

Obsah

Konstrukce

Moduly pro nepájivá kontaktní pole II (stavebnice č. 375 – 379)	str. 5
Aktivní mikrofon s TL431(č. 380)	str. 12
Interkom (č. 373 a 374)	str. 18

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 23. část.....	str. 14
---	---------

Teorie

Osciloskopy a jejich použití, 5. část	str. 24
Monolitické mikroočítače II, 7. část	str. 29
Počítačová simulace obvodů, 2. část	str. 31

Vybrali jsme pro Vás

Systém Trovan	str. 34
Technologické použití pagingu	str. 35

Představujeme

Programovatelný termostat "Typ 097"	str. 36
Zdroje P230R51D a P130R51D	str. 37

Bezplatná soukromá inzerce str. 41, 42

Vážení čtenáři,

od minulého čísla spolupracujeme s firmou SEND Předplatné, s.r.o., která převzala všechny služby spojené s vyřizováním předplatného – jak prodlužování stávajícího, tak zařizování nových. Pochopitelně zrealizuje také Vaše objednávky starších čísel, neboť i ta si stále mnozí z Vás objednávají. Jsme rádi, že tato změna "proběhla hladce"; alespoň jsme nezaznamenali nárůst Vašich dotazů.

Nicméně přivítáme Vaše případné připomínky či náměty, které mohou přispět ke zkvalitnění distribuce našeho časopisu. Díky připomínkám některých z Vás, kteří si chtějí Rádio plus-KTE kupovat po jednotlivých číslech, si uvědomujeme, že by bylo třeba zlepšit spíše situaci "na pultech" některých prodejců tisku, neboť někdo prostě náš měsíčník vůbec nevede, případně jej vyprodá "za den". V tomto ohledu ale naše snaha zatím nebyla příliš úspěšná. Ovšem podle předpokladu: zlepšení nezáleží ani na naší snaze, ani na našem přání. Pokud však budeme mít informace od Vás, můžeme jimi argumentovat a doufejme, že se i v tomto směru bude situace zlepšovat. Stejně jako v loňském roce Vám tedy doporučujeme předplatné. Jedině ono Vám dává jistotu, že svůj výtisk obdržíte bez jakéhokoli doptávání, včas a přímo do své poštovní schránky – nyní dokonce v ochranném plastovém obalu. A zajímavá je jistě i sleva, kterou předplacením našeho časopisu získáte.

Na Slovensku je nejlépe kontaktovat společnost GM Electronic Slovakia, která Vám nabízí zvýhodněné celoroční předplatné: výtisk á 25,50 Sk (celkem tedy 306 Sk vč. DPH). V této souvislosti upozorňujeme na změnu telefonního čísla 07/559 60 439, případně faxu 07/559 60 120.

Jsme rádi, že Vás již také můžeme pozvat na naše webovské stránky. Trvalo to poněkud déle než jsme původně plánovali, realizovali jsme zatím jen část svého záměru a stále na našich stránkách na internetu pracujeme, ale již fungují a základní informace Vám poskytnou. Prostřednictvím internetu si můžete již také zajišťovat předplatné časopisu. V dohledné době i stavebnice...

Vaše redakce

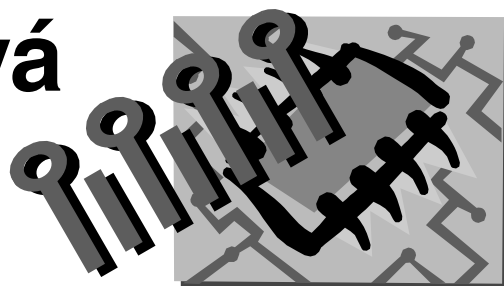
Modelka na titulu ve spolupráci s Casting LMa Šafránek Film,
Na vavrech 8, Praha 6 - Hradčany; tel.: 02/3332 4226, tel./fax: 02/3332 1513.

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

11/1998 • Vydává: Rádio plus, s.r.o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel./fax: 02/2481 8886 • E-mail: rplus@login.cz • Internet: <http://www.spinnet.cz/radioplus> • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Ivan Janovský • Sekretariát: Markéta Pelichová • Layout & DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Výroba plošných spojů: SPOJ - J&V Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 02/7813823, 472 8263 • Připojení na internet: SpiNet, a.s., Pod Smetankou 12, 190 00 Praha 9, tel.: 02/663 15727 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art, © New Vision Technologies Inc. • Zpracování barevných fotografií: Foto-Bene, Sokolovská 107, Praha 8, tel.: 02/242 3001 • Osvit: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/249 20232, tel./fax: 02/249 14621 • Tisk: Mír, a.s., Práteleství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/709 5118. © 1998 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele. Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč, půlroční 150 Kč. Objednávky inzerce přijímá redakce. Za původnost a věcnou správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané příspěvky redakce nevrací. Za informace v inzerátech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1210-6305; MK ČR 6413. Rozšiřuje: ÚDT, a.s.; MEDIAPRINT KAPA PRESSEGROSSO, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7 RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: ÚDT, a.s., Hvozďanská 5-7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: PNS Bratislava, Pribinova 25, Bratislava; PressMedia s.r.o., Liběšická 1709, 155 00 Praha 5. Předplatné: v ČR: SEND Předplatné s.r.o., P. S. 141, A. Staška 80, 140 00 Praha 4, tel.: 02/61006772, -6372, fax: 02/61006563, e-mail: send@send.cz, <http://www.send.cz>. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 07/55960120; Abopress, s.r.o., Vajnorská 134, 831 04 Bratislava, tel.: 07/5253334; PNS Bratislava, Záhradnícka 151, P. O. Box 81, 820 05 Bratislava; tel.: 07/5445246, fax: 07/5445260.

Reklamní plocha

Moduly pro nepájivá kontaktní pole II

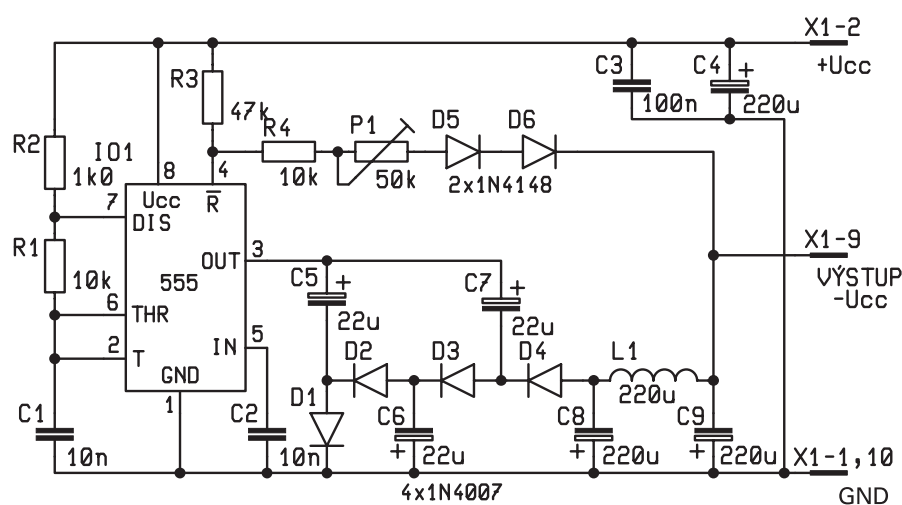


stavebnice č. 375, 376, 377, 378 a 379

V čísle 10/98 jsme vám nabídli konstrukce zdrojů a bezzávitových tlačítek pro nepájivá kontaktní pole. Pro toto číslo jsme připravili stavebnice měniče napětí a generátorů pravoúhlých signálů.

Regulovatelný měnič záporného napětí

stavebnice č. 375



Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 375

Popis zapojení

Modul umožňuje získat z kladného napájecího napětí regulovatelné stabilizované záporné napětí při výstupním proudu až 30 mA. Jeho schéma zapojení vidíme na obr. 1. Modul převádí stejnosměrné napětí na střídavé, potom jej usměrňuje, vynásobí a na výstupu vyfiltruje. Regulovatelnou zpětnou vazbou

dosáhneme stabilizace výstupního záporného napětí s regulací na potřebnou úroveň.

Funkce obvodu

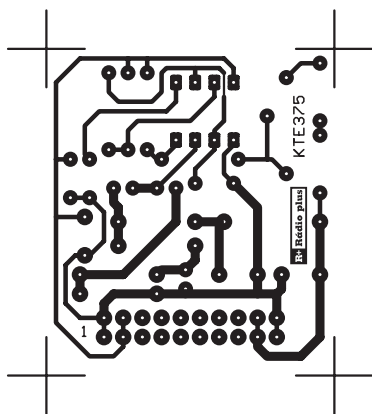
Časovač NE555 pracuje v astabilním režimu s výstupním pravoúhlým signálem, jehož amplituda je téměř rovna napětí napájecímu. Kmitočet je dán časovou konstantou, kterou určují hodnoty rezis-

torů R1 a R2 spolu s hodnotou kondenzátoru C1. Tento kondenzátor je nabíjen přes R1 a R2 na 2/3 napájecího napětí a potom vybíjen přes R1 na hodnotu 1/3 napájecího napětí. Střídavé napětí z výstupu časovače je přivedeno na násobič, který je složen z diod D1 až D4 a kondenzátorů C5 až C8, přičemž zároveň dochází k jeho usměrnění. Na výstupu je zařazen filtr, složený z cívky L1 a kondenzátoru C9, který omezuje napěťové přechytky.

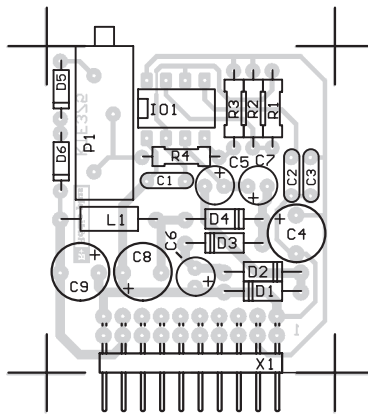
Mezi vstup napájecího napětí a výstup jsou zapojeny rezistory R3 a R4 s trimrem P1, které tvoří dělič, jehož střed je přiveden na vstup $\overline{\text{RESET}}$ časovače. Objeví-li se na výstupu napětí vyšší než napětí záporné nastavené trimrem P1, časovač přestane pracovat do té doby, než se napětí sníží. Tím se sníží i napětí na děliči a časovač začne opět pracovat. Otáčením trimrem P1 doprava výstupní napětí zvyšujeme, otáčením doleva snižujeme. Kondenzátory C3 a C4 filtrují napájecí napětí. Jako trimr P1 byl zvolen cermetový víceotáčkový trimr pro dosažení jemné regulace a stability.

Výsledky měření s uvedenými hodnotami součástek na funkčních vzorcích:

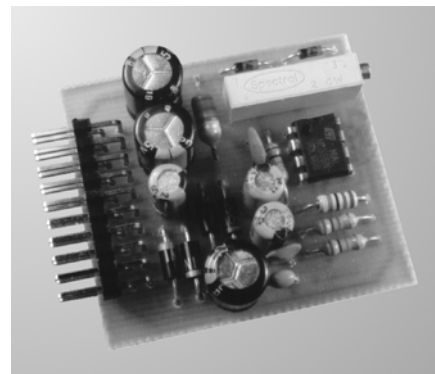
Při napájecím napětí 9 V a výstupním proudu 30 mA bylo možné výstupní napětí regulovat v rozsahu -7 až -2,5 V, přičemž při odpojení zátěže výstupní napětí zůstalo v rozmezí 1 %.



Obr. 2 - Plošné spoje (č. 375)



Obr. 3 - Rozmístění součástek



Při napájecím napětí 12 V a výstupním proudem 30 mA bylo možné výstupní napětí regulovat v rozsahu -12 až -3 V, přičemž při odpojení zátěže výstupní napětí zůstalo v rozmezí 1 %.

Při napájecím napětí 15 V a výstupním proudem 30 mA bylo možné výstupní napětí regulovat v rozsahu -15 až -3,5 V, přičemž při odpojení zátěže výstupní napětí opět zůstalo v rozmezí 1 %.

Stavba a oživení

Stavbu a oživení zvládne každý začínající konstruktér. Pro oživení potřebujeme regulovatelný napájecí zdroj, zátěž ve formě rezistorů a voltmetr. Obvod s plošnými spoji vidíme na obr. 2 a rozmístění součástek na obr. 3.

Nejprve osadíme všechny rezistory R1 až R4 a následně diody D1 až D6. Potom osadíme cívku L1, časovač IO1, konektor X1 a všechny kondenzátory. Nakonec osadíme trimr P1.

Zkontrolujeme, zda nedošlo k můstkům mezi spoji po pájení, vsuneme do nepájivého kontaktního pole a připojíme na externí zdroj stejnosměrného napětí

15 V. Plus pól zdroje připojíme k vývodu 2 konektoru X1 a mínus pól k vývodu 1. Mezi vývody 9 a 10 připojíme voltmetr. Trimr P1 vytočíme zcela vlevo a zapneme napájecí zdroj. Otáčením trimrem doprava se musí výstupní napětí měnit v rozsahu -15 až -3,5 V. Tím jsme provedli kontrolu funkčnosti zařízení.

Potom trimrem otáčíme vlevo tak, aby na výstupu bylo napětí -3,6 V a na výstup (paralelně k voltmetru) připojíme odporovou zátěž 120 Ω. Pokles výstupního napětí nesmí být větší než 36 mV. Následně připojíme na výstup zátěž 500 Ω (popřípadě 470 Ω) a trimrem otáčíme vlevo až do dosažení výstupního napětí -15 V. Odpojením zátěže se výstupní napětí nesmí zvětšit o více než 150 mV.

Alternativně můžeme postupovat při kontrole funkčnosti zařízení při napájecím napětí 9 V, a to se zátěží 100 Ω při výstupním napětí 3 V a se zátěží 220 Ω při výstupním napětí 6,6 V. Uvedené rozsahy regulace výstupního napětí při ožívání neodpovídají možným nastavitelným limitům, protože se snažíme používat hodnoty rezistorů, které jsou v běžně dostupné řadě E24.

Jako zátěž se dá samozřejmě použít příslušný drátový potenciometr nebo můžeme použít umělou proudovou zátěž nastavenou na 30 mA.

Seznam součástek

R1, R4	10k
R2	1k0
R3	47k
C1, C2	10n
C3	100n
C4, C8, C9	220μ/16V
C5, C6, C7	22μ/25V
D1, D2, D3, D4	1N4007
D5, D6	1N4148
L1	TL.220μH
P1	PM19K050
IO1	NE555
X1	S2G20W
1× plošný spoj KTE375	

Popis konekturu:

1	GND
2	+ napájení
9	- výstup
10	GND

Cena stovebnice č. 375 je 135 Kč.

Astabilní generátor pevných kmitočtů

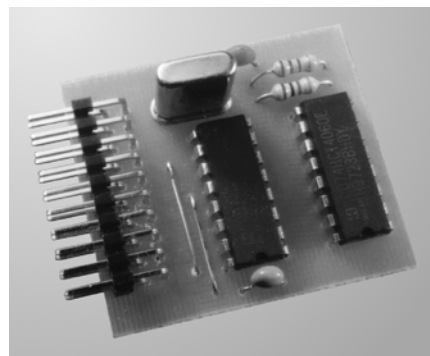
stavebnice č. 376

Hlavní výstup generátoru poskytuje hodinový kmitočet 1 Hz. Kromě toho jsou ostatní vývody konekturu využity pro výstup několika dalších kmitočtů.

Popis zapojení

Schéma zapojení stovebnice je na obr. 4. Je v ní využito dvou obvodů typu HCT4060, z nichž první IO1 je zapojen jako dělička s oscilátorem a druhý je využit pouze jako dělička. Oscilátor v IO1 pracuje na kmitočtu 4,194304 MHz, který je dále postupně binárně dělen. Na posledním výstupu děličky tohoto obvo-

du je přítomen pravoúhlý signál o kmitočtu 256 Hz a vyveden na výstupní konektor. Druhý obvod IO2 tento kmitočet dále binárně dělí až na hodnotu 0,25 Hz (poslední vyvedený výstup). Protože z děličky IO2 nejsou vyvedeny nejnižší binární výstupy, nejsou na výstupním konekturu přítomny výstupní signály o kmitočtu 32 Hz, 64 Hz a 128 Hz.



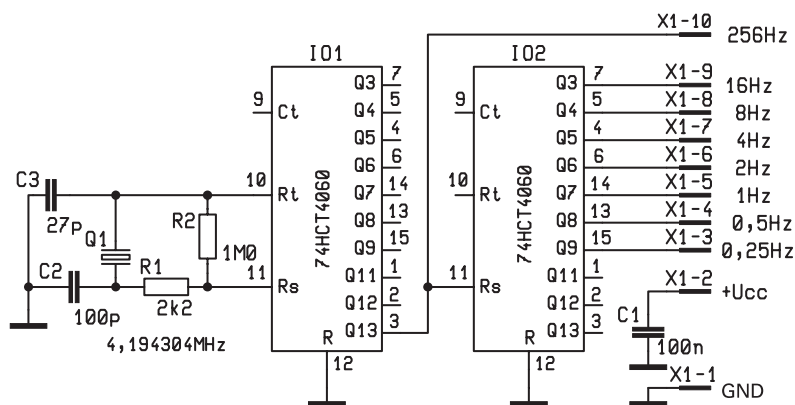
Obvody IO1 a IO2 byly zvoleny typu HCT proto, aby výstupní úroveň odpovídala logice TTL.

Stavba a oživení

Plošné spoje jsou na obr. 5, rozmístění součástek na obr. 6. Nejprve osadíme rezistory R1 a R2, potom kondenzátory C1 – C3 a integrované obvody IO1 a IO2. Nakonec osadíme konektor X1 a krystal.

Oživení spočívá v kontrole přítomnosti výstupních signálů na konekturu X1. Prohlédneme desku, zda nedošlo k můstkům mezi jednotlivými spoji při pájení, a vsadíme ji do nepájivého kontaktního pole konektorem X1. Na vývody 1 a 2 tohoto konekturu připojíme stejnosměrné napájecí napětí 5 V se správnou polaritou a osciloskopem kontrolujeme na vývodech 3 až 10 tvar a kmitočet jednotlivých výstupních signálů.

Začínající konstruktéři, kteří nevládnou osciloskop, mohou ke kontrole funkčnosti použít nízkopříkonovou LED se sériovým rezistorem, kterou přiloží postupně na



Obr. 4 - Schéma zapojení stovebnice č. 376

jednotlivé výstupy. Pokud LED blíká nebo svítí, je výstup pravděpodobně funkční.

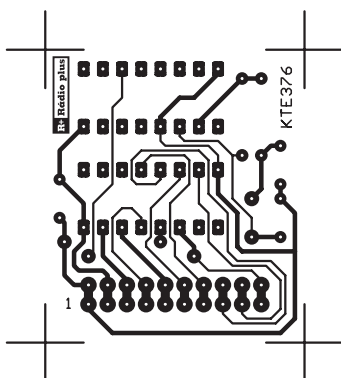
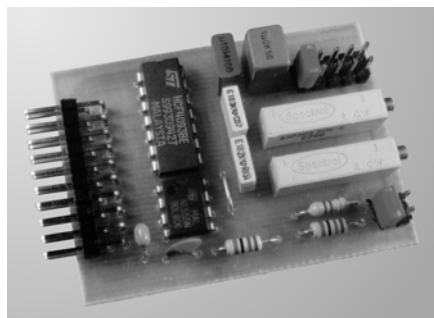
Seznam součástek

R1	2k2
R2	1M
C1	100n
C2	100p
C3	27p
Q1	4,194304MHz
IO1, IO2	74HCT4060
X1	S2G20W
1x plošný spoj KTE376	

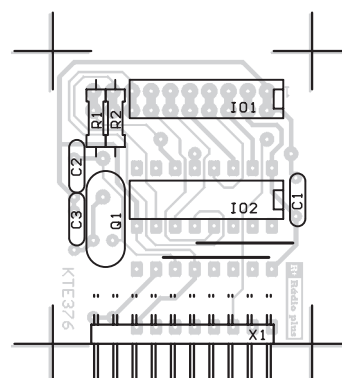
Popis konektoru:

- 1 GND
- 2 + napájení
- 3 výstup 0,25 Hz
- 4 výstup 0,5 Hz
- 5 výstup 1 Hz
- 6 výstup 2 Hz
- 7 výstup 4 Hz
- 8 výstup 8 Hz
- 9 výstup 16 Hz
- 10 výstup 256 Hz

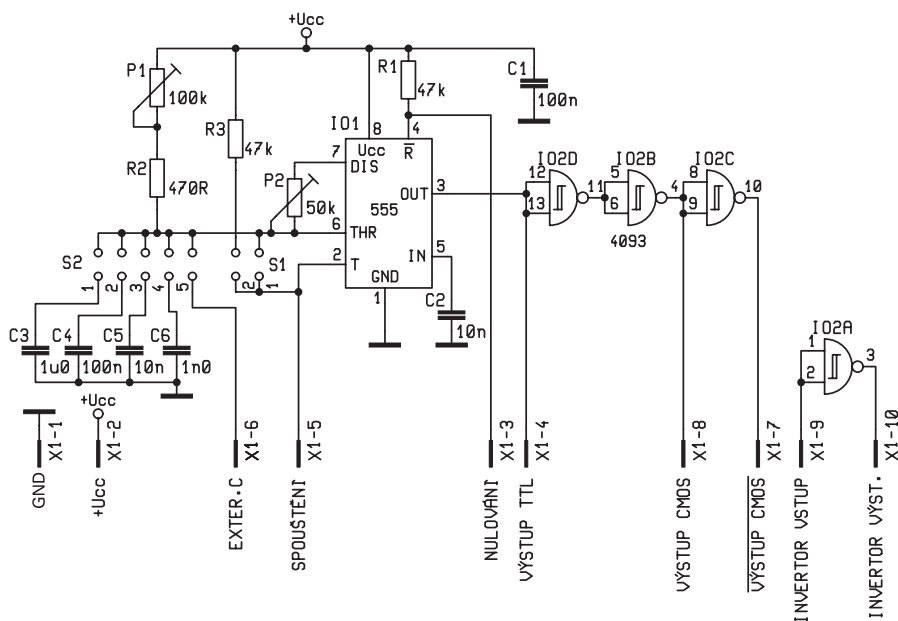
Cena stavebnice č. 376 je 110 Kč.



Obr. 5 - Plošné spoje (č. 376)



Obr. 6 - Rozmístění součástek



Obr. 7 - Schéma zapojení stavebnice č. 377

Univerzální zapojení s NE555

stavebnice č. 377

Toto univerzální zapojení s časovačem NE555 nabízí širokou možnost využití. Stavebnice vychází z katalogového zapojení obvodu NE555 a lze ji použít pro nejběžnější aplikace s monostabilní a astabilní funkcí časovače. Mezi vývody 9 a 10 konektoru X1 je zapojeno hradlo IO2A, které lze využít jako invertor.

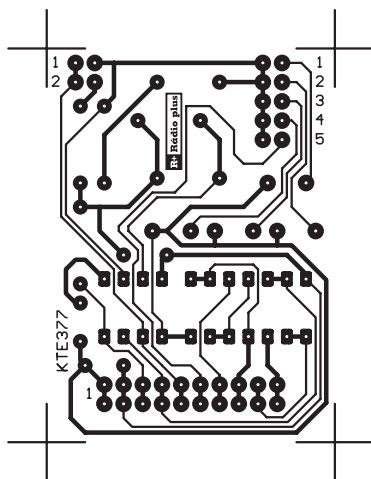
Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 7. Monostabilní režim – na konektoru S1 je vnější propojkou spojen rezistor R3 s vývodem spouštění časovače (vývod 2 obvodu NE555). Trimr P2 musí být nastaven na nulovou hodnotu (vytočen zcela vpravo). Monostabilní proces bude potom spuštěn úrovní L signálu SPOUŠTĚNÍ na konektoru X1 (vývod 5). Délka kladného impulsu z výstupu časovače bude úměrná hodnotě kondenzátoru propojeného na konektor S2 a nastavené hodnotě odporu trimru P1. Nutno podotknout, že délka spouštěcího impulsu L musí být kratší než délka výstupního

impulsu časovače. Bude-li délka spouštěcího impulsu delší, setrvá výstup časovače na úrovni H tak dlouho, dokud bude spouštěcí signál L trvat. Pokud by tuto podmínku nešlo dodržet, lze do série mezi vstup SPOUŠTĚNÍ a spouštěcí signál zařadit kondenzátor. Pokud bude nutno použít jiné časové konstanty, než kterou nabízejí hodnoty kondenzátorů na desce, lze propojku na konektoru S2 přesunout do polohy, kde není zapojen vnitřní kondenzátor (poloha 5). Potom je nutno připojit externí kondenzátor zvolené kapacity, který bude zapojen mezi vývody 1 a 6 konektoru X1 (GND a EXT.C). Výstupní impuls časovače bude přítomen na vývodu 4 konektoru X1 s úrovní TTL

a na vývodu 8 s úrovní CMOS. Tentýž signál, ale invertovaný s úrovní CMOS, je na vývodu 7. Obvod lze nulovat spojením vývodu NULOVAŇÍ se zemí (vývod 3 a 1 konektoru X1).

Astabilní režim – na konektoru S1 je vnější propojkou spojen uzel R2, P2 s vývodem spouštění časovače (vývod 2 obvodu NE555) a na konektoru S2 musí být vnější propojkou vybrán kondenzátor zvolené kapacity nebo připojen externí kondenzátor stejným způsobem jako u monostabilního režimu. Astabilní režim bude spuštěn ihned po připojení napájecího napětí v tom případě, bude-li signál NULOVAŇÍ ve vysoké úrovni H. Tuto úroveň automaticky zajišťuje rezis-



Obr. 8 - Plošné spoje (č. 377)

tor R1. Nastavená hodnota odporu trimru P1 musí být o něco větší, než dvojnásobek hodnoty odporu trimru P2. Obvod lze nulovat spojením vývodu NULOVÁNÍ se zemí, nebo připojením vnějšího nulovacího signálu o úrovni L.

V astabilním režimu může být teoreticky nejvyšší kmitočet na výstupu časovače až 300 kHz, výrobci však doporučují většinou omezení do 200 kHz. Časovací doby obvodu se mění se změnou napájecího napětí a teploty jen nepatrně. Změna teploty většinou způsobuje změnu hodnot připojených součástek, což má samozřejmě za následek i změnu výstupního kmitočtu časovače. Proto v obvodu, který určuje časovou konstantu, použijeme co nejstabilnější součástky.

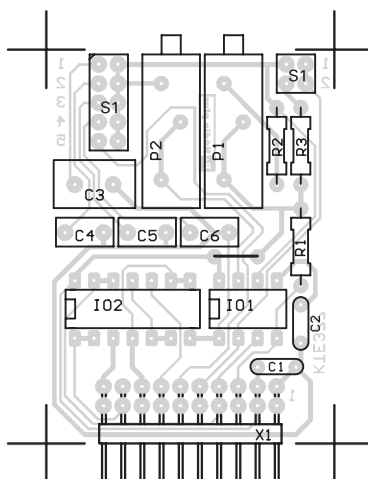
Popis poloh vnější propojky na konektoru S1: Vnější propojka na konektoru S1 určuje režim práce časovače. Na plošném spoji ze strany spojů jsou vyznačeny polohy 1 a 2.

V poloze 1 pracuje časovač v astabilním režimu.

V poloze 2 pracuje časovač v monostabilním režimu a spouštěcí impulzy o úrovni L jsou přivedeny na vývod 5 výstupního konektoru X1 (SPOUŠTĚNÍ).

Popis poloh vnější propojky na konektoru S2: Vnější propojkou na konektoru S2 lze pro časovou konstantu obvodu zvolit jeden z pěti kondenzátorů. Na plošném spoji ze strany spojů jsou vyznačeny polohy 1 až 5.

V poloze 1 určuje časovou konstantu kondenzátor 1 μ 0.



Obr. 9 - Rozmístění součástek

V poloze 2 určuje časovou konstantu kondenzátor 100n.

V poloze 3 určuje časovou konstantu kondenzátor 10n.

V poloze 4 určuje časovou konstantu kondenzátor 1n.

V poloze 5 určuje časovou konstantu externí kondenzátor, který musí být připojen mezi vývody 6 a 1 výstupního konektoru X1 (EXT.C a GND). V případě použití elektrolytického kondenzátoru musí být jeho plus pól připojen k vývodu 6.

Stavba a oživení

Na obr. 8 je plošný spoj a na obr. 9 rozmístění součástek. Nejprve osadíme všechny rezistory R1 až R3, potom kondenzátory C1 až C6 a integrované obvody IO1 a IO2. Potom osadíme trimry P1, P2 a konektory S1, S2 a X1. Konektory S1 a S2 vyrobíme rozlomením delšího přímého konektoru.

Oživení provedeme tak, že vnější propojky vsuneme do poloh 1 na konektorech S1 a S2 (označeno na plošném spoji). Oba trimry P1 a P2 vytočíme zcela vpravo. Desku vložíme konektorem X1 do nepájivého kontaktního pole a přivedeme stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 8 až 15 V se správnou polaritou na vývody 1 a 2 konektoru X1. Na vývod 4 připojíme osciloskop a zkontrolujeme, zda časovač kmitá. Postupným otáčením trimry P1 a P2 nastavíme střidu výstupního signálu přibližně na 1:1. Mezi vývody 6 a 1 připojíme externí elektrolytický kondenzátor (např. hodnoty 22 μ) na minimální napětí 25 V tak, že

plus pól tohoto kondenzátoru připojíme k vývodu 6. Potom na konektoru S2 postupně přesouváme propojku do všech poloh a kontrolujeme přítomnost a kmitočet výstupního signálu. Spojením vývodu 3 se zemí na konektoru X1 musí časovač přestat kmitat. Na vývodu 8 musí být neinvertovaný signál z časovače a na vývodu 7 invertovaný signál. Vývod 7 spojíme s vývodem 9 a zkontrolujeme výstupní signál na vývodu 10. Nakonec zkontrolujeme přítomnost výstupních signálů.

Dalším oživovacím postupem bude kontrola funkce v monostabilním režimu. Propojku na konektoru S2 přesuneme do polohy 5, přičemž musíme mít stále připojený externí kondenzátor. Trimr P2 vytočíme zcela vpravo a trimr P1 vlevo. Propojku na konektoru S1 přesuneme do polohy 2. Krátkým zkratováním vývodu 5 na konektoru X1 se zemí musí být nastartován monostabilní proces – kladný impulz na vývodu 4, jehož délka je daná časovou konstantou hodnot externího kondenzátoru a trimru P1.

Seznam součástek

R1, R3	47k
R2	470R
C1	100n
C2	10n
C3	CF1-1 μ 0
C4	CF1-100n
C5	CF1-10n
C6	CF2-1n
P1	PM19K100
P2	PM19K050
IO1	NE555
IO2	4093
S1(2)	1x S2G20
X1	S2G20W
2x	JUM-RT
1x plošný spoj	KTE377

Popis konektoru:

1	GND
2	+ napájení
3	nulování
4	výstup TTL
5	spouštění
6	ext. kondenzátor
7	výstup CMOS invertovaný
8	výstup CMOS
9	invertor vstup
10	invertor výstup

Cena stevebnice č. 377 je 175 Kč.

Reklamní plocha

Dvojitý časovací monostabilní obvod

stavebnice č. 378

V některých případech potřebujeme časově zpožděnou odezvu na daný impuls. Takováto funkce se dá realizovat zapojením, které je na obr. 10.

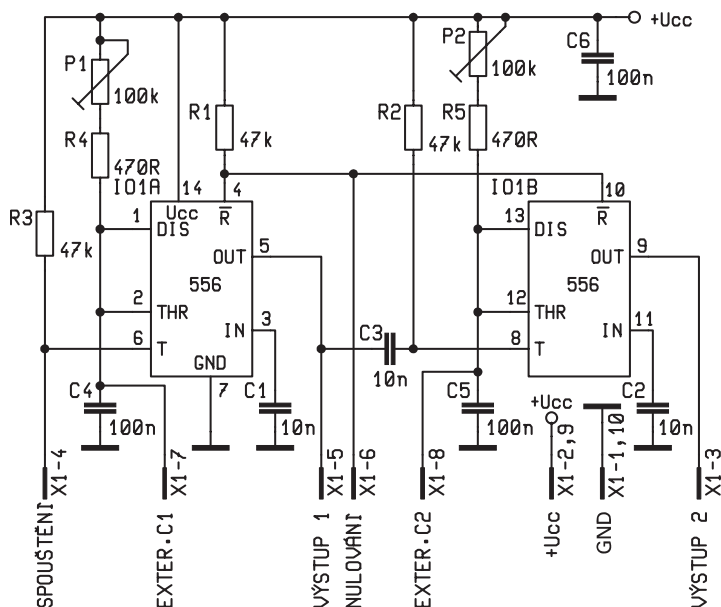
Popis zapojení

Základ tvoří dvojitý časovací obvod NE556, což jsou v podstatě dva totožné obvody typu 555 v jednom pouzdru. První z nich IO1A vytváří zpoždění, po kterém následuje vlastní výstupní impuls z IO1B. Oba časovače pracují v monostabilním režimu.

Přivedením úrovně L na vstup IO1A se na jeho výstupu objeví úroveň H, jejíž trvání je dáno časovou konstantou hodnot kondenzátoru C4 a trimru P1 spolu s rezistorem R4. Sestupnou hranou tohoto impulsu se spustí přes kondenzátor C3 monostabilní funkce obvodu IO1B a na jeho výstupu se objeví úroveň H. Dobu trvání tohoto impulsu určuje časová konstanta daná kapacitou kondenzátoru C5 a odporem trimru P2 spolu s rezistorem R5.

Nutno podotknout, že spouštěcí úroveň L pro IO1A musí mít dobu trvání kratší než délka výstupního impulsu z tohoto obvodu. Rezistory R4 a R5 zabraňují stavu, kdy trimry jsou vytočeny na nulovou hodnotu a mohlo by dojít ke zničení vybíjecího tranzistoru uvnitř obvodu časovače vlivem příliš velkého proudu protékajícího tímto tranzistorem.

Rezistory R2 a R3 zajišťují log.1 na spouštěcích vstupech. Kondenzátor C6 filtruje napájení. Časovou konstantu obou časovačů lze prodloužit přidáním externích kondenzátorů mezi vývod 7 a zem (určuje prodlevu), popřípadě mezi vývod 8 a zem (určuje délku výstupního impulsu) na konektoru X1. Pokud použijeme elektrolytické kondenzátory, musí mít mínus připojeny vždy na zem. Výsledná kapacita bude potom daná součtem hodnoty externího kondenzátoru a hod-



Obr. 10 - Schéma zapojení stavebnice č. 378

noty vnitřního kondenzátoru (v našem případě 100 nF).

Oba časovače se nulují přivedením úrovně L na vývod 6 konektoru X1.

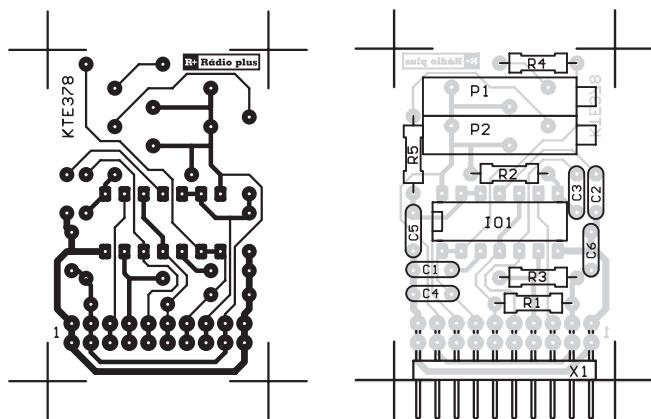
Stavba a oživení

jsou nenáročné a zvládně je každý začínající konstruktér. Nejprve osadíme rezistory R1 – R5, potom kondenzátory C1 – C6 a konektor X1. Nakonec osadíme integrovaný obvod IO1 a trimry P1 a P2.

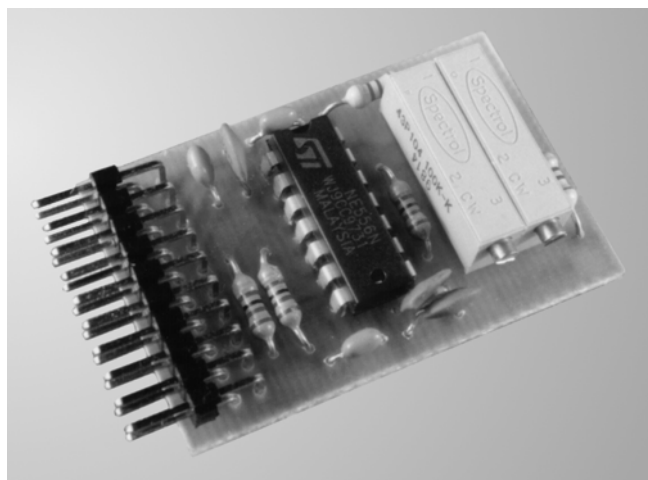
Před oživením zkontrolujeme plošné spoje, zda nedošlo k můstkům při pájení. Desku vložíme konektorem X1 do nepájivého kontaktního pole a přivedeme stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 8

až 15 V se správnou polaritou na vývody 1 a 2 konektoru X1. Trimr P1 vytočíme zcela vpravo a trimr P2 vlevo. Potom kontrolujeme odezvu impulsů na obou výstupech osciloskopem při záporném impulsu na vstupu SPOUŠTĚNÍ. Časovou konstantu obou časovačů lze zvětšit připojením externích kondenzátorů (např. hodnoty 22 μ). Regulaci trimrem P1 nastavujeme dobu prodlevy a trimrem P2 dobu trvání výstupního impulsu.

Začínající konstruktéři, kteří nevládnou osciloskop, mohou provést ověření funkce stejným způsobem, avšak s tím rozdílem, že mezi výstupy časovačů a zem zapojí dvě sériové kombinace rezistorů hodnot 470R a LED.



Obr. 11, 12 - Plošné spoje a rozmístění součástek (č. 378)



Seznam součástek

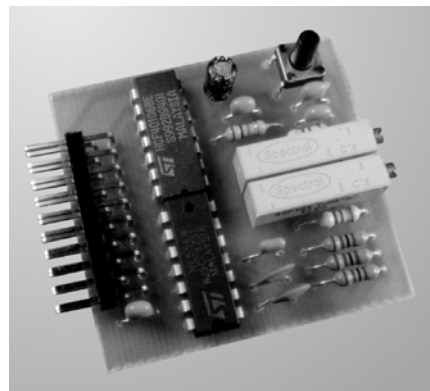
R1, R2, R3	47k
R4, R5	470R
C1, C2, C3	10n
C4, C5, C6	100n
P1, P2	PM19K100
IO1	NE556
X1	S2G20W
1x plošný spoj KTE378	

Popis konektoru:

1	GND
2	+ napájení
3	výstup 2
4	spouštění
5	výstup 1
6	nulování
7	ext. C1
8	ext. C2

9	+ napájení
10	GND

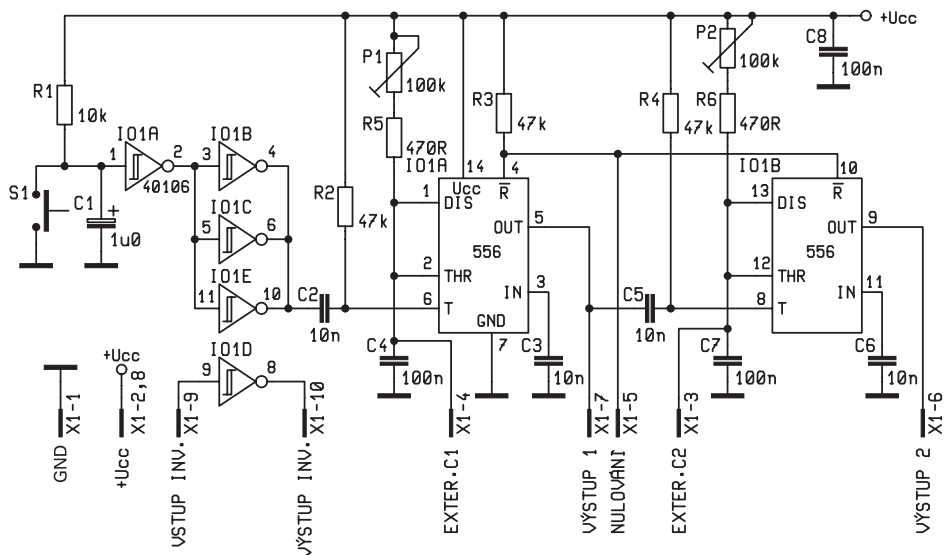
Cena stavebnice č. 378 je 140 Kč.



Dvojitý časovací obvod spouštěný tlačítkem

stavebnice č. 379

Tato stavebnice je podobná předešlé. Jak je patrné z jejího zapojení na obr. 13, rozdíl spočívá v tom, že první monostabilní obvod je spouštěn tlačítkem. To však musí být bezzákladové, protože při krátkých výstupních impulzech by základy mohly způsobit několikanásobnou aktivaci obvodů. Zapojení je možno využít všude tam, kde potřebujeme dvě signálové hrany jdoucí po sobě v různých časových intervalech nebo i pro jiné aplikace.



Obr. 13 - Schéma zapojení stavebnice č. 379

Popis zapojení

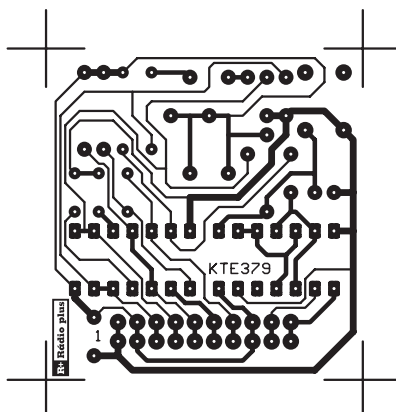
Ke spuštění prvního monostabilního obvodu dojde stiskem tlačítka S1. Kondenzátor C1 zabraňuje základům na kontaktu spínače a obvod IO1A, zapojený za tímto tlačítkem, upravuje svůj hysteréz tvar signálu na strmé hrany. Paralelně spojené obvody IO1B, C a E invertují signál, takže na jejich výstupech je signál stejné polaroty jako na tlačítku.

Záporným impulzem na vstupu časovače IO2A se spustí druhý monostabilní obvod, jehož funkce je stejná jako u stavebnice č. 378.

Stavba a oživení

Nejprve osadíme rezistory R1 až R6, kondenzátory C1 až C8 a integrované obvody IO1 a IO2. Potom osadíme konek-

tor X1, trimry P1 a P2 a nakonec tlačítko S1. Desku zkontrolujeme, zda nedošlo k můstkům při pájení.

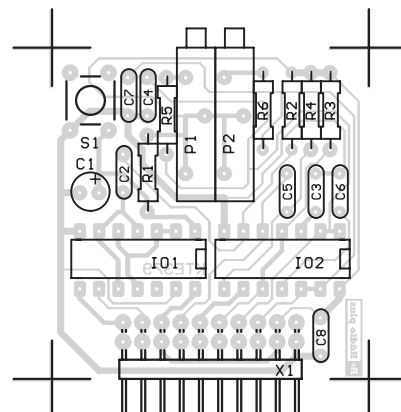


Obr. 14 - Plošné spoje (č. 379)

Desku vložíme konektorem X1 do nepájivého kontaktního pole a na svorky 1 a 2 tohoto konektoru přivedeme stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 9 až 15 V se správnou polaritou. Stiskem tlačítka S1 se musí postupně objevit kladné impulzy na vývodech 7 a 6 konektoru X1. Délku impulzů je možno regulovat trimry P1 a P2. Nakonec vyzkoušíme, zda dojde k prodloužení impulzů připojením externích kondenzátorů (např. hodnoty 22 μ) a k vynulování obvodů spojením vstupu NULO VÁNÍ se zemí (vývod 5 spojit s vývodem 1 na konektoru X1).

Seznam součástek

R1	10k
R2, R3, R4	47k
R5, R6	470R
C1	1μ0/50V
C2, C3, C5, C6	10n
C4, C7, C8	100n
P1, P2	PM19K100
IO1	40106
IO2	NE556
X1	S2G20W



Obr. 14 - Rozmístění součástek

Reklamní plocha

S1 P-B1720C
1x plošný spoj KTE379

Popis konektoru:

1	GND
2	+ napájení
3	ext. C2
4	ext. C1
5	nulování
6	výstup 2
7	výstup 1
8	+ napájení
9	vstup invertoru
10	výstup invertoru

Cena stavebnice č. 379 je 165 Kč. Všechny uveřejněné stavebnice si můžete objednat v naší redakci, nejlépe telefonicky či faxem na čísle 02/24818886. Nebo využijte e-mail: rplus@login.cz.

Poznámky k připojení vnějších obvodů k časovači 555 (556)

Časovače typu 555 mají své charakteristické vlastnosti. Napájecí napětí může být maximálně 36 V, přičemž provozní napětí by se mělo pohybovat v rozsahu 4,5 až 16 V. Časovač je schopen dodat výstupní proud až 200 mA. Výkonová ztráta nesmí přesáhnout 600 mW. Mezní kmitočet je doporučen omezit na 200 kHz.

Obvod je spouštěn záporným vstupním impulzem, dosáhne-li jeho hodnota 1/3 napájecího napětí. Je-li jednou spuštěn, setrvá jeho výstup v úrovni H po celou zvolenou dobu i když je přiveden další spouštěcí impuls. Setrvá-li spouštěcí signál v delší nulové úrovni, než je délka výstupního impulsu, setrvá výstup

v úrovni H až do skončení spouštěcího signálu. Během doby, kdy trvá nulovací signál, je na výstupu úroveň L. V astabilním režimu pracuje časovač tak, že kondenzátor, určující časovou konstantu, se vybíjí na hodnotu 1/3 napájecího napětí a nabíjí na 2/3 napájecího napětí.

Pokud bude na výstup připojena indukivní zátěž (např. cívka relé), je jí nutno překlenout závěrně polarizovanou diodou. Není-li tato dioda použita, dochází při odpojení indukivní zátěže k záporným impulzům, které na výstupu časovače způsobí, že obvod je dále nefunkční až do odpojení napájení a jeho opětovného připojení, případně může dojít až ke zničení obvodu.

Pro další číslo Rádio plus-KTE připravujeme další sérii modulů pro NKP...

Aktivní mikrofon s TL431

stavebnice č. 380



Aktivní mikrofon TL431, který Vám nyní přinášíme, nám zaslal jako příspěvek pan Josef OLAH a nás vtípné řešení zaujalo natolik, že Vám jej nyní předkládáme jako stavebnici. Článek jsme ponechali v původní podobě, pouze jsme zohlednili nutné konstrukční změny:

„Jak již bylo uvedeno v čísle 4/98, obvod TL431 lze využít vícestranně v různých aplikacích. V době, kdy jsem měl již mikrofon s TL431 prakticky vyzkoušený, ovšem konstrukčně jen jako „vrabčí hnízdo“, mi přišel „do rány“ známý, jenž mne požádal o zkonstruování jednoúčelového zesilovače s mikrofonem. Díky jemu tedy vlastně konstrukce vznikla. Jedná se o další netypické použití známého obvodu TL431, zde aplikovaného jako předzesilovače malých nf signálů, konkrétně jako zesilovače pro běžný elektretový mikrofon. Použil jsem stejný název jako v KTE 1/95, neboť pro toto (a obdobná) zapojení se skutečně hodí, a zasvěcený čtenář hned ví, o co jde.“

Schéma, popis funkce

Při zběžném prostudování součástek na desce byste usoudili, že jde o triviální zapojení nějakého tranzistoru NPN jako jednostupňového předzesilovače. Nebyli byste daleko od pravdy, neboť celý obvod se tak skutečně chová, ovšem po všech stránkách s nesrovnatelně lepšími parametry. Součástky pro teplotní a proudovou stabilizaci odpadají, neboť to vše již obstará samotný čip TL431. Díky dobré linearitě integrovaného obvodu může být na výstupu rozkmit nízkofrekvenčního signálu až několik voltů.

Předřadný rezistor R6 určuje klidový proud pro TL431 podobně jako u obyčejné zenerovy diody. Pro správnou funkci ovšem vyžaduje TL431 nejméně 1 mA, proto hodnotu rezistoru R6 volíme dle velikosti napájení U_n takovou, aby i při největším rozkmitu, resp. při max. kladné půlvlně, byl proud min. 1 mA pro 431 zachován. Samozřejmě musíme brát v úvahu i celkový paralelní odpor (impedanci) na výstupu při střídavém signálu. Zde je brán v úvahu max. nezkreslený výstupní rozkmit asi ± 1 V (závisí na U_n), což pro vybudění výkonových zesilovačů většinou stačí. Pomocí rezistoru R4 je zavedena záporná stejnosměrná vazba.

Rezistor R4 tedy určuje klidové výstupní napětí, které volíme asi $1/2 U_n$. Místo R4 zapojíme trimr 3M3, nastavíme jím klidové napětí, změříme odpor trimru a vybereme nejbližší hodnotu z typizované řady. Pro klidové napětí kolem 6 V většinou vychází hodnota R4 asi $2,2 \text{ M}\Omega$, a proto je tato hodnota také vložena do stavebnice. Kondenzátor C1 dostatečně vyhladí vlastní šum TL431. Větší hodnota je zbytečná, neboť C1 zavádí střídavou zápornou zpětnou vazbu, a tudíž snižuje zesílení. Kondenzátor C4 je též zpětnovazební a u prototypu byl zapojen dodatečně. Omezuje poněkud nežádoucí akustickou zpětnou vazbu, a lze jej případně vynechat. Protože zapojení je přizpůsobeno pro dvou vodičové vedení, je pracovní odpor mikrofonu rozdělený na dva rezistory R1, R2 a vyhlazovací kondenzátor C3, který se ale současně podílí na zesílení šířky pásma nf kmitočtů. Např. při hodnotě C3 $10 \mu\text{F}$ jsou již příliš zdůrazněny basy a mluvená řeč je zatlučená, neboť nízké kmitočty srozumitelnost řeči zhoršují. Z jezdců potenciometru P1 odebíráme přes oddělovací C2 nf signál z mikrofonu, kterým je rozkmitáno klidové napětí obvodu 431. Potenciometrem P1 regulujeme buď přímo hlasitost např. koncového zesilovače, nebo místo

P1 zapojíme trimr, nastavíme výstupní úroveň z mikrofonu nastalo a hlasitost regulujeme až na připojeném zařízení. Zpětná vazba se musí mít při natočení jezdcce P1 do krajních poloh o co „opřít“, proto jsou zde rezistory R3, R5. Kondenzátor C5 odděluje stejnosměrné napětí od výstupního signálu, a z rezistoru R8 již odebíráme nízkofrekvenční signál pro vstup zesilovače či k dalšímu zpracování.

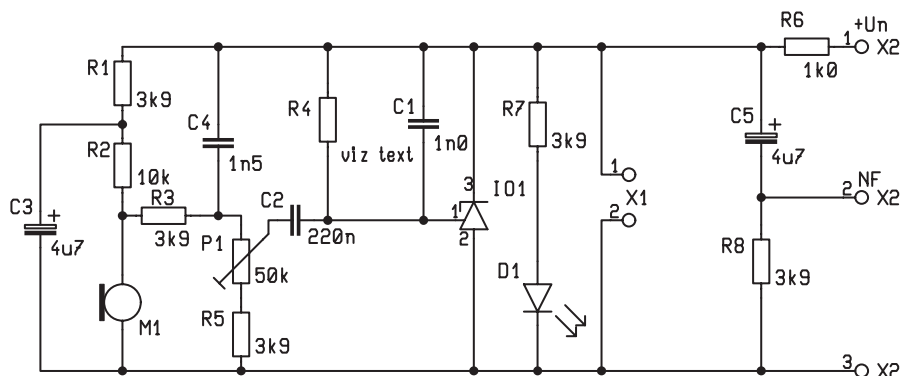
Celkovou impedanci vedení pro rušivý brum 50 Hz podstatně představuje odpor R6 s ostatními paralelními rezistory; zde je tedy impedance menší jak $1 \text{ k}\Omega$, což je velmi příznivé. Aktivní mikrofon byl na 25 m dlouhé ploché trojlince připojen na vstup výkonového zesilovače s obvodem TDA2009 a žádný rušivý brum se neprojevoval. Svítivá dioda D1 indikující napájení je spíše pro okrasu a zvýšení zajímavosti mikrofonu. Aktivní mikrofon lze napájet z nestabilizovaného, ale vyhlazeného napětí, např. přímo ze zdroje pro napájení koncového zesilovače nebo z baterie, přičemž kolísání napětí zdroje vlivem odběru koncového zesilovače mikrofonu nevedí, neboť TL431 si klidové napětí stabilizuje sám.

Byly zkušeny obvody od dvou výrobců, s logem ST a TIMEXCO na pouzdře, bez podstatných rozdílů.

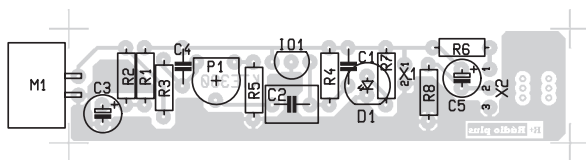
Poznámky ke stavbě

Celé zařízení je postaveno na jedné jednostranné desce plošných spojů, určené pro vestavbu do trubičky s vnitřním průměrem alespoň 15 mm. V obchodě se školními potřebami lze za asi 15 Kč koupit rozložitelný tubus používaný na tuhy, propisovací náplně apod. Je to umělohmotná trubice hnědé barvy s délkou asi 150 mm, opatřená na obou koncích zasouvatelnými půlkulovitými kloboučky černé barvy.

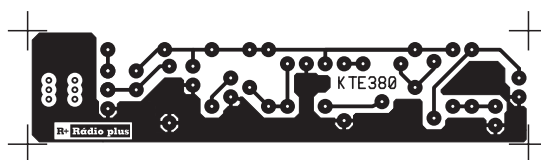
Před osazováním je potřeba na plošném spoji proříznout nebo propilovat



Obr. 1 - Schéma zapojení aktivního mikrofonu



Obr. 2 - Rozmístění součástek



Obr. 3 - Plošné spoje (č. 380)

otvory pro zajištění kablíků. Předvrtané otvory bude zapotřebí zvětšit podle použitých přívodních vodičů. Po zapájení všech součástek (mimo LED1) zapájíme mikrofon. Vyzkoušíme funkci mikrofonu přes kondenzátor 220 nF a sluchátko, mikrofon napájíme z baterie 9 V přes rezistor 1 k Ω . Až potud půjde jistě vše bez problémů.

Nyní přistoupíme k přilepení kloboučku. Aby lepidlo z kloboučku nevyteklo, provedeme přilepení v obrácené poloze, s deskou již zpola zasunutou v trubici. Klobouček posadíme na stůl, do něj po vnitřním obvodu bohatě nakapeme vteřinové lepidlo a zasadíme knoflík potenciometru. Tubus se zasunutým kloboučkem držíme kolmo proti stolu, shora současně mírně tlačíme na desku a čekáme co nejdéle na proces vytvrzení. Aby byla deska v tubusu fixována v ose, provedeme zářez o síle desky, přesně ve středu osazení spodního kloboučku (pomůžou nepatrné výlisky na osazení). Po zasunutí kloboučku do trubice pak deska zajede do zářezů, klobouček zabezpečíme proti vysunutí z trubice minivrutem. Na přívodní vodiče nasuneme klobouček s již vyvrtaným středovým otvorem, poté navlékneme bužírku. Vodiče provlékneme otvory v desce a připájíme do příslušných pájecích bodů. Před konečným zkompletováním mikrofonu provedeme zvukovou izolaci (což je velmi důležité) – okolí mikrofonní vložky a všechny dutiny vycpeme vatou.

Protože nic není dokonalé, či univerzální, je třeba k mechanické konstrukci dodat: Jestliže se rozhodneme pro konstrukci mikrofonu, musíme si předem ujasnit, kde a k čemu budeme mikrofon používat. Budeme-li používat třívodičové vedení, pak osadíme celou desku plošného spoje. U dvojvodičového vedení pak neosazujeme rezistory R6 a R8 a kondenzátor C5. Ty zapojíme podle schématu na druhém konci vedení.

Závěr

Tento článek může být pro někoho konstrukční návod, pro jiného jen námět. Schéma totiž může vypadat zcela jinak - je jen třeba dodržet základní principiální zapojení se součástkami R4, R6, C1, C2. Vstupní a výstupní část si potom může každý přizpůsobit dle potřeby. Zesilovač s TL431 má své výhody hlavně z konstrukčního hlediska. Tomuto obvodu jsem

totiž vděčný vždy, potřebuji-li rychle (rozuměj z paměti) "zdrátovat" nejen střídavý, ale i stejnosměrný zesilovač pro laboratorní ověřování různých zapojení. To např. s LM386 už tak jednoduše nelze, neboť 8 pinů je pro rychlou stavbu typu "vrabčí hnízdo" až moc. Dále nelze přehlédnout možnost dvou vodičového přenosu signálu na malé impedanci, nízkou spotřebu kolem 1 mA (bez zátěže), a to vše s vynikajícími teplotními parametry, díky obvodu TL431.

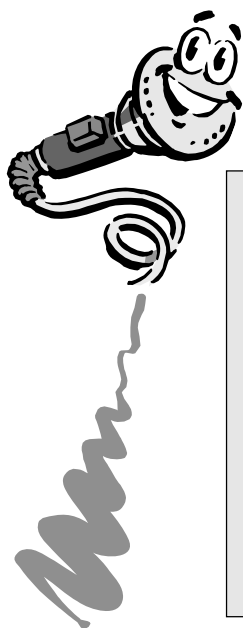
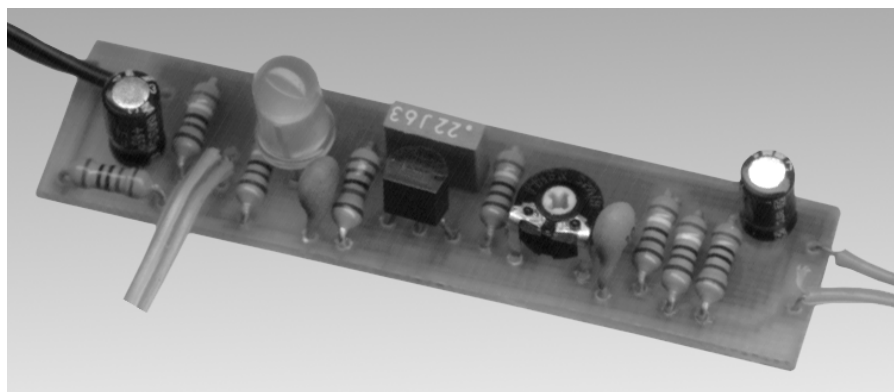
Dodatek: před odesláním tohoto článku vyšlo číslo AR-B 4/98, ve kterém je shodou okolností uvedeno několik dalších aplikací, které potvrzují variabilitu obvodu TL431. Zde jsou také uvedeny i parametry a katalogové údaje tohoto obvodu.

Stavebnici si můžete objednat, případně po dohodě i vyzvednout v naší redakci nebo v prodejně GM Electronic v Praze

na Sokolovské ulici. Objednávat můžete telefonicky: 02/24818886. Cena stavebnice KTE380 je 100 Kč a obsahuje všechny díly obsažené v seznamu součástek včetně předvrtaného plošného spoje.

Seznam součástek

R1, 3, 5, 7, 8	3k9
R2	10k
R4	2M2 viz text
R6	1k0
P1	50k PT6V
C1	1n0
C2	220n
C3, C5	4 μ 7/16V
C4	1n5
D1	5 mm červená
IO1	TL431 TO92
1x mikrofon	MCE100
1x plošný spoj	KTE380



Reklamní plocha

Malá škola praktické elektroniky

Laděné obvody pro VKV

Přijímače na VKV jsou poměrně složité a bývala to taková maturita vyspělého amatéra: postavít a sladit přijímač na VKV. Superhet na VKV má v podstatě tyto části:

- laděný vstupní obvod;
- laděný oscilátor;
- mezifrekvenční zesilovač;
- FM detektor;
- NF zesilovač;
- a různé další obvody.

Vstupní laděný obvod, podobně jako u AM přijímačů, "vyhledává" stanice. Zde je laděný v pásmu 87,5 až 108 MHz. Oscilátor je laděn souběžně se vstupním obvodem, ale tak, aby jeho kmitočet byl neustále o určitý kmitočet vyšší. Přijatý vstupní kmitočet se směšuje s kmitočtem oscilátoru a jejich rozdílový kmitočet se dále zesiluje v mezifrekvenčním zesilovači. Ten je naladěn jenom na tento kmitočet a kvalitně ho zesiluje. Celý vtíp je v tom, že se současně ladí vstupní obvod i oscilátor a musí se zajistit jejich souběh. Toto vše nastudujete v jiné literatuře, my se soustředíme na praktické řešení.

Při konstrukci je důležité správné rozmístění součástek na plošných spojích a co nejkratší vývody součástek. Každý kousek drátu nebo vodivé cestičky se chová jako indukčnost. Toho se využívá například u "tištěných" cívek. Mohou mít tvar ploché spirály nebo meandru.

Budete-li rozebírat nějaký vysloužilý televizor, možná tam takovéto cívky najdete, někdy i s ladícími jádřky, kolem kterých není navinutý žádný drát. "Cívka" je na druhé straně destičky na plošném spoji.

Přijímač s TDA7000

Nejjednodušší přijímač, na kterém si můžeme vyzkoušet techniku VKV, je osazen integrovaným obvodem TDA7000, který obsahuje celou vř. část až po nf výstup (viz obr. 1).

Laděné obvody

jsou zjednodušeny tak, že a) vstupní laděný obvod je širokopásmový, to znamená, že zabírá celou šířku pásma VKV; b) ladí se jenom oscilátorem; c) jako ladící prvek je použitý varikap.

V literatuře uvedené na konci článku najdete popis různého provedení laděných obvodů.

Indukčnost L1 vstupního obvodu i L2 oscilátoru bývá vzduchová cívka se 3 až 7 závitů drátu 0,4 až 1 mm navinutá na

průměru 3 až 6 mm (pro pásmo jenom CCIR vycházejí asi 4 závitů). V provedení na plošném spoji [8] má cívka vstupního laděného obvodu tvar meandru s vývody na obou stranách cestičky. Plochá spirála oscilátorové cívky má jeden vývod na vnějším obvodu "šneka" a druhý vývod z prostředku se vyvede krátkou drátovou propojkou (viz obr. 2). Aby nedošlo k nežádoucí vazbě, je u vinutých cívek podle [6] vstupní cívka naležato a oscilátorová nastojato.

Ladící kapacita bývá převážně varikap, někde ladící kondenzátor 30 pF nebo jenom kapacitní trimr do 22 pF. Jde o jediné: moci ladit v celém požadovaném pásmu.

Varikap

má určitou kapacitu, která je uvedena v katalogu buď bez napětí, nebo při nějakém malém napětí. Zvyšováním napětí se tato kapacita zmenšuje. Například KB105 a podobně i KB205 má 17 pF při 1 V, 11 pF při 3 V a asi 2 pF při 25 V.

Tyto údaje obvykle najdete v katalogu. Například:

KB105 zelená nebo i BB105: 17 pF
KB109 žlutá nebo i BB109: 26 – 32 pF
BB104, BB204 zelená: 34 – 39 pF
modrá: 37 – 42 pF.

Pamatuj: Dolní konec pásma je daný touto minimální kapacitou při minimálním napětí a indukčností cívky L1. Horní konec pásma je daný kapacitou při maximálním ladícím napětí.



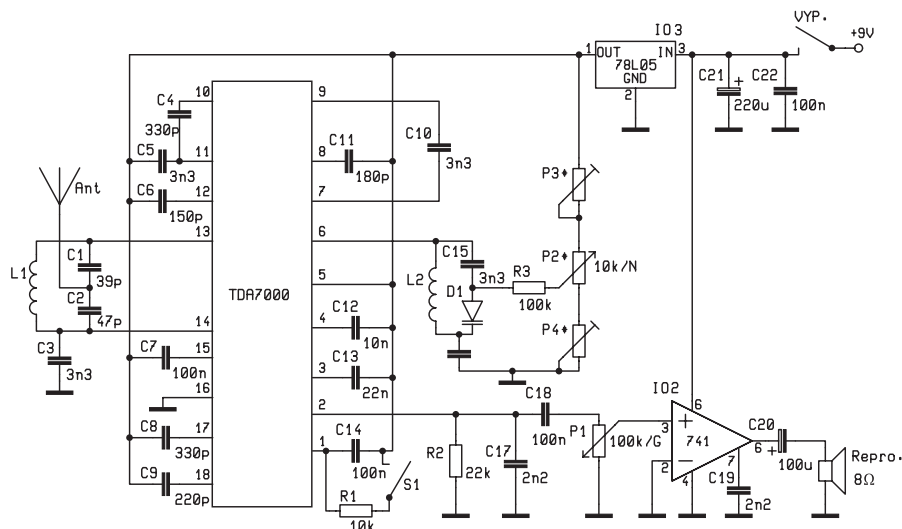
Potenciometr

Napětí na varikapu se nastavuje nejjednodušeji potenciometrem. Osičkou potenciometru lze otočit jenom o 270°, tedy jenom o třičtvrtě otočky. To je příliš citlivé, a tak se na osičku dává nějaký mechanický převod nebo se dá použít víceotáčkový potenciometr, například tzv. ARIPOT. Ten je drahý, ale někdo ho možná má ve vřaku nějakého přístroje (osciloskopu, měřicího přístroje, analyzátoru ap.). Je kvalitní, ale veliký a těžký. Spíše seženete víceotáčkový potenciometr z předvolby televizního přijímače, někdy i s ukazatelem naladění. Mívají odpor 10k nebo i 100k. Moc nevydrží, není stavěný na neustálé ladění, spíš na naladění na oblíbenou stanici a občasně přeladění.

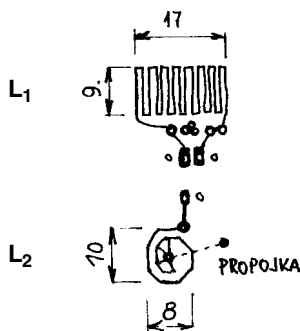
Ohmmetrem snadno zjistíte, kde má krajní vývody a který je vývod od jezdcy (viz obr. 4).

Naladění do pásma

Postačí jenom ss voltmetr a kontrolní přijímač. Použijeme nějaký varikap a nějakou cívku. Ladíme a zkoušíme naladit jakoukoli stanici. V některých oblastech, zvláště v Praze, je celé pásmo pokryté množstvím stanic, a tak se při ladění můžete orientovat podle nich. Laděním na kontrolním přijímači zjistíte, která to je a na jakém kmitočtu vysílá. Změříme napětí na varikapu. Ladící napětí se dá měřit přímo na ladící diodě, ale měření může být ovlivněno měřidlem, a tak je vhodnější měřit ho na jezdcy potenciometru.



Obr. 1



Obr. 2 - Anténa; L₁ – vstupní cívka,
L₂ – oscilátorová cívka

Všimněte si, že zde měříme proti kladnému pólu zdroje. Při měření proti zemi by nebylo měřeno napětí pro varikap (viz obr. 5).

Kondenzátor v sérii s varikapem výslednou kapacitu neovlivní, jenom zabraňuje, aby se ladící napětí "zkratovalo" přes maličký ohmický odpor cívky.

Otázka na příště: Jaká je výsledná kapacita varikapu 17 pF v sérii s kondenzátorem 3 300 pF?

Chceme-li kapacitu zvětšit víc, lze použít varikapu zapojené paralelně. V BB104 nebo BB204 jsou v jednom pouzdře dva. Při jejich paralelním zapojení lze s vhodnou cívkou proladit s napětím 0,45 – 1,35 V pásmo VKV podle normy OIRT 65 až 74 MHz, dále celé mezispáso se "sanitkami" a od 4 V do 9,5V pásmo VKV podle normy CCIR od 87,5 do 108 MHz. V pásmu OIRT ještě vysílají některé zahraniční stanice. Dnes se soustředíme na používané pásmo od 87,5 do 108 MHz.

Naladění na horní konec pásma

Potenciometrem nastavujeme vyšší napětí, a tak ladíme stanice na vyšších kmitočtech. Průběžně měříme ladící napětí a sledujeme, kde už jsme. Za koncem pásma VKV obvykle ještě jde ladit, ale tam už nic není, jenom ticho ("letadla" jsou ještě výš, asi od 118 MHz). Takže všechny stanice jsou nahuštěny jenom na části potenciometru, zbytek je nevyužitý. Aby nám celý ladící rozsah zůstal na potenciometru, můžeme postupovat prakticky nebo poččetně.

díme tímto trimrem tak, až naladíme stanici na horním konci pásma. Pak můžeme trimr odpojit, změřit jeho odpor a použít rezistor s nejbližší vhodnou hodnotou.

Přesné nastavení pomocí výpočtů napětového děliče by i s kalkulačkou zřejmě trvalo déle a došli byste k podobnému výsledku.

Ladící napětí musí být stabilizované. Kdyby bylo brané přímo z baterie, kolísalo by podle kolísání odběru při změnách hlasitosti a přijímač by se rozladoval.

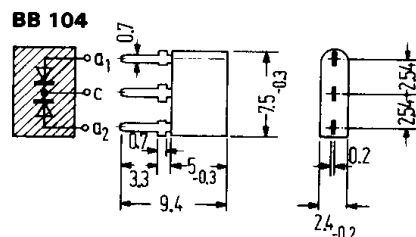
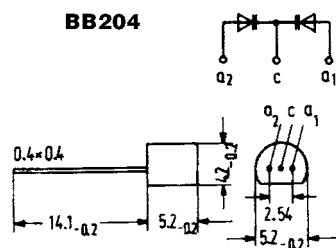
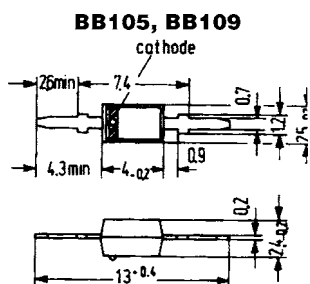
Dolní konec pásma nemusí být zrovna na nulovém napětí, průběh přírůstku kmitočtu podle změny napětí není lineární, při malém napětí roste strmě, takže malým posunutím ladícího napětí do lineární části se jednotlivé stanice na stupnici rozptýlí na stupnici stejnoměrně (viz obr. 6).

Anténa

Stačí jenom asi 80 cm drátu, lepší je prutová nebo dobrá venkovní.

NF zesilovač

můžete použít jakýkoli. K maličkému přijímači stačí malý zesilovač, například



Obr. 3 - Různá provedení varikapů

Naladění dolního konce pásma

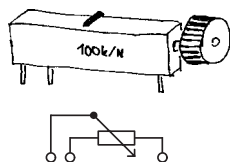
Na dolní konec pásma ladíme snížením napětí. Nastanou tyto situace:

a) Dosáhneme dolní konec pásma a ještě bychom mohli dál – buď můžeme použít varikap s menší kapacitou (místo KB109 použít KB105), nebo zmenšíme indukčnost, tedy zmenšíme počet závitů, nebo opatrně cívečku roztáhneme, případně u kresleného šneka jeho cestičku zkrátíme propojkou.

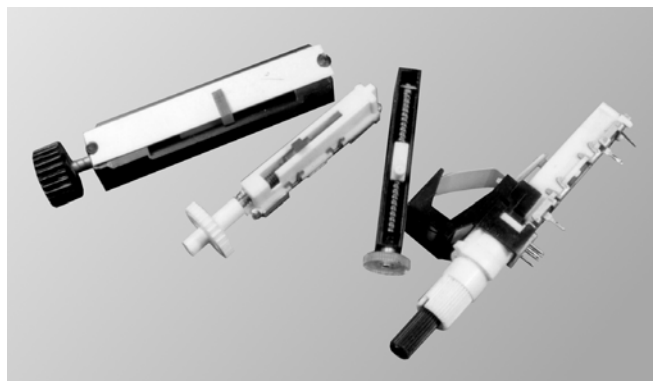
b) Pokud je to jenom o trochu, tak o půl nebo jeden volt pod dolním koncem pásma, nevádí, to už zařídíme vymezením minimálního ladícího napětí.

c) Dojedeme jenom někam doprostřed pásma, níž to nejde – použijeme varikap s větší kapacitou (místo KB105 použijeme KB109), nebo zvětšíme indukčnost – použijeme cívku s větším počtem závitů nebo u kresleného šneka přetneme zkracovací cestičku, aby celková délka byla větší.

Zjistíme, že je třeba celá polovina odporové dráhy nevyužitá. Tak k potenciometru připojíme do série rezistor se stejnou hodnotou. Potřebné ladící napětí budeme měnit potenciometrem a zbylé napětí zůstane na rezistoru. Hodnotu rezistoru můžeme odhadnout nebo vypočítat, nejjednodušší je použít místo rezistoru trimr, potenciometrem se naladíme na konec jeho odporové dráhy a la-



Obr. 4 - Potenciometry; na fotografii několik "vykuchaných" potenciometrů ze starších televizorů



s LM386, který máte z předchozích pokusů.

Pozor. Rezistor R6 na nf výstupu č. 7 IO1 má hodnotu 22k. Kdybyste připojili potenciometr 25k, byla by výsledná hodnota jenom asi 12k. Proto by potenciometr P2 měl být 100k. Protože nastavuje hlasitost, víte už z předchozích lekcí, že by měl být logaritmický.

Reproduktor

máte z předchozích pokusů 8Ω . Víte, že malý reproduktor hraje slabě, reproduktor s větší membránou hraje silněji.

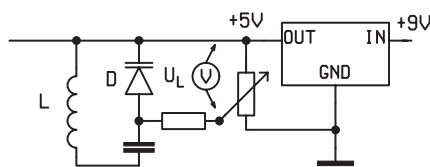
Baterie

Přijímač můžete napájet: z malé 9V baterie, ze dvou plochých baterií nebo ze síťového adaptéru nebo z jiného zdroje.

Při hlasitém poslechu se malá devítka rychle vybijí, ploché baterie vydrží déle, jsou ale větší a těžší. Podle napájení se rozhodněte pro provedení:

✦ miniaturní přenosná na sluchátka (na malou devítku) nebo

✦ stolní s větším reproduktorem na dvě ploché nebo na síťový adaptér.



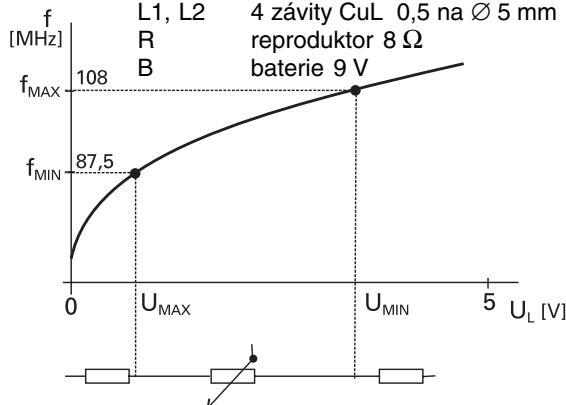
Obr. 5

✦ malý přenosný přijímač s konektorem pro větší reproduktor a konektorem pro externí napájecí zdroj.

Použité součástky

IO1	TDA7000
IO2	LM386
IO3	78L05
D1	KB109 (viz text)
R1	10k
R2	22k
R3	100k
C1	39
C2	47
C3	3n3
C4	330
C5	3n3
C6	150
C7	100n
C8	330
C9	220
C10	3n3
C11	180
C12	10n
C13	22n
C14	100n
C15	3n3
C16	10n
C17	2n2
C18	100n

C19	100n
C20	100F/10V
C21	220F/10V
C22	100n
P1	100k/G s vypínačem
P2	10k/N (více otáčkový)
P3	trimr 1k (viz text)
P4	trimr 4k7 (viz text)
L1, L2	4 závity CuL 0,5 na $\varnothing 5$ mm
R	reproduktor 8Ω
B	baterie 9 V



Obr. 6 - Závislost přijímaného kmitočtu na ladícím napětí

A na závěr praktická rada. Jdete-li kupovat nebo objednávat součástky, napište si je na papír popořadě podle druhu a hodnot. Budete obslouženi podstatně rychleji.

Návazná literatura:

- [1] KTE 2/93, str. 56 – 58, stavebnice 022
- [2] AR Elektus 1993, str. 24
- [3] AR A 7/93, str. 8
- [4] AR A 11/95, str. 7 – 8
- [5] AR C 4/98, str. 4 – 6
- [6] ELO 1/86, str. 27
- [7] Funktechnik 7/83, str. 281 – 282
- [8] RIM APOLLO-FM č. 8347
- [9] ST 4/84, str. 335

Reklamní plocha

Reklamní plocha

Reklamní plocha

Interkom

stavebnice č. 373 a 374 – první část

Zařízení je určené pro komunikaci mezi řídicím pracovištěm a celkem šestnácti dvojitými podřízenými pracovišti především ve školách a školících střediscích. Interkom, který se skládá z centrálního pultu a účastnických stanic s výkonovými zesilovači, lze také po úpravě napájení zjednodušit na pouhé paralelní propojení jednotlivých účastnických stanic.

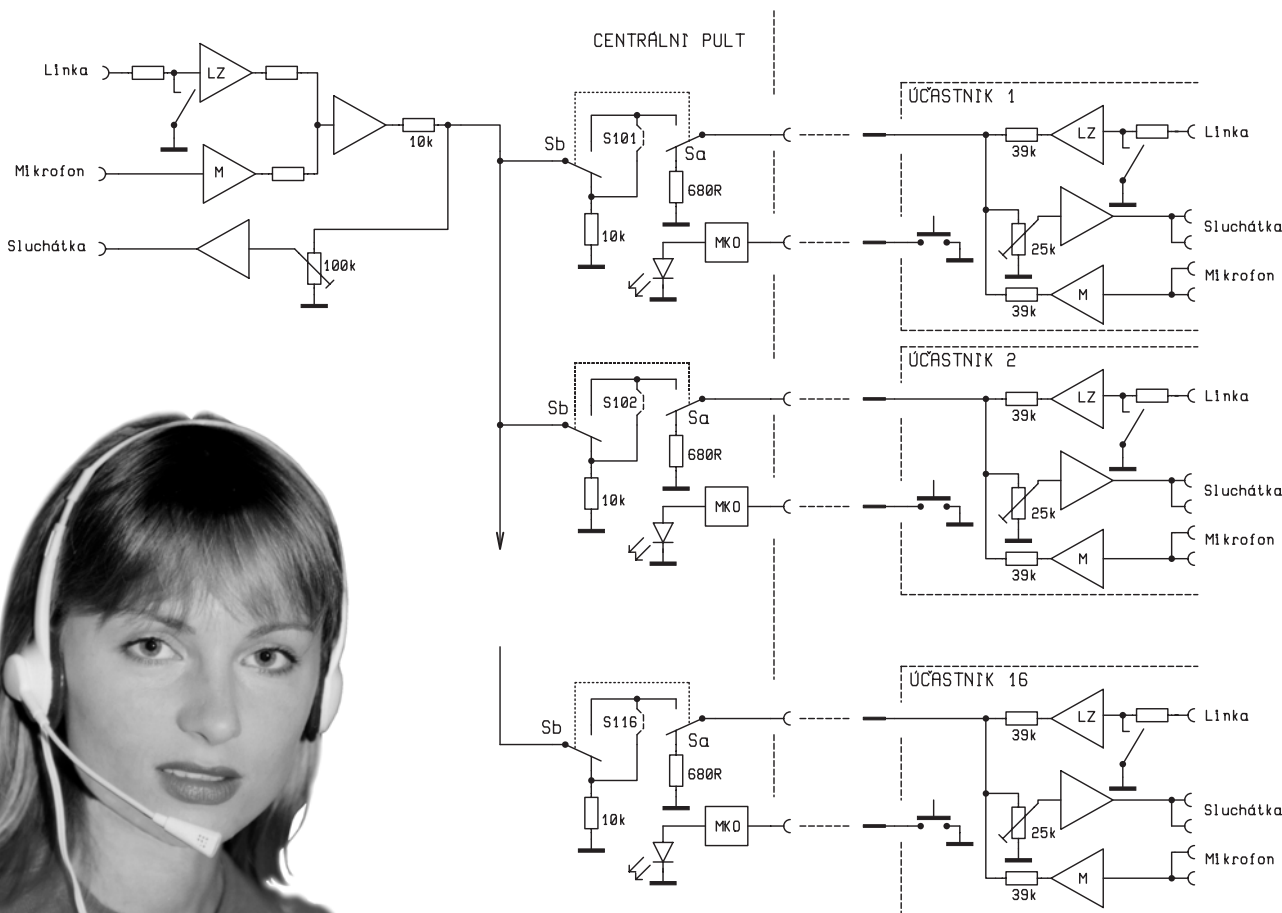
Interkom je vybaven nízkofrekvenčními zesilovači pro buzení sluchátek a mikrofonními vstupy pro připojení elektretových mikrofonů. Předpokládá se použití náhlavní kombinace sluchátka – mikrofon, ale lze použít i jakýkoli jiný vnější mikrofon a reproduktor s impedancí vyšší než 4Ω , pokud se vhodným způsobem zabrání možnosti vzniku akustické zpětné vazby. Při používání centrálního pultu jako řídicí jednotky ovládá lektor centrální pult a každá dvojice frekventantů je vybavena účastnickou stanicí. Účastnické stanice i centrální pult jsou dále vybaveny vypínatelným linkovým vstupem pro připojení zvukové karty PC nebo podobného zdroje nf signálu s vnější (softwarovou) regulací hlasitosti. Dvojice účast-

níků, připojená k jedné účastnické stanici, může mezi sebou volně komunikovat, aniž by rušila ostatní pracoviště. V případě potřeby spojení s instruktorem lze stiskem tlačítka na skříňce účastnické stanice vyslat výzvu k připojení. Na centrálním panelu se rozsvítí červené světlo označené číslem příslušného pracoviště. Instruktore se může připojit přeložením přepínače pod tím kterým číslem pracoviště, přičemž signalizace zhasne. Samozřejmě je možnost připojení bez výzvy (a to i několika stanic současně), kterou však může provést pouze lektor. V tomto případě mohou všichni připojení účastníci včetně lektora komunikovat navzájem. Tento stav je indikován pouze polohou páček přepínačů. Panel centrálního pul-

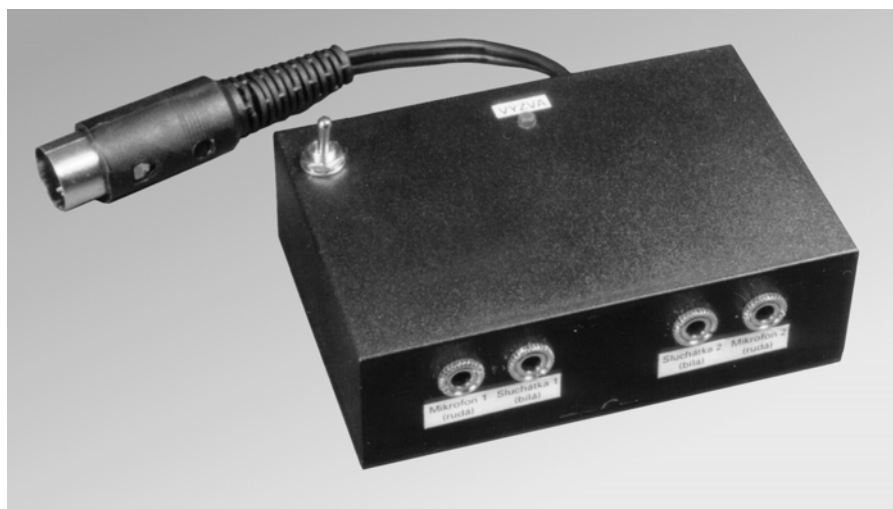
tu je ještě vybaven možností hromadného propojení samostatným spínačem a signalizací.

Zapojení

Propojení mezi účastnickými stanicemi a centrálním panelem se provádí dvoužilovým kabelem se samostatně stíněnými žilami (např. silná stíněná dvoulinka GM Electronic RG-MD137). **Stínění nesmí být nikde vzájemně propojeno, protože každé z nich je využito pro jiný pól napájení!!!** Na straně účastnické stanice je vedení zakončeno přímo v plošném spoji, ale pro snadnější manipulaci je vhodné přerušit vedení poblíž účastnické stanice a doplnit jej o vhodný spojovací konektor, například pětikolíkovou



Obr. 1 - Blokové schéma interkomu



Obr. 2 - Účastnická stanice

spojku DIN (vidlici a spojku). Na straně centrálního pultu jsou žíly a stínění připojeny šroubovacími svorkami.

Technické údaje:

Počet účastnických přípojek – max. 16
 Mikrofonní vstup – napájení +6 V
 impedance < 50 Ω
 Sluchátkový výstup –
 zatěž. impedance <16 Ω
 výstup. výkon max. 800 mW
 Linkový vstup – impedance <100kΩ
 citlivost 300 mV
 Napájení 230V 50Hz

Interkom – popis funkce

Centrální pult i jednotlivá pracoviště mají obdobná zapojení. Mikrofonní a vypínatelný linkový vstup účastnických stanic jsou odděleny zesilovači s nastavitelnou úrovní zesílení a pracují jako pasivní směšovač, který napájí jednak sluchátkový zesilovač, jednak spojovací vedení. U centrálního pultu jsou vstupní zesilovače zapojeny jako aktivní směšovač, a teprve z následujícího zesilovače se napájí sluchátkový výstup a vedení. V centrálním pultu není možné nastavení úrovně linkového vstupu. Protože při pasivním směšování se výstupní úroveň mění podle počtu připojených vstupů, je nutné zajistit, aby při všech kombinacích propojení byla vždy dodržena stejná výstupní velikost signálu a tím i stejná hlasitost. Pro dodržení této podmínky je nutné udržovat při všech kombinacích stejnou impedanci obvodu, kterou zajišťují elektronické přepínače centrálního pultu. V klidovém stavu, kdy je spojení mezi centrálním pultem a jednotlivými účastnickými stanicemi přerušeno, mohou dvojice pracovníků jednoho pracoviště hovořit mezi sebou a správnou úroveň zajišťuje odpor 680 Ω připojený přes kontakt Sa centrálního pultu. Na stra-

ně centrálního pultu tvoří vyrovnávací zátěž paralelní zapojení rezistorů 10 kΩ, což při šestnácti přípojkách dává odpor 625 Ω. Tato hodnota je ve skutečnosti o něco vyšší o odpory elektronických spínačů (4053), které jsou zde použity.

Požaduje-li některý z účastníků domluvu s lektorem, pak stisknutím tlačítka na skřínce své účastnické stanice vyšle volací impuls, který překlápí monostabilní klopný obvod ovládající svítivou diodu LED. Pracovník centrálního pultu se připojí přepnutím příslušného přepínače S, a tím přepne elektronické kontakty Sa a Sb (zároveň se vrátí i MKO do klidového stavu a LED zhasne). Zatěžovací odpory příslušné přípojky (jak 10 kΩ, tak i 680 Ω) se odpojí. Signál prochází oběma směry přes Sa a Sb. Tímto způsobem je možné připojit i několik účastnických stanic (případně všechny) současně. Pro případ, že by nebyla instalována některá účastnická stanice, je samozřejmě možné trvale místo ní zařadit zatěžovací odpor 10 kΩ propojením zkratovací spojky S1xx. U zapojených účastnických stanic je nutné mít příslušnou zkratovací spojku rozpojenou, aby byly zachovány správné úrovně!

Účastnická stanice – podrobný popis

Účastnická stanice má dva mikrofonní vstupy přizpůsobené pro elektretové mikrofony použité v náhlavních soupravách. Napájení zajišťují pracovní rezistory R1 a R2 spolu se Zenerovou diodou D1. Sloučený signál je zesílen polovinou obvodu IO1 (072) s možností nastavení velikosti zesílení trimrem P1 v obvodu zpětné vazby. Linkový vstup slučuje nejprve signál pravého a levého kanálu, ten pak postupuje do zesilovače tvořeného druhou polovinou IO1 s regulací zesílení trimrem P2. Na vstupu zesilovače je navíc spínač S2, který uzemněním vyřazuje linkový vstup z činnosti. Připojení přepínače S2 je vhodné provést stíněným vodičem, aby se tak snížila možnost pronikání vř signálu vedením do zesilovače (efekt blízké rozhlasové stanice). Výstupy z obou zesilovačů jsou po sloučení (rezistory R9 a R14) a stejnosměrném oddělení vedeny jednak přímo na propojovací vedení, jednak na vstupy sluchátkových zesilovačů IO2. Oba zesilovače jsou zapojeny bez úprav dle doporučení výrobce. Rezistory R7 a R8 vytváří umělý střed napájecího napětí pro vstupní zesilovače. Obvod účastnické stanice obsahuje dále tlačítko S1 pro výzvu centrálnímu pultu. K napájení je využito obou stínění přívodního dvoužilového vedení.

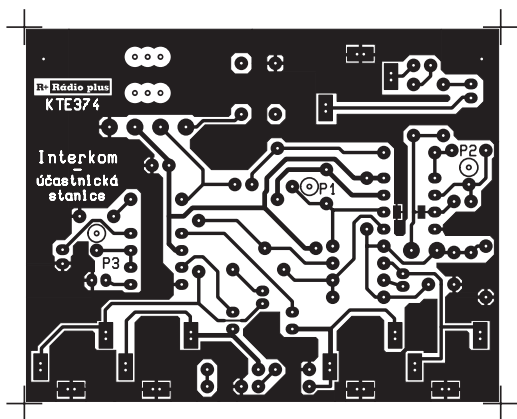
Centrální pult – podrobný popis

Centrální pult sestává ze vstupních zesilovačů, šestnácti přípojek a zdroje.

Vstupní zesilovače mají obdobnou funkci jako u účastnických stanic s tím rozdílem, že operační zesilovače typu 074 jsou v invertujícím zapojení. Trimr P1 nastavuje zesílení mikrofonního vstupu, linkový vstup má zesílení pevně nastavené, určené pro vnější (softwarové) ovládání. Sloučení obou signálů je aktivní s operačním zesilovačem IO25D, za



Obr. 3 - Centrální pult



Obr. 4 - Plošné spoje účastnické stanice

kterým následuje stupeň s proměnným zesílením (P2), který pak přes slučovací odpor (rezistor R24) přímo napájí spojovací vedení. Ze spojovacího vedení je ještě odebírán signál pro sluchátkový výstup se samostatným zesilovačem IO26b. Střed napájecího napětí je tvořen děličem R29 a R30 a příslušnými filtračními kondenzátory.

Jednotlivé přípojky plní funkce přepínačů tak, jak byly uvedeny při popisu blokového zapojení. Všechny mají zcela identické zapojení, označení většiny součástek je rovněž shodné, doplněné pouze indexem 1 – 16. Popis je proto omezen jen na přípojku 1.

Jako přepínače jsou použity analogové spínače 4053, a to IO1A na místě Sa a IO1B na místě Sb. Mechanický spínač S1, umístěný na panelu, ovládá řídicí vstupy obou elektronických přepínačů IO1 přes oddělovací diodu D23 – 1. Rezistor R1 – 1 představuje zatěžovací odpor 10 k Ω , R5 – 1 pak zatěžovací odpor jednotlivých stanic 680 Ω , R2 – 1 zajišťuje správný potenciál (log. 0) na řídicích vstupech přepínačů při rozpojeném S1 nebo S17. Jako monostabilní klopný obvod je použita polovina integrovaného obvodu 4013 (dvojice klopných obvodů typu D), jehož výstup Q napájí přes ochranný rezistor R3 – 1 LED D1. Protože je integrovaný obvod 4013 vyroben technologií CMOS a má tedy omezený výstupní proud, musí být použita LED v nízkopříkonovém provedení (max. 2 mA). Obvod se nuluje sepnutím S1, tedy společně s přepnutím IO1. Aby byl obvod vždy vynulován i při zapnutí přístroje, je připojen paralelně ke spínači kondenzátor Cx. Rezistor R4 – 1 dodává kladné napětí pro řídicí vstup MKO a pro tlačítkový spínač S1 v účastnické stanici a jeho nízká hodnota 1 k Ω zabraňuje vlivu rušivých signálů, které se mohou na vedení naindukovat a na které jsou obvody CMOS citlivé. Jednotlivé přípojky jsou sdruženy do dvojic, které využívají spo-

lečně obě poloviny obvodu 4013. Spojka S101 se používá v případě, že není připojena účastnická stanice.

Pro zjednodušení obsluhy je centrální pult vybaven možností hromadného připojení všech účastníků, a to sepnutím spínače S17, který aktivuje přes oddělovací diody D22 – 1 až D22 – 16 i spínače IO1a a IO1b (až IO16a a IO16b) a zapíná indikační LED D17. Hromadné připojení všech účastníků zhasíná diody LED signalizující výzvu.

Protože odběr může v nejneprůzračnějším případě dosáhnout až 2,5 A, bylo napájení rozděleno do dvou větví se samostatnou stabilizací a chlazením, přičemž každá napájí zhruba polovinu zařízení. Signalizace provozu obou zdrojů je vyvedena na panel diodami D20 a D21 (zelené nízkopříkonové LED). Použitý toroidní transformátor představuje kompromis mezi cenou, napětím a stálostí výstupního napětí při odebírání proudu. Výkonově je předimenzován, což zaručuje dostatečnou tvrdost výstupního napětí. Protože jeho výstupní napětí nedává však potřebnou rezervu pro běžné stabilizátory, byly použity typy L4940V12 s nízkým stabilizačním úbytkem. Tím se také snížila výkonová ztráta na obou chladičích. Jištění primární strany je provedeno tavnou pojistkou T315 mA, umístěnou v pojistkovém pouzdru uvnitř přístroje.

Nastavení

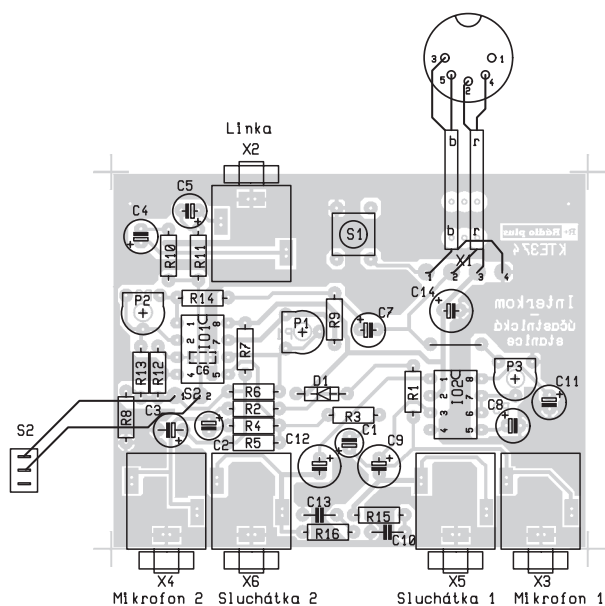
Vzhledem k vysoké citlivosti elektretových mikrofonů je umístění mikrofonu, zvláště u náhlavních kombinací, nanejvýš rozhodující. Od toho se také odvíjí potřeba nastavení úrovně hlasitosti. Nejprve nastavíme odporovým trimrem P1 úroveň signálu z mikrofonního zesilovače na nejvyšší hodnotu, při které se ještě do vedení dostává signál nezkreslený. K tomu lze dobře použít osciloskop, a není-li ten k dispozici, pak postačí i lidské ucho. U centrálního pultu se nastavuje ještě úroveň hlasitosti na vedení trimrem P2. U účastnických stanic slouží odporový trimr P2 k nastavení úrovně hlasitosti linkového vstupu. Ta by měla být mírně pod úrovní řeči, aby byl přicházející hovor snadno zachytitelný a linkový vstup mohl být

případně odpojen. Odporovými trimry P3 se pak nastaví hlasitost sluchátek podle potřeby. Na pozicích nastavovacích prvků nebyly záměrně použity potenciometry, aby změny úrovně nemohly provádět nepovolané osoby. V případě potřeby lze trimry snadno nahradit potenciometry se stejnou hodnotou.

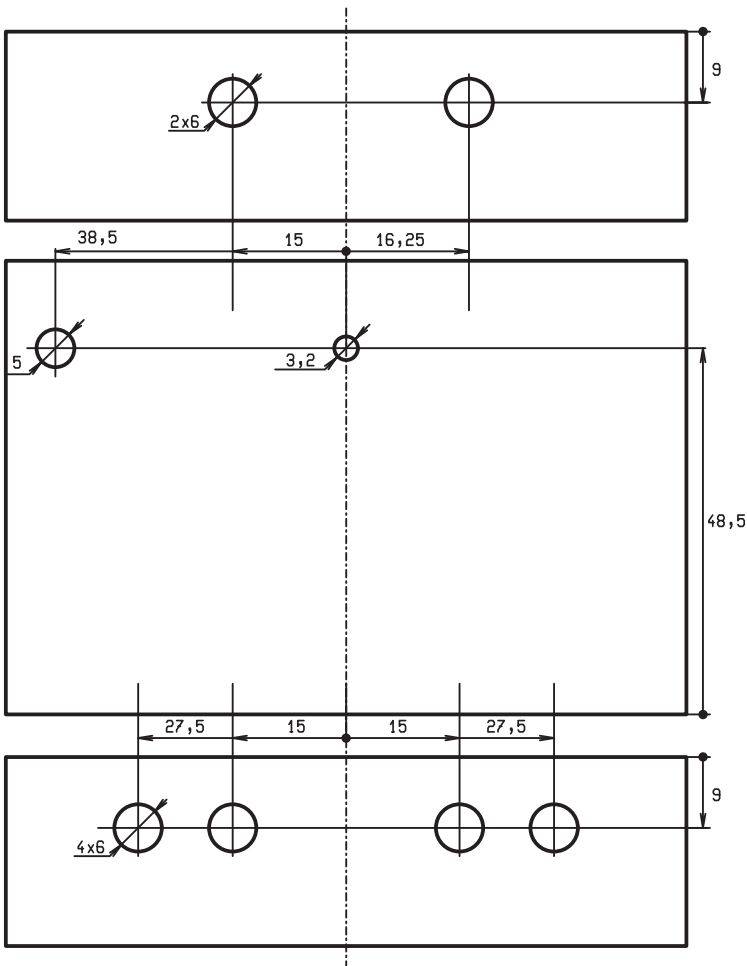
Konektory linkových vstupů, mikrofonů a sluchátek by neměly být zapojovány, je-li zařízení zapnuto. Bude-li konektor linkového vstupu nebo mikrofonu zasunut během provozu účastnické stanice, může dojít ke krátkodobému zkreslení přenášeného signálu z této stanice. Při instalaci a zapojování je nutné přesně dodržet předepsané zapojení svorkovnic. Upozornění: zapojení šroubovacích svorkovnic uvnitř centrálního pultu se liší pro sudé a liché přípojky (pořadí svorek je zrcadlově převrácené).

Používání interkomu bez centrálního pultu je velmi jednoduché. Paralelním zapojením vodičů účastnických stanic vznikne uzavřený okruh, ve kterém lze komunikovat. Samozřejmostí je potřeba připojení vnějšího napájecího napětí, které by se mělo pohybovat okolo 12 V. Výkonové zatížení zdroje je závislé na počtu připojených stanic a požadované hlasitosti. Vodič určený pro tlačítko Výzva odpadá a tlačítko není nutné osazovat. Nastavení je pak shodné s nastavováním interkomu s centrálním pultem, liší se jen hodnoty signálů podle počtu připojených účastnických stanic. Maximální počet připojených účastnických stanic závisí na délce vodičů a úrovni signálu na společné lince. Čím delší vedení, tím vyšší úroveň signálu je zapotřebí (ta by neměla klesnout pod 50 mV).

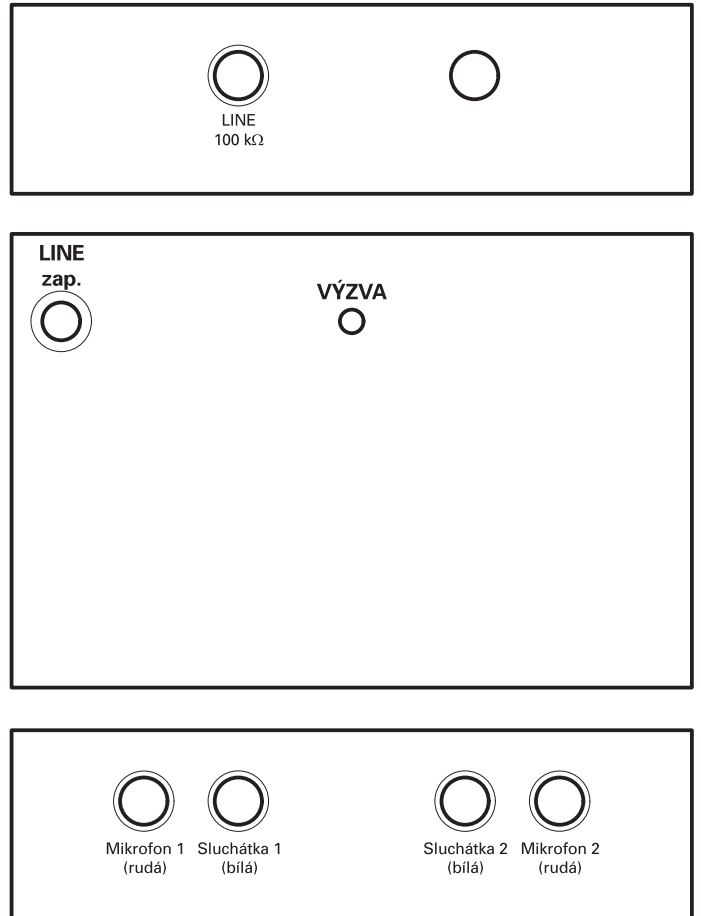
– dokončení v příštím čísle –



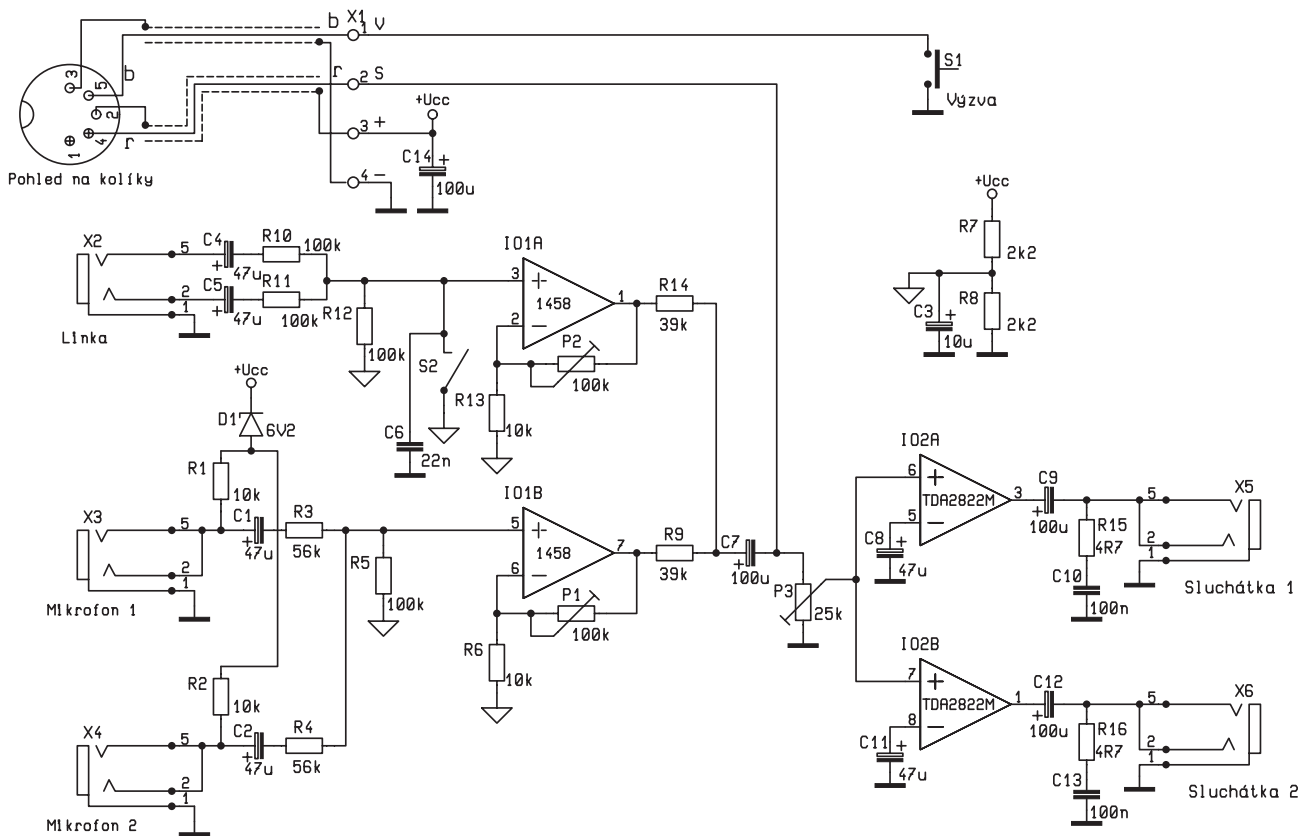
Obr. 5 - Osazení účastnické stanice



Obr. 6 - Kótování účastnické stanice

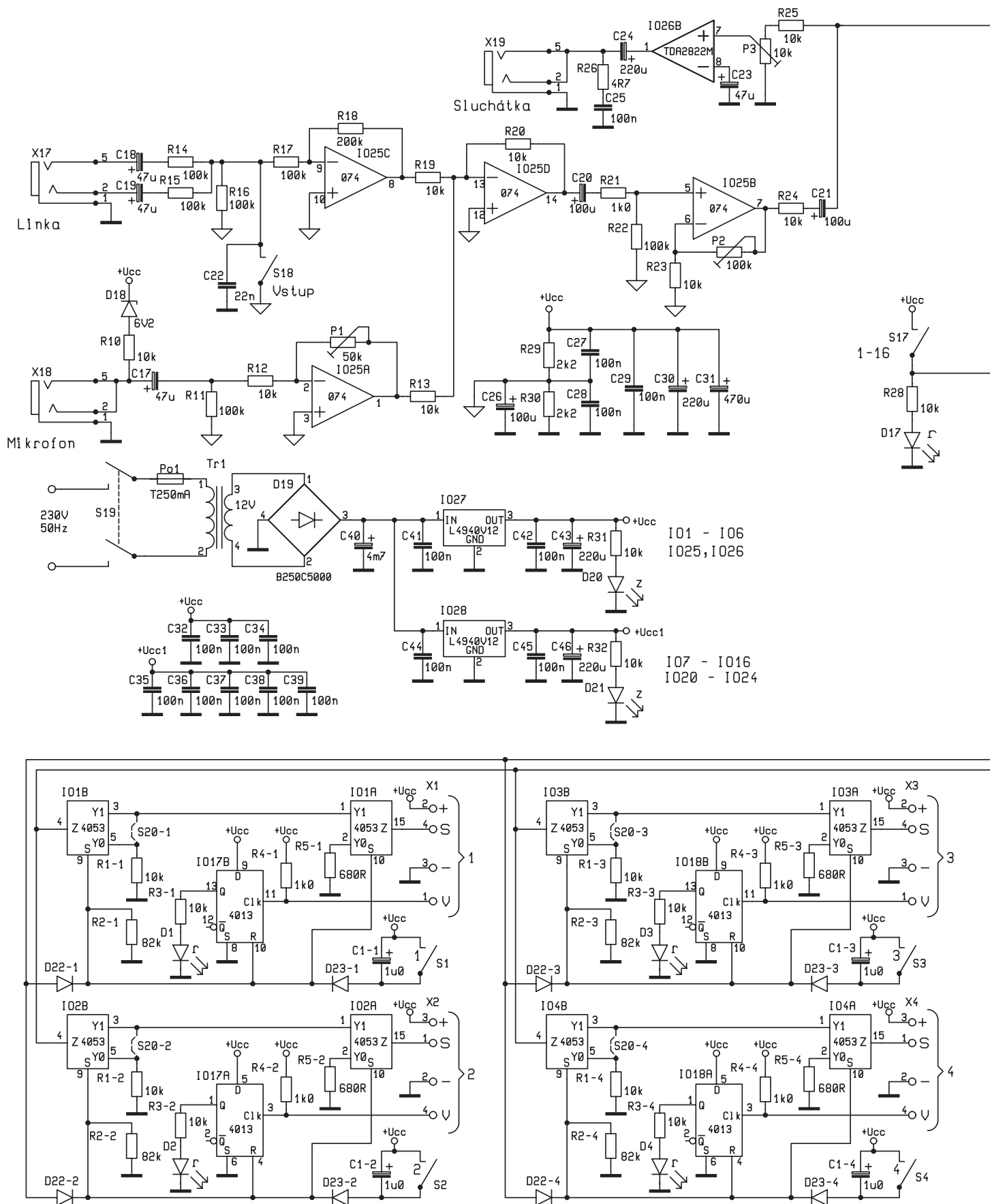


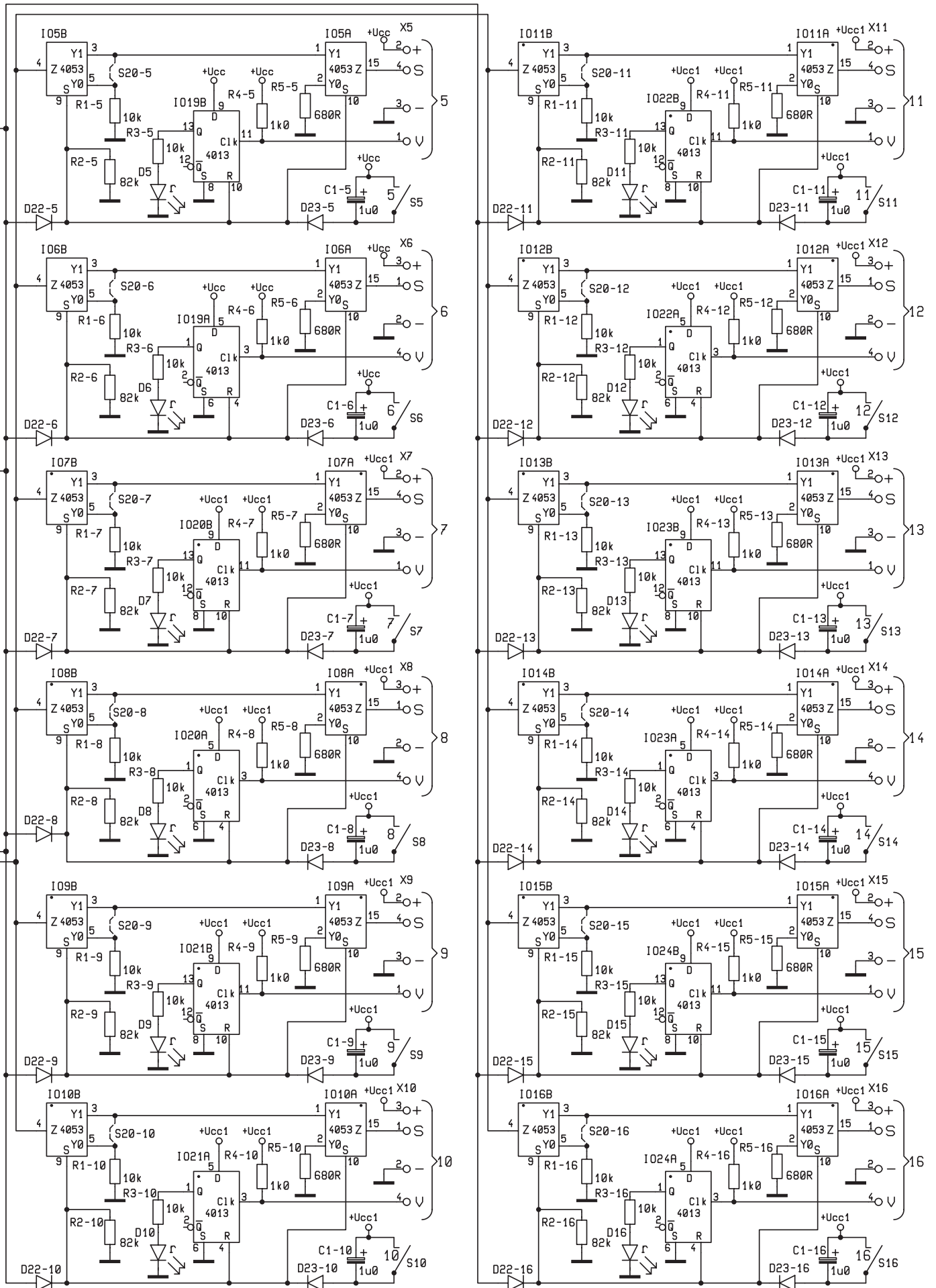
Obr. 7 - Popis účastnické stanice



Obr. 8 - Schéma zapojení účastnické stanice

Obr. 9 - Schéma zapojení centrálního pultu



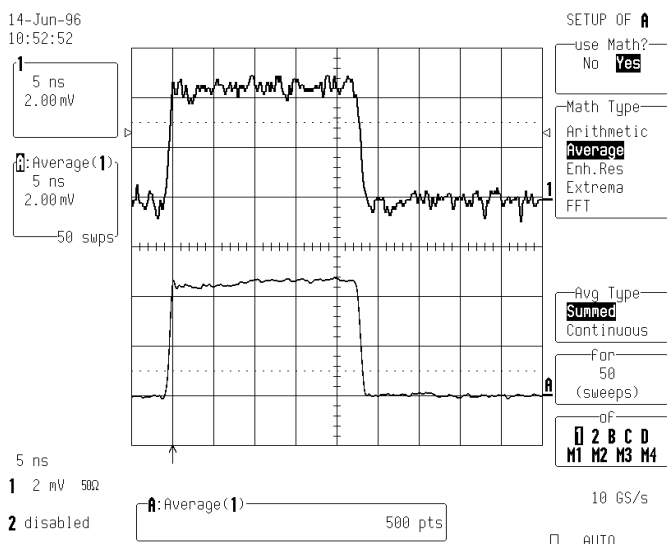


Osciloskopy a jejich použití

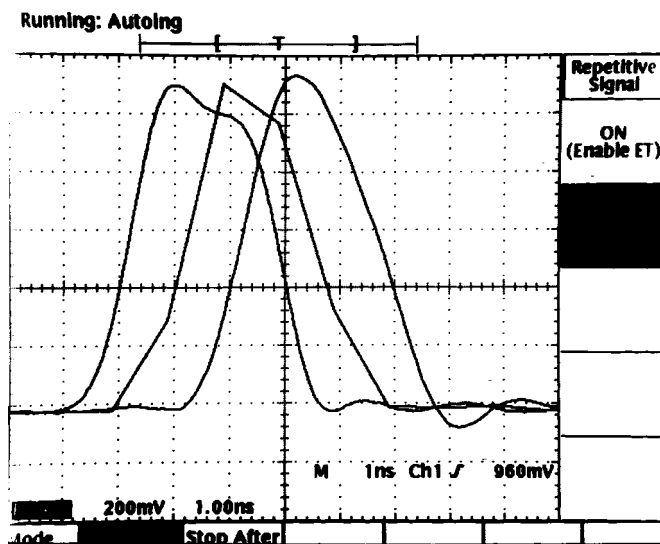


Digitální paměťové osciloskopy – pokračování

Ing. Ladislav Havlík, CSc.



Obr. 47 - Zašuměný impuls na horní stopě je zbaven prostým (sumačním) padesátinásobným průměrováním šumu – dolní stopa, X = 5ns/díl, Y = 2mV/díl (LeCroy 9362)



Obr. 50 - Kladný impuls, zleva opakovaně s lineární interpolací, jednorázově s lineární interpolací, jednorázově s interpolací sinX/X. X = 1ns/díl, Y = 200mV/díl (Tektronix TDS540)

Průměrování, interpolace

Obvyklé způsoby jak zlepšit rozlišení nebo čitelnost průběhu je průměrování u opakovaných jevů a velké rozlišení u jednorázových jevů. O druhém způsobu jsme se již zmínili v kapitole o vzorkování v reálném čase.

Průměrování (averaging) pomáhá odstranit ze signálu jevy, které nejsou korelované s jeho kmitočtem. Pokud mají rušivé jevy stejný kmitočet jako vlastní

signál resp. nemění svou časovou vzdálenost od okamžiku spuštění, průměrováním je neodstraníme. Průměrování vyžaduje opakovaný signál a stabilní spuštění s minimální fázovou nejistotou (jitter).

Digitální paměťové osciloskopy využívají dvou způsobů průměrování: prostého a váženého. V obou případech je použita každá akvizice k získání průměru a k obnovování obrazu. V prostém průměrování má každá akvizice I pro vý-

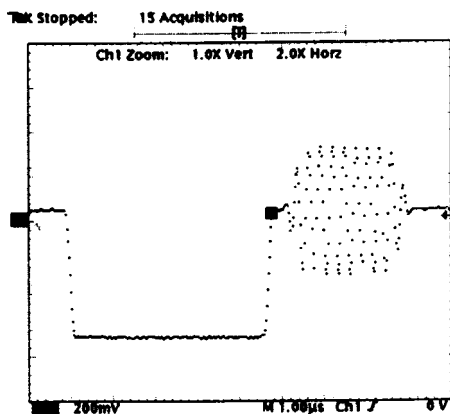
sledný průměr Avg_s stejnou váhu rovnou jedné. Prostý průměr z s akvizic určuje vztah:

$$(11)$$

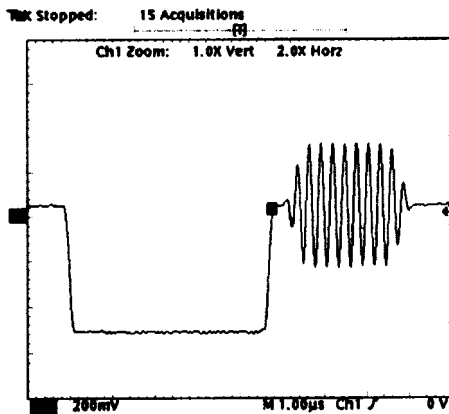
Ve váženém průměrování přispívají k výslednému obrazu více nové akvizice než starší, takže aktualizace obrazu probíhá rychleji. Tento druh průměrování je praktičtější a častěji používaný. Algoritmus váženého průměrování po s akvizicích má tvar:

$$(12)$$

s je opět počet průměrovaných akvizic I. Počet průměrovaných akvizic je u digitálních osciloskopů měnitelný v širokých mezích:



Obr. 48 - Zobrazení průběhu pomocí sledu bodů, X = 1µs/díl, Y = 200mV/díl (Tektronix TDS540)



Obr. 49 - Tyž průběh z obr. 48 v lineární interpolaci X = 1µs/díl, Y = 200mV/díl (Tektronix TDS540)

osciloskopy	počet akvizic
HP řady 54800 Infinium	2 – 4096
Tektronix řad TDS	2 – 10 000
LeCroy řad 9300 a LC500	2 – 1 000 v nab. až 10 ⁶

V běžné praxi vystačíme s 10 až 50-ti násobným průměrováním zejména při použití váženého průměrování, kde se neúčinněji projeví několik prvních akvizic.

Poměr signál/šum je úměrný převrácené hodnotě druhé odmocniny počtu akvizic s :

$$(13)$$

S/N je poměr signál/šum (signal/noise) a k je konstanta úměrnosti. Použijeme-li k průměrování například pouhé 4 akvizice, sníží se šum v signálu na polovinu původní velikosti. Zvětšení rozlišení v bitech Δb je při počtu akvizic s je dáno vztahem (14) , viz [12] :

$$(14)$$

Účinek 32násobného váženého průměrování jsme již pozorovali při zobrazení stupňového průběhu na obr. 46 – v horní stopě (uveřejněný v minulé části). Prostým průměrováním je zbaven šumu impuls na obr. 47 po 50 akvizicích.

Při pomalé časové základně, například 1 s/díl trvá průběh 10 s; zvolíme-li počet průměrování akvizic takto zobrazeného signálu třeba jen 20, budeme na výsledné zprůměrování čekat $10 \times 20 = 200$ s, tedy plně 2,33 minuty!

Digitální paměťový osciloskop může zobrazit jev jako sled jednotlivých bodů nebo pomocí lineární interpolace jako nepřerušovaný průběh s jednotlivými body pospojovanými úsečkami. Lze tak učinit při kterémkoli druhu vzorkování a to i při záznamu jednorázového jevu. Příkladem je bodové zobrazení průběhu na obr. 48. Tentýž průběh interpolovaný lineárně je na obr. 49. Místo shluku bodů následují-

cích za impulzem je na obr. 49 čitelná skupina sinusovek. Lineární interpolace je natolik praktická, že se všeobecně používá. K bodovému zobrazení průběhu se uchylujeme málokdy. Svědčí o tom i většina našich oscilogramů. Ostatně nabídnout k publikování oscilogram s bodovým záznamem průběhu téměř znamená učinit si z tiskaře nepřítele.

Lineární interpolace je úspěšná, pokud máme k dispozici dostatečný počet bodů na průběh. 10 bodů se považuje za dostačující počet a lineární interpolace dosahuje 5% odlišnosti zobrazeného signálu od skutečného. Při menším počtu bodů a nevhodné fázi vzorků chyba vzrůstá. Amplituda zobrazené sinusovky při čtyřbodovém vzorkování může klesnout až o 3 dB (chyba 29,3 %). Proto se v digitálních osciloskopech využívá také interpolace $\sin x/x$. Při ní je zdigitalizovaný signál před rekonstrukcí filtrován číslicovými filtry, viz [13]. Interpolace $\sin x/x$ umožní rekonstruovat sinusový signál z pouhých 2,5 bodu.

Nestejný účinek lineární interpolace a interpolace $\sin x/x$ můžeme posoudit na zobrazení impulsu šířky 2,5 ns s čelem a týlem = 920 ps na obr. 50. První zleva je opakovaný impuls vzorkovaný v ekvivalentním čase a lineárně interpolovaný. Úsečky jsou pro velkou hustotu bodů nepostřehnutelné. Další impuls je týž, ale jednorázový, interpolovaný rovněž lineárně a poslední je jednorázový impuls, jak si s ním poradila interpolace $\sin x/x$. Na jednorázovém záznamu uprostřed jsou jednotlivé body průběhu spojené úsečkami od sebe vzdálené 1 ns, neboť maximální vzorkovací rychlost osciloskopu Tektronix TDS 540 je 1 GS/s. Téměř pravdivý je záznam opakovaného impulsu, poříze-

ný s analogovým kmitočtovým rozsahem $B_a = 1 \text{ GHz}$ ($t_{r0} = 0,35/B_a = 0,35/10^6 = 0,35 \text{ ns}$), kde došlo jen k mírnému prodloužení čela a týlu impulsu ($t_{rm} = \sqrt{t_{rg}^2 + t_{r0}^2} = \sqrt{(920 \cdot 10^{-12})^2 + (350 \cdot 10^{-12})^2} = 984 \text{ ps}$). Stejným způsobem by prodloužil čelo a týl impulsu analogový osciloskop s odpovídajícím kmitočtovým rozsahem $B_o = 1 \text{ GHz}$. Jednorázové průběhy zapsal osciloskop TDS 540 v reálném kmitočtovém rozsahu $B_r = 350 \text{ MHz}$ (srovnej s obr. 32 v minulé části, kde impuls se stejně dlouhým čelem zobrazil osciloskop TDS 684, $B_r = B_a = 1 \text{ GHz}$). Osciloskop TDS 540 v podstatě správně zachytil amplitudu a šířku impulsu. Pokud jde o tvar impulsu, je pravdě blíží záznam s interpolací $\sin x/x$ - poslední průběh.

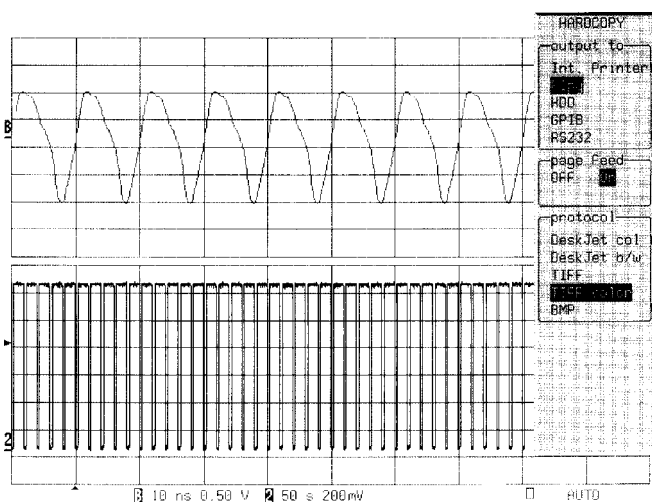
Vidíme, že u digitálních osciloskopů vzrůstají potíže v rekonstrukci signálu s klesajícím počtem bodů na průběh. Pokud jejich počet klesne zhruba pod 10, pracuje osciloskop již na pokraji reálného kmitočtového rozsahu B_r . Pro práci se strmými impulsy (v nanosekundové oblasti) volíme proto digitální osciloskop s co největším kmitočtovým rozsahem. Ke zlepšení rekonstrukce obrazu výrazně přispěje interpolace $\sin x/x$.

Efektivní bity

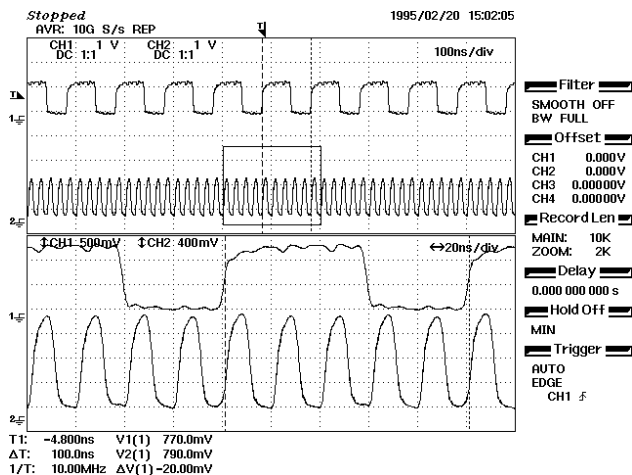
Chyby které do signálu vloží digitální systém posuzují výrobci pomocí efektivních bitů. Je to parametr, který se pokouší zahrnout vliv úplného signálového řetězce na zkreslení zobrazeného signálu proti signálu vstupnímu. Vztahy jsou platné jen pro sinusový signál.

efektivní bity = celkový počet bitů AD převodníku - (mínus) ztrátové bity (15)

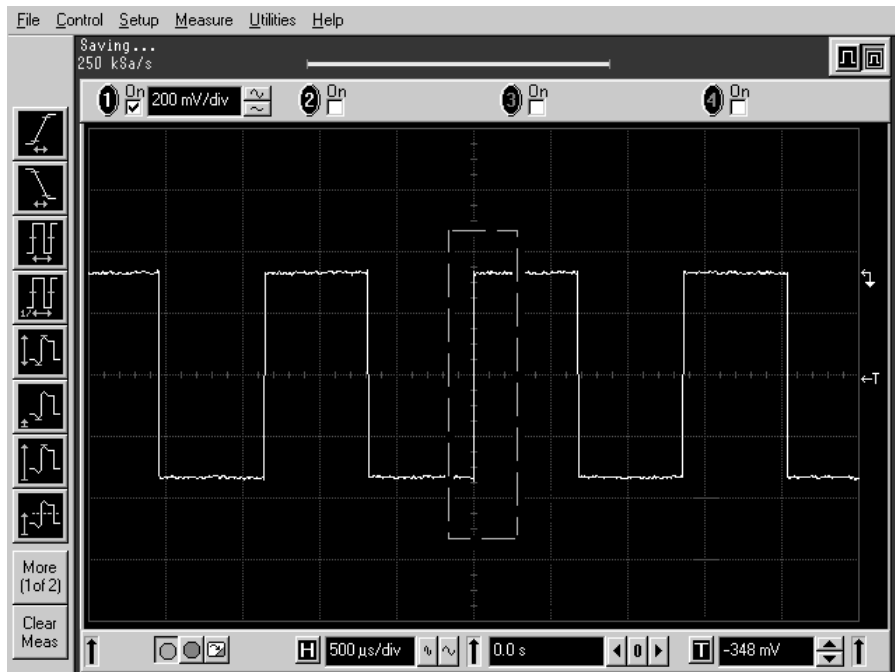
$$(16)$$



Obr. 51 - Časové značky 10 ns zobrazené základnou 10 ns/díl (horní stopa) a značky 10 s zobrazené základnou 50 s/díl, $Y_1 = 0,5 \text{ V/díl}$, $Y_2 = 0,2 \text{ V/díl}$. (LeCroy LC534)



Obr. 52 - Časové značky 100 ns a 20 ns v horním poli $X_1 = 100 \text{ ns/díl}$, $Y_1 = 1 \text{ V/díl}$ jsou v dolním poli roztaženy hor. $5 \times$, $X_2 = 20 \text{ ns/díl}$. Značky 100 ns vert. $2 \times$, $Y_2 = 500 \text{ mV/díl}$, značky 20 ns vertikálně $2,5 \times$, $Y_3 = 400 \text{ mV/díl}$. Délku značek 100 ns kontrolují časové kurzory (DT = 100 ns). (Yokogawa DL4080)



Obr. 53 - Myši vyznačený rámeček vymezuje na průběhu část, kterou chceme pomocí zoomu roztáhnout. X = 500 μ s/díl, Y = 200 mV/díl (H-P 54815A, Infinium)

RMS_e je skutečný rozptyl efektivní hodnoty sinusového signálu, RMS_{ei} je ideální rozptyl efektivní hodnoty signálu

(RMS = root mean square = efektivní hodnota). Stanovení rozptylů se provádí pomocí počítače, který srovnává rekonstruovaný sinusový signál s vysoce čistým sinusovým signálem viz [14].

Podle literatury [15] lze efektivní bity stanovit pomocí poměru signál šum S/N v decibelech:

$$(17)$$

Efektivní bity nikdy nemohou nahradit běžné parametry digitálního osciloskopu, jako je kmitočtový rozsah B_r a B_a , odezva či vertikální rozlišení.

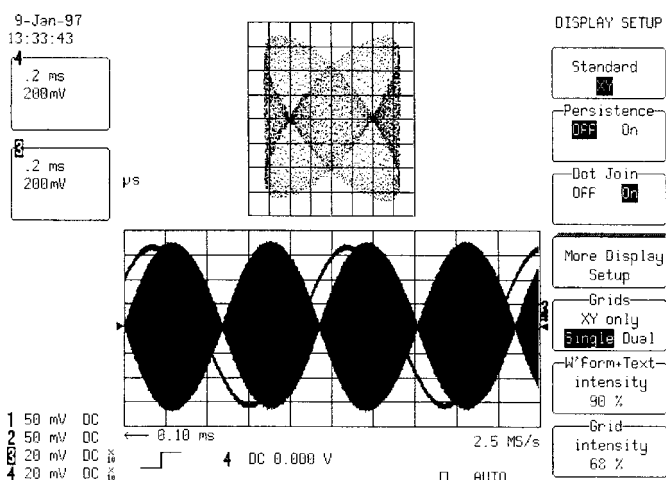
Časová základna, zoom, zobrazení XY

Časová základna digitálních osciloskopů nové generace, s více procesory vypisuje průběh na displej rastrovým způsobem. Dříve používaný princip rozmiřování zde nenajdeme. Displej je zaplňován po bodech z paměti video RAM, kterou obsluhuje procesor rekonstrukce

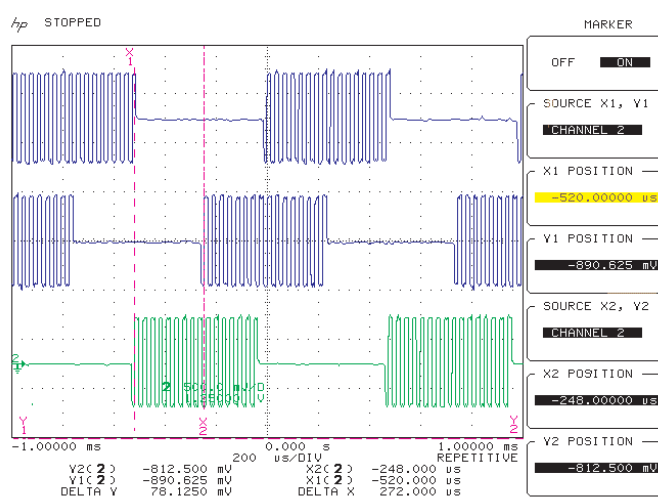
průběhu (waveform translator). Každý bod průběhu je určen napětovou informací (sloupec) a časovou informací (řádek). Obrazové pole například u osciloskopů Hewlett-Packard 54600 má 256 bodů vertikálně a 500 bodů horizontálně. Procesor rekonstrukce průběhu, tedy i časová základna jsou řízeny hodinovým signálem odvozeným z krystalového oscilátoru. V důsledku toho je přesnost časové základny digitálního osciloskopu vysoká, řádově 0,01 % (LeCroy až 0,001 %). Údaj je velice příznivý, ale zároveň falešný, neboť vizuálně můžeme na displeji rozeznat 0,5 až 0,2 % z celkové délky obrazu. U barevných displejů s velkým rozlišením a při použití různých barev stop a kurzorů lze měřit s přesností 0,1 %, jsme-li ovšem náležitě ostrožrací a pečliví.

Rozsah časové základny se u průměrných digitálních osciloskopů pohybuje zhruba od 10 ns/díl do 5 s/díl. U nejdokonalějších modelů s kmitočtovým rozsahem $B_a = 1$ GHz to může být 200 ps až 50 s/díl. Přístroje LeCroy mají dokonce nejpomalejší časovou základnu 1000 s/díl (1 průběh = 10 000 s = 166,66 minut !). Na obr. 51 je záznam dvou časově značně odlišných signálů 10 ns a 10 s, jak je zaznamenal digitální paměťový osciloskop LeCroy LC 534L časovou základnou 10 ns/díl a 50 s/díl. Na zobrazení spodního průběhu jsme museli počkat celých 500 sekund.

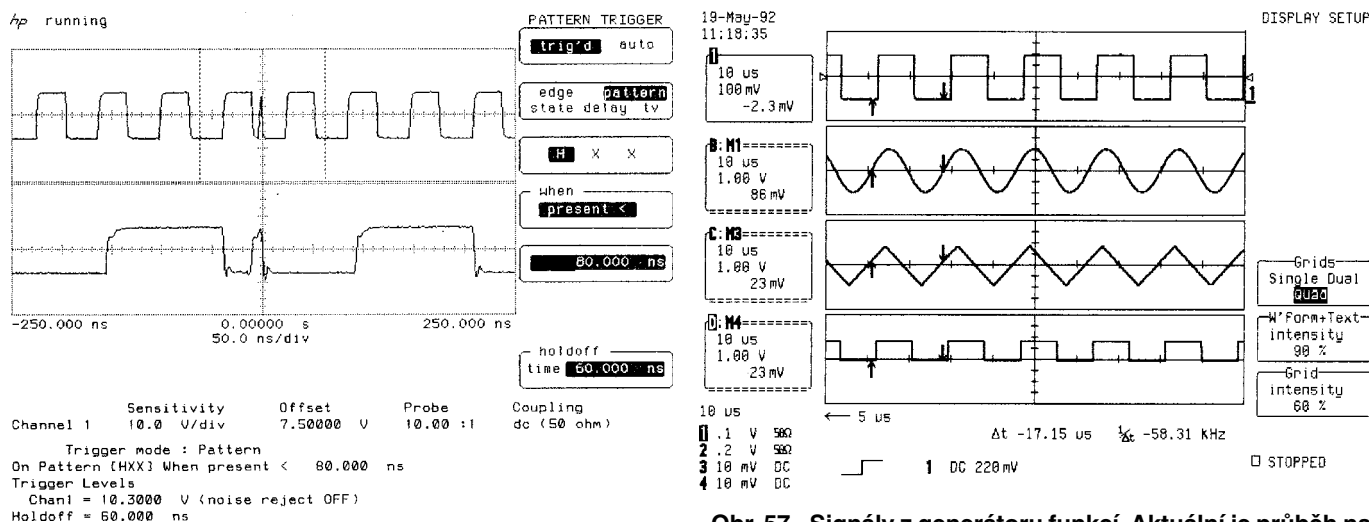
Při pomalých časových základnách je u digitálního osciloskopu obnovován obraz natolik rychle, aby se zabránilo blikání. Mnohé přístroje pracují při základnách 50 ms/díl a pomalejších v režimu



Obr. 54 - Lissajousův obrazec sinusového signálu 1,1 kHz stoprocentně modulovaného sinusovým signálem 259 kHz (osa X) a o $3/4 \pi$ zpožděného sinusového signálu 1,1 kHz (osa Y). V časovém zobrazení na spodním poli je X = 0,2 ms/díl, Y = 200 mV/díl (LeCroy LC534L)



Obr. 55 - Řetězce impulzů s nestejným okamžikem vygenerování, který se posouvá doleva počínaje horním průběhem. Časovou vzdálenost první kladné hrany 2. a 3. průběhu měří časové kurzory, delta x = 272 μ s; X = 200 μ s/díl, Y = 500 mV/díl (Hewlett-Packard 54540C)



Obr. 56 - Impulzy dlouhé 125 ns nasynchronizované na parazitní impuls (< 80 ns) široký 10 ns, který se opakuje po každém 16. impulsu, $X_1 = 200$ ns/díl detailní pohled s $X_2 = 50$ ns/díl, $Y = 1$ V/díl (Hewlett-Packard 54502)

roll, kdy obraz přibývá zprava a posouvá se doleva. Po zaplnění celého obrazového pole se proces opakuje. Je to velmi užitečný režim, neboť nemusíme čekat dlouhou dobu před prázdným displejem, než se objeví celý průběh. Takto již po několika sekundách poznáme, že osciloskop je zasynchronizovaný a akvizice probíhá.

V digitálním osciloskopu jsou obvykle dvě časové základny: hlavní a zpožděná (main, delayed time base), jejichž rozsahy jsou totožné. Osciloskopy LeCroy v tomto ohledu (a i v mnoha jiných) bohaté na vybavení mají dokonce čtyři nezávislé, zpožděné časové základny. Okamžik spuštění druhé časové základny lze zpozdřit od spuštění hlavní základny o zvolený časový interval nebo o zvolený počet průběhů (událostí – events). Řízení zpožděné časové základny je někdy ovládáno tzv. zoomem. Maximální roztažení části průběhu je možné pouze v rámci rozsahu zpožděné časové základny. Využití zoomu je vhodné pokud průběh obsahuje dostatečný počet bodů (akviziční paměť ≥ 2000 bodů). Lépe vybavené osciloskopy mají k dispozici horizontální i vertikální zoom. Vertikálně lze průběh roztáhnout pouze tak, jak určuje maximální vertikální citlivost. V každém případě je zoom vynikající prostředek k prohlížení detailů záznamu. Příklad použití horizontálního i vertikálního zoomu je na obr. 52. Časově roztaženou část průběhu vymezuje v horním poli na značkách 20 ns obdélník. Vynikající zoom mají osciloskopy Hewlett-Packard řady 54800 Infinium. Část průběhu, který chceme roztáhnout orámuje myši obdélníkem – obr. 53 a stisknutím tlačítka myši bez další obsluhy získáme

roztaženou část průběhu. Opětovným stisknutím tlačítka roztažení zvětšíme.

V kterémkoli okamžiku lze sběr dat opakovaného signálu i pomalého jednorázového signálu zastavit (tlačítko STOP nebo START–STOP). To nám umožňuje například měnící se průběh zastavit a pečlivě prohlédnout.

Zobrazení XY nechybí prakticky u žádného digitálního osciloskopu. Proti analogovým osciloskopům je kmitočtový rozsah kanálu X i Y stejný jako je udávaný kmitočtový rozsah osciloskopu B_r a B_a . (U analogových osciloskopů je kmitočtový rozsah kanálu řádově nejvýše 2 MHz, neboť je limitován vlastnostmi obrazovky a horizontálního zesilovače). Některé digitální přístroje umožňují pro horizontální zobrazení použít kterýkoli kanál. Mnohdy lze zobrazit signály obou kanálů v časovém režimu Y,T současně s obrazem v režimu XY, jako je tomu na obrázku 54. Pohledný vzor vytvořily stoprocentně modulovaný signál 1,1 kHz a nemodulovaný signál 1,1 kHz navzájem zpožděné o 3/4 π .

Spouštění, automatické nastavení osciloskopu, paměťové prostředky

Digitální osciloskop lze spouštět z kteréhokoli námi zvoleného kanálu vnitřně, nebo ze vstupu pro vnější spouštění. Okamžik spouštění lze zvolit na kterémkoli místě obrazového pole a na kterékoli úrovni signálu. Okamžik spouštění a jeho úroveň je vyznačena šipkami nebo jinými znaky na okraji obrazového pole.

Před spuštěním – vlevo před okamžikem spouštění (pretrigger) je možné zobrazit až celé jedno obrazové pole, vpravo

Obr. 57 - Signály z generátoru funkcí. Aktuální je průběh na 1. stopě shora, kanál 1, dále jsou použity paměti M1→B, M3→C a M4→D. $X = 10$ μ s/díl, $Y_1 = 100$ mV/díl, $Y_2 = 1$ V/díl. Šipky = časové kurzory měří periodu/kmitočet signálu: 17,15 μ s / 58,31 kHz (LeCroy 9314L)

po okamžiku spouštění (posttrigger) tolik polí, kolik jich obsahuje akviziční paměť. V příkladu na obr. 55 je okamžik spouštění $t = 0$ ve středu obrazového pole (na spodním okraji ve středu označeno 0.000 s, pretrigger je -1 ms, posttrigger je +1 ms). Na oscilogramu je řetězec impulsů s doleva se posouvajícím okamžikem vygenerování vzhledem k bodu $t = 0$. Na prvním průběhu je referenční bod $t = 0$ na první kladné hraně, na druhém průběhu je to devátá hrana a na třetím průběhu je celý řetězec vygenerován před spuštěním. Oscilogram byl získán zastavením spouštění zkusmo v uvedených okamžicích.

Nabídka spouštění vždy obsahuje normální, automatické, jednorázové, zastavení spouštění (normal, auto, single, stop), spouštění kladnou či zápornou hranou (edge), spouštění sítí (line) přes hornofrekvenční a dolnofrekvenční propust (lf, hf reject). Roste co do možností s kmitočtovým rozsahem a vybaveností přístroje.

Z dalších typů uvedme logické spouštění stavové (state; na jeden zvolený kanál se přivádí hodinový signál) a kombinační (pattern). Někdy může být důležité spouštění špičkami (glitches), jejichž nejmenší šířka určuje nejkratší vzdálenost odebraných vzorků.

Mezi časově kvalifikovaná spouštění patří:

- a) spouštění impulsy, které:
 - zapadají do zvoleného časového intervalu
 - jsou kratší než zvolený interval
 - jsou delší než zvolený interval
- b) zpožděné spouštění
 - o zvolený čas – zádrž (hold off)
 - o zvolený počet událostí (event)

médium	formát dat	obsah [Mb]	přenosová rychlost [kb/s]
disketa 3,5"	DOS	0,72 / 1,44	18
paměťová karta PCMCIA		až 8	500
Pevný disk		512 až 1024	150

Tab. 5

Použití zádrže uvede spouštění v činnost u okamžiku nástupu první zvolené hrany (+ nebo -) následující po nastaveném zpoždění. Analogicky pracuje zpoždění spouštění počtem událostí, které spočítá čítač. Příklad časově kvalifikovaného spouštění parazitním impulzem kratším 80 ns je na obr. 56.

Stabilní spouštění je důležitým předpokladem dobré práce s osciloskopem a je proto na místě, že mu výrobci věnují velkou pozornost. Digitální osciloskop s chudou nabídkou možností spouštění by se nikdy neměl stát vhodným kandidátem pro koupi.

Automatické nastavení osciloskopu (autoset, autoscale, autosetup) zajišťuje centrální procesor. Na základě vyhodnocení vstupního signálu nastaví vertikální zesílení, časovou základnu, spouštění a ss úroveň tak, aby byl získán stabilní obraz. Většinou se zobrazí 3 až 6 period signálu s amplitudou 4 až 6 dílků za dobu několika málo sekund. Automatické nastavení je vítaným pomocníkem pro začátečníky a ušetří hodně času i znalé obsluze. Nastavení selhává u signálu s kmitočtem nižším než 50 Hz a se střídou menší než 1:100. Pak musíme osciloskop nastavit ručně.

Pokud je nastavení komplikované, dobře poslouží paměti pro nastavení (setup), kam takové nastavení uložíme (povelem save) k opětovnému budoucímu použití (povelem recall). Paměti setup jsou běžně nevolatilní a jsou zálohovány

litiovou baterií, jejíž životnost určuje možnou dobu uložení (obvykle 10 let). Bývá jich 4 až 16.

Digitální osciloskop má také nevolatilní paměti pro ukládání průběhů (waveform). Jejich počet se ustálil na 4 a mají rozsah rovný velikosti akviziční paměti. Průběhy v nich uložené jsou umístěny tak, jak jsme je předtím nastavili na displeji. Po vyvolání z paměti již nelze průběhy upravovat. Výjimkou jsou osciloskopy LeCroy řady 9300 a LC500. V nich jsou pro ukládání průběhů k dispozici 4 referenční paměti M1 až M4. Průběhy z paměti M1 až M4 můžeme přepsat do 4 volatilních operačních pamětí A,B,C,D (waveform processing memories). Se zde uloženými průběhy pak můžeme provádět mnoho operací (průměrování, obálka, zoom, FFT atd.). Operačních pamětí bylo použito v obrázku 57 k zobrazení signálů z generátoru funkcí.

Paměti pro ukládání průběhu jsou vynikajícím prostředkem pro ukládání průběhů. Mnohé z našich oscilogramů mohly vzniknout jen s jejich využitím. Nevolatilní paměti jsou i v kapesních digitálních osciloskopech.

Dalším a velmi užitečným paměťovým prostředkem jsou čtečky paměťových

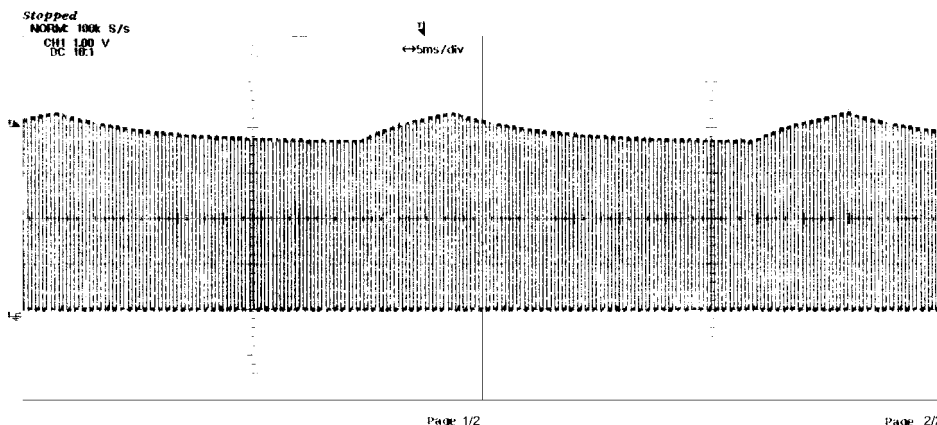
karet PCMCIA (PC card) a disketové jednotky 3,5". Do nich se ukládají průběhy i celé obsahy displeje (hardcopy). Nejlépe vybavené digitální paměťové osciloskopy umožňují ukládat výsledky měření také na zabudovaný (někdy zásuvný) pevný disk. Prostředky pro uchování dat jsou vesměs kompatibilní a data lze přepisovat z jednoho do druhého. Základní údaje o paměťových médiích jsou v tabulce 5. Disketová jednotka začíná být standartním vybavením pokročilých digitálních osciloskopů, ostatní paměťové prostředky lze přiojednat využitím zvláštní nabídky.

Vítaným doplňkem je i tepelná tiskárna, obvykle se šíří papíru 112 mm, která vytiskne obsah displeje. Najdeme ji na příklad u digitálních osciloskopů Gould, Hitachi, LeCroy, Yokogawa často jako standartní vybavení. Některé osciloskopy umožňují vytisknout obsah celé paměti pro uložení rekonstruovaného obrazu. Na obr. 58 jsme se spokojili s vytištěním 2 obrazových polí, což je 1/10 celkové zvolené délky záznamu 10 000 bodů. Délka záznamu je běžně volitelná, u použitého digitálního osciloskopu Yokogawa může být nejvýše 100 000 bodů.

K mnoha digitálním osciloskopům dodávají výrobci pro zpracování dat a rozšíření měřicích možností (analýza FFT, toleranční masky, histogramy, statistika aj.) software na disketách.

Literatura:

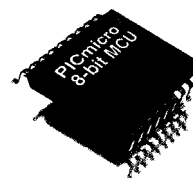
- /12/ Havlík L.: *Režim velkého rozlišení u osciloskopů Tektronix TDS, Sdílovací technika 1996, è.8, str. 22-24*
- /13/ Page R.W., Foster A.S.: *Waveform Reconstruction Techniques for Precision Digitizing Oscilloscopes, Hewlett-Packard Journal 1988, February, è.1, str. 26-31*
- /14/ Tektronix: *2400 Series Digital Oscilloscope Concepts, Engineering Brief 1990, 37W-6568-1, str. 25-27*
- /15/ Hewlett-Packard: *Calculating Effective Bits from Signal to Noise Ratio, Hewlett-Packard Journal 1992, è.1, str. 34*



Obr. 58 - Záznam obsahu 2 obrazových polí (1000 bodů): amplitudově modulované impulsy. Kmitočet obálky je 23 Hz a impulsů 1,9 kHz, X = 5 ms/díl, Y = 1 V/díl (Yokogawa DL4080)

– pokračování –

Monolitické mikropočítače II



zpracoval Ing. Josef Šabata — 7. část

Stavový registr obsahuje bity, které jsou nastavovány podle výsledku aritmetických operací, další bity odrážejí stav řadiče a ostatní volí banky datové paměti. STATUS registr může být nejen čten, ale lze do něj i zapisovat a může být cílovým registrem aritmetických i logických instrukcí. Pokud je STATUS cílovým registrem instrukcí, které mají vliv na nastavení alespoň jednoho z příznaků Z, DC nebo C, potom není zápis do všech tří příznakových bitů umožněn. Tyto příznaky jsou nastaveny podle výsledku operace. Bity TO a PD jsou pouze pro čtení. Z předchozího vyplývá, že výsledek operace se STATUS registrem může být jiný, než bychom očekávali. Například instrukce CLR F STATUS nuluje nejvyšší tři bity a nastavuje bit Z. Obsah registru STATUS je pak 000xx1xx (x je původní nastavení bitů před vykonáním instrukce). Také pokus o inverzi C bitu sekvencí MOVLW 01 - XORWF STATUS, F nedává z popsaných důvodů očekávané výsledky. Pokud potřebujete změnit nastavení příznakových bitů použijte instrukce BCF, BSF, SWAPF nebo MOVWF, protože tyto instrukce nemají vliv na příznakové bity.

OPTION registr

7	6	5	4	3	2	1	0
RBPŮ	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
Adresa 81H	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

OPTION je registr pro čtení i zápis a zahrnuje bity pro konfiguraci čítače/časovače TMR0 i jeho předděliče, vstupu vnějšího přerušení INT a pull-up rezistorů na portu B.

RBPŮ Aktivace Pull-up rezistorů na portu B

- 1 – odpojeni.
- 0 – připojeni.

INTEDG Volba hrany signálu přerušení

1 – Přerušení nastane při vzestupné hraně RB0/INT.

0 – Přerušení nastane při sestupné hraně RB0/INT.

TOCS Zdroj signálu pro TMR0

1 – Hrana na vývodu RA4/TOCKI.

0 – Vnitřní instrukční cyklus – CLKOUT.

TOSE Volba hrany signálu pro čítání TMR0

1 – Čítá při sestupné hraně na vývodu RA4/TOCKI.

0 – Čítá při vzestupné hraně na vývodu RA4/TOCKI.

PSA Přiřazení předděliče

1 – Předdělič u WDT.

0 – Předdělič u TMR0.

PS2, PS1, PS0 – Dělicí poměr předděliče

PS	dělicí poměr pro TMR0	dělicí poměr pro WDT
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

Pokud je předdělič předřazen watchdogu WDT (PSA = 1), je zvolený vstupní signál přiváděn bez dělení přímo na TMR0.

Přerušení, registr INTCON

PIC 16C71 disponuje čtyřmi zdroji přerušení.

1. externí přerušení od vývodu RB0/INT;
2. přetečení TMR0;
3. konec převodu A/D převodníku;
4. přerušení od změny na vývodech RB<7:4>.

Řídicí registr přerušení INCON zaznamenává požadavky na přerušení v pří-

aby nedošlo k nekonečnému zacyklení požadavků. Instrukce pro návrat z přerušení RETFIE způsobí návrat z rutiny pro obsluhu přerušení a zároveň nastaví GIE bit, čímž znovu povolí přerušení. U přerušení z externích zdrojů (RB0/INT a změna na RB4 až RB7) je zpoždění mezi událostí vyvolávající přerušení a jeho zpracováním tři nebo čtyři instrukční cykly. Přesná délka latence závisí na místě v instrukčním cyklu, kdy dojde k přerušení. Latence je shodná pro jedno i dvojcyclové instrukce. Bit GIE je po resetu nulován, přerušení je tedy zakázáno.

GIE Povolení všech přerušení

1 – Povolí všechna nezamaskovaná přerušení.

0 – Zakáže všechna přerušení.

ADIE Povolení přerušení po dokončení A/D převodu

1 – Povolí přerušení po dokončení převodu.

0 – Zakáže přerušení po dokončení převodu.

TOIE Povolení přerušení od přetečení časovače TMR0

1 – Povolí přerušení od TMR0.

0 – Zakáže přerušení od TMR0.

7	6	5	4	3	2	1	0
GIE	ADIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
Adresa 0BH, 8BH	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

znakových bitech. Obsahuje také bity pro povolení nebo zákaz jednotlivých přerušení a bit pro zákaz všech a povolení nezamaskovaných přerušení GIE *Global Interrupt Enable*. Příznakové bity přerušení od změny na portu B, přetečení TMR0 a od RB0/INT jsou v registru INTCON, příznak přerušení od A/D převodníku ADIF najdeme v registru ADCON0 – viz dále. Je-li GIE vynulován, jsou všechna přerušení zakázána, je-li nastaven, jsou povolena ta přerušení, u kterých je nastaven ještě odpovídající bit povolení přerušení. Schéma logiky přerušení je na obrázku 7. Dojde-li k žádosti o přerušení je nulován bit GIE, aby se zabránilo dalšímu předčasnému přerušení, návratová adresa je uložena do zásobníku a do PC je nastavena adresa 0004. V rutině pro obsluhu přerušení může být zdroj (nebo zdroje) přerušení určen pomocí testu příznakových bitů. Příznakové bity musí být před novým povolením přerušení programově nulovány,

INTE Povolení přerušení od vývodu INT

1 – Povolí přerušení od INT.

0 – Zakáže přerušení od INT.

RBIE Povolení přerušení od změny na portu B

1 – Povolí přerušení od RB.

0 – Zakáže přerušení od RB.

TOIF Příznak přetečení TMR0

1 – TMR0 přetekl. Bit musí být programově nulován.

0 – TMR0 nepřetekl.

INTF Příznak vnějšího přerušení.

1 – Došlo k vnějšímu přerušení. Bit musí být programově nulován.

0 – Nedošlo k vnějšímu přerušení.

RBIF Příznak přerušení od změny na portu B

1 – Došlo k přerušení. Alespoň jeden z vstupů RB<7:4> se změnil. Bit musí být programově nulován.

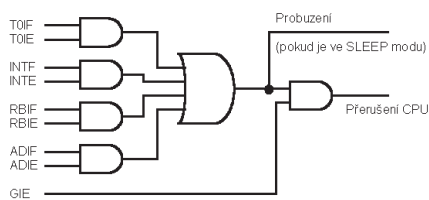
0 – Nedošlo k přerušení.

TOIF, INTF a RBIF budou nastaveny podle dané události i v případě, že bit

povolující příslušné přerušeni není v log. 1 (odpovídající přerušeni není povoleno), nebo je vynulován bit GIE (všechna přerušeni jsou zakázána). Jednotlivé stavové bity jsou nastavovány nezávisle na stavu bitů pro povolení odpovídajícího přerušeni a bitu GIE.

Došlo-li k přerušeni v době, kdy měl být GIE nulový, pak se mohlo stát, že byl GIE znovu nastaven instrukcí RETFIE na konci obslužné rutiny. Důvody, že se tak stane, mohou být následující:

1. Instrukce nuluje tento bit právě ve chvíli, kdy přichází požadavek na přerušeni.
2. Je provedena rutina pro zpracování přerušeni nevhodně směřovaným skokem v době, kdy k přerušeni nedošlo.



Logika přerušeni

Obr. 7

Metodu, která zajistí, že bude přerušeni celkově zakázáno, ukazuje následující část kódu:

```
DISINT bcf INTCON,GIE; zakázat přerušeni
        btfsc INTCON,GIE; je skutečně zakázáno?
        goto DISINT ; není – tak znovu
        ; v opačném případě, můžeme pokračovat
```

Přerušeni od vývodu INT

Externí přerušeni od vývodu RB0/INT je spouštěné hranou. Buď vzestupnou, je-li bit INTEDG (OPTION<6>) nastaven, nebo sestupnou, je-li nulován. Když přijde na vstup INT zvolená hrana je nastaven bit INTF (INTCON<1>). Přerušeni může být zakázáno vynulováním bitu INTE (INTCON<4>). Bit INTF musí být programově nulován v obslužné rutině před dalším povolením tohoto přerušeni. INT může vést procesor ze stavu sleep pouze pokud byl INTE nastaven před přechodem do sleep módu. Stav bitu GIE rozhodne, zda bude po vyvedení procesoru ze sleep módu vyvolána rutina pro obsluhu přerušeni, nebo zda bude běh programu pokračovat za instrukcí SLEEP. Podrobnosti u popisu sleep módu.

Přerušeni od TMR0

Přetečení TMR0 ze stavu 0FFH na 00H nastaví bit T0IF (INTCON<2>). Přerušeni může být povoleno nebo zakázáno bitem T0IE (INTCON<5>).

Přerušeni od změny portu PORTB

Změna stavu vstupů RB4 až RB7 způsobí přerušeni a nastaví příznakový bit RBIF (INTCON<0>). Přerušeni může být

povoleno nebo zakázáno bitem RBIE (INTCON<3>).

Na schématu logiky přerušeni si všimněte, že k ukončení režimu sleep od INT, A/D převodníku a změny na portu B může dojít i v případě, kdy je přerušeni zakázáno vynulováním bitu GIE.

Úschova kontextu během přerušeni

Během přerušeni se automaticky uschovává jen obsah PC do zásobníku návratových adres. Uživatel si obvykle potřebuje uložit obsahy důležitých registrů (např. W, STATUS). O to se již musí postarat program. Příklad ukazuje uložení a obnovu hodnot registrů W a STATUS. Registr pro dočasné uložení pracovního registru W_TEMP musí být definován v obou bankách. Registr STAT_TMP musí být definován v bance 0. U PIC 16C71 jsou univerzální registry z banky 1 mapovány do banky 0, takže tato podmínka je splněna. Instrukce SWAPF je použita místo MOVWF, protože SWAPF zachovává nastavení příznaku Z v registru STATUS.

```
movwf W_TEMP ; W->W_TEMP banka je teď buď 0 nebo 1
swapf STATUS,W ; STATUS do W
bcf STATUS,RPO ; nastavíme banku 0
movwf STAT_TMP ; Uložít si STATUS
.....
..... ; Probíhá obslužná rutina
.....
swapf STAT_TMP,W ; Vráti STATUS do W
movwf STATUS ; a obnoví STATUS i původní banku
swapf W_TEMP,W ;
swapf W_TEMP,W ; Obnoví W
```

Porty, registry TRIS a PORT

PIC 16C71 je vybaven dvěma porty – PORT A a PORT B, které nabízejí celkem 13 vstupních nebo výstupních vývodů. Některé vývody mohou mít ještě alternativní funkce.

Registry PORTA a TRISA

PORTA je pětibitový záchytný registr portu A. Vývod RA4 má vstup se Schmitt-

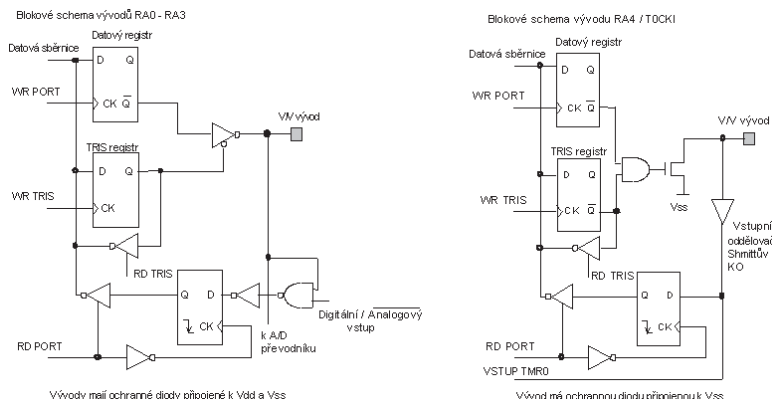
ovým KO a výstup s otevřeným kolektorem. Ostatní vývody portu A pracují s úrovněmi TTL a mají výstupní budiče CMOS. Vývod RA4 je multiplexován se vstupem čítače/časovače TMR0, vývody RA0 až RA3 slouží zároveň jako analogové vstupy A/D převodníku. Ke každému bitu v PORTA je přiřazen bit registru TRISA pro řízení směru, kterým lze vývod nastavit jako vstupní nebo výstupní. Bit TRISA nastavený do log. 1, přepne výstupní budič do stavu vysoké impedance. Vývod se chová jako vstup. Naproti tomu log. 0 propojí výstupní vyrovnávací registr s vývodem portu a ten potom pracuje jako výstupní. Po resetu jsou vývody RA0 – RA3 konfigurovány jako analogové vstupy pro A/D převodník. V tomto případě jsou vždy čteny jako 0 nezávisle na přivedené logické úrovni. Pro přepnutí vývodů RA do digitálního módu slouží registr ADCON1. Čtením registru PORTA zjistíme stav na vývodech, zápis přenes danou hodnotu do výstupního registru portu. Instrukce pro nastavování nebo nulování bitů portu probíhají jako operace čtení-modifikace-zápis s celým bytem, takže při zápisu je nejprve přečtena hodnota z vývodů, tato je v ALU následně změněna a nakonec zapsána do vyrovnávacího registru.

Příklad inicializace portu A

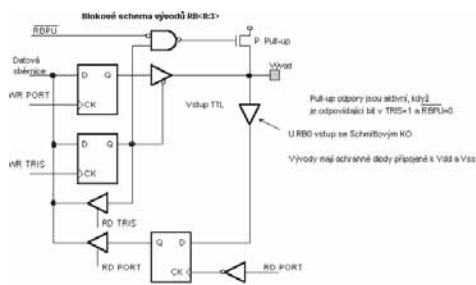
```
clrf PORTA ; nulování výstupních registrů
bsf STATUS,RPO ; registrová banka 1
movlw b'01111' ; konfigurace výstupů
movwf TRISA ; RA<3:0> jsou teď vstupy, RA<4> výstup
```

Registry PORTB a TRISB

PORTB je osmibitový obousměrný port. K němu patří registr pro řízení směru TRISB. Oba registry jsou funkčně obdobné registrům PORTA a TRISA. Všechny vývody jsou vybaveny slabými pull-up rezistory, které lze jedním řídicím bitem aktivovat nebo deaktivovat. Aktivace se provádí nulováním bitu RBPU (OPTION<7>). Rezistory se také deaktivují, je-li port přepnut na výstup a po resetu při



Obr. 8



Obr. 9

připojení napájecího napětí. Aktivovaným pull-up rezistorem teče proud typický 100 μ A. Alternativní funkcí vývodu RB0

je vstup vnějšího přerušení INT. U čtyř nejvyšších bitů PORTB – RB<4:7> je možnost vyvolání přerušení při jejich změně. To platí samozřejmě pouze u vývodů nastavených jako vstupy – výstupní vývody se nepodílejí na porovnávání stavu. Hodnoty na vývodech jsou porovnávány se starou hodnotou uschovanou během posledního čtení PORTB před povolením přerušení od změny vstupů RB. Je-li alespoň na jednom vstupu zjištěn rozdílný stav, je vyvoláno přerušení a je také nastaven příznakový bit RBIF (INTCON <0>).

Toto přerušení lze v obslužné rutině zpracovat dvěma způsoby:

1. Zakázat přerušení vynulováním bitu RBIE (INTCON <3>).

2. Přečíst PORTB a potom vynulovat příznakový bit RBIF. Čtení PORTB ukončí neshodu a dovolí vynulovat bit RBIF.

Možnost přerušení od změny stavu PORTB společně s aktivovanými pull-up rezistory nabízí velmi jednoduchý způsob obsluhy klávesnice připojené na vývodech RB. Přerušení při změně stavu na portu B je doporučeno zvláště pro ukončení režimu se sníženým příkonem po stisku klávesy a podobné operace, kde je port B využíván jen pro přerušení. Testování vstupů zároveň s povoleným přerušením při změně není doporučeno.



2

Ing. Robert Láníček

Počítačová simulace obvodů

Netlist nesmí začít popisem obvodu, protože první řádek se považuje za nadpis a došlo by k chybě v zapojení obvodu. Prázdné řádky uvozené hvězdičkou zvyšují přehlednost zápisu a zde oddělují nadpis, popis obvodu, popis modelu diody a příkazy analýzy. Vzájemné přiřazení prvků k řádkům netlistu je zřejmé z obrázku. Odpor R1 má velikost 100 Ω . Řádek V1 1 0 SIN (0 2 50) určuje, že zdroj sinusového průběhu napětí, který je zapojen mezi uzlem 1 a zem (0), bude mít amplitudu 2 V a kmitočet 50 Hz. První pozice v závorce (0) definuje případnou stejnosměrnou složku zdroje. V bloku příkazů se definují požadované analýzy, v tomto případě TRANSIENT, což je výpočet napětí uzlů obvodu v závislosti na čase. Napětí ve zvolených uzlech se vytisknou (PRINT) a současně vykreslí (PROBE). Grafický výstup přechodové analýzy TRANSIENT tedy představuje virtuální vícekanálový osciloskop.

Modelování diody

Nejjednodušším nelineárním polovodičovým prvkem je dioda. Na příkladu diody lze proto nejsnáze vysvětlit princip matematického modelování polovodičových prvků. Při *ručním* návrhu obvodu se na diodě uvažuje v propustném směru úbytek napětí rovný prahovému napětí diody U_p . U obyčejné křemíkové diody je to přibližně 0,7 V a u červené svítivé diody je toto napětí o volt větší. To lze modelovat jednoduše zdrojem napětí. Toto zjednodušení ale nelze použít pro větší proudy a ani pro malé proudy diodou.

Náklonu charakteristiky diody při větších proudcích je možné snadno docílit zapojením vnitřního odporu diody R_s do série se zdrojem prahového napětí. Výsledné napětí na diodě se pak určí podle druhého Kirchhoffova zákona jako součet prahového napětí U_p a úbytku napětí na vnitřním odporu diody R_{sI} .

Pro malé proudy v oblasti kolena charakteristiky diody platí teoretická exponenciální Shockleyova rovnice:

$$I_P = I_S \left(e^{\frac{U_p}{U_T}} - 1 \right),$$

kde I_S je velmi malý saturační proud diody (10^{-14} A) a $U_T = kT/q_e$ je teplotní napětí. Po dosazení za Boltzmannovu konstantu $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ JK⁻¹ a náboj elektronu získáme lineární rovnici:

$$U_T = 8,62 \cdot 10^{-5} T.$$

Pro uvažovanou teplotu polovodiče 27 °C (300 K) je toto napětí přibližně 26 mV. Po dosazení dostaneme rovnici:

$$I_P = I^{-14} \left(e^{\frac{U}{0,026}} - 1 \right),$$

Jednička v závorce zajišťuje průchod exponenciální charakteristiky diody nulou při nulovém napětí. Při splnění podmínky $e^{U/0,026} \gg 1$ ($U > 60$ mV) lze jedničku zanedbat ($I \sim I_S \cdot e^{U/U_T}$). Ze zjednodušené rovnice se vyjádří napětí:

$$U \sim U_T \cdot (\ln I - \ln I_S).$$

Diodu pak lze modelovat sériovým spojením logaritmického zdroje napětí a odporu diody. Výsledné napětí na dio-

dě je opět tvořeno součtem napětí na vnitřním odporu diody a napětí na vnitřním nelineárním zdroji diody.

U modelu SPICE je nelineární zdroj diody nevhodně znázorňován jako zdroj proudu, protože se vychází z proudové rovnice diody. Zdroj je přemostěn parazitní kapacitou. Tato kapacita umožňuje simulovat dynamické vlastnosti diody a závislost parametrů diody na kmitočtu.

U modelu programu Micro-Cap je navíc kvůli dokonalejší simulaci šumu a proudu v závěrném směru připojen i velmi velký svodový paralelní odpor. V případě, že se při analýze bude pracovat s malými signály (např. určování frekvenční charakteristiky zesilovače), nahrazuje se složitý nelineární zdroj diody dynamickou vodivostí diody, která se určí derivací jako směrnice tečny charakteristiky (diodové rovnice) ve vypočítaném pracovním bodě OP:

$$g_D = dI_D / dU_D \Big|_{OP}.$$

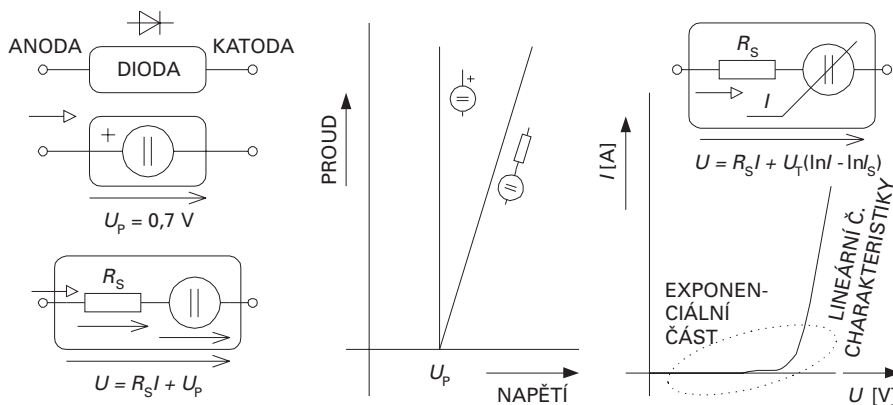
Derivací Shockleyovy rovnice získáme vztah:

$$g_D = \frac{I_S}{U_T} \cdot e^{\frac{U_D}{U_T}},$$

do nějž se dosadí napětí na diodě U_D .

Z voltampérových charakteristik usměřovací diody 1N4001 zakreslených do společných semilogaritmických a lineárních souřadnic vyplývá, že pro proudy menší než 10 mA se neuplatní sériový odpor diody a diodu lze popsat čistě exponenciální rovnicí. Naopak od 300 mA převažuje vliv vnitřního odporu diody R_s a charakteristika se linearizuje.

SPICE model diody je ještě podstatně složitější a může zahrnovat až třicet různých parametrů. Jejich přehled je uveden v následující tabulce spolu s rovnicemi, které popisují model diody. I přesto simulace chování diody nemusí vyhovovat pro některé mezní stavy (např. teplotní koeficient průrazu, zotavovací doba diody, teplotní zpětná vazba vyvolaná ohřátím přechodu průchodem proudem diodou atd.). V rovnicích je ponecháno originální značení veličin. Napětí je anglicky *voltage*, a značí se proto písmenem V. Značení proudu (*current*) se neliší od českého. Tučně jsou v rovnicích vyznačeny parametry diody:



Obr. 3 - Nejjednodušší modely diody

Rozbor rovnic začneme u syntaxe zápisu diody v netlistu SPICE. První písmeno charakterizuje součástku – D (dioda). Pak následuje název prvku složený z libovolné kombinace písmen a číslic (D1, DDIODE). Přípojné uzly součástky jsou obecně zapisovány ve směru protékajícího proudu, tj. od anody ke katodě. Posledním povinným prvkem je jméno modelu součástky (D1N4001, DN4148). V hranatých závorkách se zapisují nepovinné části. Area value je koeficient, kterým lze rychle upravit související parametry diody (viz tabulka) a jeho přednastavená hodnota je rovna jedné. Malou změnou tohoto koeficientu je možné nastavit rozptýl charakteristik diody a tím přiblížit simulaci reálnému stavu, tj. každá dioda se bude neapř. lišit. Klíčové slovo *OFF* vynutí rozpojení diody během první iterace při výpočtu operačního bodu a *IC* nastavuje počáteční napětí na diodě v případě, že není prováděn výpočet pracovního bodu před analýzou *TRANSIENT*. Na příkladech modelů diod je vidět, že na pořadí zápisu parametrů nezáleží a že zpravidla nejsou použity všechny možné parametry diody. Rovnice pro proud diodou je psána univerzálně jako rozdíl proudu v propustném (I_{fwd}) a závěrném směru (I_{rev}). Lze vysledovat, že nejdůležitější složka proudu v propustném směru I_{nrm} je opravdu definována exponenciální diodovou rovnicí:

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{U_D}{N U_T}} - 1 \right)$$

Ve jmenovateli exponentu přibyl opravný faktor N (*emission coefficient*), který nabývá hodnot od jedné do dvou. Pro diody v integrovaných obvodech s převládající difúzní složkou proudu většinou vyhoví ideální Shockleyova rovnice ($N = 1$) a pro většinu diskretních diod s rozhodujícím podílem rekombinační složky proudu se emisní koeficient blíží dvojce. Nejsnáze se emisní koeficient určí z exponenciální části charakteristiky diody v semilogaritmických souřadnicích, protože určuje strmost růstu charakteristiky. Tato strmost se mění od 60 mV/dekádu do 120 mV/dekádu pro $N = 2$. Rovněž saturační proud I_S se určuje z propustné části charakteristiky, protože parazitní svodový proud přes odpor R_L bývá řádově větší. Z rovnic vyplývá, že exponenciální průběh vykazuje i závěrný proud I_{rev} . Je vhodné připomenout, že uvedené rovnice se vztahují pouze k modelu vnitřního zdroje diody a k celkovému napětí na diodě je nutné přičíst ještě úbytek napětí na sériovém odporu diody R_S .

Parazitní kapacita se uplatňuje především při závěrné polarizaci diody. U normálních diod je řádově v pikofaradech a u výkonových diod s velkou plochou přechodu bývá i tisíckrát větší. Z rovnic pro vodivost G_d zjednodušeného střída-

Diode netlist syntax:

D<name> <node anode> <node cathode> <model name> [area value] +[OFF] [IC = <Vd>

.MODEL <model name> D ([model parameters])

Examples:

D1 1 2 D1N4001

.MODEL D1N4001 D (IS=1.10065P N=1.14668 BV=500 RS=158.398M + TT=4.76089N CJO=50.3997P VJ=408.893M M=386.137M + RL=10MEG)

DDIODE 3 0 DN4148

.MODEL DN4148 D(RS=.8 CJO=4PF IS=7E-09 N=2 VJ=.6V TT=6E-09 + M=.45 BV=100V)

DC Current source equations:

$I_d = area \cdot (I_{fwd} - I_{rev})$

I_{fwd} = forward current = $I_{nrm} \cdot Kinj + I_{rec} \cdot Kgen$
 I_{nrm} = normal current = $IS \cdot (e^{Vd/(N \cdot Vt)} - 1)$
 $Kinj$ = high-injection factor
 For: $IKF > 0$
 $Kinj = (IKF / (IKF + Inrm))^{1/2}$
 else
 $Kinj = 1$

I_{rec} = recombination current = $ISR \cdot (e^{Vd/(NR \cdot Vt)} - 1)$
 $Kgen$ = generation factor = $((1 - Vd/VJ)^2 + 0.005)^{M/2}$
 I_{rev} = reverse current = $I_{revhigh} + I_{revlow}$
 $I_{revhigh} = IBV \cdot e^{-(Vd+BV)/(NBV \cdot Vt)}$
 $I_{revlow} = IBVL \cdot e^{-(Vd+BV)/(NBVL \cdot Vt)}$

Capacitance equations:

$C_d = Ct + area \cdot Cj$

Ct = transit time capacitance = $TT \cdot Gd$
 where
 Gd = DC conductance = $area \cdot (d(I_{nrm} \cdot Kinj + I_{rec} \cdot Kgen) / dVd)$
 Cj = junction capacitance
 For: $Vd < FC \cdot VJ$
 $Cj = CJO \cdot (1 - Vd/VJ)^{-M}$
 For: $Vd > FC \cdot VJ$
 $Cj = CJO \cdot (1 - FC) \cdot (1 + M) \cdot (1 - FC \cdot (1 + M) + M \cdot Vd/VJ)$

Temperature Effects:

$Vt = k \cdot T / q = 1.38 \cdot E-23 \cdot T / 1.602 \cdot E-19$
 $IS(T) = IS \cdot e^{(T/Tnom-1) \cdot EG/(N \cdot Vt)} \cdot (T/Tnom)^{XTI/N}$
 $ISR(T) = ISR \cdot e^{(T/Tnom-1) \cdot EG/(NR \cdot Vt)} \cdot (T/Tnom)^{XTI/NR}$
 $IKF(T) = IKF \cdot (1 + TIKF \cdot (T - Tnom))$
 $BV(T) = BV \cdot (1 + TBV1 \cdot (T - Tnom) + TBV2 \cdot (T - Tnom)^2)$
 $RS(T) = RS \cdot (1 + TRS1 \cdot (T - Tnom) + TRS2 \cdot (T - Tnom)^2)$
 $VJ(T) = VJ \cdot T / Tnom - 3 \cdot Vt \cdot \ln(T / Tnom) - Eg(Tnom) \cdot T / Tnom + Eg(T)$
 where
 $Eg(T) = silicon \ bandgap \ energy = 1.16 - .000702 \cdot T^2 / (T + 1108)$
 $CJO(T) = CJO \cdot (1 + M \cdot (.0004 \cdot (T - Tnom) + (1 - VJ(T)/VJ)))$

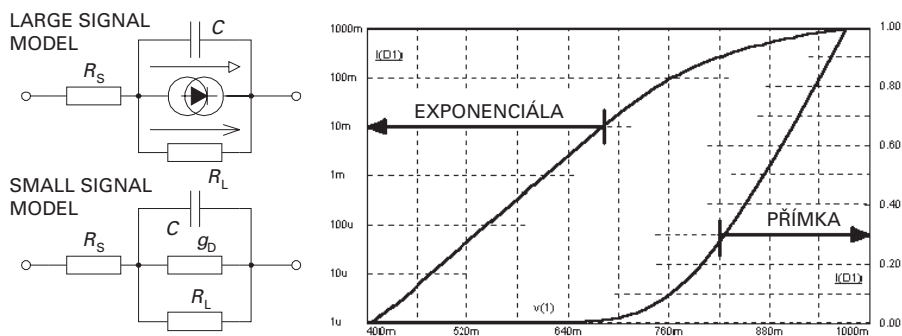
Noise equations:

Thermal noise:

$Irs = (4 \cdot k \cdot T / (RS \cdot area))^{0.5}$
 $Irl = (4 \cdot k \cdot T / (RL \cdot area))^{0.5}$

Flicker noise:

$Ii = (2 \cdot q \cdot Id + KF \cdot Id^AF / FREQUENCY)^{0.5}$



Obr. 4 - SPICE modely a voltampérové charakteristiky diody

vého modelu diody vyplývá i definice numerické derivace charakteristiky v pracovním bodu. Parametr VJ bývá od 0,2 do 1, CJO nejméně 2 pF, M od 0,3 do 0,5 a FC přibližně 0,5.

U teplotních rovnic je možné modelovat lineární i kvadratickou závislost parametrů diody, ale většinou jsou potřebné parametry pro modelování teplotní závislosti nedostupné. Proto je vhodné před spuštěním teplotní analýzy obvodu zkontrolovat, zda jsou potřebné parametry v modelech součástek skutečně uvedeny a teplotní koeficienty nejsou nastaveny na nulu. Uváděné parametry prvků bývají určovány pro nominální teplotu

$T_{NOM} = 27\text{ }^\circ\text{C}$, která je považována za pokojovou teplotu.

Šum diody je složen z blikavého šumu (*flicker*) a teplotního šumu (*thermal*) náhradních odporů diody. Ze vzorců vyplývá, že je uvažována šířka pásma jeden hertz a při šumové analýze se pak zobrazuje šumové spektrum. Pro většinu elektronických obvodů lze šum diod zanedbat. Typická hodnota koeficientu blikavého šumu KF je 10^{-16} .

Znalost modelů není sice bezpodmínečně nutná pro úspěšnou práci se simulačními programy. Je ale vhodné se v problematice parametrů alespoň částečně orientovat, protože rozsáhlé kni-

hovny modelů součástek nebývají součástí demoverzí. Je to vcelku pochopitelné, protože kvalita modelů součástek má rozhodující vliv na úspěšnost simulace a vytvoření několika tisíc modelů není zrovna lacinou záležitostí. Nicméně je možné z několika demoverzí různých programů poskládat docela slušnou knihovnu a někteří výrobci nabízejí modely některých svých prvků zdarma na svých webových stránkách. Příště si ukážeme konstrukci modelu diody z katalogových údajů a simulační možnosti programu TINA.



– pokračování –

NAME	PARAMETER	UNITS	DEF.	AREA
Level	Model level (1=SPICE2G, 2=PSpice)			
IS	Saturation current	A	1E-14	*
N	Emission coefficient		1.00	
ISR	Recombination current param.	A	0.00	*
NR	Emission coefficient for ISR		2.00	
IKF	High-injection knee current	A	∞	*
BV	Reverse breakdown knee voltage	V	∞	
IBV	Reverse breakdown knee current	A	1E-10	*
NBV	Reverse breakdown ideality		1	
IBVL	Low-level reverse breakdown current	A	0	*
NBVL	Low-level reverse breakdown ideality		1	
RS	Parasitic series resistance	Ω	0	/
TT	Transit time	s	0.00	
CJO	Zero-bias junction cap.	F	0.00	*
VJ	Built-in potential	V	1.00	
M	Grading coefficient		0.50	
FC	Forward-bias depletion coefficient		0.50	
EG	Energy gap	eV	1.11	
XTI	Temperature exponent for IS		3.00	
TIKF	IKF temperature coefficient(linear)	$^\circ\text{C}^{-1}$	0.00	
TBV1	BV temperature coefficient(linear)	$^\circ\text{C}^{-1}$	0.00	
TBV2	BV temperature coefficient(quadratic)	$^\circ\text{C}^{-2}$	0.00	
TRS1	RS temperature coefficient(linear)	$^\circ\text{C}^{-1}$	0.00	
TRS2	RS temperature coefficient(quadratic)	$^\circ\text{C}^{-2}$	0.00	
KF	Flicker noise coefficient		0.00	
AF	Flicker noise exponent		1.00	
RL	Leakage resistance	Ω	∞	
T_MEASURED	Measured temperature	$^\circ\text{C}$		
T_ABS	Absolute temperature	$^\circ\text{C}$		
T_REL_GLOBAL	Relative to current temperature	$^\circ\text{C}$		
T_REL_LOCAL	Relative to AKO temperature	$^\circ\text{C}$		

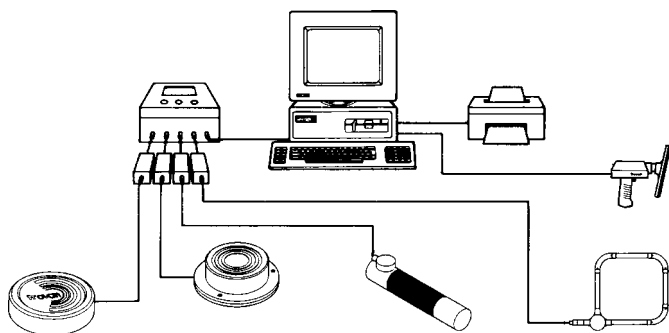
Obr. 5 - Tabulka SPICE parametrů diody programu Micro-Cap

Reklamní plocha

Elektronický identifikační systém trovan™



Předkládáme vám druhou část podrobnějšího článku o systému trovan®. První jsme otiskli v čísle 9/98, nyní přinášíme informace o čtecích zařízeních.



Sítové propojení čtecích zařízení

Způsob práce čtecího zařízení popsaný v minulém článku klade vysoké požadavky na čtecí zařízení i transpondery. K dosažení co největší čtecí vzdálenosti musí vysílač čtecího zařízení dodávat transponderu elektromagnetické pole s dostatečnou energií. Přijímač čtecího zařízení by měl mít vysokou citlivost, selektivitu a odolnost proti elektromagnetickému rušení (EMI). Porovnávání a časování kmitočtů pro fázovou modulaci a zpracování číslicově kódovaného signálu jsou odvozeny dělením z přenosového kmitočtu. To je důležité pro bezchybnou činnost systému.

Přenosné čtecí zařízení je kompaktní, s hmotností asi 1 kg a skládá se z antény, vysílače, přijímače, paměti s kapacitou 64 K (pro více než 3 000 kódů) a LC displeje,

Ruční čtecí zařízení



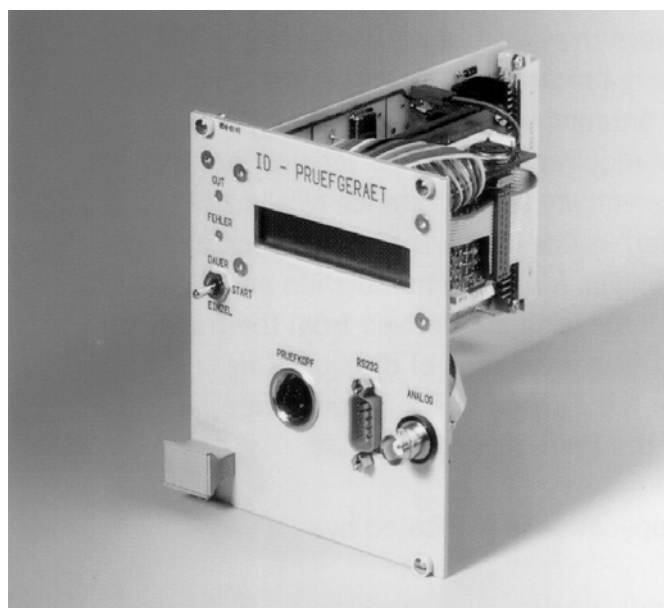
který zobrazuje kód, čtecí režim, čas a datum. Baterie poskytuje energii asi pro 2 000 čtení. Standardní rozhraní RS232C umožňuje komunikaci s PC a dalšími externími zařízeními a usnadní připojení do sítě identifikačních systémů.

Stacionární čtecí zařízení musí být schopno pracovat za různých podmínek: mění se čtecí vzdálenost a velikost předmětu; různá rychlost, kterou předmět prochází kolem antény čtecího zařízení; mění se vzdálenost mezi předmětem a anténou; mění se orientace transponderu; možnost skrytého upevnění antény; různý počet čtecích stanic; možnost zpracování dat pomocí sítě. Anténa by měla být umístěna co nejbližší předmětu. Tvar a konfigurace čtecího zařízení se může značně měnit podle požadované úlohy.

Konfigurace se navrhuje podle požadavků zákazníka. Modulový systém dovoluje přizpůsobit zařízení dané úloze s minimálními problémy a výdaji. Může se použít jediné čtecí zařízení ve spojení s jedním PC nebo několik antén a čtecích zařízení propojených do sítě s centrálním systémem zpracování dat – až osm antén propojeno přes multiplexer nebo až 125 antén propojených v prostředí sítě P-NET. Dostupná rozhraní pro přenos dat z jednotlivých zařízení: RS232, RS422 a RS485.

Čtecí zařízení může pracovat s různým **napájením** (sít 110/240 V, 24 V st, 24 V stab.).

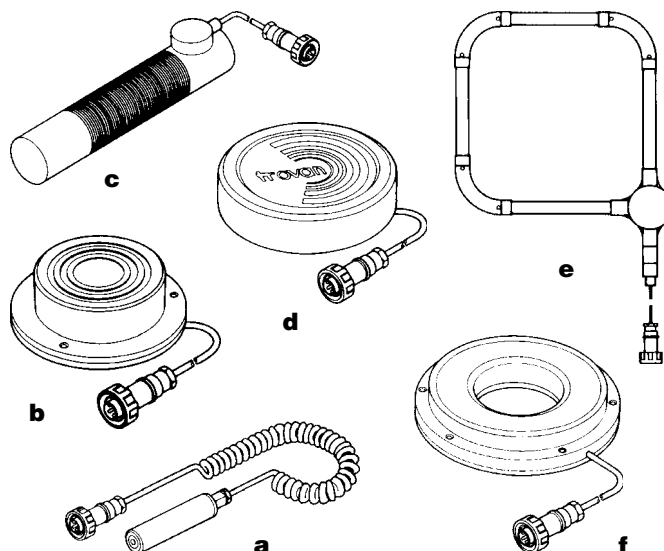
Stacionární čtecí zařízení



Systém nabízí mnoho typů **antén** přizpůsobených pro různá použití (viz obrázek vpravo) – například **a**) anténu v podobě sondy (Ø 34 mm, délka 110 mm), **b**) anténu pro montáž na panel (Ø 280 mm, výška 35 mm), **c**) trubkovou anténu (vnitřní Ø 34, 90, 140 mm, délky 400, 600, 800 mm), **d**) kruhovou (např. Ø 280 mm, výška 35 mm), **e**) rámovou anténu (např. 400 × 400 mm) a **f**) prstencovou (Ø 280 mm, vnitřní Ø 75 mm, výška 30 mm).

Příště se zmíníme o novinkách ve využití elektronického identifikačního systému Trovan k ochraně automobilů. Podle posledních zpráv je nyní systém Trovan napojen do mezinárodního informačního systému OCIS – *Open Car Information System* (automobily, motocykly a přívěsy za motorová vozidla). Věříme, že mnohé z vás, našich čtenářů, bude zajímat i další osud tohoto systému u nás.

– red –



Reklamní plocha

Technologické použití pagingu

V současné době zavádí společnost Radiokontakt OPERATOR na trh novou formu služeb. Je jí možnost technologického využívání pagingových zpráv pro ovládání přístrojů nebo pro jednosměrný přenos dat do počítače. Pomocí jednoduchých vzkazů zasílaných na pager tak lze ovládat spotřebiče i v místech, kde není k dispozici jiné komunikační zařízení. Výhodou pagingu jsou i nízké pořizovací a provozní náklady, dlouhá životnost baterie v přijímači a vysoká spolehlivost příjmu i uvnitř budov. Paging navíc umožňuje i skupinové zasílání zpráv, kdy je možné současné zaslání jedné zprávy na více přijímačů, což možností technologického využití dále rozšiřuje. Způsob technologického využití pagerů pracuje pouze v systému ERMES, protože připojovací rozhraní klade vysoké nároky na přijímač. V systému RDS se proto nepodařilo tuto možnost úspěšně realizovat.

Základem přenosu dat na PC pomocí pagingu je přijímač NEC 1B, ke kterému se připojuje vnější interface. Upravený přijímač obsahuje servisní konektor, ke kterému se připojuje rozhraní vybavené sériovou linkou pro komunikaci s PC. Při propojení pageru s počítačem jsou došlé vzkazy ihned předávány na sériový port. Odtud mohou být přečteny například pro-

gramem Hyperterminál, který je součástí Windows 95/NT, a mohou být dále libovolným způsobem zpracovány. Při použití skupinového zasílání zpráv lze tímto způsobem doručit během jediné minuty důležitou informaci na libovolný počet počítačů v různých oblastech republiky.

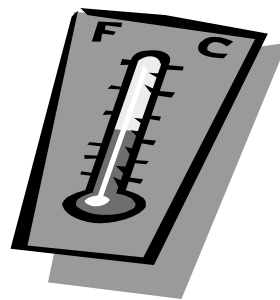
V blízké budoucnosti se možnosti technologického používání pagingových zpráv rozšíří ještě o zvláště upravený přijímač vybavený čtyřmi nízkourovňovými reléovými výstupy pro přímé řízení malých spotřebičů a sériovou linkou pro propojení s PC. Výstupní relé jsou ovládána numerickými kódy přenášenými formou zprávy. Pro řízení síťových nebo třífázových spotřebičů bude proto třeba k přijímači přidat převodníky úrovní.

Požizovací cena textového přijímače a interface se pohybuje okolo 4 800 Kč vč. DPH. Navíc je potřeba mít připojenou odpovídající službu. Numerické služby pohodlně stačí pro ovládání nízkourovňových relé, textové služby budou naopak zapotřebí pro přenos dat do počítače. Součástí dodávky je i zdroj 12 V pro interface, ze kterého je možné napájet i vlastní přijímač.

Bližší informace u společnosti Radiokontakt OPERATOR a.s., Skokanská 1, 169 00 Praha 6, tel.: 0600 100, 02/2051 7826, případně na www.operator.cz.



Programovatelný termostat Typ 097E



Tento termostat moderní koncepce může nahradit většinu běžných vnitřních termostatů a je vyvinut pro použití s elektrickým, plynovým či naftovým topným nebo chladicím systémem s ovládním napájeným střídavou elektrickou sítí 240 V. Naši redakci jej zapůjčila společnost GM Electronic, která jej má ve své bohaté nabídce.

Konstrukci termostatu lze pokládat za mimořádně zdařilou. Mezi jeho přednosti patří malé rozměry, přehledný displej s velmi účelně a rozumně zjednodušeným programováním (přičemž žádné z obvyklých funkcí nejsou omezeny!) a napájení tužkovými články. Jen je třeba počítat s malým rozsahem programu (pouze 1 týden) a schází podrobnější popis přístroje (např. není uvedena doba naprogramování nezámrzné teploty a není uvedeno, zda při výměně baterií naprogramování zmizí či nikoli).

Vyráběno je několik verzí. My jsme měli k dispozici model s elektroluminiscenčním osvětlením pozadí displeje – Typ 097E. Vychází ze základní verze, jen široké tlačítko pod tlačítky se šipkami zapíná osvětlení displeje; jeho stisknutím se rozsvítí osvětlení displeje a pokud není stisknuto žádné jiné tlačítko do 10 sekund displej opět zhasne. Pro přepínání teplotních režimů mezi komfortním a ekonomickým je použito nové tlačítko, umístěné v první řadě pod displejem mezi tlačítkem se šipkami.

Popis termostatu

Hned pod displejem se nacházejí dvě tlačítka pro zvyšování (se šipkou vzhůru) a snižování (se šipkou dolů) nastavené hodnoty. Pod nimi je široké tlačítko se symbolem slunce a měsíce, jež umožňuje přepínat mezi ekonomickým (symbol

měsíce) a komfortním (symbol slunce) režimem regulace. Pod tímto tlačítkem jsou obloukově rozmístěna tři tlačítka; levé slouží pro seřízení času (se symbolem ciferníku), prostřední pro nastavení programu (s písmenem "P") a pravé pro nastavení teploty.

Mimo hlavní pole tlačítek je vlevo dole malý otvor a uvnitř je tlačítko sloužící pro nulování (reset) systému.

Displej

Nahoře na displeji je řádek malých číslic 1 až 7, označujících den v týdnu. Pod nimi je pomocí čtyř velkých cifer zobrazen čas. Pod časem jsou vedle sebe čtyři ikony (symboly), které zobrazují režim práce termostatu:

První z nich (zcela vlevo) indikuje buď ekonomický režim (symbol měsíce), nebo komfortní režim (symbol slunce) funkce termostatu. Druhá indikuje zapnutý nebo vypnutý stav topného, či chladicího systému, třetí ikona indikuje nezámrzný režim regulace a čtvrtá signalizuje vybitou baterii a nutnost její výměny. Pod tímto řádkem ikon je vlevo ještě symbol ruky, indikující ruční překlenutí nastaveného programu, pak písmeno "P" a číslo programu a třímístná indikace teploty. Zcela dole je na displeji symbol časového měřítka pro celý den s ryskami po jednotlivých hodinách, přičemž pro přehlednost je označeno pouze 5 časových údajů.

Vlastnosti

Kromě běžných funkcí, jež jsou u dnešních domácích termostatů běžné, je u tohoto modelu použito navíc několik užitečných režimů a funkcí, jež splňují některé z mnoha dalších požadavků uživatelů.

- Displej LCD udává pouze nezbytné informace, což činí celý přístroj značně přehlednější.
- Na displeji je zobrazen reálný čas současně se dnem v týdnu.
- Je zobrazena teplota v místnosti.
- Je zobrazen profil regulace.
- Nastavení teploty je zjednodušeno.
- Postup programování je zjednodušen.
- 6 profilů je předem nastaveno, 3 další může naprogramovat uživatel.
- Je použita ochrana proti zamrznutí.
- Je možno dočasně překlenout aktuální program a nastavit jinou teplotu.

- Teplotní hysterezi regulace může nastavit uživatel.
- Uživatel může volit provozní režim, zapínající buď topný, nebo chladicí systém.
- Na displeji je indikace stavu baterie.
- Napájení dvěma alkalickými články typu AA ("tužkovými") (nejsou dodávány s přístrojem).
- Velmi nízké pouzdro přístroje.

Volba programu je velmi jednoduchá. Pomocí tlačítek se šipkami je možno vybrat požadovaný profil. P1 až P6 jsou předem (ve výrobním závodě) pevně definované programy s těmito profily:

Program 1: "Celý den komfortní režim". Komfortní teplota od 0 až do 24 hod.

Program 2: "Celý den ekonomický režim". Ekonomická teplota od 0 do 24 hod.

Program 3: "Svátek". Komfortní teplota od 6 do 23 hod., jinak trvale teplota ekonomická.

Program 4: "Celodenní program A". Komfortní teplota od 6 do 8 hod. a od 17 do 23 hod., jinak trvale teplota ekonomická.

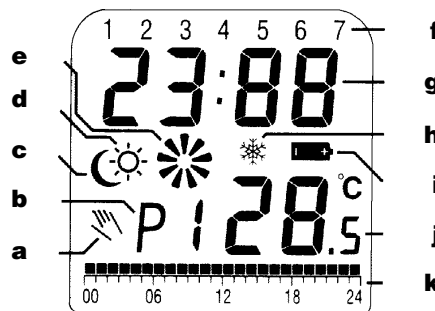
Program 5: "Celodenní program B". Komfortní teplota od 6 do 8 hod., od 11 do 13 hod. a od 18 do 23 hod., jinak trvale teplota ekonomická.

Program 6: "Poloviční pracovní den". Komfortní teplota od 6 do 8 hod. a od 12 do 23 hod., jinak trvale teplota ekonomická.

Je také možno volit regulační profil definovaný uživatelem. Jestliže byl při programování zvolen uživatelský profil (P7 až P9), pak po stisknutí "P" přestane blikat číslo programu a začne blikat celá



Na fotografii Typ 097E s odstraněným výklopným ochranným krytem



a – indikace ručního ovládní; b – číslo programu; c – ekonomický režim; d – komfortní režim; e – chlazení/topení; f – den v týdnu; g – hodiny; h – nezámrzný režim; i – indikace nízkého napětí baterie; j – teplota; k – kontrolní grafický indikátor (24 hod.)

časová stupnice profilu se zobrazenou zvolenou hodinou.

Je-li potřeba, lze dočasně překlenout naprogramované nastavení. Pro překlenutí provozního režimu lze během normálního provozního režimu stisknutím tlačítka režimu (se symbolem slunce a měsíce) přejít z aktuálního nastaveného režimu na režim opačný (z ekonomického na komfortní a naopak). Dojde-li k takovému přepnutí, objeví se na displeji společně se symbolem právě nastaveného režimu symbol lidské ruky. Podobně lze překlenout nastavenou teplotu. Během normálního provozního režimu lze aktuální nastavení teploty překlenout stisknutím některého z tlačítek se šipkami.

Dojde-li k tomu, bude zobrazena nově nastavená teplota spolu se symbolem lidské ruky, přičemž zmizí symboly obou režimů (na displeji nebude ani symbol slunce, ani měsíce). Stisknutím jakéhokoli jiného tlačítka (kromě tlačítek se šipkami) se postup překlenutí (tj. nastavení jiné než naprogramované teploty) ukončí a přístroj se vrátí do normálního provozního režimu s nově nastavenou hodnotou.

Termostat Typ 097E si můžete zakoupit v prodejnách **GM Electronic** a jeho maloobchodní cena je **1 100 Kč**. Bližší informace tamtéž. Navíc: v příštím čísle vám představíme ještě vylepšený termostat – **Typ 097G**, úplnou novinku!

Technická data:

Rozměry:	116x100x23,5 mm
Váha:	220 g
Napájecí zdroj:	2 články typu AA (LR6)
Spínaná zátěž:	5 A při odporové zátěži, 3 A při indukční zátěži
	max. při 250 V / 50 Hz
Přesnost hodin:	±60 s za měsíc
Měření teploty:	0 – 40 °C, rozl. 0,5 °C
Přesnost měření:	±1 °C při 20 °C
Hystereze:	1, 2, 3 nebo 4 °C
Doba cyklu klimatizéru:	3 minuty
Provozní teplota:	0 – 40 °C
Skladovací teplota:	-10 – 60 °C

Stolní laboratorní zdroje P230R51D a P130R51D firmy Diametral

Jeden zdroj P230R51D věnovala společnost Diametral jako cenu do naší soutěže konstruktérů, a tak je nanejvýš vhodné, abychom vám její výrobek alespoň ve stručnosti představili. Oba zdroje jsou vhodné jak pro elektronické laboratoře profesionálů, tak i pro začínající konstruktéry či amatéry. Firma je nabízí v černém a bílém provedení.



Model P230R51D – bílý design

Jednodušší model **P130R51D** je vybaven regulovatelným zdrojem napětí od 0 do 30 V pomocí dvou potenciometrů HRUBĚ a JEMNĚ s nastavitelným omezením proudu v rozsahu 0,1 – 4 A a navíc pevným zdrojem napětí 5 V / 3 A pro ožívování logických obvodů. Požadované proudové omezení se nastavuje jedním potenciometrem. Začne-li zdroj proudově omezovat, je tato skutečnost signalizována blikající desetinnou tečkou na proudovém displeji daného zdroje a zároveň přerušovaným zvukovým znamením (lze vypnout). Přístroj disponuje samostatnými vypínači s červenou kontrolkou pro signalizaci zapnutí, kterými lze podle potřeby odpojovat jednotlivé výstupy zdroje bez nutnosti vypínání síťového vypínače. Regulovaná část zdroje je vybavena dvojicí digitálních měřících přístrojů s LED displeji určených pro nastavení a měření výstupního napětí a proudu. Přístroj je vybaven ventilátorem s termostatem pro ochlazení sta-

bilizačních prvků. Ihned po zapnutí přístroje není na žádné výstupy zdroje asi po dobu dvou vteřin přivedeno napětí, čímž je oproti jiným zdrojům zaručeno, že při zapojení zdroje nevniknou do napájeného přístroje žádná rušivá napětí.

Model **P230R51D** má na rozdíl od svého kolegy dva nezávislé regulované zdroje a tlačítko "A + B" pro vnitřní propojení obou regulovaných zdrojů do jednoho symetrického. Spojením zdrojů do jednoho symetrického se automaticky zablokuje tlačítko pro ovládání výstupu zdroje "B" bez ohledu na jeho pozici a jeho funkci přebírá tlačítko "A". Tak má obsluha zaručeno, že výstupy obou zdrojů jsou připínány a odepínány od napětí ve stejném čase. Přítomnost napětí na jednotlivých výstupech je indikována příslušnými kontrolkami.

Vzhledem k vysokému výstupnímu proudu by uživatelé jistě přivítali, kdyby byl zdroj vybaven i optickým bargrafem pro snadné sledování změn proudového odběru při ožívování. Uživatelé naopak jistě ocení možnost zvukové signalizace přetížení.

Zdroj má i při plném zatížení zaručované zvlnění menší než 0,1 %, což se v redakční laboratoři potvrdilo. Svými parametry a cenou se ve své třídě řadí mezi nejlepší, které jsme mohli posuzovat. Se svojí schopností dodávat napětí 0 – 60 V nebo ±0 – 30 V při maximálním proudu 4 A je vhodný pro ožívování například i koncových stupňů výkonových zesilovačů.

Zdroj P130R51D se ještě sériově nevyrábí, ale do konce roku již bude běžně k dispozici. Model P230R51D můžete zakoupit v prodejnách GM Electronic nebo přímo u výrobce. Jeho cena je 8 601 Kč a výrobce na něj poskytuje záruku 12 měsíců.

Technické údaje:

	P230R51D	P130R51D
Napájecí napětí	230V/50Hz	230V/50Hz
Regul. napětí 0 – 30V	2x	1x
Omezení proudu	0,1 – 4 A	0,1 – 4 A
Zvlnění	< 0,1 %	< 0,1 %
Třída přesnosti	2	2
Pevné napětí 5V/3A	1x	1x
Celkový příkon max	320 W	160 W
Rozměry (š, v, h)	172x244x282	172x164x282



Model P230R51D – černý design

Vyrábí a na trh dodává:
DIAMETRAL spol. s r.o., Bryksova 1061,
198 21 Praha 9, tel./fax: 02/8186 3157,
mobil: 0602/311 828.