2+3+1+4), 3. OK2KFP 22 bodů (4+5+3+4+3+3); následuje 4. OK3KIO 39 bodů.

*OK stanice – jednotlivci*

1. OK2PAE 15 bodů (1+1+1+2+9+1), 2. OK2BHV 18 bodů (2+3+3+4+3+3), 3. OK2QX 27 bodů (8+4+5+6+2+2); následují: 4. OK1ATZ 47,5 bodu, 5. OK2BPE 60, 6. OK1IAG 61, 7. OK1AOR 62 a 8. OK1AMI 78 bodů.

*OL stanice*

1. a 2. OL2AIO (2+4+1+2+2+1) a OL5ALY (5+1+2+1+1+2) po 12 bodech, 3. OL1AKG 16,5 bodu (1+2,5+2+5+3+3); následuje 4. OL1ALM 25,5 bodu.

*RP stanice*

1. OK1-13146 6 bodů (1+1+1+1+1+1), 2. OK1-6701 11 bodů (1+2+2+2+2+2), 3. OK1-15835 22 bodů (4+5+4+3+3+3); následuje 4. OK2-17762 36 bodů.

* * *

Byly hodnoceny jen ty stanice, které během prvních sedmi měsíců t. r. zaslaly alespoň 6 hlášení a jejichž dopisy byly doručeny do 14. srpna 1969.

## Změny v soutěžích od 10. července do 10. srpna 1969

### „S6S"

V tomto období bylo uděleno 31 diplomů S6S za telegrafická spojení č. 3 871 až 3 901 a 6 diplomů za spojení telefonická č. 863 až 868. V závorce za značkou je uvedeno pásmo doplňovací známky v MHz.

*Pořadí CW:* PZ1AV (14), UV9DO (14), UC2OC (14), UW3QI (14), UA3KMY (28), a dále UQ2MR, UW0FP, UW3UG, UA3KCW, UA0KCO, UY5AP, UY5XH, UW3KBI, UT5LW, UO5AP, UL7CA, UA0ZU, UW3IE, UQ2PM (všichni 14 MHz), UL7JG (28), UV3QQ (14), UA1KBE (14), OK3TAH (14), SP4CLX (14), SP6ATT (14), DM2CXN (14), DM2BCF (14), DM2BJE, OK2BJU, SP9DH (3,5), SP6BCA (14).

*Pořadí fone:* PY1MG (7, 14, 21 a 28), OK1JD (2×SSB), UT5OF (28—2×SSB), UA1ABW (28—2×SSB), UA3KND (14, 21 a 28 — 2×SSB) a UA3TN (14—2×SSB).

Doplňovací známky za telegrafická spojení na 21 MHz dostanou stanice OK3CEL k základnímu diplomu č. 3 526 a OK1AMI k č. 3 304.

### „100 OK"

Dalších 25 stanic, z toho 4 v Československu, získalo základní diplom 100 OK č. 2 220 až 2 244 v tomto pořadí:

SP3BYZ, OK1DAM (564. diplom v OK), DM3VYF, UA4AE, UF6KAM, UP2KAG, UA1KBC, UA3JO, UY5ZI, UY5BO, UA3EL, UA1AL, UB5KUJ, UB5WL, UA3DM, UC2OC, DM4PKL, OK1FVV (565.), YU1GTU DM2CHL, DM3MCH, YU1AEW, YU4FDE, OK2BLS (566.), OK3KCW (567.).

### „200 OK"

Doplňovací známku za 200 předložených různých listků z Československa obdržely tyto stanice: č. 204 UT5KDP k základnímu diplomu č. 2 050, č. 205 UA3KWI k č. 1 848, č. 206 UY5XH k č. 2 108, č. 207 W3HQU k č. 1 956, č. 208 OK3CJE k č. 2 126 a č. 209 OK2BJU k č. 1 633.

### „300 OK"

Doplňovací známka za 300 potvrzení z OK byla zaslána stanici UD6BW s č. 93 k základnímu diplomu č. 1 242 a č. 94 stanici OK2BJU k č. 1 633.

### „400 OK" a „500 OK"

OK2BJU získal i obě tyto doplňovací známky najednou, a to první s č. 48 a druhou s č. 30. K tomuto výkonu srdečně blahopřejeme! Základní diplom měl již před delší dobou – č. 1 633. Navázat potřebný počet spojení by snad nebylo ani takovým problémem pro systematicky pracující stanici, ale dostat QSL listky – to už je něco!

### „OK SSB AWARD"

Diplom č. 3 dostane stanice OK1WGW, Jiří Pacovský, Teplice, č. 4 OK1BOM, Edvin Merta, Litoměřice.

### „P75P"

**3. třída**

Diplom č. 228 byl přidělen stanici DM3NCJ, Manfredu Lueckmannovi z Jeny, č. 289 OK1JN, Josefu Kosařovi z Vratislavic n. Nisou a č. 290 LU8DKA, Alfonsu P. Gonzalesovi z Ezeizy, Buenos Aires.

**2. třída**

Diplom č. 115 dostala rovněž argentinská stanice LU8DKA z Ezeizy, která projevila zájem i o naše další diplomy, zejména pak o diplom 100 OK. Uslyšíte-li ji, pomozte jí navázáním spojení!

### „P-100 OK"

Po delší době dostala naše posluchačská stanice opět diplom. Je to OK1-15835, Karel Sokol z Prahy 5. Diplom má č. 533 a je 255. diplomem vydaným pro naše stanice.

# RTO CONTEST

## Orlický pohár setkání

Orlické hory se staly ve dnech 2. a 3. srpna dějištěm Orlického poháru setkání. Soutěž uspořádal ODDM z Pardubic u příležitosti výcvikového tábora mladých radioamatérů. Vedoucím tábora, ředitelem organizačního výboru, stavitelem trati atd. byl opět Karel Koudelka, OK1MAO. Přijelo 17 závodníků. Bydlelo se ve stanech, kousek od nich byl bazén s čistou a studenou vodou. V krásném počasí, které bylo po oba dny, to byly nejhezčí letošní závody.

V příjmu se znovu potvrdilo, že příští rok bude nutné zvýšit rychlost přijímaných textů. V kategorii A se devět závodníků z deseti pohybovalo v rozmezí dvou chyb. Je s podivem, že k této situaci nedošlo dosud v kategorii B. Držitelé značek OL jsou většinou dobrými telegrafisty, mají hranici 90 zn/min. a přesto udělají mnohem více chyb.

Stále zajímavější je telegrafní provoz. Tentokrát se závodilo ve třech etapách; největšího počtu spojení – 35 – dosáhl T. Mikeska, OK2BFN. Jediným kazem jsou stále těžké a velmi poruchové stanice RO21; doufejme však, že je to poslední sezóna, kterou se používají.

Orientační závod byl velmi těžký; podle mínění většiny nejtěžší v tomto roce. Kromě toho, že terén měl mnoho stoupání a klesání, byl les s mnoha spadanými stromy, houštinami a bažinami těžko průchodný. Zvítězil opět se značným náskokem J. Vondráček, OK1ADS, za 55 minut. Vzhledem k obtížnosti orientačního závodu opět vyvstala otázka hodnocení dívek a žen, kterou bude třeba nějak vyřešit.

**Výsledky**

*Kategorie A*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Mikeska, OK2BFN | Gottwaldov | 281 b. |
| 2. | Vondráček, OK1ADS | RK Smaragd | 271 |
| 3. | Pažourek, OK2BEW | Brno | 263 |
| 4. | Farbiaková | Praha | 219 |
| 5. | Kučera, OK1NR | Vrchlabí | 197 |

6. Uzlík, 7. Dušek, 8. Bürger, 9. Jonášová, 10. Jankovičová.

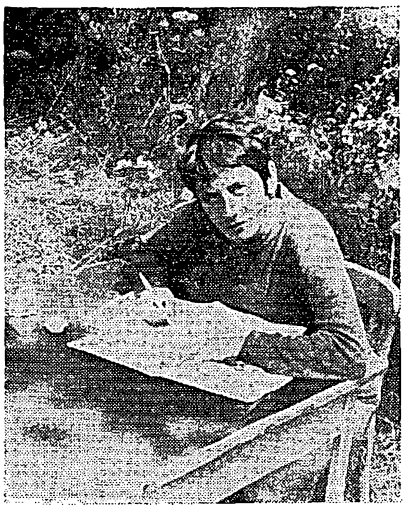
*Kategorie B*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Kliment, OL6AIU | RK OK1KBN | 278 b. |
| 2. | Hanzal, OL1ALM | Praha | 239 |
| 3. | Sloupenský, OL5AJU | Ústí n/O | 234 |
| 4. | Dolejš, OL2AIO | Tábor | 180 |
| 5. | Blažek, OL6AMB | Vyškov | 171 |

6. Zika, 7. Cevona.

—ra

*Obr. 1. Marta Jankovičová z družstva radioklubu Smaragd při telegrafním provozu*



*Obr. 2. Marta Farbiaková při zakreslování trasy orientačního závodu do mapy*

# HON NA LIŠKU

## Mezinárodní závody v Rumunsku

Rumunská radioamatérská organizace uspořádala ve dnech 6. až 10. srpna u příležitosti oslav 25. výročí osvobození Rumunska mezinárodní závody v honu na lišku. Kromě čs. reprezentantů se závodů zúčastnila i družstva Sovětského svazu, Polska, Německé demokratické republiky, Bulharska, Maďarska a Rumunska.

Pro závody bylo nominováno družstvo ve složení: Ladislav Kryška, Boris Magnusek, Miloslav Rajchl a Pavel Šrůta; trenérem byl Emil Kubeš a vedoucím družstva Jiří Bláha.

Prvním a také posledním problémem účasti bylo zajištění dopravy na závody. Díky velkému zájmu Čechů a Slováků o letní pobyt v Rumunsku padly veškeré naděje na leteckou nebo vlakovou přepravu. Původně přislíbený mikrobus od ÚV Svazarmu také nevyšel, takže ještě den před odjezdem byla naše účast nejistá. Po projednání celé situace s předsedou federálního ÚV Svazarmu ing. Škubalem byla uvolněna jedna služební T603, závodník Pavel Šrůta přidal svou Oktávii včetně sebe jako řidiče a mohlo se jet.

Teprve během cesty jsme poznali, jak toto nouzové zajištění přepravy bylo nakonec výhodné. Cestu dlouhou 1 500 km do města Gheorghe-Gheorghiu-Dej jsme absolvovali pohodlně za dva dny. Také během závodů ocenili naši reprezentanti výhody vlastního vozu, kde se mohli hned po skončení závodu osvěžit, ošetřit, převléknout a uložit zařízení.

Místo závodu – město Gheorghe-Gheorghiu-Dej nás velmi překvapilo. Na mapách jsme je nenašli, ve skutečnosti je však moderní, nádherné, teprve 15 let staré. Průměrný věk jeho obyvatel je 27 let.

Závod probíhal na dvou pásmech přesně podle platných mezinárodních propozic. Na 3,5 MHz byly čtyři lišky, na 145 MHz 3 lišky. Jedinou změnou (dost neobvyklou) bylo zrušení limitu; limit pro vyhledání lišek nebyl stanoven. Průběh závodu byl po technické stránce velmi dobře zajištěn, odpadly veškeré protesty na vysílání lišek. Menší spokojenost již byla v zapisování časů do průkazů závodníků na jednotlivých liškách, kde docházelo ke zdržení a nepřesnostem. Tato maličkost však nemohla ovlivnit celkové výsledky a nemohla zkazit opravdu nádherný dojem z celého našeho pobytu v Rumunsku.

**Pásmo 3,5 MHz**

*Jednotlivci*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Mierlut | Rum. | 54,15 min. | 4 lišky |
| 2. | Grečichin | SSSR | 61,55 | |
| 3. | Nestěrov | Bulh. | 65,38 | |
| 9. | Magnusek | ČSSR | 75,05 | |
| 15. | Rajchl | ČSSR | 85,47 | |
| 25. | Kryška | ČSSR | 121,50 | |
| 26. | Šrůta | ČSSR | 126,30 | |

*Družstva*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | SSSR | 196,17 | 12 lišek |
| 2. | Rumunsko | 218,42 | |
| 3. | Bulharsko | 224,41 | |
| 4. | Maďarsko | 224,54 | |
| 5. | NDR | 267,32 | |
| 6. | ČSSR | 282,42 | |
| 7. | Polsko | 240,06 | 8 lišek |

**Pásmo 145 MHz**

*Jednotlivci*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Grečichin | SSSR | 58,35 | 3 lišky |
| 2. Goschin | SSSR | 65,15 | |
| 3. Crăciun | Rum. | 66,36 | |
| 5. Kryška | ČSSR | 74,16 | |
| 12. Rajchl | ČSSR | 99,26 | |
| 18. Magnusek | ČSSR | 118,09 | |
| 23. Šrůta | ČSSR | 126,20 | |

*Družstva*

| | | |
|---|---|---|
| 1. SSSR | 196,50 | 9 lišek |
| 2. Maďarsko | 251,05 | |
| 3. Rumunsko | 251,47 | |
| 4. ČSSR | 291,51 | |
| 5. NDR | 324,52 | |
| 6. PLR | 227,35 | 7 lišek |
| 7. BLR | 130,15 | 6 lišek |

*J. Bláha*

**Rubriku vede ing. Vladimír Srdínko, OK1SV**

## DX-expedice

Expedice Gusa, W4BPD, pravděpodobně skončila dříve, než pořádně začala! Je velmi pravděpodobné, že Gus musel do nemocnice (snad do Nairobi) a již celý měsíc se na pásmech neobjevil. Naopak se na pásmech proslýchá, že pojede přímo domů do USA. Škoda, že nám letos nemohl pomoci k novým vzácným zemím, které měl v plánu!

**Z Rio de Oro se nečekaně ozvala expedice EA9ER. Pracovala převážně SSB na 21 MHz, a to dost podivným způsobem – některé italské stanice ji předem připravovaly seznamy zájemců o spojení a přímo ji nebylo možné vůbec zavolat. Mě do seznamu nevzali a dávali očividně přednost stanicím latinské Ameriky, španělským a W6. QSL se mají zasílat na P. O. Box 227, Aaiun, Spanish Sahara (Rio de Oro).**

Z Andorry pracovalo v době dovolených hned několik expedic, všechny již s nově přidělenou značkou C31 (třicet jedna). Byli to např. C31CH (QSL na F8YY), C31CE, CI, BL (QSL na F3KT), C31BS (na ON5FD), C31CM (na F9ET) atd. Stálé stanice v Andoře mají nyní přiděleny tyto značky: PX1YR je C31AA, PX1JQ je C31AH a PX1MA je C31AY.

**VE3AFC na své karibské expedici pracoval naposledy z British Virgin Islands pod značkou VP2VT, většinou SSB. QSL žádá na domovskou adresu. Expedice již skončila.**

K5AAD byl rovněž na krátké expedici ve stejné oblasti; v polovině července pracoval z Grenada Isl. jako VP2GTL na všech pásmech včetně 80 m a plánoval ještě VP2AZ (Antigua), dokonce chtěl vysílat i do FM7WQ. Nebyl zde však již zaznamenán.

**Další krátkodobé expedice se přímo rojily na Korsice. Byl to např. F0FV/FC, který pracoval na kmitočtu 3 780 kHz SSB (op. DL7BV) a QSL žádal na F0FV. Také tam byla expedice F0HI/FC/M (žádá QSL na G3GFT) a několik dalších.**

Expedice na ostrov Timor, oficiálně oznámená VK2BFI za spoluúčasti VK3MO, ZL4LZ a W5RBO, se v plánovaném terminu neuskutečnila ani jako CR8JG, ani jako YB4 nebo VS5. Poslední informace od VK3MO říkají, že patrně začali příliš brzy s propagací, aniž byla solidně zajištěna koncese v CR8. Kromě toho mají i potíže se zařízením a ani po finanční stránce není dostatečné zajištění. Zdá se, že tamní úřady nevydávají koncesi cizímu občanovi, a tak je osud této velmi žádoucí expedice nejistý.

**Expedici na Špicberky podnikli dva LA-amatéři v červenci. Zdrželi se tam asi tři týdny a jejich značky byly JW2QK a JW9DL. Patrně to byly první stanice, které tam pracovaly SSB. Oběma dělá QSL-manažera LA1SL.**

Z Jersey Isl. pracovala i expedice GC5AOM (QSL na DJ3YL). O několik dní později se objevila jako GC5AON z Guernsey Isl.

**Z Lichtensteinu se ozvala expedice HB0XWS, což byl DK1YK. Pracoval na všech pásmech a QSL žádal na svoji domovskou adresu.**

Pokud jste pracovali se značkou 5Z4RS/P, byla to expedice vysílající z vrcholu hory Kenya (vysoké 4 200 m) u příležitosti tamního Polního dne.

**W1WQC se ozval opět z expedice na Cayman Isl. jako VP5AA, převážně SSB. QSL na jeho domovskou adresu.**

Z ostrova San Andreas se objevila začátkem srpna expedice K6JGS/HK0 na SSB a žádala QSL na W4VPD.

**CT4B, který se objevil na pásmech 1. 7. 69. byl na Bergelen Isl. a QSL žádal na CT1ZA. Má-li naději na uznání do DXCC, to zatím nevím, pochybuji však o tom.**

TI2HP oznámil, že připravuje novou expedici na TI9 (Coco Island) na začátek roku 1970.

**5A3TX oznámil, že se brzy pokusí o expedici do TT8 (Tchad) – pravděpodobně již v září t. r.**

Poněkud zpožděně se dovídám, že FK8AC chce podniknout expedici na FW8-Wallis Isl. Měl by se tam zdržet celý měsíc. Termín zatím není znám.

## Zprávy ze světa

**XT2AA je pravý! Pracuje občas SSB na 14 MHz později v noci a zjistili jsme, že nejde o expedici, ale o stálou stanici v Upper Volta. Mluví francouzsky, ale kratší QSO zvládne i v angličtině. Pracovali s ním např. OK1ADM, OK1JD, OK2BGT.**

Z Maroka je aktivní stanice EA9AI telegraficky na kmitočtu asi 14 040 kHz kolem 07.00 GMT. QSL žádá na QSL-bureau, P. O. Box 220-Madrid. Jeho QTH je Melilla.

**Nový prefix se ozývá ze Singapore, kde používají přechodně značku 9V0 u příležitosti oslav 150. výročí samostatnosti. Tento prefix má platit jen po dobu jednoho měsíce.**

V seznamu zemí DXCC nastala rozhodnutím ARRL změna: byly zrušeny dvě země (zatím nevím od kterého data), pravděpodobně zánikem jejich samostatnosti. Jde o VQ1 – Zanzibar (nyní Tanzanie) a EA9 – Ifni.

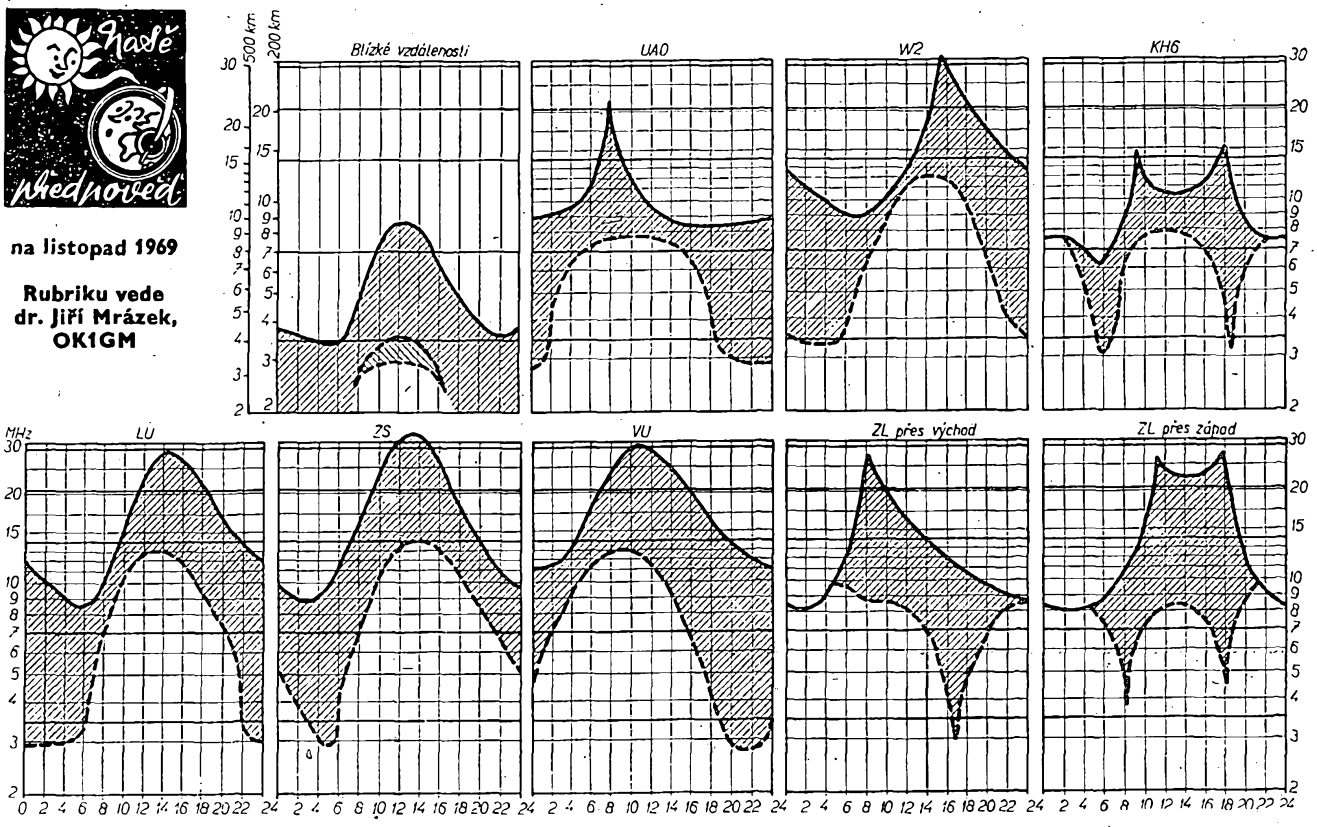
**Pod značkou W3AWU/YB6 pracuje na SSB W3AWU z ostrova Sumatra. Není to však již samostatná země DXCC, jako bývala dříve PK4; platí za Indonésii. Bývá k večeru na 14 230 kHz.**

Z Britského Hondurasu, který je stále ještě velmi vzácný, se objevila stanice VP1DW pozdě večer na 14 MHz. Je zde výborně slyšitelný (směruje trvale




**na listopad 1969**

**Rubriku vede dr. Jiří Mrázek, OK1GM**




**Den se zkracuje a úměrně s tím vzrůstají polední hodnoty kritického kmitočtu vrstvy F2 a naopak se zmenšují jeho noční minima. Tím je dán i celkový ráz listopadových podmínek: přes den se bude ozývat pásmo 21 MHz a někdy i 28 MHz, a to vždy ze směrů neosvětlených Sluncem. Tyto podmínky byly ovšem již v říjnu a během listopadu se poněkud zhorší; využijte jich – sluneční činnost slábne a kdo ví, jak tomu bude za rok.**

**Výrazně se zlepší provoz na pásmech 40 a 80 m. Během dne budou signály na těchto pásmech silnější, protože útlum působený nízkou ionosférou bude menší než v říjnu; na pásmu 3,5 MHz se budou vyskytovat občasné DX-podmínky od pozdního odpoledne až do rána. Nejvíce patrné budou ve druhé polovině noci (USA) a časně ráno (Nový Zéland), musíme však počítat s tím, že často budou nezřetelné nebo se jich nedočkáme vůbec. Ranní podmínky na Nový Zéland mají svůj „protějšek" v podobných podmínkách mezi 17. a 19. hodinou, kdy však bude na pásmu 80 m vadit silný provoz evropských stanic. Podmínky pro tento směr budou vesměs trvat jen několik minut a dočkají se jich tedy jen ti nejtrpělivější. Kromě Nového Zélandu se může ozvat i Austrálie s nejbližším okolím.**

**DX-možností se pomalu dočká i pásmo 160 m. Budou se týkat jen směrů Sluncem neosvětlených a budou spíše vzácností než pravidlem. V dalších zimních měsících budou mít tendenci stále se zlepšovat.**

## V LISTOPADU

*Nezapomeňte, že*

*budou uspořádány tyto závody (čas v GMT):*

| *Datum, čas* | *Název* | *Pořádá* |
|---|---|---|
| *1. 11.* | | |
| *19.00—21.00* | *OL závod* | *ÚRK* |
| *1. 11. až 2. 11.* | | |
| *00.00—23.59* | *KR6 DX-Contest* | *Okinawa* |
| *8. 11. až 9. 11.* | | |
| *18.00—18.00* | *7 MHz DX-Contest* | *RSGB* |
| *9. 11.* | | |
| *00.00—24.00* | *OK DX-Contest* | *ÚRK* |
| *10.11.* | | |
| *19.00—21.00* | *Telegrafní pondělek* | *ÚRK* |
| *22. 11. až 23. 11.* | | |
| *00.00—24.00* | *CQ-VV-W Contest, CW* | *CQ (USA)* |
| *24. 11.* | | |
| *19.00—21.00* | *Telegrafní pondělek* | *ÚRK* |
| *29. 11 až 30. 11.* | | |
| *14.00—08.00* | *Fone závod* | *ÚRK* |

na Anglii) a QSL žádá na RSGB, popřípadě na značku „OTRS-31026", což je posluchačský prefix v Anglii. Nejnověji se tam ještě ozval VP1CP na 14 MHz SSB časně ráno.

**Argentina dostala od ITU přiděleny další značky L2A až L2Z, takže lze očekávat, že se příležitostně (v závodech apod.) objeví na pásmech.**

Stanice WA4MMO/KC6 pracuje z ostrova Palau obvykle večer na kmitočtu 14 205 kHz SSB.

**3V8NC pracoval z Tunisu v polovině července SSB a žádal QSL na G3TXF. Telegraficky se tam objevil znovu v CW-části WAE-DX-Contestu.**

Zajímavými prefixy, s nimiž jsme v posledních dnech pracovali, jsou např. UZ3TD (14 MHz CW), OA7B, OA2J, OA1CN, SSB na 14 MHz, OA8BA a TI8WPE (všechny 14 MHz, SSB).

**ZD9BN z ostrova Gough bývá často na různých kmitočtech pásma 21 MHz SSB kolem 17.00 až 18.00 GMT. Je však slabý a má zájem především o stanice z G. Oznamuje, že od 21.30 do 22.30 GMT je SSB na kmitočtu 3 798 kHz, jinak používá hlavně kmitočty 21 310 kHz a 28 520 kHz. QSL vyřizuje GB2SM.**

Na 14 MHz pracuje automatický maják ZS3AW několika vědeckých instituci v NSR. Pracuje na kmitočtu 14 000 kHz z QTH Tsumeb v Jihozápadní Africe. Kmitočet je naprosto přesný a lze jej používat ke spolehlivému cejchování přijímačů. Majàk pracuje s 1 kW a dvěma směrovkami, nařízenými stabilně na NSR. Pracuje plných 24 hodin denně. Udává každé čtvrt minuty značku ZS3AW a každou druhou minutu čárku v trvání dvou minut. Byli jsme požádáni, abychom upozornili naše amatéry, že maják je automat, takže s ním nelze navazovat spojení. Dále jsme byli požádáni, abychom nevysílali v rozsahu 0,2 kHz nad jeho kmitočtem, aby nebyla rušena vědecká měření.

**V letošním All-Asia DX-Contestu se mají objevit tyto rarity: JD1YAB z QTH Volcano Island a JD1YAA z QTH Marcus Island (bez záruky, mohlo by jit i ostrov Marco!). Obě stanice mají pracovat na všech pásmech jen telegraficky.**

YJ8RC – New Hebrides – bývá často v pátek kolem 10.30 GMT slyšet ve spojovací síti DX-Pacifix na kmitočtu 14 270 kHz. QSL žádá na adresu: R. Graham, C/o, Post Office Villa, New Hebrides. S touto sítí však nemám dobré zkušenosti a nedovolal jsem se tam ani 5W1AD, VR1L a VR2CC.

**PD3 bude speciální prefix holandských stanic (PA0) v závodě uspořádaném v září t. r. na počest 50. výročí prvního bezdrátového spojení v Holandsku r. 1919 na výstavě v Utrechtu.**

ST2SA, o němž jsme nedávno přinesli zprávu, že má studovat v ČSSR, se znenadání opět objevil na pásmech. Pracuje zejména na 21 040 kHz kolem 19.00 GMT. QSL žádá přímo na P. O. Box 244, Port Sudan, Sudan.

**Podle nepotvrzené zprávy ukončil prý ZL2ABJ svůj pobyt na Chatham Island kolem 13. 7. 69. a vrátit se zpět na Zl. Původně bylo oznámeno, že tam bude zaměstnán po celý rok 1969.**

Zpráva pro lovce WPX oznamuje, že z Boy Scouts of America Jamboree pracuje stanice KF7BSA. Její QTH je Farragaut State Park, Idaho. Tato stanice pracuje trvale po celý rok CW na kmitočtech 7 050, 14 090 a 21 140 kHz, SSB na 14 290, 21 360 a 28 990 kHz.

**KW6AA na ostrově Wake pracuje na 14 219 kHz po 14.00 GMT. Další aktivní stanicí je tam nyní ještě KW6GJ, který bývá slyšet na 21 300 kHz po 22.00 GMT.**

BV2A je jedinou aktivní stanicí na Taiwanu. Pracuje obvykle na kmitočtu 14 028 kHz telegraficky kolem 13.00 GMT s dobrým signálem.

**KJ6BZ pracuje pravidelně na kmitočtu 7 235 kHz SSB od 06.00 GMT ve středu a v sobotu. Zůstane na ostrově do března 1970.**

Nedávno jsme zaznamenali rekord v dosažení WAC stanicí 5L2KG za 6 minut. Nyní se ozval W6KG, který splnil podmínky WAC s jedinou elektronkou (1 W) a s obyčejnou „dvojkou" s audionem za 1 hodinu a 45 minut. Skromně podotýká, že tento rekord nikdo nezaregistroval, protože byl utvořen v roce 1928!

**ARRL označila za piráty tyto další stanice: YZ3A (údajně Gilbert Isl.) a VQ9FA (uváděl QTH Farquhar Island).**

QSL-informace pro některé vzácnější stanice: HI7JPM na K3EST; TR8AG-CR6GO (P. O. Box 10408, Luanda, Angola)! KG4DT-F. D. Salzer, P. O. Box 55-D, FPO New York City, 09593; 5H3LV-VE3ODX; VQ9MK-R. L. Markham, Baje St. Anne, Praslin, Seychelles Isl.; VQ9DH-P. O. Box 191 Mahé, Seychelles; VR1P-GPO, Br. Phönix Isl.; 5U7AK-Mission Prott, Rep. Niger; 5Z4LS-P. O. Box 448, Nyieri, Rep. Kenya; 6W8BJ-P. O. Box 52, Thies, Senegal; 7G1CG-P. O. Box 33, Conakry, Guinea; 7Q7WW-P. O. Box 453, Blantyre, Malawi; VS5PH-DL3RK; KZ5EK-DL7FT; JY4C-WA8NUQ; XW8CD-WA0DGG; C31CL-W7CRT; HC2GG/1-P. O. Box 244-A, Quito; VS9MB-G3KDB; YA2HWI-W9FLJ; ZF1KV-WA0QOI; 5L2BJ-WA3HUP; OD5LX-K4TSJ; 8P6BU-WB2UKP.

**Copenhagen Award je nový diplom vydávaný u příležitosti 800 let od založení města Kodaně. Je třeba spojení s deseti různými stanicemi v Kodani od 1. 1. 1967. Diplom je vydáván za spojení fone, mixed, CW a vydává se i pro posluchače. Potvrzený seznam spojení se zasílá spolu se žádostí na OZ3WP a stojí 10 IRC.**

Do dnešní rubriky přispěli OK1ADM, OK1ADP, OK2BRR, OK2QR, OK2BGT, OK1AHV, OK1NH, OK1AWQ, OK1ATJ, OK1IAR, OK1DVK, OK2BCW, OK2PCL a posluchači OK3-13053, OK2-10786, OK1-16713. V m děkujeme za zprávy i dopisy a prosíme i další zájemce o DX-sport – zasílejte pravidelné zprávy z pásem vždy do osmého v měsíci na adresu: Ing. Vladimír Srdinko, P. O. Box 46, Hlinsko v Čechách.

## čet l jsme

**Radio, Fernsehen, Elektronik (NDR), č. 14/69**

Současné zobrazení křivek v několika barvách barevnou obrazovkou – Přijímač barevné televize s integrovanými obvody – Výpočet galvanicky vázaného tranzistorového zesilovacího stupně – Komplexní obchodní a servisní středisko v Rostocku – Televizní přijímače 1960 až 1969 (4) – Sinusový a hudební výkon – Stabilizace pracovního bodu tranzistoru v bateriových tranzistorových přijímačích – Zesilovač s velkým vstupním odporem k zesilování malých stejnosměrných signálů (2) – Tyristorový generátor pulsů s malým vnitřním odporem – Vstupní odpor zesilovače s katodovým výstupem – Tyristor jako teplotní čidlo.

**Rádiótechnika (MLR), č. 8/69**

Zajímavé obvody s elektronkami a tranzistory – Indukčnost vzduchových cívek – Od lineárního koncového stupně k anténě – Dvojitý směšovač pro pětipásmový vysílač – Ham-super 1969 – DX-Měřicí generátory VKV – Konvertor DMH – Televizní přijímač Orion AT848 – Nf zesilovač bez transformátorů – Měření na magnetofonech – Transformátory s vinutým železným jádrem – Generátor signálů k opravám – Superhety s tranzistory – Transunivohm.

**Radioamator i krótkofalowiec (PLR), č. 7/69**

Lasery – Napáječe s tyristory – Jednoduchý krátkovlnný přijímač – Nejjednodušší přijímač – Samočinné zastavování posuvu pásku u magnetofonů.

**Radio i televizija (BLR) č. 6/69**

Zhotovování a návrh plošných spojů – Vertikální rozklad v televizních přijímačích s tranzistory – Charakteristické závady televizorů Temp 6 a Temp 7 – Modernizace přístroje Avometr C20 – Generátor vibráta 3 až 10 Hz – Charakterograf IX-51v – Reproduktorová soustava Gama – Tranzistorové nf zesilovače třídy B bez transformátorů – Tranzistory a relé – Mikroelektronika v automobilech – Technické rady.

**Funktechnik (NSR), č. 13/69**

Stavební prvky pro elektroniku – Nové součástky a stavební díly pro rozhlas a televizi – Novinky v anténní technice a v příslušenství antén – Vysoké napětí pro barevné televizory násobením napětí – Aktivní přijímací antény – Stereofonní nf zesilovač Hi-Fi 2 × 12 W – Amplitudově modulovaný koncový stupeň vysílače s výkonem 150 mW – Počítací dekády pro přímé čtení číslic – Co je to PN-FET, MIS (MOS) FET? – Osciloskop v servisní praxi.


## INZERCE

**První tučný řádek Kčs 20,40, další Kčs 10,20.** Příslušnou částku poukažte na účet č. 300-036 SBČS Praha, správa 611 pro vydavatelství MAGNET, inzerce, Praha 1, Vladislavova 26. Uzávěrka 6 týdnů před uveřejněním, tj. 14. v měsíci. Neopomeňte uvést prodejní cenu.

### PRODEJ

**Holandské cívkové soupravy** 4, 6, 8 tlačítkové, příp. s vln. přepínačem otočným na KV I, KV II, SV, DV, GR a s předvolbou stanic. Kčs 40, 60, 80, 100. I. Voráček, Obránců míru 107, Praha 6.

**Barevnou hudbu,** přístroj podle AR č. 2/67. Cena 600 Kčs. V. Liska, Divadelní 1629, Kladno.

**KU605, 606 (a 180),** AF139 (120). AF106 (100), GF505, 506 (à 75), OC26 (45), OC27 (100), 7NU74 (100), aj pár BDY11 (200), 7QR20 (90), DHR5 (100), DHR3 (120), systém AVOMET II (150), krystaly: 0,94406; 0,942187; 0,94781; 2 × 1,24375; 5; 6; 10 MHz (à 50), tranzist. plynule ladit. volič I. až III. TV pásmo (450), volič Dajana (125), 25 ks různé tranz. OC71; OC170; 103, 106, 156NU70; 102NU71 (250); 25 ks různé diódy KY705, 36NP75, D7Ž, D226, DGC27 apod. (200), GU50 (40), GU29, GI30 so soklom (à 90), 40 ks různé elky (350), 15 ks elky 4 × E88CC, 9 × E180F (6Ž9P), 2 × PCC88 (300), tranzist. stereozosil. 2 × 10 W, 2 × reproskrine, stereogramo (2 000), alebo vymením za tranzist. kazetový magnetofón, aj poškodený. J. Lacko, Bottova 1407, Liptovský Mikuláš.

**Sov. tunelové diody** GI305A, GI305B, AI305A (à 50), germ. vf tranzistory 1T313 – 1 000 MHz (à 100), P418 – 700 MHz (à 70), P417 – 200 MHz (à 40), Křem. vf tranzistory KT301E (à 50), KT301Ž (à 50). Germ. výk. tranzistory P214G (à 20), metalkeram. mikrovlnné triody 6C17KB (à 150), metalkeram. UKV výk. triody GU33B (à 250). Vše nové, nepoužité. Pošlu na dobírku, obratem. Beatová skupina Diskant, Klub Minice, nová svobodárna, Žatec, o. Louny.

**RX E10L** (300), vrak Lambdy V (500), mf 452 kHz (à 7), koupím krystaly 1; 2,75; 3; 5,5 a 9 MHz, RX M.w.E.c. nebo podobný. V. Stránský, Horákova 13, Prostějov.

### KOUPĚ

**Elektronku CBC1** nebo EBC3 i starší dobrou. F. Vlachovský, Zl. Hory 456, okr. Bruntál.

**AR č. 1 z r. 1968** za velmi dobrou cenu. Dr. J. Holý, Jugoslávská 18, Praha 2.

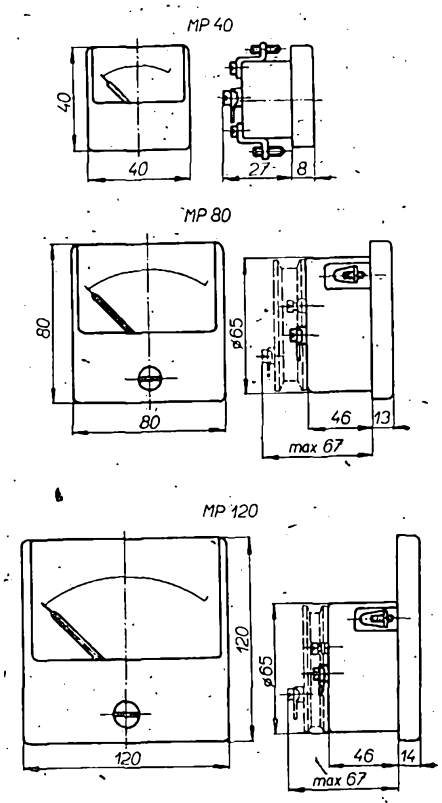
**Středový jemný předvod** nebo jiný, tr. 2N706, kond. ot. 30 pF. E. Orlík, Olomoucká 58, Opava.

**RX Lambda nebo R4** jen bezv. stav. K. Břečka, Nýřany 685, okr. Plzeň-sever.

# PANELOVÉ PŘÍSTROJE MAGNETOELEKTRICKÉ TYPŮ MP40-80-120

Třída přesnosti: 2,5 %.
Zkušební napětí: 2 000 V.
Výchylka ručky: 90°.

| Typ | | Vnitřní odpor [Ω] | Cena |
|---|---|---|---|
| MP 40 | 60 μA | asi 4 000 ± 25 % | 210,— |
| | 100 μA | 1 800 | 210,— |
| MP 80 | 40 μA | asi 6 000 ± 25 % | 240,— |
| | 100 μA | 1 800 | 240,— |
| | 150 μA | 850 | 240,— |
| | 10 A | | 200,— |
| | 25 V | | 230,— |
| MP 120 | 40 μA | asi 6 000 ± 25 % | 265,— |
| | 100 μA | 1 800 | 255,— |
| | 150 μA | 850 | 255,— |




# RADIOAMATÉR

**Domácí potřeby Praha, prodejna č. 211-01**
**v Praze 1, Žitná 7, tel. 228 631**

ZÁSILKOVÝ PRODEJ

# V KLIDU A POHODLNĚ SI NOVÉ TELEVIZORY NEJPRVE PROHLÉDNETE

... potom si je necháte od techniků TESLA předvést v provozu a vysvětlit obsluhu. Rozhodnete-li se, potom zbývá už jen udat adresu, na kterou má být technicky přezkoušený televizor dopraven. TAK JE TOMU V PRODEJNÁCH TESLA I VE STŘEDISCÍCH MULTISERVISU TESLA (pokud dáváte přednost pronájmu televizorů z MULTISERVISU, který je spojen s bezplatnou servisní péčí po celou dobu užívání).

Televizory TESLA se stále těší velkému zájmu zákaznické veřejnosti pro mimořádně kvalitní obraz i zvuk.

Adresy prodejen Tesla v Čechách:

PRAHA 1 – Martinská 3; PRAHA 1 – Národní 25 – pasáž Metro; PRAHA 2 – Slezská 4; PRAHA 1 – Soukenická 3; PARDUBICE – Jeremenkova 2371; KRÁLÍKY – nám. Čs. armády 362; ÚST n./Lab. – Revoluční 72; DĚČÍN – Prokopa Holého 21; LIBEREC – Pražská 142; CHOMUTOV – Puchmajerova 2; JABLONEC – Lidická 8, TEPLICE – ul. 28. října 858; CHEB – tř. Svobody 26; Č. BUDĚJOVICE – Jírovcova 5; BRNO – Masarykova tř. 23; BRNO – Františkánská 7 (jen součástky); JIHLAVA – nám. Míru 66; PROSTĚJOV – Žižkovo nám. 10; OSTRAVA – Gottwaldova 10; OLOMOUC – nám. Rudé armády 21; FRÝDEK-MÍSTEK – sídliště Riviéra (Dům služeb); HAVÍŘOV IV – Zápotockého 63.

**TESLA** DOBRÉ VÝROBKY DOBRÉ SLUŽBY