

Obsah

Konstrukce

Stereofonní směšovače nf signálů (č. 366 a 367)	str. 5
Ovládání ventilátoru (č. 358)	str. 9
Kmitočtová ústředna (č. 365)	str. 11
Moduly pro nepájivá kontaktní pole (č. 368 – 372)	str. 14

Vybrali jsme pro vás

Zasílání pagingových zpráv	str. 21
Šifrovací algoritmus GSM pokrojen!	str. 23

Teorie

Osciloskopy a jejich použití, 4. část	str. 25
Monolitické mikropočítače II, 6. část	str. 30
Počítačová simulace obvodů, 1. část	str. 32

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 22.část	str. 34
---	---------

Zajímavá zapojení

Účinná proudová stabilizace	str. 36
Kódový ovladač	str. 37

Bezplatná soukromá inzerce	str. 41, 42
----------------------------------	-------------

Vážení čtenáři,

s blížícím se závěrem roku doporčujeme Vaší pozornosti změny, které jsme učinili pro zefektivnění našich služeb všem, kteří máte náš měsíčník předplatný, případně o předplatném uvažujete. Od tohoto čísla pro nás všechny služby spojené s předplatným zajišťuje firma SEND Předplatné s.r.o. V této souvislosti dochází k některým změnám ve způsobu objednávání předplatného i starších čísel.

Pro stávající předplatitele to znamená, že **nemusejí s končícím předplatným vyplňovat a zasílat nové objednávky**. Od firmy SEND Předplatné s.r.o. obdržíte tři čísla před skončením předplatného složenku nebo proforma fakturu. Jakmile bude Vaše platba připsána na účet, bude Vaše předplatné automaticky prodlouženo na Vámi požadovanou délku a v případě platby fakturou Vám bude zaslán řádný daňový doklad. Platíte-li složenkou a přesto si přejete zaslat daňový doklad, vyžádejte si jej u firmy SEND Předplatné s.r.o.

Chcete-li se stát **novými předplatiteli**, vyplňte pečlivě formulář otištěný na str. 41 a 42. Můžete si vybrat **zvýhodněné roční předplatné za 240 Kč** včetně poštovného (1 číslo jen za 20 Kč), nebo půlroční za 150 Kč včetně poštovného. Předplatné je možné objednat za rok 1998 i zpětně. **Předplatné je průběžné**, to znamená, že např. roční předplatné od května trvá až do dubna následujícího roku. Nezapomeňte označit způsob úhrady (složenkou nebo bezhotovostně) a zda si přejete zaslat daňový doklad (v takovém případě vyplňte své IČO a DIČ). **Není třeba hradit předplatné dopředu**; firma SEND Předplatné s.r.o. Vám pošle po obdržení objednávkového formuláře nejbližší výtisk se složenkou nebo proforma fakturou, po jejímž uhrazení Vám zašle řádný daňový doklad. Tři čísla před skončením předplatného budete na tuto skutečnost upozorněni, abyste mohli v předplatném plynule pokračovat.

Jednotlivá starší čísla (ročníky 1994 – 1998) můžete objednávat jako obvykle podle pokynů na předtištěném formuláři uvnitř čísla (str. 41, 42) jen s tím rozdílem, že vypočtenou cenu zašlete složenkou typu C na adresu SEND Předplatné s.r.o., Antala Staška 80, P. S. 141, 140 00 Praha 4. Je také možné uvést požadovaná čísla (dle seznamu na formuláři) na složenku do zprávy pro příjemce a objednávací formulář neposílat. Uhradit předplatné a osobně odebrat časopisy nové i starší v naší redakci je nadále možné. Nově nabízíme čísla 7 až 12/97 s výraznou slevou – po 15 Kč.

Novinkou je také balení do PE fólie pro lepší ochranu před poškozením. Věříme, že všechna opatření se pozitivně projeví a že budete s doručováním svých časopisů naprosto spokojeni. Vaše případné dotazy ohledně předplatného ochotně zodpoví distribuční firma na tel.: 02/6100 6272, – 6372.

Vaše redakce

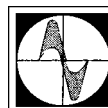
Pozadí ilustrace na titulní straně: elektronicky upravená fotografie Pavla Janka.

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

10/1998 • 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.spinet.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, 4728263 • 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., Přátelství 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. 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., Hvoždanská 5 - 7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: PNS Bratislava, Pribinova 25, Bratislava; PressMedia s.r.o., Libešická 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.: 07/5260439, fax: 07/5260120; Abopress, s.r.o., Vajnorská 134, 831 04 Bratislava, tel.: 07/5253334.

V Mnichově bude největší veletrh elektroniky



electronica 98
10. – 13. November 1998
Neue Messe München

Celé nové výstaviště v Mnichově ve dnech 10. až 13. listopadu 1998 obsadí již 18. mezinárodní odborný veletrh elektronických součástek a stavebnicových prvků ELECTRONICA '98. Přes 3 000 vystavovatelů obsadí všech dosud v 1. etapě vystavěných 13 pavilonů s dosud možnou výstavní plochou 140 000 m².

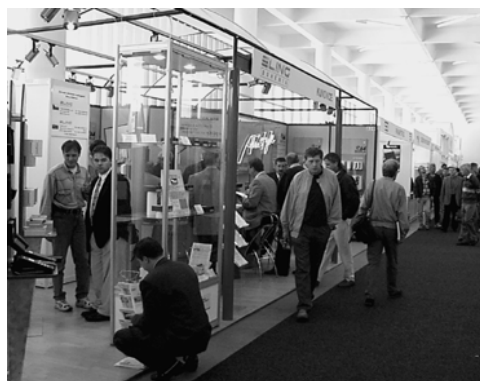
Veletrh ELECTRONICA je v Mnichově pořádán každý druhý rok a střídá se vždy v listopadu se stejně vyhledávaným odborným veletrhem elektronické výroby PRODUCTRONICA. V minulém ročníku 1996 na starém výstavišti s užitnou výstavní plochou 105 000 m² se zúčastnilo 2 860 vystavovatelů a navštívilo jej 85 000 převážně odborníků.

Snahou organizátorů bylo rozdělit expozice do jednotlivých pavilonů podle sedmi hlavních oborových skupin, kterými jsou polovodiče, senzory a mikrosystémy, elektromechanické stavební dílce a spojovací technika, pasivní součástky, displeje, systémové komponenty a periferní zařízení, měřicí a zkušební přístroje, projekce a vývoj. Pokud se to všude nepodařilo, zjistí návštěvníci snadno podle katalogu a barevného značení skupin na pavilonech.

Na veletrhu ELECTRONICA '98 budou nejen klasické elektronické mocnosti, jako USA, Japonsko, Taiwan, Velká Británie a Německo, ale značnou část účasti budou tvořit i firmy z Hongkongu, Indie, Filipín, Indonésie a dalších asijských zemí. Na oplátku této účasti bývá v Hongkongu každoroční ELECTRONICA ASIA.

Veletržní správa Messe München si je vědoma velkých cenových rozdílů pro naše návštěvníky, a proto prostřednictvím svého zástupce, kterým je EXPO – Consult & Service s.r.o., Příkop 4, 604 45 Brno, tel.: 05/4517 61 58, fax: 05/4517 61 59 a spolupracující CBT s.r.o., Staroměstské nám. 17, 110 00 Praha 1, tel.: 02/2422 47 10, fax: 02/2422 47 27 poskytuje v předprodeji vstupenky a katalogy za snížené ceny a připravuje také zvýhodněné autobusové zájezdy. Majitelé zde zakoupených vstupenek mohou v Mnichově používat zdarma městskou hromadnou dopravu ze středu města na výstaviště a zpět.

Ing. Jan Vrdlovec



Ve dnech 14. – 18. září se na brněnském výstavišti uskutečnil jubilejní 40. mezinárodní strojírenský veletrh a 1. mezinárodní veletrh obráběcích a tvářecích strojů. MSV poprvé trval pět dnů – od pondělí do pátku. Oproti loňskému roku se zvýšil počet zahraničních ná-

vštěvníků, kteří přijeli z 53 zemí světa. Výstavní plochy obou veletrhů byly vyprodány, prezentovala se zde řada českých, evropských i světových novinek a s velkým zájmem se setkal i program konferencí a seminářů. Letošní ročník MSV se opět stal také prestižním místem setkání hospodářských a politických kruhů. Zahajovací projev pronesl předseda vlády ČR Miloš Zeman za přítomnosti dalších vládních představitelů, zástupců Parlamentu ČR a diplomatických sborů i celé řady významných hostů z tuzemska a zahraničí.

Mezi návštěvníky a vystavovateli letošního ročníku prováděl průzkum Ústav veřejného mínění a marketingu Ekonomicko-správní fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Jeho konečné výsledky sice budou známy až po skončení obou veletrhů, ale některé zajímavé údaje jsme pro vás vybrali z předběžné závěrečné zprávy uveřejněné na internetu.

Ta například uvádí, že vysoký podíl návštěvníků představovala odborná veřejnost: plných 87 %. Dokladem odborného charakteru veletrhu byly také hlavní cíle, se kterými návštěvníci na výstaviště

Skončil mezinárodní strojírenský veletrh



přicházeli: získávat informace (51 %), vést konkrétní jednání, objednávat (22 %), dívat se (9 %), nakupovat (3 %) a nabízet své služby (2 %).

Plných 90 % návštěvníků přijelo z České republiky. Ve zbývajících přibližně 10 % zahraničních návštěvníků je zastoupeno především Slovensko, Německo, Rakousko a Polsko, následují Itálie, Maďarsko, Švýcarsko, Nizozemí, Velká Británie, Francie, Rumunsko, Bělorusko, Belgie, USA, Slovinsko, Bulharsko, Švédsko, Finsko, Norsko. (Podle údajů odboru marketingu a.s. BVV přijeli návštěvníci z celkem 54 zemí včetně ČR, což je o 19 zemí více než v loňském roce.)

Z hlediska socioprofesionálního složení mezi návštěvníky převažovali zaměstnanci (43 %), vedoucí pracovníci – ředitelé, manažeři, vedoucí útvarů (23 %), specialisté (16 %), majitelé a spolujatelé obchodních společností (10 %) a individuální podnikatelé (3 %). Kompetentních návštěvníků, kteří se zúčastňují jednání o dalších investicích, byly téměř dvě třetiny – 62 % (o 6 % více než vloni).

Představitelé vystavujících firem byli výrazně spokojeni s obchodními jednáními (93 %) i se zájmem o své produkty (92 %), stejně jako s odbornou úrovní veletrhu (81 %). Přestože nejčastěji uváděným cílem nebylo obchodování, je nesporné, že vystavující firmy využily účasti na veletrzích také k obchodování. Podle těch, kteří uvedli hrubou výši svých obchodů, lze odhadnout, že celkově se jednalo o téměř 20 miliardách korun. Příštího ročníku se hodlá zúčastnit 94 % vystavovatelů a 3 % ještě neví.

Veletrhy byly sledovány také mnoha novináři. V tiskovém středisku v pavilonu O se akreditovalo celkem 585 novinářů – 507 tuzemských a 78 zahraničních. Mezi zahraničními byli zastoupeni novináři z Dánska, Chorvatska, Kanady, Litvy, Maďarska, Německa, Polska, Rakouska, Rumunska, Ruska, USA, Slovenska, Švýcarska a Ukrajiny.

Příští ročník MSV se uskuteční ve dnech 13. – 17. září 1999.



Brněnské veletrhy a výstavy a.s.



Základní statistické údaje		MSV '97	MSV '98*)
1	počet vystavovatelů	2 209	2 159**)
2	počet dalších zastoupených firem	670	715**)
3	počet zúčastněných států a zemí	34 + EU	35 + EU**)
4	čistá výstavní plocha krytá v m ²	54 401	56 980**)
5	čistá výstavní plocha volná v m ²	26 394	25 226**)
6	počet platících návštěvníků	121 734	105 000***)
7	z toho odborníci v %	82	87
8	počet akreditovaných novinářů	504	585
9	přibliž. rozsah uzavřených obchodů v mld. Kč	20	20**)

*) Všechny údaje jsou společné pro MSV a Mezinárodní veletrh obráběcích a tvářecích strojů.

***) Z celkového počtu 2 874 firem vystavujících na obou veletrzích a z celkové obsazené čisté výstavní plochy 82 206 m² připadá na Mezinárodní veletrh obráběcích a tvářecích strojů 600 firem z 20 zemí, které obsadily čistou výstavní plochu přibližně 25 tisíc m² a uzavřely obchody v hodnotě přibližně 4,5 mld. Kč.

****) Do 14 hodin předposledního dne konání veletrhů navštívilo výstaviště 85 858 platících návštěvníků.

Stereofonní směšovače nf signálů

stavebnice č. 366 a 367

Zapojení směšovače bylo původně určeno pro počítač, kde bylo nutné sloučení několika výstupů z různých zdrojů pro zesilovače napájející reproduktory. Takto vzniklý doplněk se však ukázal natolik univerzální, že jsme se rozhodli z něho vytvořit stavebnici a to ve verzi bez výkonových zesilovačů pro buzení aktivních reproduktorů i s jednoduchým koncovým stupněm pro pasivní reprosoustavy.

Slučování a směšování signálů – podstata a názvosloví

Výrazy “směšování” a “směšovač” se používají v celé řadě oborů. “Směšovač” se v elektronice zcela vžil a nahradil anglický výraz “mixer”. Směšováním se však v elektronických textech označují nejméně dva jevy, jejichž podstata je zcela odlišná.

Směšování signálů – slučování

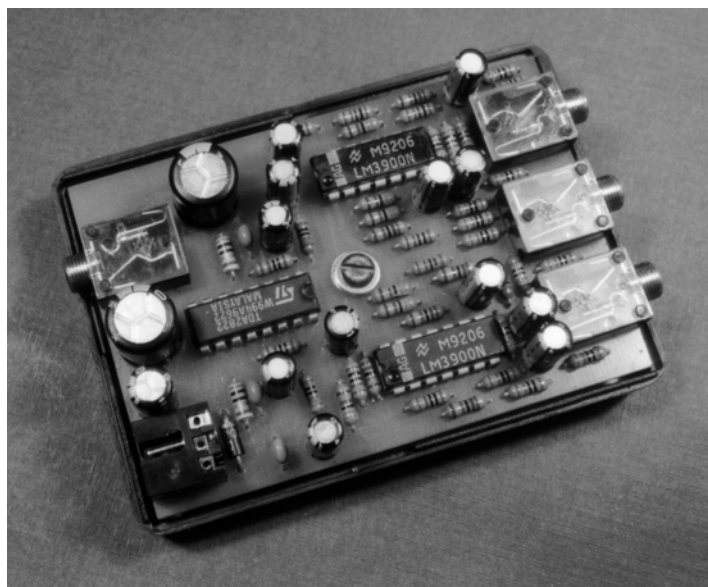
Prvním případem je, kdy ze dvou nebo několika vstupních signálů získáváme jediný signál výstupní. Nejčastěji, též v našem zapojení, je to využito pro sloučení akustických signálů z několika zdrojů nebo cest do jediného výstupu. V hudební elektronice se používá název “mixážní pult”, což je právě tento typ slučovače signálů. Tento typ obvodu by se měl správně nazývat “slučovač”, aby se odlišil od dále popsaných (skutečných) směšovačů, avšak džungle odborného názvosloví a hantýrky žádné podobné jemnosti nerozlišuje.

Podstatou sloučení (lineárního smíšení) je, že na výstupu požadujeme přítomnost všech vstupních signálů současně, avšak žádnou jejich kombinaci. Přivedeme-li tedy na vstupy takového slučovače (směšovače) signál o kmitočtu 1 kHz a druhý signál o kmitočtu 10 kHz, požadujeme, aby na výstupu byly přítomny opět jen tyto dva signály (ale nikoli 9 a 11 kHz), a to s amplitudami úměrnými vstupním. Klasickým případem je několik vstupů zesilovače, navzájem oddělených rezistory (požadujeme také, aby se jednotlivé vstupy navzájem neovlivňovaly). Zde jde o součet signálů, čili o tzv. superpozici. Napětí výstupního signálu je v každém okamžiku dáno součtem jednotlivých napětí vstupních signálů. Lineární smíšení signálů je však možno dosáhnout i jinak než superponováním (prostým sečtením). Můžeme pomocí elektronického přepínače (milovníci cizích slov mu říkají “multiplexer” nebo “multiplex”) v rychlém sledu přepínat oba kanály (nebo i několik kanálů) tak, že na výstupu je v každém okamžiku pouze signál z jediného vstupu. Aby bylo dosaženo po-

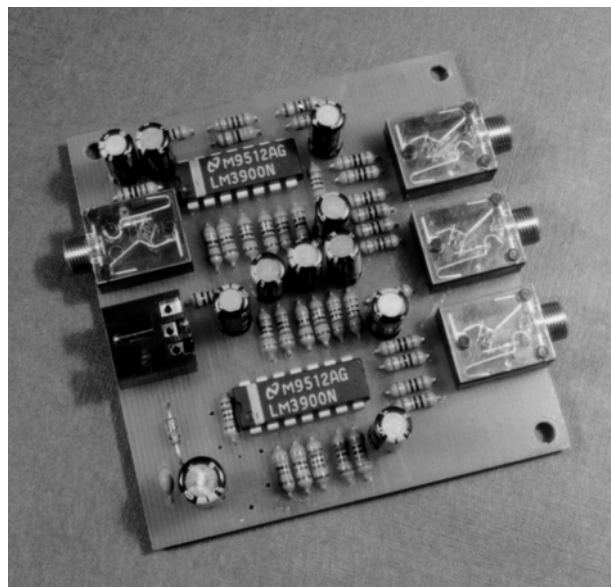
žadovaného smíšení, musí být rychlost tohoto přepínání podstatně vyšší než je každý ze směšovaných kmitočtů. Na výstupu je kromě signálů vstupních přítomen ještě signál s přepínacím kmitočtem, s nímž je nutno počítat, nebo jenž je nutno odfiltrovat. Současná technika umožňuje zcela bezproblémové využití tohoto principu pro akustické signály při použití přepínacího kmitočtu v nadzvukové (neslyšitelné) oblasti. V praxi se tohoto způsobu využívá například při kódování jediného stereosignálu, skládaného ze signálů levého a pravého kanálu s použitím přepínacího kmitočtu 38 kHz.

Nelineární – (skutečné) směšování

Nejčastěji je v elektronice výrazem “směšovač” míněn nelineární obvod, na který klademe zcela jiné požadavky: žádáme, aby na jediném výstupu byla přítomna určitá kombinace vstupních kmitočtů. Prakticky používaných obvodů je celá řada a jejich vlastnosti jsou velmi různé. Nejjednodušším případem je směšování na nějakém nelineárním prvku, tj.



Obr. 1 - Fotografie stavebnice č. 367



Obr. 2 - Fotografie stavebnice č. 366

součástce, jejíž voltampérovou charakteristiku netvoří přímka (třeba běžná dioda). V závislosti na tvaru charakteristiky se na výstupu objeví různé kombinace vstupních kmitočtů. Tento typ směšovače se používá prakticky ve všech radiopřijímačích, kdy mezifrekvenční kmitočty, který je nadále zpracováván, je tvořen rozdílem kmitočtů vstupního signálu a laditelného oscilátoru, kdežto ostatní kombinace se jako nežádoucí odfiltrují. Použijeme-li stejný příklad, jako u lineárního smísení, se vstupními signály 1 a 10 kHz, budou na výstupu přítomny například tyto složky: původní, f_1 a f_2 , tj. 1 a 10 kHz, jejich násobky (2 a 20 kHz, 3 a 30 kHz, atd.), kombinace 1. řádu, tj. 9 a 11 kHz, 2. řádu (již slabší), tj. 8 a 12 kHz atd., avšak i další (teoreticky nekonečné) množství vyšších kombinací, např. $2f_2 - 3f_1$ atd. Některé z těchto kombinací tvoří stejné kmitočty s jinými. Je tedy zřejmé, že přesný popis celého jevu je značně složitý. Po odfiltrování nežádoucích složek zůstává jediná složka žádaná – nejčastěji

rozdílová. Je-li výstupní napětí úměrné vstupnímu, i zde jde o “pseudolineární” obvod, protože kmitočty výstupního napětí je zcela jiný než vstupního.

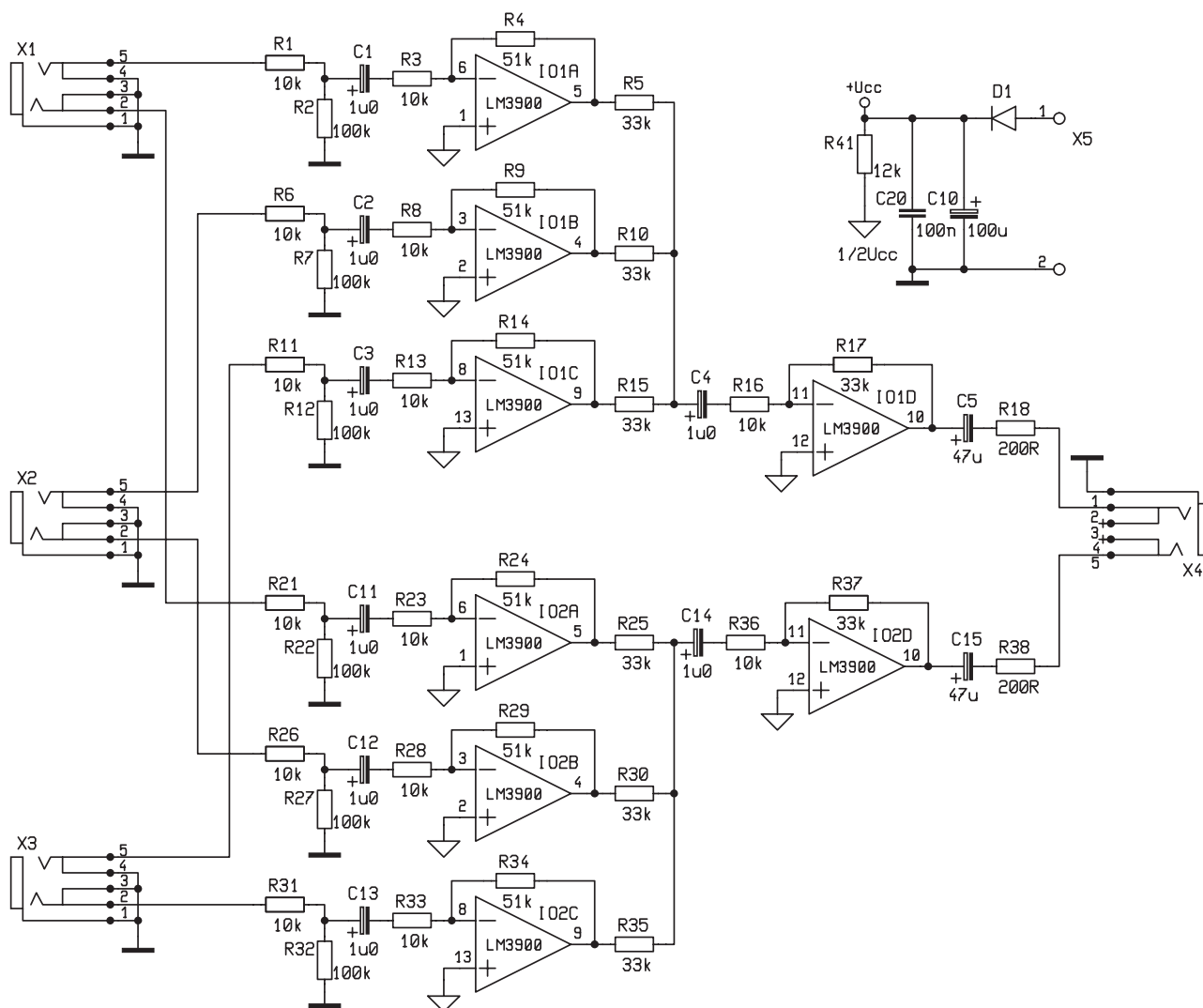
Z celé řady dalších zapojení lze uvést ještě “vyvážený” směšovač, který dokáže na svém výstupu potlačit jeden ze vstupních signálů (nebo i oba).

Máte-li doma věž (kombinaci akustických elektronických přístrojů), jsou v ní určité všechny uvedené obvody. Obvykle můžete poslouchat současně, čili “mixovat”, několik vstupů, v radiopřijímači (netechnici mu říkají hezky česky “Receiver”) je nejméně jeden vysokofrekvenční směšovač a v dekodéru stereosignálu je použit přepínací slučovač – jenže obráceně, takže pracuje jako rozdělovač (demultiplexer) signálu do pravého a levého kanálu.

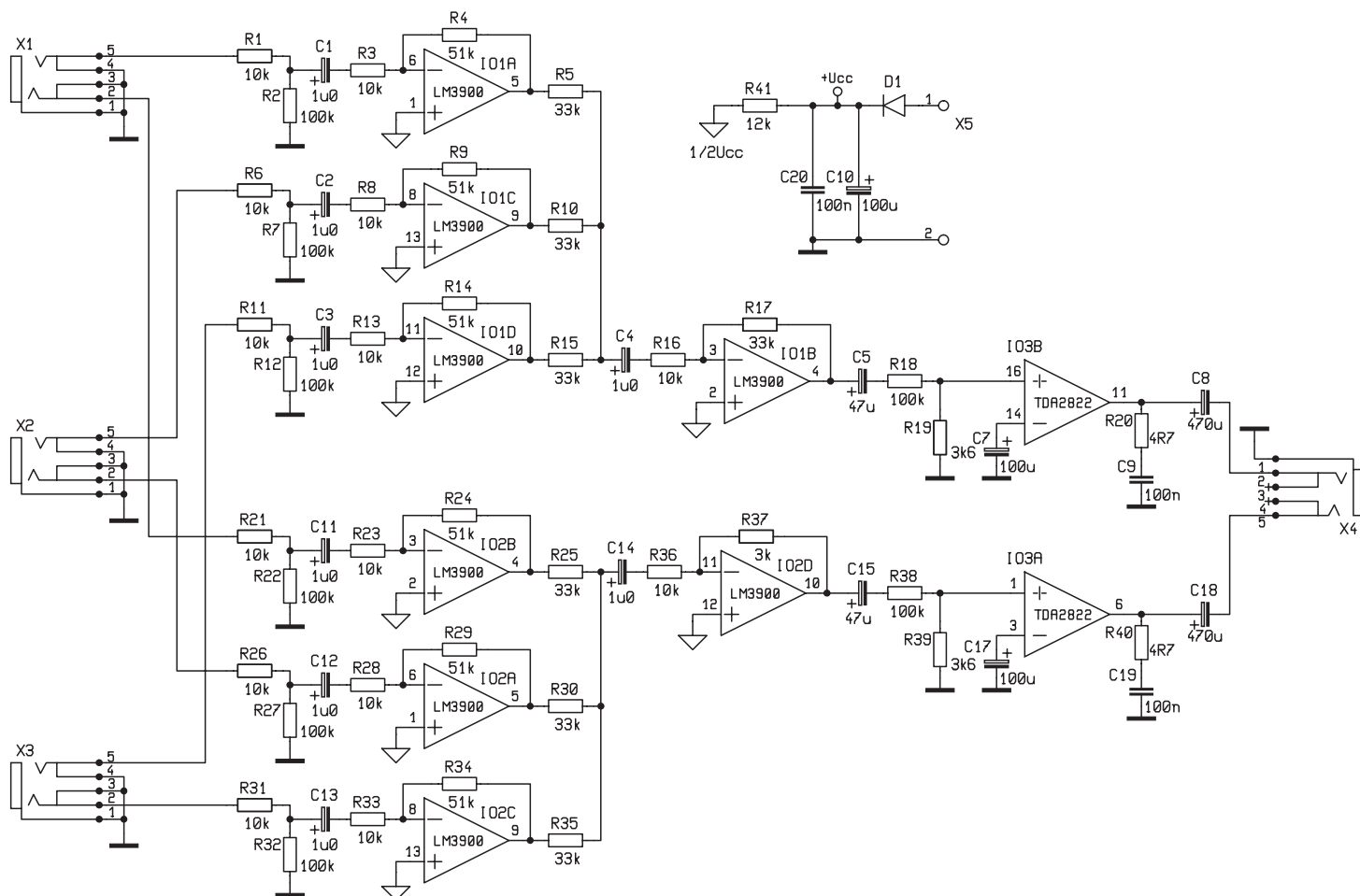
Popis zapojení

V zapojení je použit čtyřnásobný operační zesilovač s proměnnou vodivostí (Nortonův zesilovač) typu LM3900, který

je schopen pracovat i s nízkým a hlavně nesymetrickým napájením. Protože tento operační zesilovač zpracovává vstupní rozdílový proud, stejnosměrný pracovní bod se nastavuje zpětnou vazbou. Vstupní signál jednoho kanálu a jednoho vstupu je přiváděn přes dělič R_1/R_2 a oddělovací kondenzátor C_1 na vstup operačního zesilovače v invertujícím zapojení. Vstupní dělič jednak určuje vstupní impedanci, jednak umožňuje přizpůsobení pro různé zdroje signálu. Rezistory R_3 a R_4 určují zesílení operačního zesilovače, přičemž se ovšem musí uvažovat i R_1 a výstupní impedance zdroje signálu. Zbývající dva kanály jsou zapojeny zcela shodně, pouze s jiným číslováním součástek. Ze společného bodu rezistorů R_5 , R_{10} a R_{15} pokračuje součtový signál přes kondenzátor C_4 na vlastní směšovací stupeň IO1B. Ten je opět zapojen jako invertující. Vstupní sériový odpor je tvořen paralelní kombinací R_5 , R_{10} a R_{15} v sérii s R_{16} a spolu se zpětnovazebním R_{17} určuje zesílení tohoto



Obr. 3 - Schéma zapojení stavebnice č. 366



Obr. 4 - Schéma zapojení stavebnice č. 367

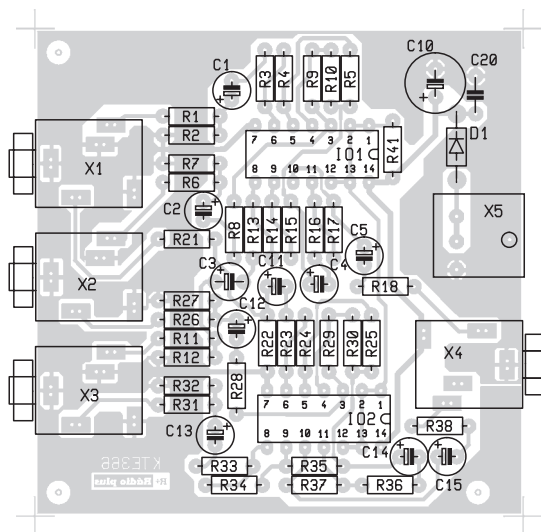
stupně. Výstup tohoto zesilovače je po stejnosměrném oddělení (C5) veden přes ochranný rezistor R18 na výstupní konektor. Toto se týká stavebnice č. 366. U stavebnice č. 367 je za směšovací stupněm zařazen ještě výkonový zesilovač TDA2822. Ten je schopen při napájení 12 V odevzdat výkon až 1,7 W (jeden

kanál) do zátěže 4 Ω, což právě tak stačí na malé reproduktory.

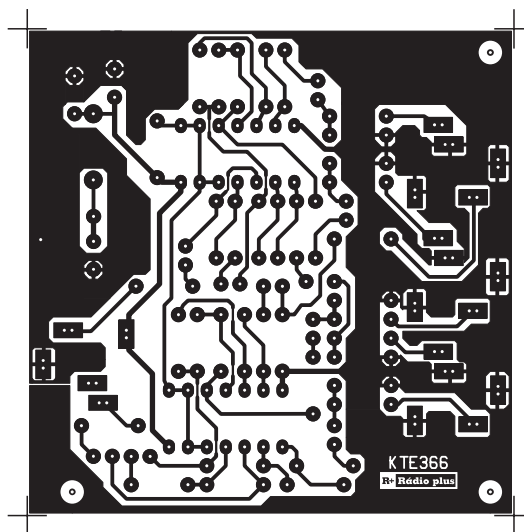
Přívod napájecího napětí 9 ÷ 12 V je opatřen diodou D1, jako ochranou před přepólováním, teprve za ní následují filtrační kapacity. Rezistor R41 napájí společně všechny neinvertující vstupy operačních zesilovačů a určuje tak jejich stej-

nosměrnou pracovní úroveň. Spotřeba je cca 30 mA u provedení bez výkonového zesilovače a cca 1 000 mA se zesilovačem při plném vybuzení obou kanálů.

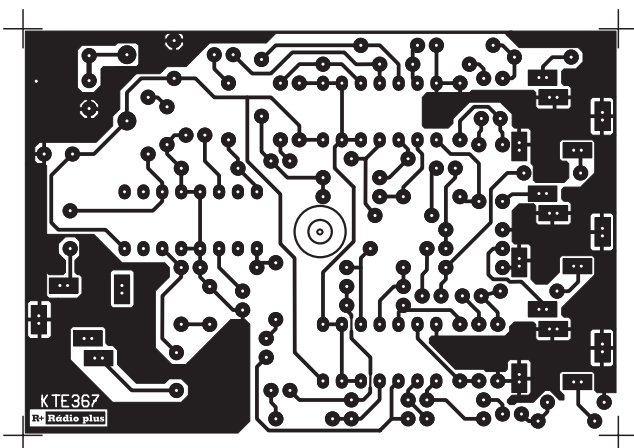
S hodnotami dle schématu je směšovač schopen zpracovat vstupní signály až 800 mV při výstupním napětí 800 mV, nebo (KTE367) výkonu 1 000 mW do zá-



Obr. 5 - Rozmístění součástek KTE366



Obr. 6 - Rozmístění součástek KTE367



Obr. 7 - Rozmístění součástek KTE367

Seznam součástek KTE366

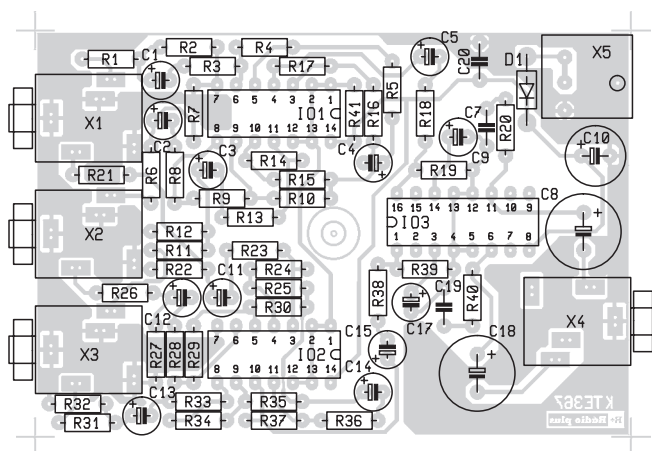
R2, 7, 12, 22, 27, 32	100k	RR 100K
R1, 3, 6, 8, 11, 13, 16, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 36	10k	RR 10K
R4, 9, 14, 24, 29, 34	51k	RR 51K
R5, 10, 15, 17, 25, 30, 35, 37	33k	RR 33K
R18, 38	200R	RR 200R
R41	12k	RR 12K
C1 – C4, C11 – C14	1μ0/50V	E1M/50V
C5, C15	47μ/16V	E47M/16V
C10	100μ/16V	E100M/16V
C20	100n	CK 100N
D1	1N4007	1N4007
IO1, 2	LM3900	LM3900
X1-4	SCJ-0354-5PU	SCJ-0354-5PU
X5	SCD-016	SCD-016

1× krabička U-MINI
1× předvrtaný plošný spoj KTE366

Seznam součástek KTE367

R 2, 7, 12, 18, 22, 27, 32, 38	100k	RR100K
R1, 3, 6, 8, 11, 13, 16, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 36	10k	RR 10K
R4, 9, 14, 24, 29, 34	51k	RR 51K
R5, 10, 15, 17, 25, 30, 35, 37	33k	RR 33K
R19, 39	3k6	RR 3K6
R20, 40	4R7	RR 4R7
R41	12k	RR 12K
C1 – 4, 11 – 14	1μ0/50V	E1M/50V
C5, 15	47μ/16V	E47M/16V
C7, 17	100μ/10V	E100M/10V
C8, 18	470μ/16V	E470M/16V
C9, 19, 20	100n	CK 100N/50V
C10	100μ/16V	E100M/16V
D1	1N4007	1N4007
IO1, 2	LM3900	LM3900
IO3	TDA2822	TDA2822
X1 – 4	SCJ-0354-5PU	SCJ-0354-5PU
X5	SCD-016	SCD-016

1× krabička U-KP19
1× předvrtaný plošný spoj KTE367



Obr. 8 - Rozmístění součástek KTE367

těže 4 Ω. Optimální vstupní úroveň se pohybují okolo 300 mV, což vyvolá výstupní úroveň 300 mV, respektive 500 mW (KTE367). Pro jiné úrovně vstupních napětí na jednotlivých vstupech je nutné upravit vstupní děliče nebo celkové zesílení změnou R17.

Stavba a oživení

Celé zapojení je uspořádáno na jednostranné desce plošných spojů podle obr. 6 a 7, vstupy i výstupy jsou opatřeny konektory, pro které se musí upravit otvory v pájecích ploškách proříznutím, eventuálně propilováním. Osazení je bezproblémové a měl by je zvládnout každý, kdo umí alespoň trochu pájet.

V bočnicích krabičky se musí vyrobit otvory pro konektory, což nedělá vzhledem k použitému materiálu žádné potíže. U krabičky bez zesilovače (KTE366) je destička jen vložena a je zajištěna pouze krčky konektorů. Pro toho, kdo by chtěl směšovač použít v jiné krabičce (například jako součást jiného zesilovače), jsou v rozích plošného spoje ještě tři upevňovací otvory. U provedení se zesilovačem (KTE367) musíme navíc zkrátit



středový sloupek horního dílu krabičky, aby vzniklo místo pro středový připevňovací šroubek. Kolíček napájecího konektoru je vhodné po zapájení ještě tepelně roztévat, k čemuž dobře poslouží hrot pistolové páječky nebo ohřátý plochý šroubovák.

Oživení je velmi jednoduché, neboť zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky. Po osazení desky plošných spojů a připojení napájení je zařízení připraveno k použití. Kdo má možnost, může ještě zkontrolovat odběr proudu, který by v klidu (bez připojených signálů) neměl přesáhnout 10 mA u stavebnice KTE366 a 25 mA u KTE367.

Věříme, že vám stavebnice stereofonních směšovačů dobře poslouží a budete s nimi spokojeni. Můžete si je objednat (po předchozí objednávce i vyzvednout) u nás v redakci nebo v prodejně společnosti GM Electronic v Praze na Sokolovské ulici. Stavebnice č. 366 stojí 420 Kč, cena stavebnice č. 367 je 540 Kč.

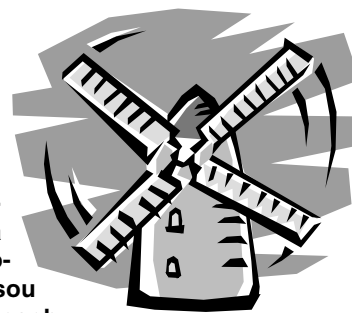


Reklamní plocha

Ovládání ventilátoru

stavebnice č. 358

V profesionální i amatérské praxi je často nutné chladit výkonové prvky nebo mikroprocesory. Ztrátové teplo z nich je potom nutno odvést do okolí. Příslušný chladič často bývá objemný, čímž nabývá na rozměrech i celé zařízení. V tomto případě se nabízí řešení ofukovat chladič menších rozměrů ventilátorem. Levné ventilátory mají kluzná ložiska a nejsou stavěny pro trvalý provoz. Navíc způsobují určitý hluk, což je nepříjemné pro obsluhující osoby.



Tato stavebnice je elektronické řízení stejnosměrného ventilátoru s napájecím napětím 12V, který je automaticky spouštěn při dosažení určité nastavené teploty a zastaven při poklesu pod ní. Výhodou tohoto zařízení je, že pokud nebude dosažena nastavená teplota, ventilátor zůstává v klidu. Tento případ často nastává u zdrojů, které většinou nejsou plně zatíženy a teplo do okolí stačí odvést samotný chladič. Zdroj však musí být schopen pracovat i při plné zátěži nebo při zvýšené okolní teplotě.

Schéma zapojení řídicí jednotky ventilátoru je na obr. 1. Celé zařízení je nutno napájet ze zdroje stejnosměrného napětí v rozmezí 10 až 14 V. Dioda D2 chrání vnitřní obvody před náhodným prepólováním napájecího napětí. Za touto diodou je kapacitní filtr složený z kondenzátorů C1 a C2. Z tohoto bodu je jednak napětí dále stabilizováno obvodem IO1 a zároveň napájen ventilátor, který nepotřebuje pro svou funkci stabilizované napětí a zbytečně by zatěžoval stabilizátor. Kondenzátory C3 a C4 filtrují napětí za stabilizátorem a zabraňují jeho rozkmitání.

Rezistory R2 a R3 tvoří napěťový dělič, na který je připojen invertující vstup operačního zesilovače IO2. Druhým děličem, připojeným na neinvertující vstup, je rezistor R1 s trimrem P1 a teplotním

čidlem TC1. Teplotní čidlo mění svojí hodnotu tak, že svůj odpor zvyšuje při zvyšující se okolní teplotě a napětí na neinvertujícím vstupu se zvyšuje. Přesáhne-li hodnota tohoto napětí hodnotu napětí na invertujícím vstupu, výstup operačního zesilovače přejde do vysoké úrovně a přes diodu D1 se toto napětí objeví na paralelně spojených vstupech hradla IO3A. Výstup tohoto hradla potom přejde do úrovně nízké a přes rezistor R5 je vybíjen kondenzátor C6. Při dosažení překlápní úrovně hradla IO3B jeho výstup přepoklopí do vysoké úrovně a přes hradla IO3C a IO3D sepne tranzistor T2. Ventilátor připojený mezi kladné napájecí napětí a kolektor tranzistoru T2 se rozeběhne.

Jak je patrné ze zapojení, rezistor R5 s kondenzátorem C6 vytváří zpoždění spínání ventilátoru, čímž je zabráněno kmitavému spínání a rozezpínání ventilátoru, kdy napětí na vstupech operačního zesilovače se pohybuje okolo rozhodovací úrovně.

Druhým obvodem, zabraňujícím tomuto nepříznivému vlivu, je tranzistor T1 s rezistorem R6, který vytváří hysteretzní smyčku. Je-li na výstupu IO3B nulová úroveň a ventilátor je v klidu, tranzistor T1 je rozezpínán a na děliči R2, R3 je napětí, které je dáno poměrem obou rezistorů. V okamžiku, kdy výstup IO3B přejde do

vysoké úrovně, ventilátor se rozeběhne a tranzistor T1 sepne. Tím sníží přes rezistor R6 referenční napětí na invertujícím vstupu operačního zesilovače IO2 a ventilátor rozezpne při dosažení nižší teploty než při jaké byl sepnut.

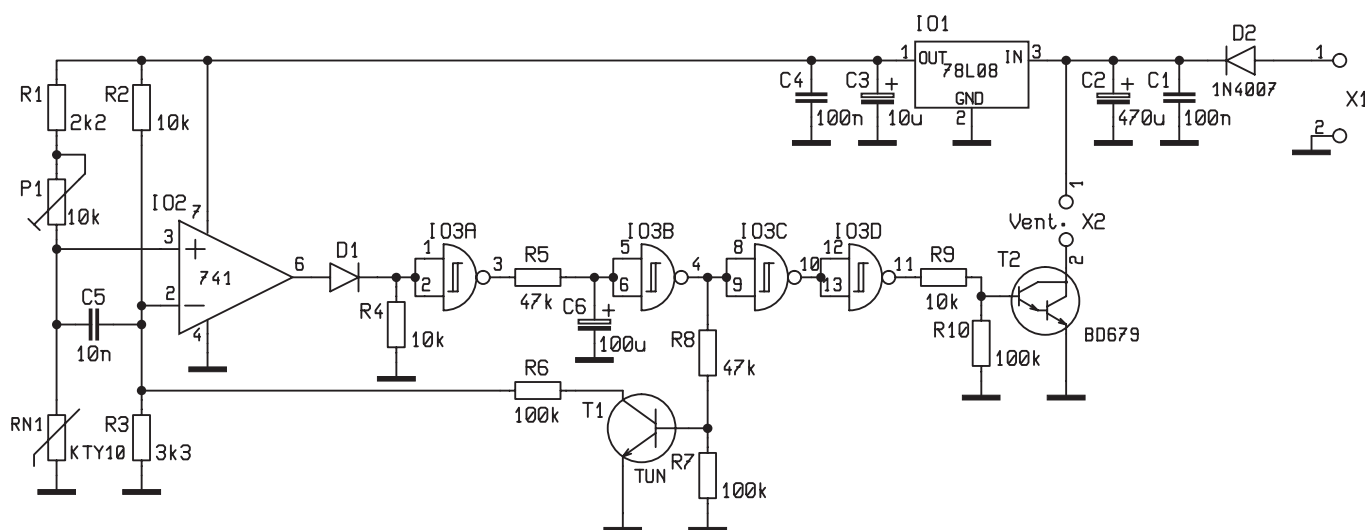
Trimrem P1 nastavujeme požadovanou teplotu, při které spíná ventilátor. Kondenzátor C5 potlačuje vysokofrekvenční rušení na vstupech IO2.

Protože operační zesilovač nemá na výstupu při nulové úrovni nulové napětí, je mezi výstup IO2 a vstup hradla IO3A zařazena dioda D1. Rezistor R4 zaručuje nulovou úroveň na vstupech tohoto hradla.

Osazení a oživení

Celé zařízení je postaveno na jednostranném plošném spoji. Nejprve osadíme a zapájíme pasivní součástky (kromě kondenzátoru C6). Potom osadíme aktivní součástky. Tranzistor T2 před zapájením připevníme k plošnému spoji šroubem M3 tak, že chladič ploška leží na plošném spoji. Šroubovací svorky X1 a X2 musí být před zapájením těsně doraženy na plošný spoj.

Před osazením teplotního čidla se rozhodneme, kde bude jednotka pracovat. Pokud bude sledována teplota uvnitř nějakého prostoru, zapájíme čidlo do plošného spoje a celek po oživení do něj



Obr. 1 - Schéma zapojení

umístíme. Pokud bude sledována teplota chladiče, přilepíme teplotní čidlo na chladič vteřinovým lepidlem, popřípadě jej mechanicky přichytíme k chladiči svorkou. Dvěma vodiči potom spojíme vývody čidla s pájecími ploškami pro čidlo na plošném spoji.

Před oživením zkontrolujeme vizuálně plošný spoj, zda nedošlo při pájení k můstkům mezi jednotlivými spoji. Na svorky označené jako VENT. připojíme ventilátor. Trimr P1 vytočíme zcela vlevo.

Na svorky napájení přivedeme stejnosměrné napětí 12 V při dodržení polarity. Při pokojové teplotě se musí v tomto případě ventilátor roztočit. Postupným otáčením trimru P1 doprava se v určité poloze ventilátor zastaví.

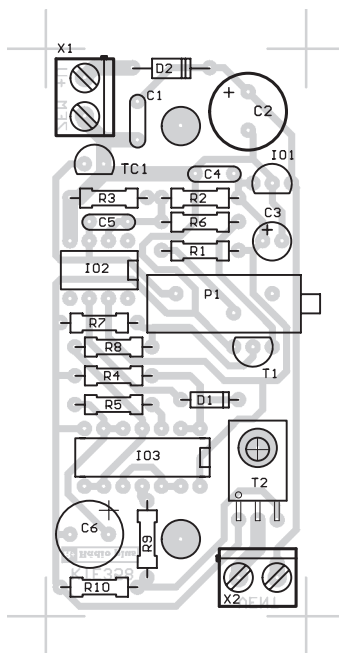
Dalším oživovacím postupem je nastavení teploty, při které má být ventilátor sepnut. Trimr P1 vytočíme zcela vpravo a zvyšujeme teplotu na čidle (již ve spojení s externím zařízením a správně umístěným ventilátorem). Při dosažení požadované teploty otáčíme trimrem vlevo až do aktivace ventilátoru. Nakonec osadíme a zapájíme kondenzátor C6.

Ventilátor je nutno zvolit tak, aby byl za provozu spínán a rozpínán. Tím je zajištěn dostatečný odvod tepla. Pro snazší hledání otiskujeme přehlednou tabulku doporučených ventilátorů. Všechny typy jsou připojitelné na stejnosměrné napětí 12 V. Ventilátory nejsou součástí dodávky stavebnice, jsou však běžně k dostání v prodejnách GM Electronic.

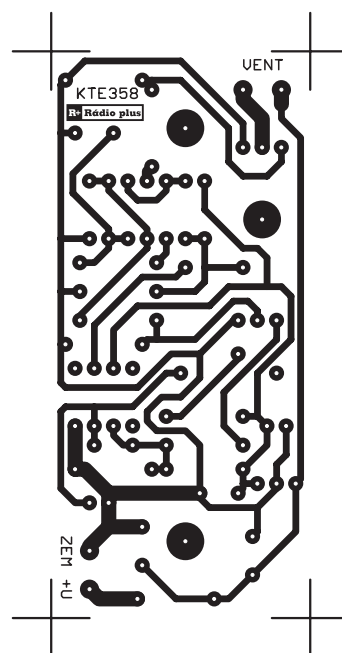
Seznam součástek

R1	2k2
R2, R4, R9	10k
R3	3k3
R5, R8	47k
R6, R7, R10	100k
P1	PM19k010
C1, C4	100n
C2	470µ/16V
C3	10µ/35V
C5	10n/50V
C6	100µ/10V
D1	1N4148
D2	1N4002
T1	BC337
T2	BD679
IO1	78L08
IO2	LM741
IO3	4093
TC1	KTY10D
X1, X2	ARK500/2
1× plošný spoj KTE358	

Stavebnici ovladače ventilátoru si můžete objednat telefonicky nebo faxem číslo 02/24818886 v naší redakci, případně pro svoji objednávku využijte naší elektronickou schránku: rplus@login.cz.



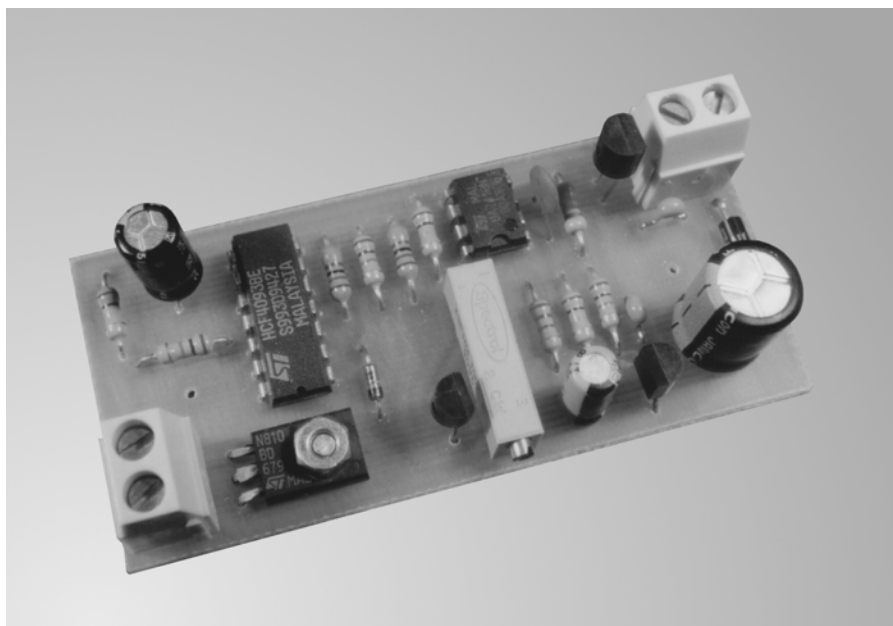
Obr. 2 - Rozložení součástek



Obr. 3 - Plošný spoj

Doporučené typy ventilátorů:

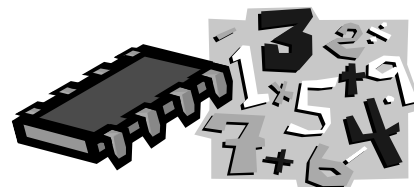
typ	rozměr [mm]	otáčky [U/min]	výkon [W]	průtok [m³/min]
KD1204PTS2	40x20	6 000	0,9	12,9
KD1204PTS3	40x20	4 500	0,6	9,4
KD1204PFS2	40x10	5 000	0,8	10,7
KD1206PTS1	60x25	4 500	2,3	37
KD1206PTS3	60x25	3 300	1,1	27
KD1208PTS1	80x25	3 000	2,8	61
KD1208PTS3	80x25	2 300	1,6	44
KD1209PTS1	92x25	3 300	2,8	85
KD1209PTS3	92x25	2 400	1,6	70



Obr. 4 - Fotografie sestavené stavebnice

Kmitočtová ústředna

stavebnice č. 365



Tato kmitočtová ústředna je jednoduché zařízení, které poslouží všem začínajícím konstruktérům. Zařízení je levné a kromě hodinového kmitočtu 1 Hz poskytuje i jiné kmitočty pravoúhlého tvaru na úrovních CMOS nebo TTL, které se dají využít pro ožívování nebo nastavování digitálních elektronických zařízení.

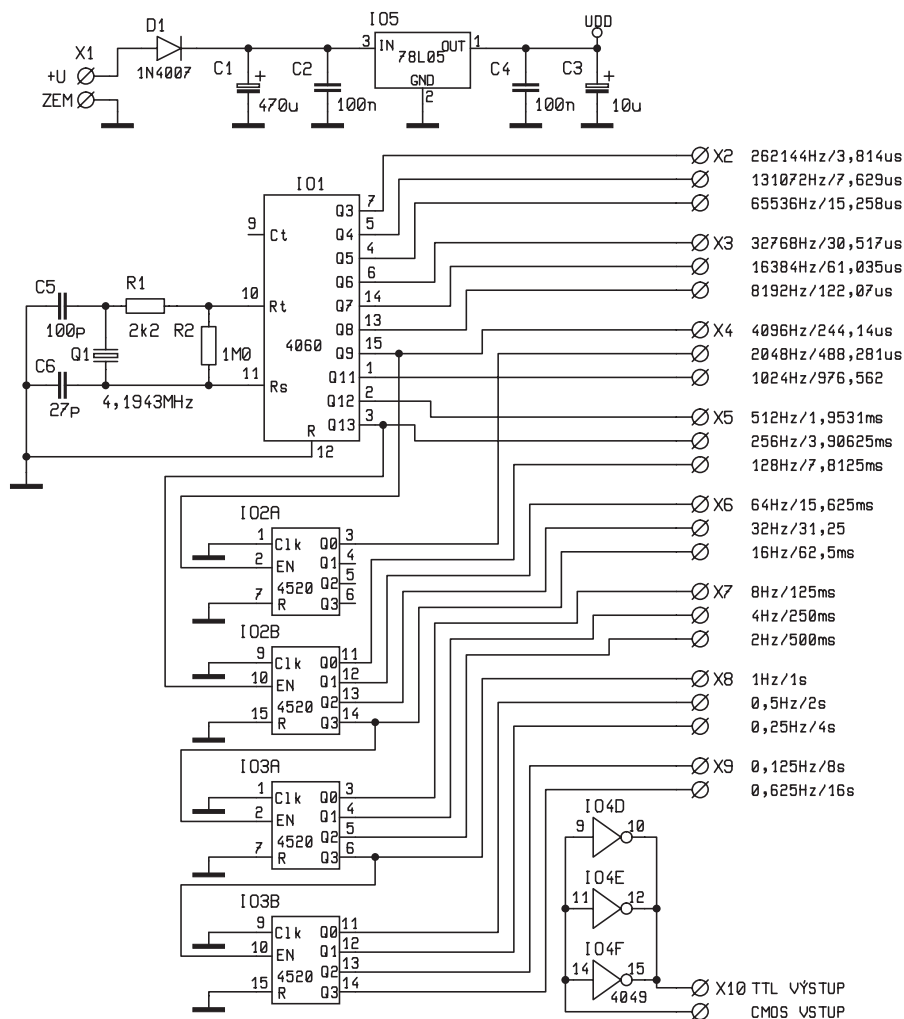
Kmitočtovou ústřednou rozumíme zařízení, které z určitého primárního kmitočtu nebo signálu, jehož přesnost a stabilita je značně velká, vytváří jeden nebo celou řadu kmitočtů požadovaných pro činnost nějakého zařízení. V jednoduchém provedení může být vstupní signál vytvářen přímo oscilátorem s krystalem, jehož kmitočet je udržován poměrně stabilní díky mechanickým kmitům výbrusu z krystalu křemene. Náročnější aplikace mají tento krystalový oscilátor umístěn v termostatu, čímž se dosáhne dalšího zvýšení stability. Pro ještě vyšší nároky se používají mnohem nákladnější kmitočtové normály, jež však již zcela přesahují jak požadavky, tak možnosti amatéra. Ke zvýšení přesnosti vstupního normálu je možno použít i vnější signály, o nichž víme, že jsou vysoce stabilní – jako jsou vysílače časových signálů, nosné kmitočty rádiových i televizních vysílačů atd. Zde je však nutné dokonalé zpracování přijatého signálu, aby šumem a šířením v prostoru vznikající fázová nejistota byla co nejmenší.

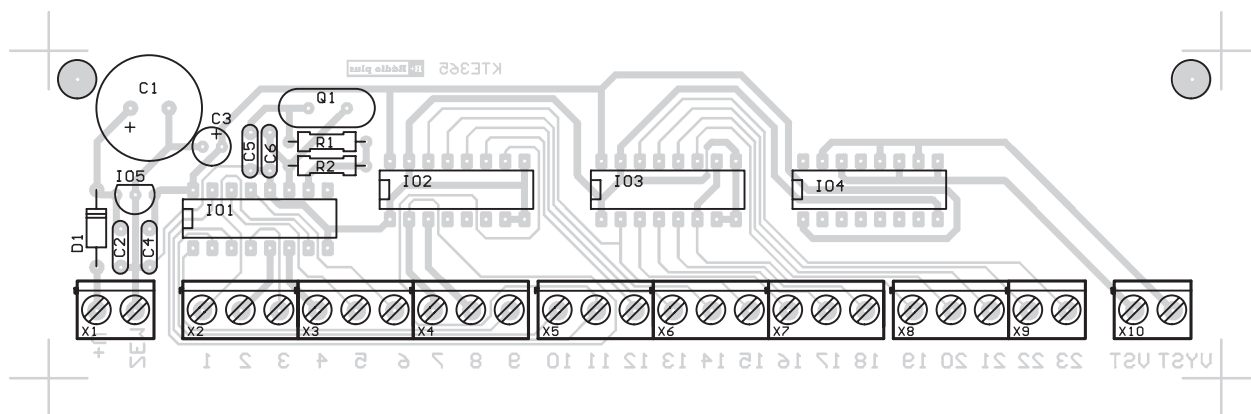
Vstupní kmitočet se poté zpracovává tak, abychom získali kmitočet (nebo kmitočty) požadovaný. Obvodů syntézy kmitočtu je celá řada. V převážné většině se v dnešní době jedná o obvody digitální. Nejjednodušší úpravou je prosté dělení kmitočtu. Řada klopných obvodů dělí vstupní signál postupně dvěma (2, 4, 8, 16 atd.). Požadujeme-li však jiný dělitel než dvojkový, je nutno použít zpětných vazeb. Získáme tak z celého řetězce jediný požadovaný kmitočet, avšak můžeme vytvořit jakýkoli celočíselný podíl vstupního kmitočtu (např. 3, 5, 6, 7, 9, 10 atd.). Využitím určitého zapojení lze docílit i toho, aby měl výstupní signál poměr impuls/mezera (střídu) vždy jednotkový. Přepojováním zpětných vazeb lze pak nastavovat na výstupu libovolný celočíselný podíl vstupního kmitočtu. V řadě případů však vadí, že výstupní průběh požadovaného kmitočtu je pravoúhlý. Pravoúhlý signál totiž obsahuje kromě svého základního kmitočtu i jeho vyšší liché násobky, jejichž úroveň sice čím dál výš klesá, avšak v řadě případů jsou nežádoucí. Můžeme se jich zbavit filtrací, což je poněkud těžkopádný způsob. Další možností je skládání požadovaného sinusového průběhu pomocí

odporového článku složeného z přesných rezistorů. Tento způsob používají některé integrované zdroje sinusového signálu. Sinusový průběh je zde tvořen určitým počtem "schodů". Čím je jich více, tím je výstupní průběh čistší. Filtrace takto tvarovaného signálu je pak mnohem jednodušší. Další, široce využívanou možností, je použití sinusového oscilátoru (LC), jenž sám o sobě není příliš stabilní, a jeho kmitočet synchronizovat pomocí "nečistého", avšak přesného vstupu. Tento postup byl v minulosti široce propracován a používá se dnes zcela běžně. Využívá se v něm většinou tzv. technika fázového závěsu, někdy stručně označovaná "PLL".

Popis zapojení

Elektrické zapojení stavebnice je na obr. 1. Základní kmitočet je odvozen od krystalu 4,194304 MHz a je binární děličkou postupně dělen dvěma. Obvod oscilátoru s první děličkou tvoří IO1 typu 4060. Rezistor R1 omezuje příkon a rezistor R2 nastavuje předpětí hradla oscilátoru. Kondenzátor C5 zlepšuje stabilitu oscilátoru. Kmitočet prvního výstupu z interní děličky obvodu 4060 je dán vztahem $f_{osc}/16$, což je 262,144 kHz. Dalším postupným dělením jsou získávány z výstupů obvodu kmitočty, které vznikají dělením dvěma. Protože obvod neobsahuje výstup Q10 a sada výstup-





Obr. 2 - Rozmístění součástek

ních kmitočtů by nebyla úplná (měla by mezeru na kmitočtu 2,048 kHz), je do zapojení zařazen obvod IO2A, který tento kmitočet vytváří. Na posledním z výstupů obvodu 4060 je přítomen kmitočet 256 Hz.

Pro získání hodinového kmitočtu 1 Hz a kmitočtů nižších je zapotřebí použít další děličky, které obsahují obvody IO2B a obvod IO3.

Protože na výstupech děliček je úroveň CMOS, je na desku začleněn obvod IO4, což je převodník úrovně CMOS na TTL. Propojením požadovaného výstupu děličky se vstupem tohoto převodníku získáme na jeho výstupu úroveň TTL.

Celé zařízení musí být napájeno ze zdroje stejnosměrného napětí v rozsahu 9 – 15 V. Dioda D1 zabraňuje poškození obvodů při přepólování vstupního napětí. Kondenzátory C1 a C2 tvoří vstupní a kondenzátory C3 a C4 výstupní filtr pro stabilizátor.

Na desce plošných spojů ze strany spojů je uvedeno pořadí výstupů od 1 do 23, na nichž jsou přítomny kmitočty, které udává tab. 1.

Stavba a oživení

Na obr. 3 je plošný spoj a na obr. 2 rozmístění součástek. Nejprve osadíme rezistory R1 a R2, potom keramické kon-

poř.:	kmitočet:	perioda:
1.	262,144 kHz	3,814 μ s
2.	131,072 kHz	7,629 μ s
3.	65,536 kHz	15,258 μ s
4.	32,768 kHz	30,517 μ s
5.	16,384 kHz	61,035 μ s
6.	8,192 kHz	122,07 μ s
7.	4,096 kHz	244,14 μ s
8.	2,048 kHz	488,281 μ s
9.	1,024 kHz	976,562 μ s
10.	512 Hz	1,953125 ms
11.	256 Hz	3,90625 ms
12.	128 Hz	7,8125 ms
13.	64 Hz	15,625 ms
14.	32 Hz	31,25 ms
15.	16 Hz	62,5 ms
16.	8 Hz	125 ms
17.	4 Hz	250 ms
18.	2 Hz	500 ms
19.	1 Hz	1 s
20.	0,5 Hz	2 s
21.	0,25 Hz	4 s
22.	0,125 Hz	8 s
23.	0,0625 Hz	16 s

Tab. 1

denzátoři C2, C4, C5, C6 a elektrolytické kondenzátory C1 a C3 při dodržení polarit. Osadíme diodu D1 a stabilizátor IO5.

Potom osadíme integrované obvody IO1 – IO4, svorkovnice a nakonec osadíme krystal Q1.

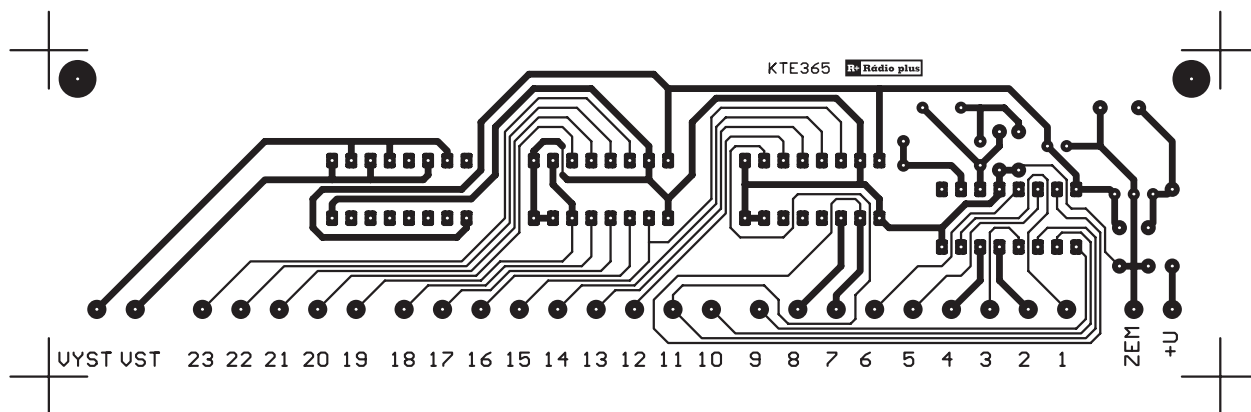
Osazenou desku zkontrolujeme. Na svorky +U a ZEM připojíme stejnosměrné napětí v rozsahu 9 – 15 V ze zdroje nebo baterie podle polarit. Na výstupu stabilizátoru změříme napětí; musí být 5 V. Nakonec zkontrolujeme osciloskopem všechny výstupy z děliček. Musí na nich být přítomen pravouhlý signál příslušného kmitočtu s amplitudou 5 V.

Pro ty, kteří nevlastní osciloskop, je oživovací postup následující:

Propojte výstup 19 se svorkou VST. Mezi svorky VYST a ZEM zapojte do série LED s rezistorem 470R tak, že kato- da LED bude směřovat ke svorce ZEM. Připojte napájecí napětí se správnou polaritou na svorky +U a ZEM. LED musí blikat v taktu 1 Hz (1x za sekundu se rozsvítí a zhasne). Postupným přepojováním vodiče ze svorky 19 na ostatní výstupní svorky děličů ověřte přítomnost signálů tak, že LED bliká nebo svítí.

Seznam součástek

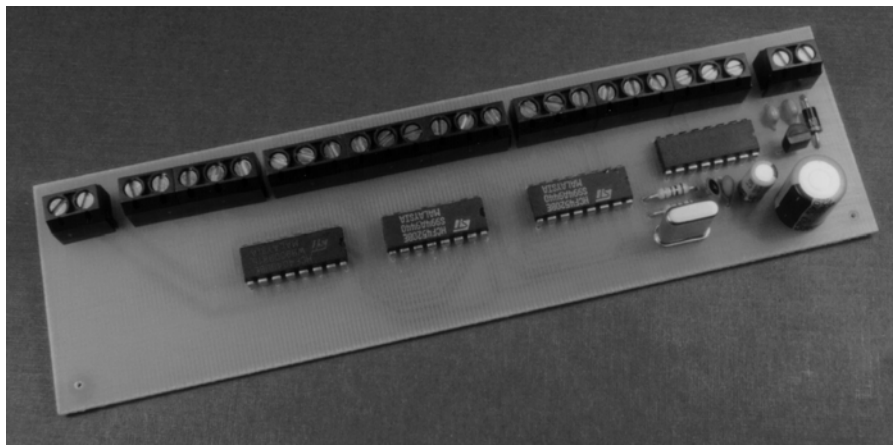
R1	2k2
R2	1M0
C1	470 μ /25V
C2, C4	100n
C3	10 μ /35V



Obr. 3 - Plošné spoje

C5	100p
C6	27p
D1	1N4007
IO1	4060
IO2, IO3	4520
IO4	4049
IO5	78L05
Q1	4,194304 MHz
X1, X9, X10	ARK500/2
X2 – X8	ARK500/3
1× plošný spoj	KTE365

Cena stavebnice je rovných 300 Kč a objednávat si ji můžete jako obvykle na redakčním telefonním a faxovém čísle 02/24818886 nebo e-mailem.



Reklamní plocha

Moduly pro nepájivá kontaktní pole

stavebnice č. 368, 369, 370, 371 a 372



V amatérské i profesionální praxi se často setkáváme s problémem, jak jednoduše a rychle sestavit a ověřit funkci jednotlivých obvodů nebo celého obvodového zapojení s několika součástkami. Pájení elektronických součástek na univerzální desky plošných spojů je časově náročné a většinou s sebou nese riziko poškození obvodů při jejich vyjímání. V posledních letech se na našem trhu objevila nepájivá kontaktní pole, která tento problém řeší. Lze na nich bez pájení sestavovat a ověřovat funkce obvodů, provádět základní měření a zkusit navržená zapojení. Obvody lze potom jednoduše a bez nebezpečí poškození vyjmout a použít k sestavení finálního zařízení.

Všeobecný popis

Nepájivá kontaktní pole jsou univerzální desky zhotovené z izolačního materiálu a s otvory, do kterých jsou vloženy pružinové kontakty. Tyto kontakty jsou navzájem propojeny v určitém sledu, který umožňuje sestavit jakékoli spojení jednotlivých elektronických prvků v celek a odzkoušet jeho funkce.

Nabídka nepájivých kontaktních polí (NKP) je poměrně široká. Vyrábějí se v různých velikostech, s niklovými, stříbrnými nebo zlacenými kontakty, s možností vsunutí vodiče o průměru 0,3 až 0,8 mm. I začínajícím konstruktérům doporučujeme zakoupit co největší NKP. Časem vyvstane požadavek odzkoušet rozsáhlejší zapojení, na něž malé nestačí. NKP zakoupíte ve většině prodejen se součástkami, širokou nabídku má například společnost GM Electronic.

Na NKP však většinou nemůžeme ověřovat zapojení s vysokofrekvenčními nebo mikrovlnnými obvody, které potřebují co nejkratší spoje a precizně provedené uzemnění. K takovým účelům často ale nemůžeme použít ani univerzální desky s plošnými spoji a musíme vyrobit plošný spoj na míru. Na NKP však můžeme s výhodou odzkoušet zapojení s ob-

vody do kmitočtu řádově několika MHz, což vystačí pro základní obvody TTL a CMOS včetně mikroprocesorů a jejich podpůrných obvodů.

Na fotografiích vidíte ukázkou několika nejběžnějších NKP a detail vsunutí kolíků do dutinek. NKP se vyrábějí většinou s roztečí otvorů 2,54 mm, což odpovídá rozteči vývodů většiny u nás prodávaných součástek a integrovaných obvodů. Pružinové kontakty v otvorech jsou propojeny ve vodorovných řadách vždy po pěti kontaktech, což umožňuje vsunutí integrovaných obvodů různých šířek. U nejpreciznějších NKP jsou jednotlivé řady očíslovány. Svislé dvě řady kontaktů se využívají pro přívod napájení a každá řada bývá navzájem celá propojena.

K propojení jednotlivých řad kontaktů je nejvhodnější využít izolovaný vodič o průměru 0,6 mm, který na koncích odizolujeme do vzdálenosti 5 až 8 mm. K propojení lze využít i vodič o průměru 0,8 mm, avšak musíme použít větší síly k jeho zasunutí. Vodič o průměru 1 mm již vhodný není. Lze jej sice do kontaktu zasunout, ale dochází ke zbytečnému roztahování kontaktů, které mohou být časem zcela znehodnoceny.

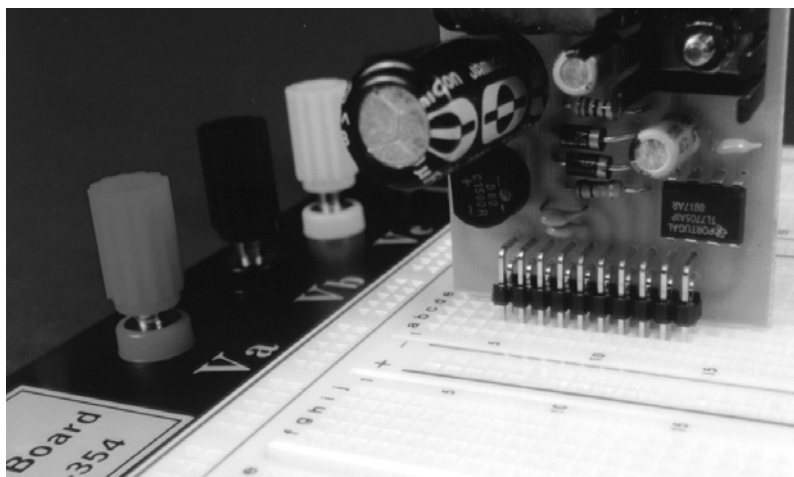
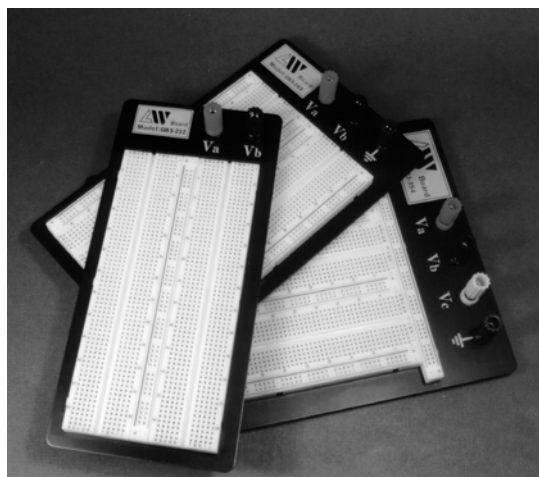
Nejvhodnějším řešením je vyrobit si propojovací vodiče různých délek za

použití zlacených kontaktů válcových špiček z konektorů FRB řady TY511 – TY522. Tyto špičky mají průměr 0,7 mm a povrchová úprava zlacením dává kontaktu stálost malého přechodového odporu. U nás tyto konektory vyráběla Tesla Jihlava a jsou většinou součástí šuplíkových zásob radioamatérů. Jejich mechanická trvanlivost je 10 000 cyklů (zasunutí a vysunutí kontaktu).

Jednotlivé špičky z konektoru vyjme, k čemuž použijeme tenkostěnnou trubičku vnějšího průměru 2,3 mm se světlostí 1,9 mm. Vsuneme ji do otvoru konektoru přes špičku a tu z druhé strany vysuneme. Špičku zbavíme zajišťovacího pérka, štipacími kleštěmi odstraníme vývod do plošného spoje a napájíme na ni lankový izolovaný vodič. Spoj přetáhneme ještě za tepla po pájení vhodnou bužírkou nebo použijeme bužírku smršťující se za tepla. Tímto způsobem si můžeme vyrobit propojovací kablíky různých délek, které uschováme pro opakované použití.

Popis stavebnic

Vzhledem k tomu, že po sestavení navrženého zapojení a jeho odzkoušení následuje většinou rozebrání celku, někteří zapojení obvodů později znovu se-



stavujeme, což zabírá čas. V následujícím článku vám předložíme několik stavebnic pro NKP, které budete opakovaně využívat.

U číslicové techniky často dochází k propojování velkého množství vodičů, jako jsou adresové, datové a řídicí sběrnice. Kontaktní pole je potom nepřehledně zaplněno vodiči a potenciálně se zvyšuje riziko vysunutí vodiče z kontaktu při manipulaci. Následkem toho může být zdlouhavé hledání závady. V tomto případě se nabízí řešení sdružit určité zapojení obvodů na samostatnou desku (např. číslicový displej s dekodérem, kde spojení mezi dekodérem a číslicovkami musí být provedeno mnoha vodiči), desku vsunout do NKP jako celek a menší počet potřebných signálů propojit již na NKP.

Je také nevhodné sdružovat na NKP obvody pracující s malým a síťovým (nízkým) napětím. Zde se opět nabízí řešení: sestavit silové obvody na samostatnou desku a ovládací signály malého napětí již připojit přes kontakty NKP.

První zapojení, která většinou sestavujeme, jsou zdroje stabilizovaného napětí. Můžete namítat, že příslušné napětí

si vytvoříte ze svého regulovatelného stabilizovaného zdroje. Sami však víte, že sestavení a vyzkoušení složitějšího celku trvá i několik dní a mezi tím používáme stabilizovaný zdroj také pro jiné účely ve spojení s většinou vyšším výstupním napětím. Důsledkem připojení vyššího napětí na desku potom bývá poškození několika drahých součástek. Proto doporučujeme vždy jako první na desku komponovat zdroj se stabilizátorem.

Stabilizátory musejí být opatřeny filtračními kondenzátory a pokud použijeme jako vstupní napětí střídavé, předchází stabilizátoru diodový můstek. Proto jsme pro vás připravili jako první stavebnice tři různé zdroje. První z nich, stavebnice č. 368, je klasický stabilizovaný lineární zdroj s pevným výstupním napětím 5 V. Je určen pro připojení střídavého nebo stejnosměrného vstupního napětí z nestabilizovaného zdroje nebo z transformátoru. Druhou stavebnici (č. 369) je regulovaný zdroj napájecího napětí a třetí (č. 370) je zdroj zálohovaný baterií a s obvodem zajišťujícím funkci RESET pro mikropočítače. Další obvody, které často opakovaně

použijete, jsou zapojení bezzákladových tlačítek. Stavebnice č. 371 je proto zapojením tří bezzákladových samostatných tlačítek a stavebnice č. 372 je zapojení dvou dvojic tlačítek s oddělenými funkcemi START a STOP.

V následujících číslech našeho časopisu postupně uvedeme další stavebnice, které budou sestaveny z nejpoužívanějších nebo katalogových zapojení obvodů a které využijete při sestavování složitějších celků. Budou to například oscilátory, generátory impulzů, zesilovače, displeje, silové reléové a triakové spínače a další. Nakonec uvedeme stavebnice jednodeskových mikropočítačů, které využijí jak amatéři pro odzkoušení základních funkcí, tak i profesionálové ve spojení s emulátory.

Rozmístění vývodů spojovacího konektoru u jednotlivých stavebnic se může lišit. To znamená, že vývod číslo 1 může být umístěn při pohledu na součástky u osazeného plošného spoje vpravo nebo vlevo. U zdrojů bude tento první vývod umístěn vlevo, zatímco u dalších stavebnic se budeme snažit tento vývod umístit jednotně vpravo.

Lineární zdroj 5 V pro nepájivé kontaktní pole

stavebnice č. 368

Popis zapojení

Tuto stavebnici lze využít pro NKP buď jako klasický usměrňovač (vstup střídavého napětí na vývody 1, 2 a výstup stejnosměrného filtrovaného napětí na vývodech 4, 5), nebo jako usměrňovač se stabilizátorem (vstupní napětí střídavé z transformátoru, zapojené mezi vývody konektoru 1 a 2 a výstup stejnosměrného stabilizovaného napětí na vývodech 4, 6), nebo jako samostatný stabilizátor s filtračními kondenzátory

(vstupní stejnosměrné napětí minimálně 9 V, zapojené s libovolnou polaritou mezi vývody 1 a 2, nebo opět stejnosměrné minimálně 8 V, zapojené mezi vývody 4 a 5 za dodržení polarity tak, že plus pól je zapojen na vývod 5 a mínus pól na vývod 4 s výstupem na vývodech 4, 6).

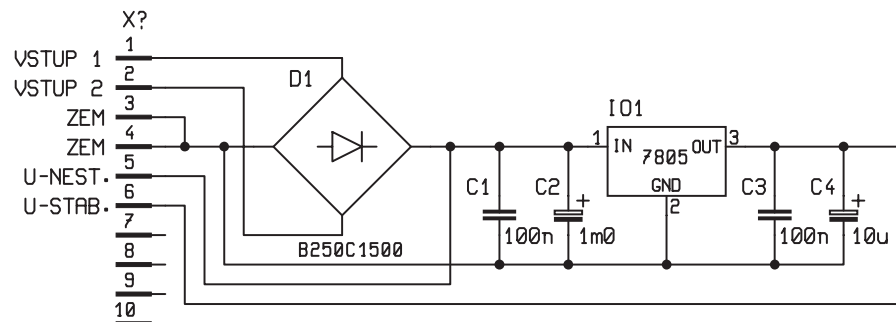
Zapojení stavebnice je na obr. 1. Usměrňovač tvoří diodový můstek D1, vstupní filtr kondenzátory C1 a C2, vlastní stabilizační prvek je IO1 typu 7805 a výstupní filtr je složen z kondenzátorů C3 a C4. Záměnou stabilizátoru za typ s ji-

ným výstupním napětím můžeme získat zdroj jiného napětí, avšak s tím rozdílem, že vstupní napětí na stabilizátor musí být min. o 3 V vyšší než výstupní. Dalším omezením je kondenzátor C2, který je dimenzován pro napětí 35 V, takže vstupní napětí nesmí přesáhnout tuto hodnotu.

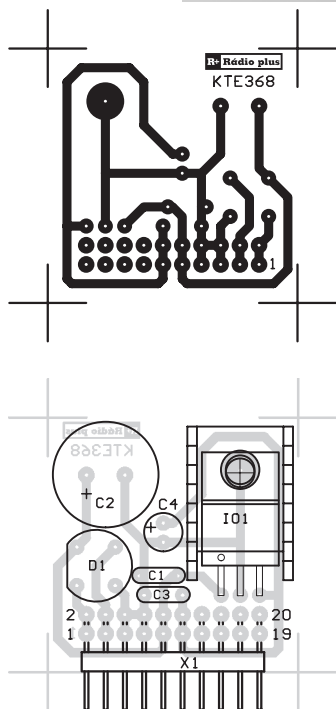
V případě velkého zvlnění vstupního napětí pro stabilizátor, kdy by toto zvlnění ovlivňovalo stabilizaci, lze posílit vstupní kapacitní filtr externím elektrolytickým kondenzátorem, zapojeným ke svorkám 3, 5 tak, že plus kondenzátoru se připojí k vývodu 5 a mínus k vývodu 3.

Stavba a oživení

Celek je postaven na jednostranné desce s plošnými spoji. Na obr. 2 je obrázec plošného spoje a na obr. 3 rozmístění součástek. Stavba je jednoduchá, poradí si s ní i každý začínající konstruktér. Nejprve osadíme konektor X1, potom všechny kondenzátory a diodu D1. Nakonec osadíme stabilizátor IO1 tak, že mezi něj a plošný spoj vložíme chladič, který namažeme teplovodním médiem,



Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 368

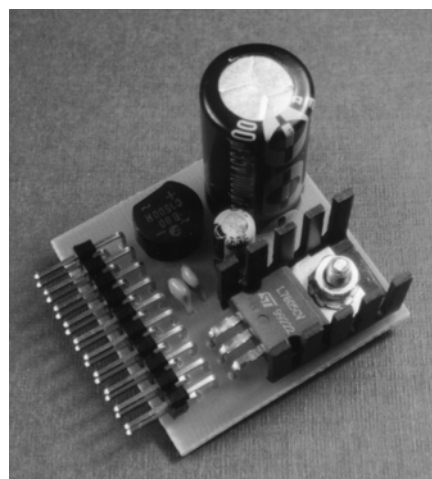


Obr. 2, 3

např. silikonovou vazelínou. Ze strany plošného spoje vložíme šroub, ze strany stabilizátoru vložíme na závit šroubu větší podložku a přišroubujeme matici. Nakonec vývody stabilizátoru zapájíme. Oživení spočívá v kontrole výstupního napětí tak, že mezi svorky 1 a 2 připojíme stejnosměrné napětí 9 až 30 V, přičemž nezáleží na polaritě a voltmetrem zkontrolujeme napětí na výstupu, které musí být 5 V (samozřejmě ve výstupní napěťové toleranci použitého stabilizátoru).

Seznam součástek

C1, C3	100n
C2	1000μ/35V
C4	10μ/35V
D1	B250C1500
IO1	7805
X1	S2G20W
1×	chladič DO1A
1×	šroub SKM3×10

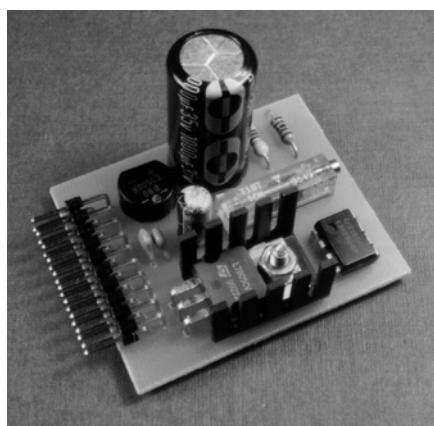


1×	matice SKM3K
1×	podložka SKM3UZK
1×	plošný spoj KTE368

Cena stavebnice, kterou si můžete objednat tradičním způsobem v naší redakci, je 135 Kč.

Regulovatelný zdroj

stavebnice č. 369



Popis zapojení

Tuto stavebnici lze využít pro NKP stejně jako předchozí stavebnici buď jako klasický usměrňovač, nebo jako usměrňovač se stabilizátorem s regulovaným výstupním napětím a nebo jako samostatný zdroj regulovaného stabilizovaného napětí. Elektrické propojení vstupních a výstupních vývodů na konektoru je totožné s předcházející stavebnicí.

Zapojení stavebnice je na obr. 4. Výstupní napětí lze jednoduše regulovat trimrem P1. Otáčením trimrem vpravo se výstupní napětí zvyšuje, otáčením vlevo snižuje. Vstupní napětí musí být vždy o 3 V vyšší než regulované napětí vý-

stupní. Jako P1 byl zde použit precizní 20 otáčkový cermetový trimr, který umožňuje jemnou a plynulou regulaci s větší stabilitou než klasické jednootáčkové trimry.

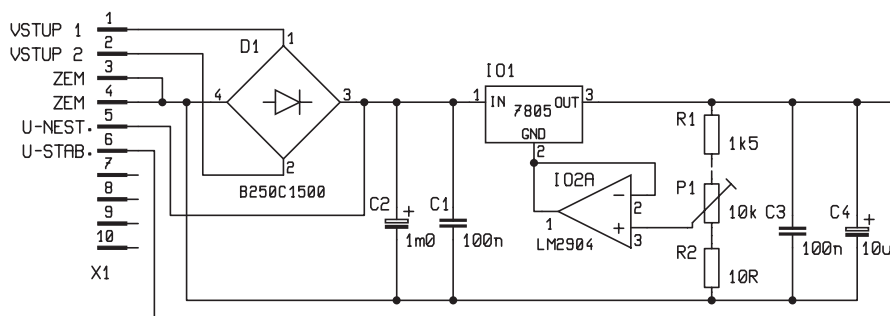
Rezistory R1 a R2 omezují regulovatelný rozsah. V praxi můžeme na tyto pozice osadit rezistory s jinými hodnotami, čímž můžeme omezit horní a spodní hranici regulace výstupního napětí a zároveň tím ještě víc zjemnit regulaci okolo požadované hodnoty. Pro výstupní napětí ze zdroje 13,8 V použijeme jako R1 rezistor hodnoty 4k7 a jako R2 rezistor 10k.

Stavba a oživení

Celek je postaven na jednostranném plošném spoji. Na obr. 6 je obrazec plošného spoje a na obr. 5 osazovací plán.

Stavba je opět jednoduchá i pro začínající konstruktéry. Nejprve osadíme konektor X1, potom rezistory R1 a R2 (popř. rezistory jiných hodnot na omezení regulovatelného rozsahu výstupního napětí), všechny kondenzátory, diodu D1 a vícestupňový trimr P1. Potom osadíme IO2 a nakonec stabilizátor IO1 tak, že mezi něj a plošný spoj vložíme chladič, který namažeme teplovodním médiem, např. silikonovou vazelínou. Ze strany plošného spoje vložíme šroubu, ze strany stabilizátoru vložíme na závit šroubu větší podložku a přišroubujeme matici. Nakonec vývody stabilizátoru zapájíme.

Při ožívání na vstupní svorky 1 a 2 přivedeme stejnosměrné napětí 30 V (nezáleží na polaritě) a trimr P1 vytočíme zcela vlevo. Voltmetrem změříme vý-

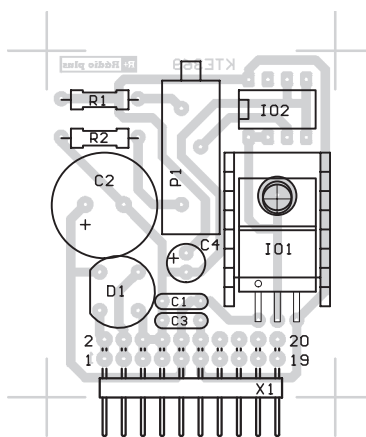


Obr. 4 - Schéma zapojení stavebnice č. 369

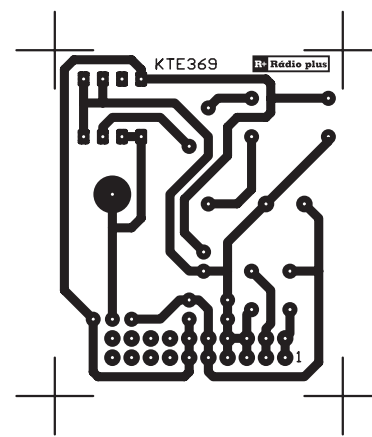
stupní napětí – musí být menší než 6,5 V. Otáčením trimrem vpravo se výstupní napětí musí zvyšovat až na hodnotu 27 V.

Seznam součástek

R1	1k5
R2	10R
P1	PM19K010
C1, C3	100n
C2	1000µ/35V
C4	10µ/35V
D1	B250C1500
IO1	7805
IO2	LM2904
X1	S2G20W
1x	chladič DO1A
1x	šroub SKM3×10
1x	matice SKM3K



Obr. 5 - Rozmístění součástek



Obr. 6 - Plošný spoj

1x podložka SKM3UZK
1x plošný spoj KTE369

Cena této stavebnice je 185 Kč. Způsob objednání je stále stejný.

Lineární zdroj 5 V pro mikropočítače

stavebnice č. 370

Popis zapojení

Třetí zdroj je nejnáročnější z celé řady. Schéma zapojení stavebnice je na obr. 7. Jedná se o zdroj stejnosměrného stabilizovaného napětí 5 V, stejnosměrného napětí 3,6 V zálohovaného baterií a s obvodem vykonávajícím funkci RESET pro mikropočítače při poklesu napětí na výstupu stabilizátoru nebo při připojení napájecího napětí (časová prodleva pro uvolnění nulování mikropočítače).

Zapojení usměrňovače, kapacitních filtrů a stabilizátoru na vývody konektoru X1 je totožné s předchozími stavebnicemi. Přibývá zde výstup z baterie na vývodu 7, vstup pro externí aktivaci nulování na vývodu 8 a výstupy nulovacích signálů na vývodech 9 a 10.

Funkce zařízení je následující. Při připojení vstupním napětí stejnosměrné stabilizované napětí na výstupu stabili-

zátoru IO1 dobíjí přes diodu D2 a rezistor R1 baterii. Potom je na vývodu 6 přítomno výstupní napětí stabilizátoru a na vývodu 7 totéž napětí s odečtením úbytku napětí na diodě D2 (při odebrání proudu z tohoto výstupu). Při výpadku napájení je na vývodu 6 nulové napětí a na vývodu 7 napětí z baterie. Proudovým zatížením vývodu 7 klesne napětí na něm o úbytek napětí na diodě D3. Toto napětí je však dostatečné k udržení dat v pamětech SRAM a ostatních obvodů, které potřebují udržet data při výpadku napájení (RTC apod.).

Obvod IO2 typu 7705 je hlídací prvek, který zabezpečuje funkci RESET pro mikroprocesory při poklesu napájecího napětí pod 5 V. Jeho výstupy RESET a $\overline{\text{RESET}}$ jsou v obvodu řešeny otevřenými kolektory tranzistorů. Kondenzátor C5 určuje prodlevu funkce RESET při připojení správného napájecího napětí

5 V. Kondenzátor C6 filtruje vnitřní napětí zdroje reference.

Abychom dostali při přítomnosti napájecího napětí +5 V a log. 1 na vstupu $\overline{\text{RIN}}$ na výstupu $\overline{\text{RST}}$ log. 0 a na výstupu $\overline{\text{RST}}$ log. 1, zapojíme vnější rezistory na výstupy IO2. Jeden rezistor mezi výstup $\overline{\text{RST}}$ a zem, druhý mezi výstup $\overline{\text{RST}}$ a kladný pól napájecího napětí. Při poklesu napájecího napětí pod hlídanou napěťovou úroveň (v našem případě 5V) dojde na výstupu $\overline{\text{RST}}$ ke stavu log. 1 a na výstupu $\overline{\text{RST}}$ ke stavu log. 0. K těmto výstupním stavům dojde taktéž přivedením log. 0 na vstup $\overline{\text{RIN}}$.

Při výpadku napájení a poklesu napětí na výstupu stabilizátoru na nulovou úroveň zabráňuje dioda D2 napájení obvodu IO2 a nedochází tak k zatěžování baterie tímto obvodem.

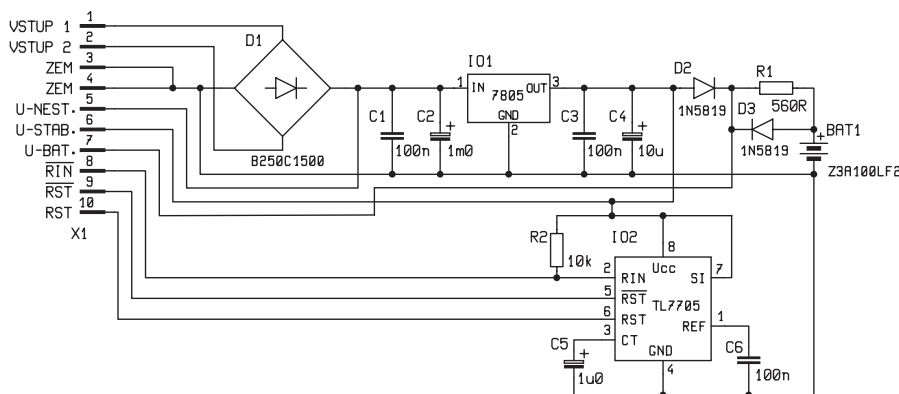
Výstupy RESET a $\overline{\text{RESET}}$ mohou být zatěžovány max. proudem 30 mA. Kondenzátor C5 lze vyměnit za stejný typ s jinou hodnotou. Časová konstanta funkce RESET při připojení napájecího napětí 5 V je dána vztahem:

$$td = 13\,000 \times C5,$$

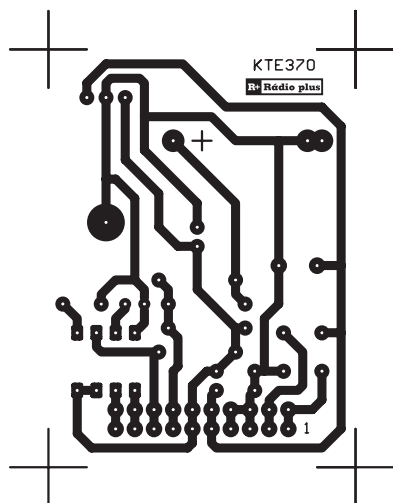
kde hodnota td je vyjádřena v sekundách a hodnota C5 ve Faradech.

Stavba a oživení

Celek je postaven na jednostranném plošném spoji. Na obr. 8 je obrazec plošného spoje a na obr. 9 rozmístění součástek. Jak jsme již konstatovali v úvodu, stavba a oživení jsou poněkud náročněj-



Obr. 7 - Schéma zapojení stavebnice č. 370



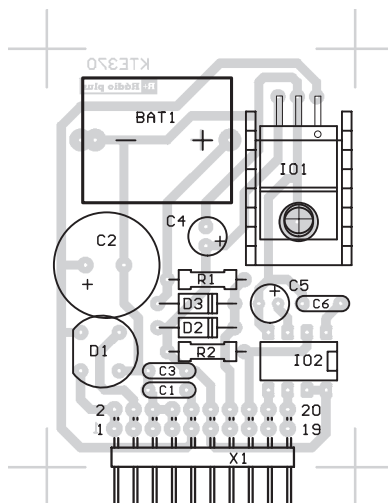
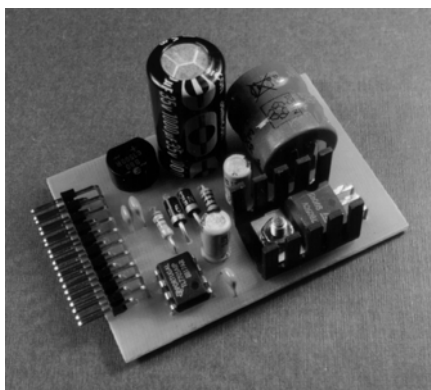
Obr. 8 - Plošný spoj

ší než u předcházejících stavebnic zdrojů, bezpochyby je však zvládne každý zkušenější konstruktér.

Nejprve osadíme konektor X1, potom všechny rezistory, kondenzátory a diody. Následně osadíme IO2 a stabilizátor IO1 stejným postupem jako u předcházejících stavebnic. Nakonec osadíme baterii za dodržení polaritě a zkontrolujeme, zda se bočním vývodem nedotýká chladiče stabilizátoru.

Při ožiování postupujeme tak, že nejprve vizuálně zkontrolujeme plošný spoj, zda nevznikly můstky mezi spoji při pájení. Mezi vývodem 3 a 7 na konektoru X1 musíme nyní naměřit voltmetrem napětí, jehož velikost bude záviset na stavu baterie. Potom na svorky 1 a 2 připojíme stejnosměrné napájecí napětí v rozsahu 9 až 15 V ze zdroje (nezáleží na polaritě) a změříme napětí mezi vývody 3 a 6 na konektoru X1. Musí být 5 V. Napětí mezi vývody 3 a 7 musí být minimálně 4,5 V.

Kontrolu dobíjení baterie provedeme jednoduše: zdroj odpojíme od napájecího napětí, změříme napětí na baterii a napájecí napětí obnovíme. Nyní musí být na baterii napětí vyšší než při odpojení napájení.



Obr. 8 - Plošný spoj

Dalším ožiovacím procesem je kontrola funkce IO2. Připojíme vnější dva rezistory s hodnotami v rozmezí 1k až 10k tak, že jeden bude zapojen mezi vývody 9 a 6 a druhý mezi vývody 10 a 3. Připojíme napájecí napětí 9 V na svorky 1 a 2. Voltmetrem kontrolujeme stavy výstupů IO2 na konektoru X1 tak, že na vývodu 9 musí být log. 1 a na vývodu 10 log. 0. Potom propojíme vývod 8 s vývodem 4 a musíme na vývodu 9 naměřit log. 0 a na vývodu 10 log. 1. Propojku mezi vývody 8 a 4 vyjmeme. Nakonec zkontrolujeme funkci obvodu IO2 při poklesu napájecího napětí, které snížíme na hodnotu 6 V. V tomto stavu musí být na vývodu 9 konektoru X1 přítomna log. 0 a na vývodu 10 log. 1.

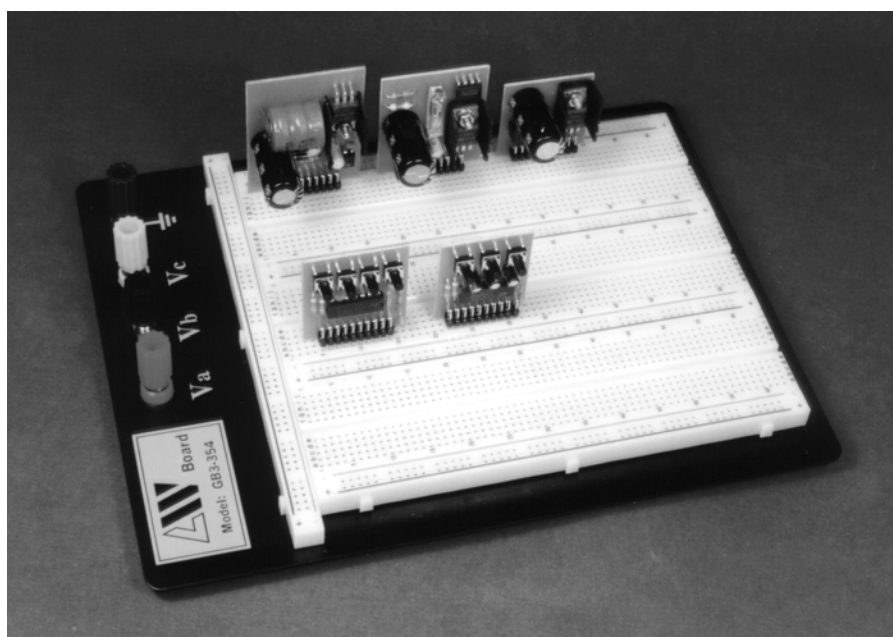
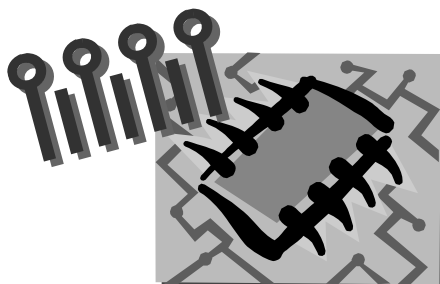
Po oživení celku doporučujeme ponechat zdroj několik hodin při připojení

vstupním napájecím napětí, aby se dobila baterie.

Seznam součástek

R1	560R
R2	10k
C1, C3, C6	100n
C2	1000μ/35V
C4	10μ/35V
C5	1μ/50V
D1	B250C1500
D2, D3	1N5819
IO1	7805
IO2	TL7705
BAT	Z3A100LF2
X1	S2G20W
1x	chladič DO1A
1x	šroub SKM3×10
1x	matice SKM3K
1x	podložka SKM3UZK
1x	plošný spoj KTE370

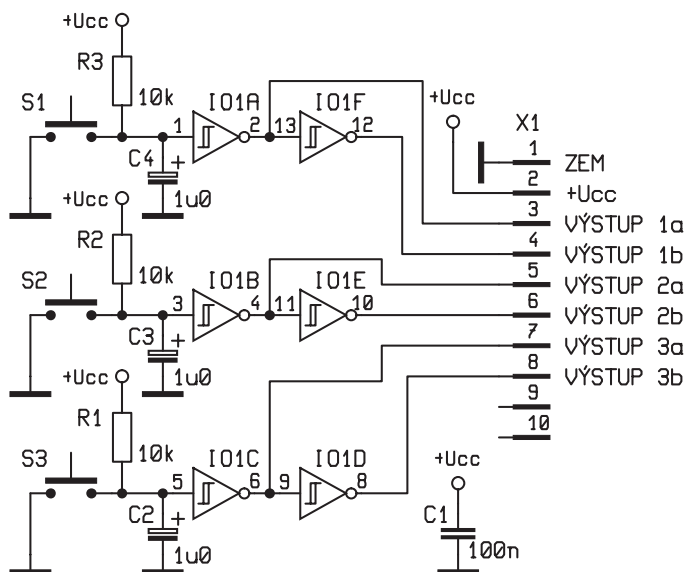
Cena této stavebnice je 280 Kč.



Připojujeme celkovou fotografii se všemi nabízenými stavebnicemi

Bezzákmitová tlačítka

stavebnice č. 371



Obr. 10 - Schéma zapojení stavebnice č. 371

Popis zapojení

Stiskem nebo uvolněním jakéhokoli mechanického tlačítka dochází na jeho kontaktech k zákmitům. Tento nepříznivý vliv má za následek několikanásobnou aktivaci zařízení, které je na toto tlačítko zapojeno. K potlačení zákmitů použijeme zapojení znázorněné na obr. 10.

Princip činnosti si vysvětlíme na funkci tlačítka S1. Jeho stiskem dojde k vybití kondenzátoru C4 a k překlopení výstupu hradla IO1A z log. 0 do log. 1. Dojde-li k zákmitu, což znamená, že na velmi krátkou dobu se kontakt tlačítka rozpojí, nabíjí se po tuto dobu rozpojení kondenzátor C4 přes R3. Zákmit však je poměrně krátký a kondenzátor se nenabije na takovou napěťovou úroveň, aby překlopila hradlo IO1A, které setrvá v log. 1. Obdobný proces nastává při uvolnění tlačítka: kontakt se rozpojí a přes R3 se nabíjí kondenzátor. Dojde-li k zákmitu v době, kdy napětí na kondenzátoru nedosáhlo takové hodnoty, aby překlopil výstup hradla, je kondenzátor opět vybit a po skončení zákmitu se znovu nabíjí

přes R3 až na hodnotu napětí, kdy výstup hradla překlopí do log. 0. Protože náběh napětí na kondenzátoru není strmý, je nutno použít invertory se Schmittovým klopným obvodem, který zavádí do své logické funkce hysterezi.

Na desce jsou zapojena tři nezávislá tlačítka a ze všech jsou na konektor X1 vyvedeny jejich neinvertovaný a invertovaný stav, který je zabezpečovaný invertory IO1A a IO1F.

Stavba a oživení

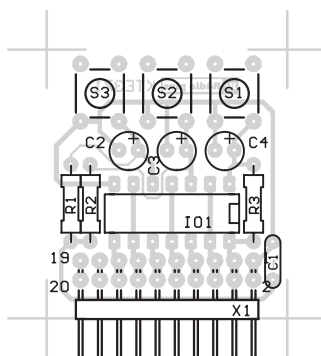
Celek je postaven na jednostranném plošném spoji (viz obr. 12; na obr. 11 pak je rozmístění součástek). Stavba je jednoduchá. Nejprve osadíme konektor X1, potom všechny rezistory, kondenzátory, tlačítka a nakonec integrovaný obvod IO1. Oživení spočívá v kontrole plošného spoje po pájení, připojení napájecího napětí 5 V na svorky 1 a 2 konektoru X1 a v kontrole stavu výstupů voltmetrem nebo osciloskopem na konektoru při stisknutých a uvolněných tlačítkách. Při stisknutých tlačítkách by měly být na vývodech 3, 5 a 7 konektoru log. 1 a na vývodech 4, 6 a 8 log. 0, při uvolněných tlačítkách na vývodech 3, 5 a 7 log. 0 a na vývodech 4, 6 a 8 log. 1.

Seznam součástek

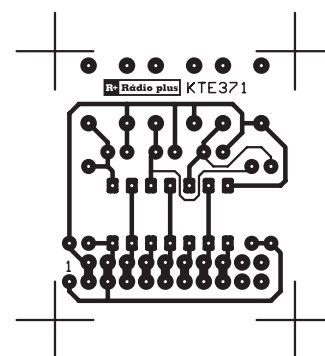
R1, R2, R3	10k
C1	100n
C2, C3, C4	1μ/50V
IO1	40106
S1, S2, S3	P-B1720C
X1	S2G20W

1× plošný spoj KTE371

Cena této stavebnice je 130 Kč.



Obr. 11 - Rozmístění součástek



Obr. 12 - Plošný spoj

Reklamní plocha

Tlačítka START a STOP

stavebnice č. 372

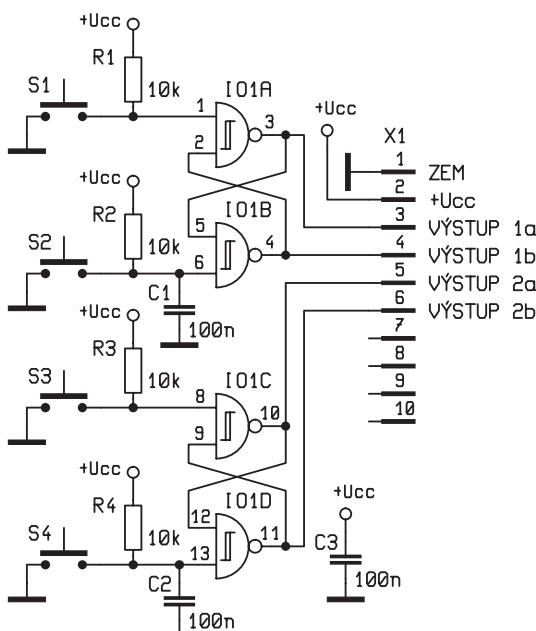
Popis zapojení

Schéma zapojení je na obr. 14. K provedení funkce START a STOP jsou využity dvě dvojice Schmittových hradel obsažené v jediném obvodu IO1 typu 4093. Sada tedy obsahuje dva nezávislé celky, z nichž každý vykonává potřebnou funkci. Soustředíme se na dvojici tlačítek S1 a S2. Po připojení napájecího napětí je kondenzátorem C1 po krátkou dobu (není-li stisknuto žádné tlačítko) vnucena log. 0 na vstup (vývod 6) hradla IO1B. V tom okamžiku přejde výstup IO1B do stavu log. 1 a výstup hradla IO1A do log. 0. Stiskem tlačítka S2 setrvává obvod v takovém stavu, jako při připojení napájecího napětí. Stiskem tlačítka S1 je vnucena log. 0 na vstup (vývod 1) hradla IO1A. Ten přejde do log. 1 a zároveň výstup IO1B do log. 0.

Obvod setrvává v tomto stavu až do stisku tlačítka S2. Stejným způsobem pracuje i druhá dvojice tlačítek.

Stavba a oživení

Celek je postaven na jednostranném plošném spoji. Na obr. 16 je obrazec plošného spoje a na obr. 15 rozmístění součástek. Nejprve osadíme konektor X1, potom rezistory a kondenzátory, čtyři tlačítka a nakonec integrovaný obvod IO1. Oživení provedeme kontrolou funkce tlačítek. Po vizuální kontrole plošného spoje a připojení napájecího napětí 5 V na vývody konektoru 1 a 2 voltmetrem nebo osciloskopem zkontrolujeme, zda na vývodech 3 a 5 konektoru X1 je log. 0 a na vývodech 4 a 6 log. 1. Stis-

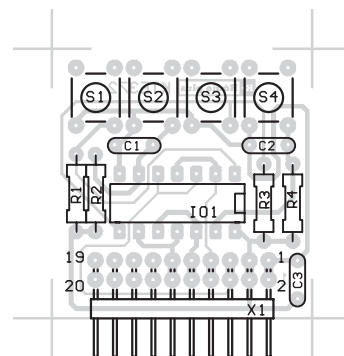


Obr. 14 - Schéma zapojení

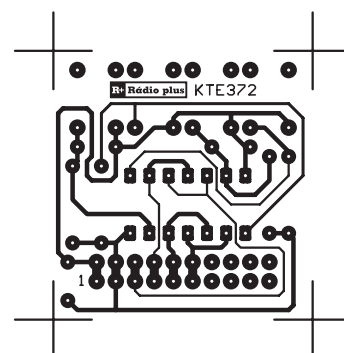
kem tlačítek S1 (S3) se musí na vývodech 3 a 5 konektoru X1 objevit trvale log. 1 a na vývodech 4 a 6 log. 0. Stiskem tlačítek S2 (S4) musí být stavy na výstupech takové, jako při připojení napájecího napětí.

Seznam součástek

R1 – R4	10k
C1 – C3	100n
IO1	4093
S1 – S4	P-B1720C



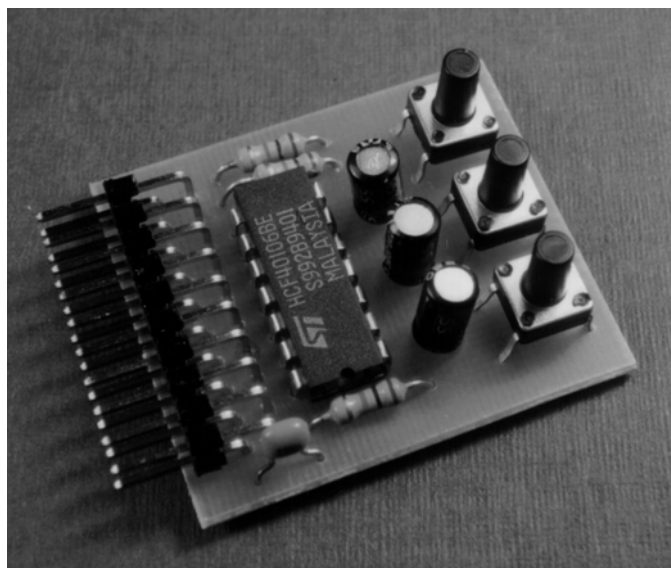
Obr. 15 - Plošný spoj



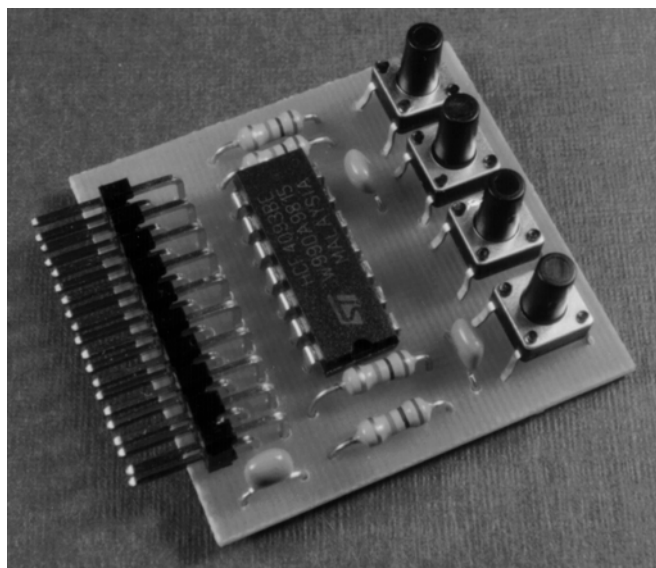
Obr. 16 - Plošný spoj

X1 S2G20W
1x plošný spoj KTE372

Cena stavebnice č. 372 je 140 Kč. Pro své objednávky všech uveřejněných stavebnic využijte telefonní a faxové číslo do redakce 02/24818886, případně naši elektronickou schránku: rplus@login.cz.

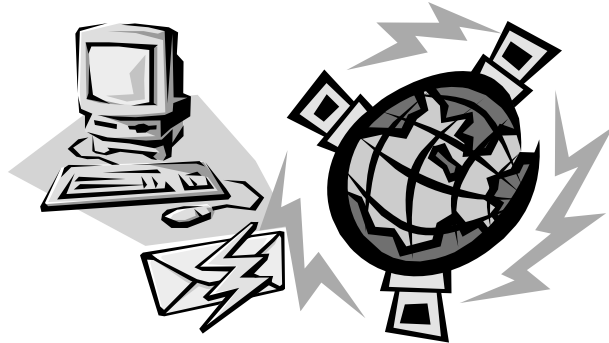


Sestavená stavebnice č. 371



Sestavená stavebnice č. 372

Zasílání pagingových zpráv



V minulém čísle jsme popsali zasílání zpráv na operátory pomocí spojovatelky, telefonu s tónovou volbou a z mobilního telefonu. Dnes pokračujeme v podrobnějším popisu dalších možností – využívajících zejména osobní počítač a internet.

Zasílání zpráv psacím telefonem

Tento způsob ocení především sluchově postižení občané, kteří plynule vytočí volací číslo ústředny OPERATOR a.s., tedy 0600 127, dále pak konkrétní volací číslo operátoru a vzkaz. V systému ERMES je délka takto zasílaného vzkazu omezena na 400 znaků a ve standardu RDS na 80 znaků (omezení systému). Vzkaz je automaticky ihned odvysílán.

Zasílání vzkazů přes www stránku

Uživatelé internetu jistě ocení možnost zasílání zpráv přes internet pomocí domovské stránky společnosti OPERATOR a.s. Po vstupu na stránku <http://www.operator.cz> klikněte myší na nabídku "Zaslání vzkazu". Otevře se formulář do kterého zapíšete volací číslo operátoru a případně i vstupní heslo (je-li aktivní), text zprávy a stiskem tlačítka ODEŠLI vzkaz odešlete. Aby se zamezilo možným problémům s délkou zpráv, lze před psaním textu vzkazu nastavit v příslušném okénku i maximální počet znaků. Po odeslání se objeví hlášení o úspěšnosti odeslání celého vzkazu či jen jeho části (závisí na povolené délce vzkazu pro danou službu). Pro každého účastníka služeb OPERATOR je v pagingové ústředně definována maximální povolená délka vzkazu. Při překročení tohoto limitu je vzkaz automaticky oříznut na povolenou hodnotu a odesílatel zprávy je o tomto stavu obratem informován.

Přes webovou stránku internetu lze zaslat na jedno číslo operátoru nejvýše pět vzkazů za jednu minutu. Při překročení tohoto pravidla třikrát během 10 minut dojde k odpojení služby interkontakt na dobu 10 minut. Při opakovaném překračování limitu může dojít k odpojení až na dobu 2 hodin. Text zprávy nesmí obsahovat českou

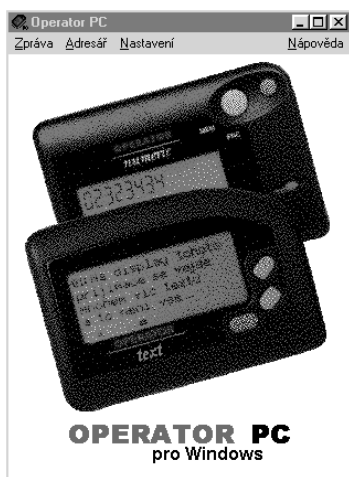
diakritiku, aby nedošlo ke zkomolení zprávy. A pro numerické služby je možno používat (logicky) pouze čísla.

Zasílání zpráv elektronickou poštou

Uživatelé e-mailových služeb internetu mohou zasílat vzkazy na operátor i prostřednictvím elektronické pošty na adresu XXXXXX@operator.cz, kde XXXXXX představuje volací číslo operátoru. Uživatel operátoru přitom nemusí být zároveň uživatelem internetu. Znění vzkazu zapíšete do "předmětu" nebo i do "těla" zprávy. Toho se využívá i při službě mailEcho, kde se na operátor odesílá předmět i tělo e-mailu. Je-li operátor chráněn heslem, zapíše se toto heslo do předmětu zprávy v nezakódované podobě. Na operátor se heslo neodesílá.

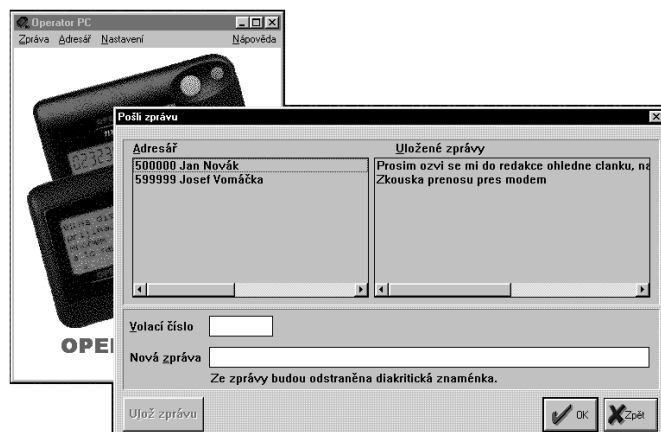
Zprávy delší než je maximální počet znaků služby operátoru jsou automaticky zkráceny na povolený limit, o čemž je odesílatel informován v odpovědi pagingové ústředny. V základním režimu je český text vzkazu automaticky zkonvertován tak, aby neobsahoval žádná diakritická znaménka. Podporovány jsou mimo jiné kódové stránky ISO-8859-2 a Win1250. Pokud bude e-mail obsahovat přílohy, pak seznam jejich jmen je uveden ve vzkazu odesílaném na operátor mezi znaky "<" a ">" a jsou řazeny ve stejném pořadí jako jsou uvedeny v těle e-mailu. Pagingová ústředna odesílá zpětně potvrzující informaci o odchodu zprávy na přijímač operátoru.

Při odeslání zpráv pomocí elektronické pošty lze navíc nastavit parametry zprávy, jako je druh odpovědi od pagingové ústředny, příkaz k oříznutí vzkazu na určitou délku, kódování operátoru a případně heslo operátoru. Adresa příjemce pak nabyvá podoby XXXXXX.Sabcde@operator.cz, kde XXXXXX je volací číslo operátoru a znak S příkaz ke zpracování parametrů. Položka "a" určuje tvar (nebo zamítnutí) odpovědi od pagingové ústředny, "b" stanovuje maximální délku vzkazu, "cd" určuje kódování operátoru a znak "e" stanovuje, zda-li se v položce Předmět nachází heslo operátoru. Bližší informace o parametrech naleznete na domovské stránce společnosti OPERATOR a.s. (<http://www.operator.cz>).



Program OPERATOR PC;

nahore úvodní okno, vlevo zadání nové položky adresáře, vpravo okno pro odeslání zprávy



Zasílání zpráv modemem počítače

Pro zasílání zpráv přímo z počítače přes modem jsou zdarma k dispozici tři obslužné programy v českém jazyce. Využitím modemového spojení pro odesílání zpráv odpadá nutnost hlasového spojení se spojovatelkou, úspore finančních nákladů pro odeslání zprávy, vyšší komfort obsluhy a především umožňuje v klidu naformulovat vzkaz.

Programy pro zasílání zpráv:

OPERATOR SEND; OPERATOR PC; PageMe! 3.

Program OPERATOR SEND

Velmi jednoduchý program, který se ovládá pouze z příkazové řádky MS-DOS, příp. s parametry nastavenými v konfiguračním souboru. Pro svoji činnost program vyžaduje PC alespoň 286, modem Hayes kompatibilní s přenosovou rychlostí min. 2 400 Bd a samozřejmě operační systém alespoň MS-DOS. Software pracuje i pod systémy MS WINDOWS 3.1, 95 a NT.

Program OPERATOR PC

Již velmi dobře zpracovaný software určený k zasílání zpráv na pagery s možností tvorby seznamu adres operátorů a často používaných zpráv. Program má omezení délky zprávy na 80 znaků, ale umožňuje odeslání více po sobě jdoucích zpráv jednomu uživateli (tedy lze nepřímo zaslat i delší vzkazy než 80 znaků), nebo i více uživatelům najednou. Při nezdařeném pokusu o odeslání zprávy nabízí program zařazení vzkazu do seznamu neodeslaných zpráv, nebo její vyřazení. Znění zprávy i s adresou lze v případě kontroly vytisknout. Program pracuje v prostředí MS WINDOWS 3.1, 95, NT a ke své činnosti

potřebuje modem Hayes kompatibilní s přenosovou rychlostí alespoň 2 400 Bd.

Program PageMe! 3

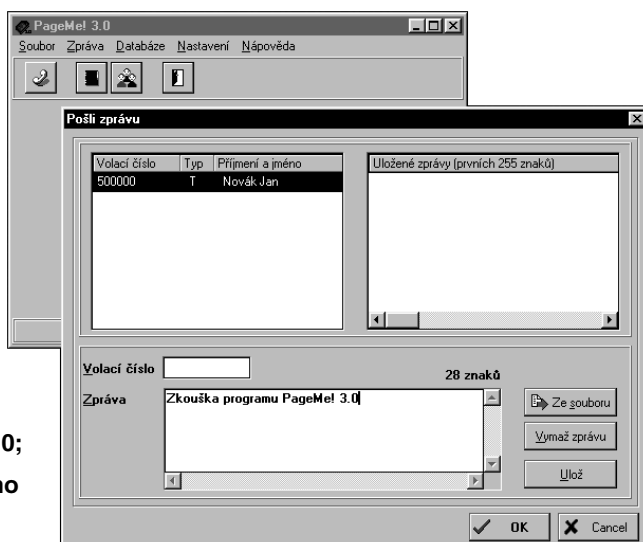
Rozšíření programu OPERATOR SEND. Je přizpůsoben operačnímu systému MS Windows 95, ale pracuje též v systému MS Windows 3.1. Nabízí lištu tlačítek Toolbar se stavovým řádkem, plný multitasking (při odeslání vzkazů lze přepnout i do jiné aplikace), možnost nastavení počtu pokusů o navázání spojení, automatické odstranění české diakritiky z textu zprávy a prohlížení LOG souborů, ve kterých se sdružují informace které zprávy byly kdy a komu odeslány. Navíc umožňuje program odesílání dlouhých zpráv (až 1 000 znaků) s možností přednastavení limitu a sdružování účastníků do skupin. Tak lze lehce zasílat hromadné zprávy celé nebo celým skupinám.

Všechny programy si lze stáhnout z domovské stránky www.operator.cz nebo požádat společnost OPERATOR a.s. o zaslání programu na disketě za cenu diskety a poštovného.

Zasílání zpráv protokolem TAP

Protokol TAP (Telocator Alphanumeric Protocol) byl vyvinut pro účely předávání zpráv do veřejné pagingové sítě a využívá se především k automatickému odesílání vzkazů (například varovná hlášení ap.). Z bezpečnostních důvodů lze takto odeslat nejvýše pět zpráv během jednoho spojení. Spojení je uskutečňováno přes telefonní číslo 0600 122 přenosovou rychlostí 2 400 bit/s, 8 datových bitů, 1 stop bit a bez parity.

Pro bližší informace o službách a odesílání zpráv se můžete obrátit na adresu Radiokontakt OPERATOR a.s., Skokanská 1, 169 00 Praha 6, tel.: 0600 100 nebo 02/2051 7826, popř. na www.operator.cz.



Program PageMe! 3.0;
nahore zadání nového
jména, vpravo okno
pro odeslání zprávy

Reklamní plocha

Šifrovací algoritmus GSM pokořen!

Ještě donedávna nám pánové v bílých košilích a s úsměvem na rtech tvrdili, že bezpečnost systému GSM a jeho šifrovací algoritmy jsou tak dokonalé, že se o svoje hovory nemusíme obávat. Ale časy se mění. Všechno je jinak.

Expertům ze SDA (Smartcard Developer Association) a ISAAC security research group nedalo totiž tvrzení o neprůstřednosti dat přenášených systémem GSM spát. A jelikož mají k pamětovým kartám velmi blízko, podařilo se jim vyčíst ze SIM karty zdrojový kód algoritmu A38/COMP128, který je klíčem pro ověření "pravosti" uživatele a na který potom navazuje šifrovací algoritmus A5, chránící naše data před odposlechem.

Samo o sobě však odhalení algoritmu nestačí. Snad každý algoritmus má slabé místo, které jej činí zranitelným vůči nájezdu novodobých pirátů – hackerů. Netrvalo dlouho a pánové D. Wagner a I. Goldberg, dvě esa z berkeleyjské univerzity, oznámili, že našli skulinku, onu "achillovu patu" algoritmu A38. To vše se odehrálo 13. dubna 1998.

Pokud by vše bylo tak, jak vypadá, nic by už nestálo v cestě faktickému klonování GSM SIM karet, tedy vytvoření identického dvojčete třeba právě vaší SIM karty. Volat pak mohou oba, platit budete pouze vy. Nepropadejte však panice a nezahazujte své telefony. Podívejme se raději, nakolik je toto nebezpečí reálné a co to přinese nám, obyčejným smrtelníkům.

Jediné slabé místo při přenosu jakýchkoli dat přes systém GSM se nachází paradoxně právě tam, kde stojí základ neuvěřitelného úspěchu tohoto systému: v jeho rádiové části. Data přenášená mezi mobilním telefonem a základnovou stanicí "zcela veřejně" na jedné straně umožňují téměř neomezenou volnost majitele mobilního telefonu, na straně druhé však znamenají potenciální nebezpečí odposlechu tohoto telefonu, v horším případě pak dokonce telefonování na účet majitele přístroje. Není pochyb o tom, že systém GSM je velmi důmyslný a potenciální vetřelec musí překonat řadu nástrah, pokud by chtěl proniknout do jeho útrob. První jsou technické obtíže takového činu, neboli vlastnictví odpovídajícího technického vybavení. GSM používá speciální protokoly a formáty dat pro přenos veškerých informací, které jsou sice standardem, ale pouze v rámci GSM – není to tak snadné jako nákup nového televizoru. Mimo jiné sem patří např. digitální modulace GMSK (speciální druh digitální FM modulace), neustálé přeladování stanice (hand-over, frequency hopping), kanálové kódování (data se nepřepínají ze sebou, ale napřeskáčkou) a další. Druhou věcí je řada mechanismů pro ověření identity uživatele. Jsou to po řadě TMSI, autentifikace algoritmem A38 a šifrování dat algoritmem A5.

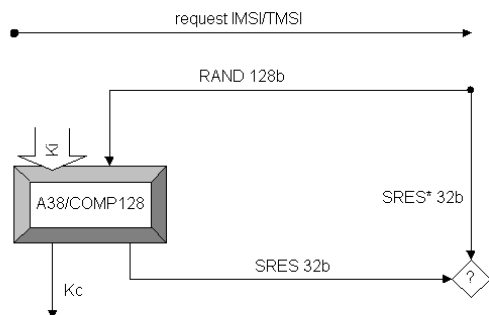
TMSI

Každý uživatel mobilní sítě má přiděleno svoje telefonní číslo MSISDN (např. 060X/123456). Toto číslo je sice blízké nám, lidem, ovšem síť GSM ve skutečnosti používá k identifikaci jednotlivých uživatelů tzv. IMSI číslo (International Mobile Subscriber Identity), které má předem definovaný formát jak má vypadat a vždy lze jednoznačně určit relaci MSISDN – IMSI. Aby však nešlo vystopovat konkrétní telefonní přístroj a potažmo tak i jeho majitele, přiděluje vždy ústředna po zapnutí telefonu jeho dočasnou identitu, jakési náhodně generované číslo TMSI. Toto náhodné číslo se může měnit i několikrát za den, např. při změně oblasti (Location Area) apod. Najít pak konkrétního majitele telefonního přístroje je jako hledat jehlu v kupce sena.

Autentifikace

Ověření "pravosti" uživatele má na starosti Autentifikační centrum (AuC). Hlavním účelem je zabránit přihlášení do sítě jakéhokoli zařízení, které se snaží vypadat jako nějaký běžný

Reklamní plocha



Obr. 1 - Autentifikace v systému GSM

a je tajný (tedy byl). V podstatě jde o to, že ústředna vygeneruje dotaz na uživatele, který se přihlašuje a ten jí musí správně odpovědět. Pouze tak bude připuštěn do sítě. Celá operace je v trochu zjednodušené podobě vidět na obr.1.

Po zapnutí požádá mobilní terminál/uživatel o přístup do sítě. Přitom se samozřejmě musí ústředně představit. Zašle tedy svoje IMSI přes BTS. Odezvou sítě je náhodné číslo RAND (128 bitů), které putuje zpět přes MT do SIM karty, kde se nachází jednak zmiňovaný algoritmus A38 a také tajný klíč Ki (128 bitů). Algoritmus A3 na základě čísla RAND a klíče Ki vygeneruje odpověď SRES (32 bitů), která se vrací do ústředny. Mezitím ústředna vygenerovala správnou odpověď SRES*. Uživatel bude vpuštěn do systému jen pokud jsou obě čísla shodná.

Jako zajímavost lze uvést, že algoritmus A38 není podle GSM nijak striktně určen a každý operátor může používat svůj vlastní algoritmus. Většina operátorů, včetně společností Euro-Tel a RadioMobil, však používá algoritmus COMP128, tedy algoritmus, který se podařilo ze SIM karty vyčíst. Na světě existuje pouze několik operátorů, kteří používají jiný než algoritmus COMP128. Neznámý algoritmus používá například Vodafone (Austrálie), Libertel a PTT Telecom (Nizozemí), Deutsche Telekom a E-Plus (SRN). Neznačená to ovšem, že by jejich systém byl bezpečnější.

Algoritmus COMP128 byl vždy předmětem velkých tajností. To samozřejmě sice přispívalo k bezpečnosti celého systému a vedlo k neochvějnému přesvědčení o jeho absolutní bezpečnosti. Nicméně to také zamezilo širší diskuzi o jeho kvalitách, a proto se až teď ukazují některé jeho nedostatky.

Šifrování dat

Veškerá data na rádiové cestě jsou chráněna proti odposlechnutí pomocí proudového šifrování XOR. Jako heslo operace XOR je použit výstup šifrovacího algoritmu A5, do kterého vstupují dvě veličiny: šifrovací klíč Kc a číslo TDMA rámce. Tento algoritmus, stejně jako vlastní šifrování, je implementován z důvodu rychlosti nikoli na SIM kartě, ale až ve vlastním telefonu. Také algoritmus A5 byl dlouho opředen závojem tajemství. V tomto případě se jedná o trojici vhodně zapojených posuvných registrů se zpětnou vazbou, označovanou též jako LFSR (Linear Feedback Shift Register). Výstupem A5 je vždy dvojice hesel dlouhá 114 bitů, jedno pro uplink, tj. vysílání ve směru mobilní telefon – základnová stanice, a druhé pro downlink, tedy ve směru opačném.

Ještě jsme se nezmiňovali o druhé části algoritmu A38/COMP128, též označované jako A8. Ta nám totiž generuje hned při přihlašování z čísel Ki a RAND šifrovací klíč Kc (64 bitů), který bude později využit pro vytvoření šifrovacího hesla operace XOR. Jelikož se autentifikace provádí při každém pokusu o přenos dat, je pro každou relaci sice jiné Kc, v rámci jedné relace je však Kc konstantou. To je také důvod, proč do hry vstupuje ještě číslo TDMA rámce, které se periodicky mění každých 4,15 ms. Pokud bude jedna relace (hovor) kratší než cca 3,5 hodiny, budou zajištěny stále jiné vstupní parametry algoritmu A5 a tedy i neopakující se heslo operace XOR.

Aby bylo možné hovor odposlechnout, je nutné znát šifrovací klíč Kc, který ovšem nelze zjistit bez znalosti Ki. Vše vypa-

dá opět bytelně, kdyby ovšem i zde neexistovala malá chybička. Původně 64 bitový klíč Kc je z nepochopitelných důvodů ve skutečnosti o 10 bitů kratší a na 64 bitový rozšířen nulami, což samozřejmě snižuje bezpečnost systému. Pro koncové uživatele to je signál zcela jasný. Budete-li chtít přenášet důvěrná data, používejte před jejich odesláním ještě vlastní bezpečnostní mechanismy! O tom, že ani naši operátoři neoponechávají nic náhodě, svědčí např. uvedení nové služby BMG (Business Messaging Gateway) společnosti EuroTel, která využívá krátké textové zprávy SMS pro přenos různých informací např. v bankovníctví. A právě pro tyto obzvláště citlivé informace doporučuje přímo EuroTel ještě další šifrování dat kartami Kodat GTI s mohutností šifrovacího klíče 2^{144} .

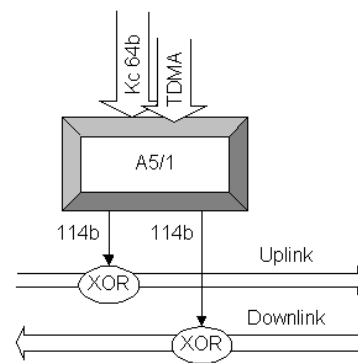
Jestliže jsme až doposud nacházeli v systému GSM drobné chybičky a nedopatření, neznamená to nutně, že je tento systém špatný, spíše to má znamenat, že kdyby bylo vše tak, jak se sluší a patří, mohl být lepší. Podívejme se raději na to, co musí provést novodobý hacker k tomu, aby mohl telefonovat na váš účet nebo odposlouchávat vaše hovory. Jak je zřejmé, při přihlášení do sítě musí nejprve uvést falešnou identitu IMSI (tedy na účet koho chce telefonovat, programováno na SIM) a posléze projít úspěšně autentifikačním procesem SRES. K tomu je ale nutná znalost algoritmu COMP128 a čísla Ki. Samotná SIM karta si střeží jak algoritmus COMP128, tak klíč Ki velmi dobře. Nelze je tedy vyčíst žádnou čtečkou SIM karet. Vzhledem k tomu, že číslo RAND má 128 bitů, což je více jak $3,4e + 38$ kombinací, nepřichází v úvahu ani metoda hrubé síly, tj. prozkoumání či odposlechnutí celého prostoru náhodných čísel.

Podívejme se ještě jednou na algoritmus COMP128. Co vlastně tento algoritmus dělá? Nic složitějšího, pouze z jednoho čísla (RAND) vypočítá jiné (SRES). V ideálním případě by měl být tento algoritmus "jednosměrný", tj. nemělo by být možné odvodit vstupní parametry tohoto algoritmu na základě jeho odezvy. Problém se nám ovšem zjednoduší, přihlídneme-li k tomu, že známe algoritmus COMP128 a víme o některých jeho chybách. Podle expertů berkeleyjské univerzity lze určit klíč Ki tak, že se podstrčí kartě vybraný soubor čísel RAND a sledují se odpovědi SRES. Při vhodné zvolených vstupních parametrech totiž závisí odezva pouze na některých bitech čísla RAND. Tím se nám velmi výrazně sníží prohledávaný prostor a tedy i počet pokusů, které musíme provést, abychom se strefili do toho správného čísla. Samozřejmě z toho ale také jednoznačně vyplývá, že Ki nelze určit žádným odposlechem, ale pouze "oměněním" patřičné SIM karty.

Na závěr

Není pochyb o tom, že jeden z mýtů o neporazitelnosti novodobých technologií padl a bylo jen otázkou času, kdy k tomu dojde. Na druhou stranu je technická náročnost zneužití systému GSM tak velká, že je prakticky téměř nemožné. Z výše uvedených skutečností také jednoznačně vyplývá, že není možné bez znalosti šifrovacích klíčů jakkoli odposlouchávat hovor na rádiové cestě, natož pak volat na účet konkrétní osoby. Doufáme tedy, že zůstane pouze u dobré reklamy, které se tomuto fenoménu poslední doby dostalo. A na závěr máme pro vás jednu dobrou radu. Nikdy nikomu nepůjčujte svoji SIM kartu. A spěte klidně...

Pozn.: článek byl zpracován na základě volně dostupných materiálů berkeleyjské univerzity a dalších. Velmi pěkný článek na toto téma také vyšel v časopisu Chip 6 a 7/98.



– šim –

Obr. 2 - Schéma šifrování dat

Osciloskopy a jejich použití

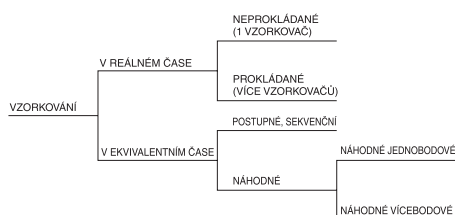
4. část

Digitální paměťové osciloskopy – pokračování

Ing. Ladislav Havlík, CSc.

Způsoby vzorkování

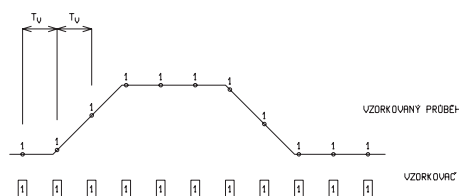
Vzorkování může probíhat v reálném - skutečném čase nebo v ekvivalentním čase. V obou případech se nabízí více možností (obr. 29).



Obr. 29 - Rozdělení způsobu vzorkování. Vzorkování v reálném a ekvivalentním čase jsou dva základní režimy používané digitálními osciloskopy.

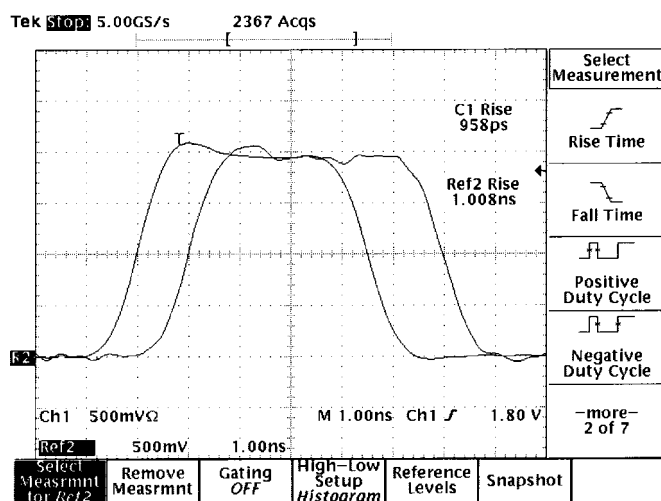
Vzorkování v reálném čase

Při vzorkování v reálném čase jsou všechny vzorky průběhu odebrány v jediném cyklu z jediného průběhu po jediném spuštění vzorkovače. Vzorkovač vzorkuje svým vlastním kmitočtem $f_V = 1/T_V$, obr. 30. Časový poměr mezi vzorky a zobrazenými body je 1:1. Body průběhu jsou ve stejném sledu a ve stejných časových intervalech, v jakých došlo k jejich ovzorkování. Hustota vzorků (velikost kmitočtu vzorkování) určuje do značné míry přesnost či věrnost zobrazení průběhu. Větší hustota vzorků se získá nejen zvýšením vzorkovacího kmitočtu, ale také prokládaným vzorkováním (interleaved sampling) dvou nebo více vzorkovačů. Prokládané jednorázové vzorkování



Obr. 30 - Při vzorkování v reálném čase jsou všechny vzorky získány v jediném cyklu. Kmitočet vzorkovače: $f_V = 1/T_V$.

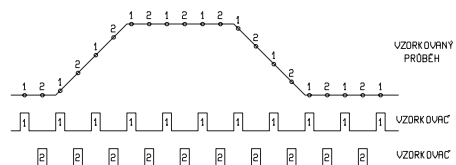
průměrování (averaging), obálka (envelope, accumulation) nebo detekce špiček (peak detect). Pro zlepšení čitelnosti průběhu můžeme u jednorázového jevu použít režimu velkého rozlišení. Při něm rychlý procesor vypočítává v reálném čase průměrné hodnoty z m bodů ve stejných intervalech. Výsledný signál se skládá z řady průměrovaných bodů, kterých je $1/m$ krát méně, nežli je maximální možný počet bodů na jednorázovém záznamu (viz obr. 33).



Obr. 32 - Impulz vzorkovaný v reálném čase rychlostí 5 GS/s, zleva opakovaný signál $t_r = 958$ ps a jednorázový signál, $t_f = 1008$ ps, $X = 1$ ns/díl, $Y = 500$ mV/díl (Tektronix TDS684, 1 GHz, 5 GS/s).

Menší počet bodů ale znamená zmenšený kmitočtový rozsah systému. Každé zlepšení rozlišení o 0,5 bitu znamená snížení kmitočtového rozsahu na polovinu. Zvýší-li se rozlišení z 8 bitů na 12 bitů, což je praktická hranice, zmenší se kmitočtový rozsah na 1/8 původního. (Např. osciloskop s rozsahem $B_r = 1$ GHz se stane 125MHz přístrojem.) Režimu velkého rozlišení můžeme použít jen tehdy, pokud je k dispozici velký počet vzorků a stačí nám zmenšený kmitočtový rozsah, jako je tomu na obr. 34 a 35. Obr. 34 znázorňuje záznam rázové zkoušky automobilu při jednorázovém ovzorkování. Na obr. 35 je záznam téže zkoušky, ale v režimu vertikálního rozlišení 12 bitů. Snížený kmitočtový rozsah se projevil zmenšením amplitud užitečného signálu a delšími hranami jevu.

Vzorkování v reálném čase zamezuje vznik aliasingu nebo jinému zkreslení průběhu, které se objevuje při vzorkování v ekvivalentním čase. Při vzorkování v reálném čase se kladou mimořádné nároky na velikost vzorkovacího kmitočtu,

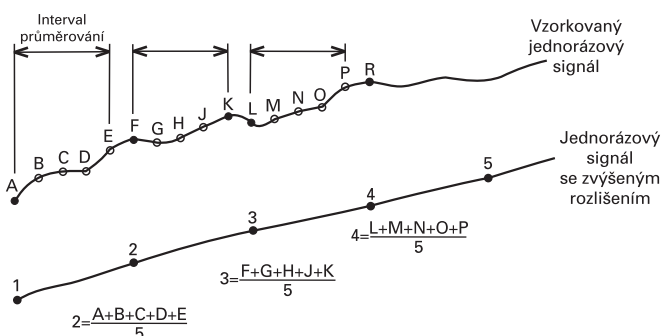


Obr. 31 - Prokládané vzorkování v reálném čase, kdy pracují dva vzorkovače.

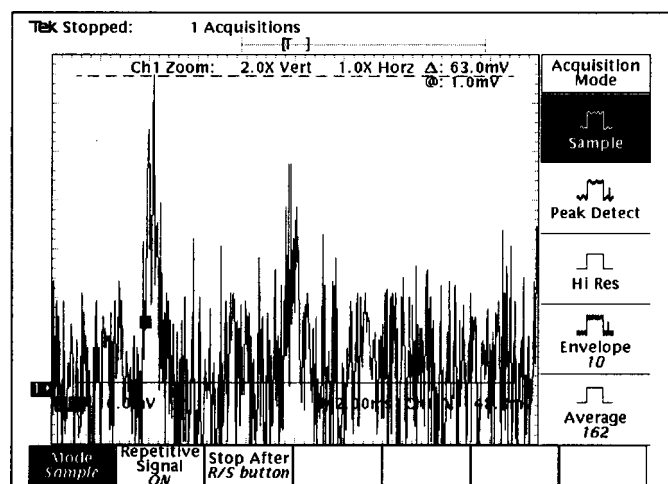
rychlost vzorkovače, AD převodníku a akviziční paměti.

Vzorkování v ekvivalentním čase

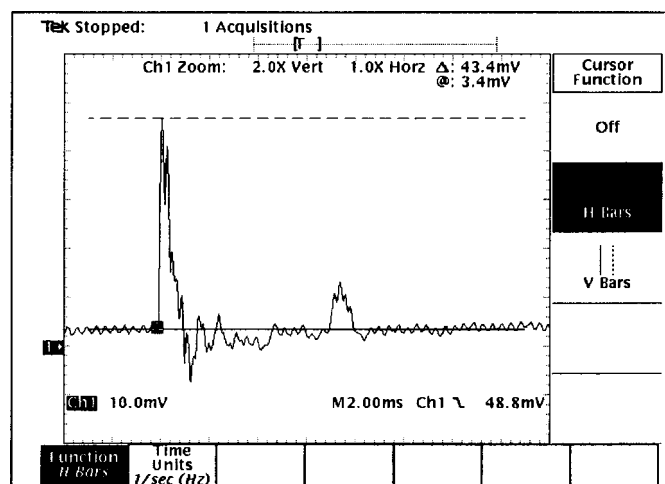
Znovu si připomeňme, že pro vzorkování v ekvivalentním čase je nutné, aby vstupní signál byl opakovaný. Vzorky,



Obr. 33 - Způsob získání velkého rozlišení jednorázového signálu. Interval průměrování $m = 5$.



Obr. 34 - Záznam destruktivní rázové zkoušky jednorázovým ovzorkováním v reálném čase je silně rušený šumem.
X = 2ms/díl, Y = 10mV/díl.



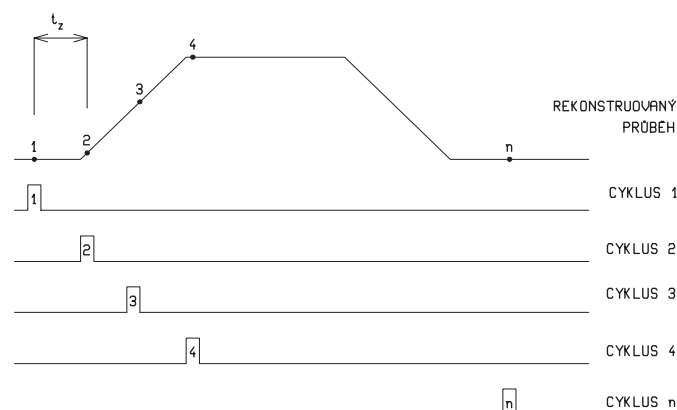
Obr. 35 - Týž záznam s rozlišením zvýšeným na 12bitů.
Signál má menší amplitudu, ale je daleko čitelnější.

z nichž je posléze celý průběh složen se získávají postupně, během mnoha cyklů. Sekvenční (nebo postupné) vzorkování odebere po každém spuštění jeden vzorek z jednoho průběhu. Okamžik odeběru je zpožděn o pravidelný interval t_z proti předchozímu. Tak se na počátku průběhu během prvního cyklu odebere první vzorek, během druhého cyklu druhý vzorek atd. až během n -tého cyklu n -tý vzorek (obr. 36); n je počet bodů, z nichž je výsledný průběh složen. Důležité je si uvědomit, že vzorkování následuje vždy až po spuštění osciloskopu a není tedy možné získat tvar signálu před spuštěním (pretrigger). Pohled na signál před spuštěním můžeme získat pomocí zpožďovací linky. Díl signálu využijeme pro vnější spuštění osciloskopu. Signál pak přivedeme na vertikální vstup osciloskopu zpožďovací linkou. Ta signál zpozdí o dobu potřebnou pro rozběhnutí časové základny plus požadovanou dobu před začátkem průběhu (praktická velikost celkového zpoždění je několik desítek nanosekund). Měřicí pracoviště ovšem musí být přizpůsobeno charakteristické impedanci zpožďovací linky, obvykle

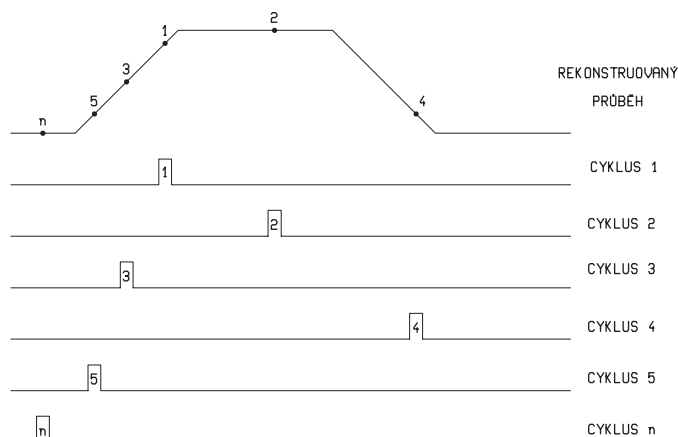
50 Ω . Zpožďovací linka také snižuje kmitočtový rozsah měřicí trasy. Kvalitní zpožďovací vedení se zpožděním 50 ns a kmitočtovým rozsahem 10 GHz je navíc poměrně prostorově náročné. Může zaujmát prostor i několika dm³.

Sekvenčním vzorkováním získáme nejkvalitnější obraz ze všech způsobů vzorkování. Dosahujeme jím minimální fázový neklid (timing jitter) nejvyšší přesnosti v měření časových intervalů a také nejvyššího analogového kmitočtového rozsahu B_a , viz vzorkovací osciloskopy. Sekvenční vzorkování je ale nejpomalejší. Oscilogramy na obr. 15, 18 a 19 ve stati Vzorkovací osciloskopy našeho seriálu [č. 8/98] byly zaznamenány přístroji se sekvenčním vzorkováním. Náhodné jednobodové vzorkování se podobá sekvenčnímu v tom, že se u něj v každém cyklu odebere jeden vzorek. Měřený signál je však vzorkován konstantním kmitočtem (digitizing rate), určeným vnitřními hodinami osciloskopu nezávisle na kmitočtu vstupního signálu. Vzorky jsou ukládány do paměti v náhodném pořádku – obr. 37. Ke správnému zobrazení vzorků slouží časový interval mezi spuštěním

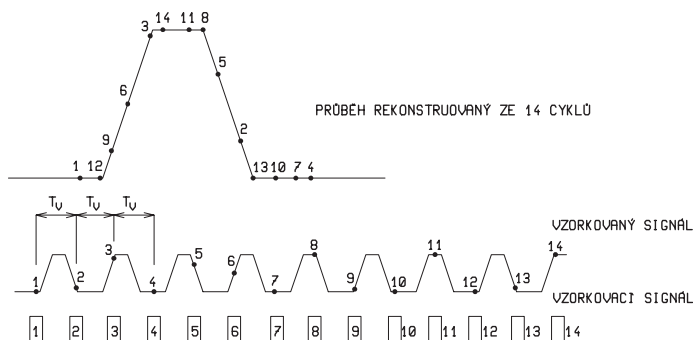
a vzorkem, který je odměřován při každém spuštění. Náhodný pořádek vzorků vzhledem k okamžiku spuštění umožňuje zobrazit časový úsek před spuštěním (pretrigger) i po spuštění (posttrigger), neboť signál je vzorkován na obou stranách okamžiku spuštění. Jiné znázornění náhodného jednobodového vzorkování je na obr. 38, kde je vidět shodná vzdálenost vzorkovacích okamžiků určená periodou vzorkování T_V . Perioda vzorkování se liší od periody signálu. Nedojde-li při náhodném vzorkování k synchronizaci a tudíž ke spuštění časových obvodů, vzorkování sice probíhá, ale snímané vzorky nejsou zachovány a vyhodnoce-ny. U sekvenčního vzorkování dojde k odebrání vzorku jen po spuštění osciloskopu. Při náhodném vícebodovém vzorkování se během jednoho cyklu odebere několik vzorků a změří se časová vzdálenost každého z těchto vzorků od okamžiku spuštění. K získání průběhu je zapotřebí menšího počtu akvizic (cyklů), než při náhodném jednobodovém vzorkování. Sběr dat se tak znatelně urychlí, zejména má-li signál relativně nízký vzorkovací kmitočet.



Obr. 36 - Sekvenční vzorkování v ekvivalentním čase.



Obr. 37 - Náhodné jednobodové vzorkování, cykly 1 až 5 a n.



Obr. 38 - Náhodné jednobodové vzorkování znázorněné tak, že je patrné postupné snímání vzorků na opakovaném signálu cykly 1 až 14.

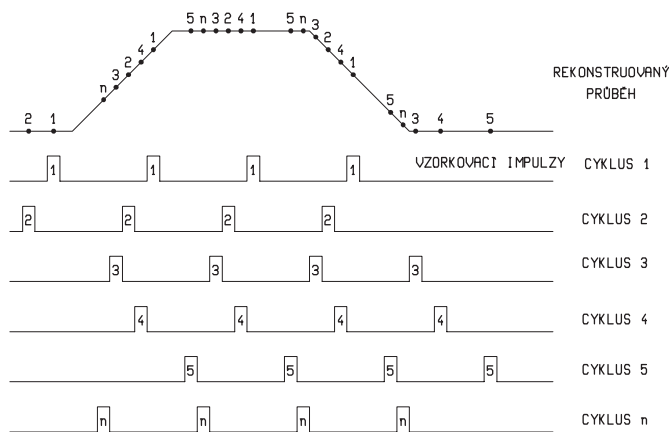
Na obr. 39 je naznačeno náhodné čtyřbodobé vzorkování. K jeho činnosti je zapotřebí 4 vzorkovačů. Stejné množství vzorků jako u jednobodového vzorkování se zde pořídí za 1/4 doby, po kterou trval sběr vzorků z průběhu vzorkovaného jednobodově.

Vzorkuje-li osciloskop v ekvivalentním čase, jeho kmitočtový rozsah je analogový, B_a . Ten je převážně definován vlastnostmi vstupních obvodů digitálního paměťového osciloskopu (zesilovač, předzesilovač). Vlastnosti jednotlivých druhů vzorkování shrnuje tab. 4.

Reálny a analogový kmitočtový rozsah

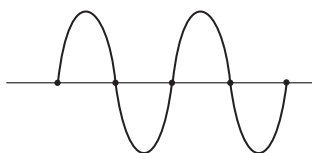
Kmitočetový rozsah v reálném čase B_r určuje největší kmitočet signálu, který může osciloskop ovzorkovat při jediném spuštění. Během trvání tohoto signálu osciloskop nashromáždí dostatečný počet vzorků, aby z nich mohl průběh co nejvěrněji rekonstruovat.

Nyquistovo kritérium říká, že pokud je signál vzorkován kmitočtem $2f$, neobsahují vzorky žádnou informaci o signálech s kmitočtem větším než f . Jinak řečeno vzorkovací kmitočet musí být alespoň dvojnásobkem kmitočtu vzorkovaného signálu. Přístroj se vzorkovacím kmitočtem $2f$ se chová jako ostrá dolno-



Obr. 39 - Náhodné vícebodové vzorkování. Zde 4 bodové.

vý nebo jiný signál – obr. 42b. Algoritmus použitý pro rekonstrukci musí zahrnovat určité předpoklady o tvaru signálu, protože samotná data, obsažená ve vzor-



Obr. 40 - Sinusový signál s kmitočtem f vzorkovaný kmitočtem $2f$ s fázovým rozdílem 0° .



Obr. 41a - Vzájemná poloha vzorků a jehlového impulsu vylučuje zjištění signálu; b - přítomnost signálu bude zjištěna.

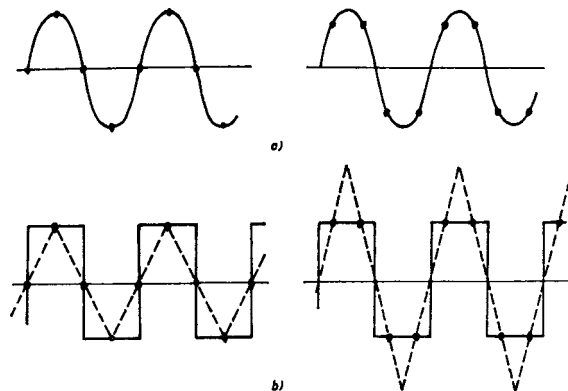
hou vzorků vůči vzorkovanému signálu po- dle obr. 40, nezjistíme ani přítomnost tohoto signálu, natož jeho tvar. I při dosti velkém počtu vzorků nezjistíme signál jehlového tvaru, který je užší nežli inter- val mezi vzorky – obr. 41a. Takový signál může být zjištěn jen v případě alespoň částečné koincidence impulsu se vzor- kem – viz obr. 41b.

Vzorkujeme-li sinusový signál o kmitočtu f například kmitočtem $4f$ s polohami vzorků podle obr. 42a, vždy získáme dostatečný počet údajů pro jeho zpětnou rekonstrukci. Tytéž vzorky ale mohou reprezentovat i obdélníkový, trojúhelníko-

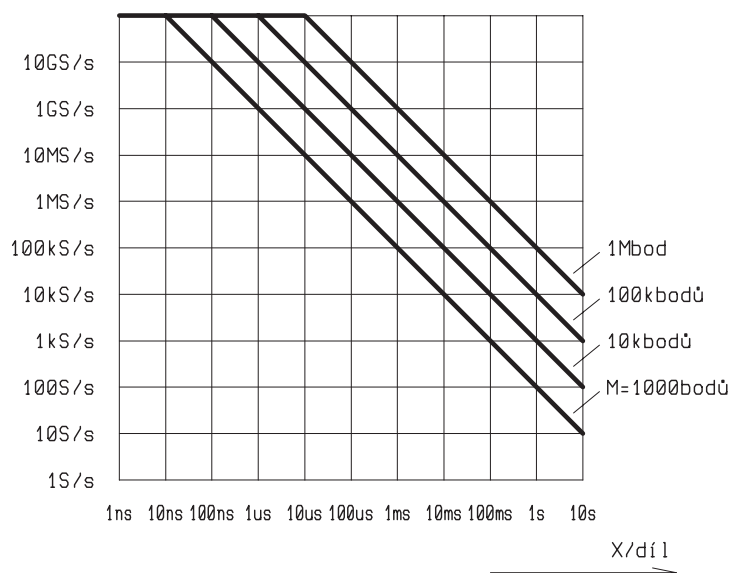
cích nám to neřeknou. Efekt nejistoty o tvaru signálu je týž, jako kdyby byl trován dolnofrekvenční propustí. Tak se u analogového osciloskopu, což je dolnofrekvenční propust s kmitočtovým rozsahem B_0 (pro pokles o 3dB) zobrazí signál s kmitočtem větším než B_0 vždy jako sinusový (a se smíšenou amplitudou), ať byl sinusový, trojúhelníkový nebo jiný. Výsledek zobrazení u digitálního osciloskopu je závislý na způsobu interpolace a počtu vzorků na průběh. V každém případě se z většího počtu vzorků průběh rekonstruuje přesněji. Nejmenší počet vzorků $n_{\min}$, kterým je průběh zobrazen je dán vztahem:

metoda	výhody	nevýhody
vzorkování v reálném čase (obr. 29 a 30)	- zobrazí jednorázový jev - nepůsobí aliasing	- omezuje kmitočtový rozsah rychlosti vzorkování - nelze použít průměrování, obálku a detekci špiček
vzorkování v ekvivalentním čase	- zvýší kmitočtový rozsah pro opakovaný signál - možnost průměrování, obálky, detekce špiček	- vyžaduje opakovaný signál - aliasing
sekvenční vzorkování (obr. 35)	- nejvyšší kmitočtový rozsah - nejmenší fázový neklid - nej přesnější měření časových intervalů - nejrychlejší časová základna	- nezobrazí jevy pod spouští ním - vyžaduje stabilní spouštění - dlouhé akvizice pomalých signálů
náhodné jednobodové vzorkování (obr. 36, 37)	- zobrazí signál před i po spuštění	
náhodné vícebodové vzorkování (obr. 38)	- zobrazí signál před i po spuštění - rychlejší akvizice než u jednobodového vzorkování	- větší fázový neklid

Tab. 4



Obr. 42a - Sinusový signál vzorkovaný kmitočtem 4f ve dvou různých fázích; b - vzorky mohou představovat trojúhelníkový, obdélníkový nebo jiný signál.



Obr. 43 - Závislost kmitočtu vzorkování f_v na rychlosti časové základny $X = 0,1 \Delta t/\text{díl}$, (10). Parametrem je velikost paměti M .

(8)

Praktický počet vzorků $n_{\min}$ je při použití lineární interpolace okolo deseti. Tento počet lze významně snížit použitím interpolace $\sin X/X$.

Analogový kmitočtový rozsah B_a je definován vlastnostmi vstupních obvodů. Již jsme naznačili, že k jeho omezení počtem vzorků nedochází, neboť při vzorkování v ekvivalentním čase můžeme pořídit potřebné množství vzorků. Typický počet vzorků na průběh je okolo 500. Ke kmitočtovému omezení dojde ve vstupním zeslabovači a předzesilovači, tedy v analogové části digitálního paměťového osciloskopu. Analogový kmitočtový rozsah B_a a počet vzorků $n_{\max}$ určují ekvivalentní vzorkovací rychlost f_{veq} : (srovnej se vztahem (8))

(9)

Ta může být tedy o několik řádů vyšší než maximální vzorkovací rychlost f_{vmax} . U některých výrobců najdeme oba údaje, maximální vzorkovací rychlost f_{vmax} i maximální ekvivalentní vzorkovací rychlost f_{veq} , která je spíše fiktivním údajem pro vylepšení portréту osciloskopu.

Požadavek na nejmenší možný počet vzorků $n_{\min}$ omezuje maximální kmitočet signálu $f = B_r$, který osciloskop může v reálném čase zachytit, $B_r = f_{vmax}/n_{\min}$. Pro toto omezení se pro většinu digitálních osciloskopů udává

dva kmitočtové rozsahy, větší analogový B_a a menší reálný kmitočtový rozsah B_r . Vývoj digitálních paměťových osciloskopů směřuje ke zvýšení vzorkovací rychlosti f_v do té míry, aby se kmitočtový rozsah při vzorkování v reálném čase B_r přiblížil analogovému kmitočtovému rozsahu B_a při vzorkování v ekvivalent-

ním čase. Jedním z cílů je, aby oba kmitočtové rozsahy byly shodné $B_a = B_r$. Toho již bylo dosaženo u řady digitálních osciloskopů. Výrobci takové přístroje označují jako osciloskopy pro reálný čas (digital real-time oscilloscopes). Reálný kmitočtový rozsah B_r je někdy nazýván jednorázový kmitočtový rozsah (single-shot bandwidth). Nejlepší současné digitální osciloskopy mají kmitočtový rozsah $B_r = B_a = 1,5 \text{ GHz}$ – viz kapitola Digitální paměťový osciloskop včera a dnes.

Příkladem záznamu signálu osciloskopem, jehož reálný a analogový kmitočtový rozsah je stejný, je na obr. 32. Impulz o šířce 2,5 ns (na 50 % amplitudy) je zobrazen jednorázově i v opakovaném režimu, aniž by se navzájem významně lišily.

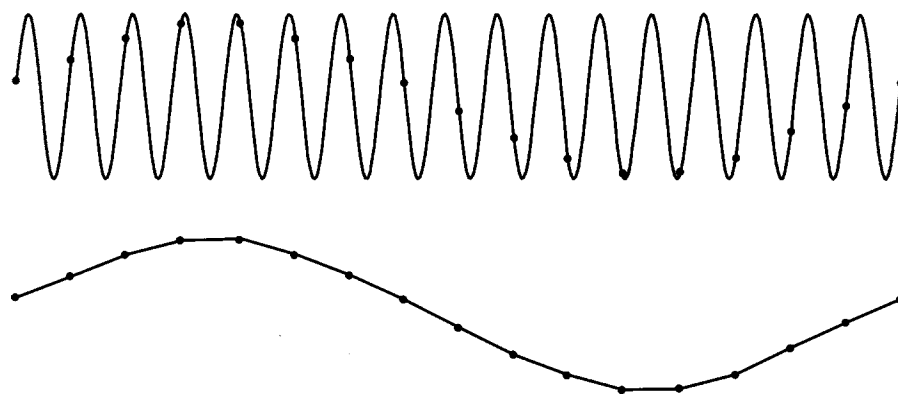
Pokud naše finanční možnosti dovolí, zvolíme při výběru digitálního osciloskopu s reálným kmitočtovým rozsahem rovným analogovému.

Aliasing, detekce špiček a obálka

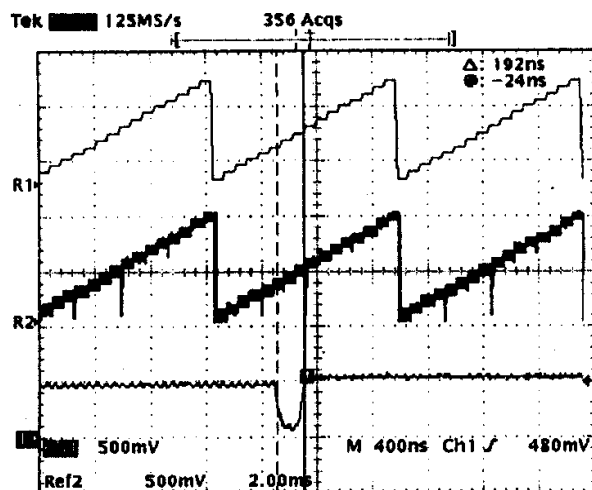
Výraznou nevýhodou režimů vzorkování v ekvivalentním čase je aliasing (pozn. redakce: zrcadlení, několikeré promítání obrazu; překrývání spekter). Kmitočtový rozsah osciloskopu v reálném čase B_r (určený převážně hustotou vzorkování f_v) je od určitého rozsahu časové základny úměrný jejímu nastavení. S klesající rychlostí časové základny X klesá od jistého rozsahu (na jeho rychlejší straně) počet vzorků v časovém úseku a tím klesá vzorkovací kmitočet a tedy také reálný kmitočtový rozsah B_r . Do akviziční paměti, kam se ukládají právě zdigitalizované vzorky, lze nashromáždit jen takový počet bodů, kolik činí její kapacita M . Zvětšíme-li časový úsek Δt volbou pomalejší časové základny, musí proto klesnout hustota (kmitočet) vzorků f_v ve zvětšeném časovém úseku:

(10)

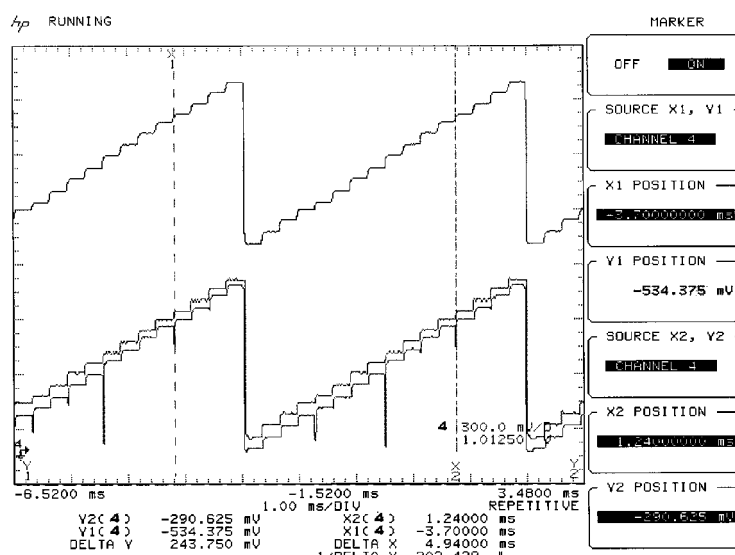
Účinek vztahu (10) si ukážeme na příkladu. Mějme osciloskop s maximálním vzorkovacím kmitočtem 1 GS/s a akviziční paměti 10 000 bodů. Při časové základně $X = 1 \mu\text{s}/\text{díl}$ je zobrazený časový úsek $\Delta t = 10 \mu\text{s}$ (10 dílků rastru). Záznam obsahuje podle vztahu (10) počet bodů $M = f_v \cdot \Delta t = 10^9 \cdot 10^{-4} = 10^4 = 10\,000$ bodů a akviziční paměť je zcela obsazena. Přepneme-li časovou základnu na pomalejších $10 \mu\text{s}/\text{díl}$, zvětší se interval Δt desetkrát, tedy na $100 \mu\text{s}$. Pokud bychom chtěli dodržet stejnou hustotu bodů jako v předešlém případě, museli bychom mít akviziční paměť rovněž desetkrát větší tj. 100 000 bodů. Při stávající paměti 10 000 bodů musíme snížit hustotu vzorků desetkrát, takže vzorkovací kmitočet f_v klesne z 1 GS/s na 100 MS/s. Tím rovněž klesne reálný kmitočtový rozsah B_r .



Obr. 44 - Vznik aliasingu: nahoře skutečný signál, dole zobrazený efektem aliasingu.



Obr. 45 - Šestnáctistupňový průběh s parazitními impulzy a modulovanými temeny stupňů v režimu velkého rozlišení a detekce špiček, $X = 2$ ms/díl. Na spodním průběhu je parazitní impuls na konci osmého stupně v režimu vzorkování. $X = 400$ ns/díl, kurzory měří šířku impulsu $\Delta = 192$ ns (živý průběh), $Y = 500$ mV/díl. (Tektronix TDS524)



Obr. 46 - Šestnáctistupňový průběh (z obr. 44) shora v režimu 32násobného průměrování a obálky. $X = 1$ ms/díl, $Y = 300$ mV/díl. Kmitočet signálu změřený časovými kurzory je 202,429 Hz. (Hewlett-Packard 54540C – s barevným TFT displejem)

Vztah (10) je graficky znázorněn na obr. 43 pro velikost paměti $M = 1\,000$ bodů až 1 M bod. Na grafu je dobře vidět, že zvětšení akviziční paměti umožňuje zvýšit vzorkovací kmitočet. Zvýšení vzorkovacího kmitočtu ovšem také znamená zvětšení reálného kmitočtového rozsahu a tím také omezení aliasingu.

Rozšíření akviziční paměti tedy všeobecně zlepší parametry digitálního osciloskopu.

Nemilým důsledkem poklesu počtu bodů v jednotce času je zobrazení sledovaného jevu při mnohem pomalejší časové základně, než mu ve skutečnosti přísluší – aliasing. Graficky tento jev podobný stroboskopickému znázorňuje obr. 44. Vznik aliasingu můžeme očekávat vždy, kdykoliv se reálný kmitočtový rozsah B_r stane menší než analogový kmitočtový rozsah B_a . Mnohdy ho objevíme zkusmým přepnutím časové základny na rychlejší rozsah a tak nalezneme správný obraz průběhu. Nejjednodušeji se aliasingu vyhneme použitím digitálního osciloskopu, jehož kmitočtové rozsahy $B_r = B_a$. Analogové osciloskopy tímto neduhem netrpí, neboť pracují s plným kmitočtovým rozsahem při všech rychlostech časové základny. To je významná přednost analogového osciloskopu proti digitálnímu.

Zmenšení hustoty vzorků při pomalejších časových základnách vede kromě aliasingu i ke ztrátě informací o signálu, které bychom při rychlejší vzorkování našli. Ke zjištění ztracených částí signálu slouží detekce špiček. Při detekci špiček jsou do akvi-

ziční paměti ukládány maximální a minimální hodnoty ve dvou intervalech. Celková časová informace je tak zmenšena na polovinu. Proto se režim detekce špiček nehodí pro FFT. Detekovat lze v signálu (špičky), které trvají déle než časová vzdálenost dvou sousedních vzorků při maximální rychlosti vzorkování – viz obr. 41.

Režim obálka (envelope, accumulation) používá detekce špiček během mnoha akvizic (obálka z 1 průběhu = detekce špiček) a dokáže zobrazit změnu signálu v čase. Může také zabránit aliasingu. Vyžaduje stabilní spouštění pro dosažení časové shody mezi jednotlivými akvizicemi. Ke zjištění špiček se vzorkuje maximálním vzorkovacím kmitočtem. Na obr. 45 jsou pomocí detekce špiček na střední stopě oscilogramu zjištěny podkmitky na několika stupních schodového signálu při poměrně pomalé základně 2 ms/díl. Největší podlimit na konci 8. stupně je zobrazen při rychlosti časové základny 400 ns/díl na spodní stopě. Pomocí časových kurzorů byla zjištěna šířka impulsu – podkmitu a to 192 ns. Za normálních okolností – bez použití detekce špiček by jej nebylo lze při časové základně 2 ms/díl objevit. Schodový průběh zbarvený parazitními jevy v režimu velkého rozlišení je na horní stopě – obr. 45. Tyž průběh v režimu obálka je na spodní stopě obr. 46. Její účinek je o něco zřetelnější nežli detekce špiček na obr. 44. Na horní stopě je schodový průběh zobrazen pomocí průměrování, které odstranilo s opakovacím kmitočtem signálu neko-

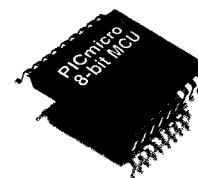
relevantní parazitní jevy. Kmitočet signálu, který je 202,429 Hz měří vertikální – časové kurzory. Pokročilejší digitální osciloskopy se vzorkovacím kmitočtem $f_v \approx 1$ GS/s dokáží v režimu detekce špiček či obálka zjistit špičky krátké pomocí 1 ns, osciloskopy s kmitočtem f_v okolo 100 MS/s špičky dlouhé 10 ns.

Pozorný pohled na signál zobrazený pomalejší časovou základnou (přibližně 100 μ s/díl a pomalejší) pomocí analogového osciloskopu může odhalit či spíše vytušit přítomnost "čehosi", co do signálu nepatří. To cosi, obvykle parazitní špičky, pak lze přesněji identifikovat při rychlejší časové základně. Digitální osciloskop však nepracuje při pomalejší základně s plným kmitočtovým rozsahem (viz obr. 43). Při běžném vzorkování parazitní jevy proto obvykle nezjistí. Zato však má prostředky, které tyto jevy identifikují jednoznačně a to detekci špiček a režim obálka. Stačí režim obálky nebo detekce zkusmo uvést v činnost a krátkou dobu trvající jevy v relativně pomalém signálu jsou zjištěny s velkou jistotou – obr. 45 a 46. Tvrzení odpůrců digitálních osciloskopů, že signál zobrazí správně jen při odpovídajícím nastavení – tedy víme-li dopředu jak má průběh vypadat, rozhodně neobstojí.

Navíc digitální osciloskop dokáže zlepšit čitelnost jednorázového signálu režimem velkého rozlišení a opakovaného signálu režimem průměrování. Tyto znamenité prostředky ještě násobí možnosti interpolace a řízného dosvitu.

– pokrač. –

Monolitické mikropočítače II



zpracoval Ing. Josef Šabata

— 6. část

Zásobník návratových adres

Mikrořadiče střední třídy mají osmiúrovňový hardwarově ovládaný zásobník s šířkou 13 bitů. Místo pro zásobník není součástí adresového prostoru pro programovou nebo datovou paměť a ukazatel zásobníku není dostupný pro čtení ani zápis. Při volání podprogramu

instrukcí **CALL**, nebo při zpracování přerušení je do zásobníku uložena celá 13 bitová hodnota PC. Obsah zásobníku je vybírán při vykonávání instrukcí **RETURN**, **RETLW** nebo **RETFIE**. Operace se zásobníkem neovlivňují zpětně hodnotu registru **PCLATH**. Zásobník pracuje jako kruhová fronta. Po osmi zápisech přepíše devátý hodnotu na první pozici, desátý zase na druhé a tak dále. Devátý výběr ze zásobníku vrátí stejnou hodnotu jako první. Přetečení nebo podtečení zásobníku není nijak indikováno. V instrukčním souboru neexistují instrukce odpovídající **PUSH** nebo **POP** jiných mikroprocesorů. Stav zásobníku je změněn pouze po instrukcích **CALL**, **RETURN**, **RETLW**, **RETFIE** a vyvolání přerušení.

Paměť dat

sestává ze dvou bank o délce 128 byte. Prvních 12 bytů každé banky je vyhrazeno pro registry speciálních funkcí SFR. Registry RWM na adresách 0CH až 2FH jsou určeny k univerzálnímu použití. Buňky s adresami 07 a 87H nelze použít k uložení proměnných. Přepínání bank se děje nastavováním bitu **RP0** ve **STATUS** registru. Na adresách 8CH až 0AFH

se zrcadlí obsah adres 0CH až 2FH z banky 0. Obsazení paměti dat jednotlivými registry je na obrázku 4. Šedě vyznačené části RWM nejsou implementovány a při čtení vracejí hodnotu 0.

Registry speciálních funkcí

Celkový přehled SFR je v následující tabulce. Registry **OPTION** a **TRIS** jsou nyní součástí datového paměťového prostoru. Jejich obsah lze měnit pomocí všech běžných instrukcí pro práci s registry a jsou dostupné pro čtení i zápis. Samostatné instrukce **TRIS** a **OPTION**, známé z instrukčního souboru obvodů základní řady, tak pozbývají svého významu. U PIC 16C71 je sice stále nalezneme, jejich použití však již není doporučeno v nových programech. Registry **ADRES**, **ADCON0** a **ADCON1** tvoří interface bloku A/D převodníku, registr **INTCON** obsahuje stavové a řídicí bity přerušovacího podsystemu. Zbývající registry mají stejnou nebo obdobnou funkci jakou plní u obvodů základní řady. Mnohé z nich jsou pro lepší dostupnost mapovány v obou bankách. Funkce všech registrů bude podrobně popsána v dalším textu.

Adresa registru	Banka 0	Banka 1	Adresa registru
00	INDF*	INDF*	80
01	TMR0	OPTION	81
02	PCL	PCL	82
03	STATUS	STATUS	83
04	FSR	FSR	84
05	PORTA	TRISA	85
06	PORTB	TRISB	86
07	—	—	87
08	ADCON0	ADCON1	88
09	ADRES	ADRES	89
0A	PCLATH	PCLATH	8A
0B	INTCON	INTCON	8B
0C	36 registrů pro všeobecné použití	Mapováno do banky 0	8C
2F			AF
30	Nepoužito	Nepoužito	
7F			FF

* INDF není RWM registr, používá se pro nepřímé adresování

Obr. 4

Adr.	Název	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Hodnota po zapnutí	
Banka 0											
00H	INDF	Používá se spolu s FSR pro nepřímé adr. datové paměti, není fyzický registr.								0000 0000	
01H	TMR0	8 bitový čítač / časovač								xxxx xxxx	
02H	PCL	Nižší byte PC								0000 0000	
03H	STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxx	
04H	FSR	Ukazatel pro nepřímý adresový mód								xxxx xxxx	
05H	PORTA	-	-	-	RA4/TOCKI	RA3	RA2	RA1	RA0	-- -x xxxx	
06H	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/INT	xxxx xxxx	
07H	-									-----	
08H	ADCON0	ADCS1	ADCS0	-	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADIF	ADON	0000 0000	
09H	ADRES	Výsledek A/D převodu								xxxx xxxx	
0AH	PCLATH	-	-	-	Registr pro vyšších 5 bitů PC ¹⁾					-- -0 0000	
0BH	INTCON									0000 000x	
Banka 1											
80H	INDF	Mapováno v bance 0								-----	
81H	OPTION	RBP0	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	
82H	PCL	Mapováno v bance 0									
83H	STATUS	Mapováno v bance 0									
84H	FSR	Mapováno v bance 0									
85H	TRISA	-	-	-	Registr pro řízení PORTA					-- -1 1111	
86H	TRISB	Registr pro řízení směru PORTB									1111 1111
87H	-									-----	
88H	ADCON1	-	-	-	-	-	-	PCFG1	PCFG0	---- --00	
89H	ADRES	Mapováno v bance 0									
8AH	PCLATH	Mapováno v bance 0									
8BH	INTCON	Mapováno v bance 0									
1) V registru PCLATH není kopie vyšších 5 bitů PC - viz popis PC.											

1) V registru PCLATH není kopie vyšších 5 bitů PC - viz popis PC.

Registry INDF a FSR, adresování paměti dat

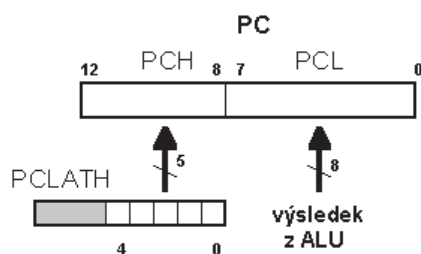
Efektivní adresa registru se skládá z adresy banky a adresy registru v bance. Mechanismus výpočtu efektivní adresy ukazuje obr. 5. Při přímém adresování je adresa registru součástí instrukce. Instrukční slovo obsahuje sedmibitovou konstantu *k*, jejíž hodnota ukazuje na vybraný registr. Výběr banky obstarávají bity **RP0** a **RP1** z registru **STATUS**. Protože jsou adresy registrů v rozsahu 0 – 0FFH, stačí pro získání úplné adresy 8-bitová hodnota, kterou získáme sloučením již zmíněné sedmibitové konstanty a bitu **RP0**. Na nastavení bitu **RP1** nezáleží. Ten se uplatní pouze u obvodů s více jak dvěma bankami.

Mikrořadiče PIC umožňují i nepřímé adresování datové paměti. V tomto případě slouží registr **FSR** – *File Select Register* jako ukazatel do datové paměti. K paměťovému místu adresovanému registrem **FSR** přistupujeme pomocí **INDF** registru. Zápis nebo čtení **INDF** způsobí zápis nebo čtení registru, jehož adresa je ve **FSR**. Díky tomu, že **FSR** má šířku celých 8 bitů, lze celou datovou paměť obsáhnout bez nutnosti nastavovat další

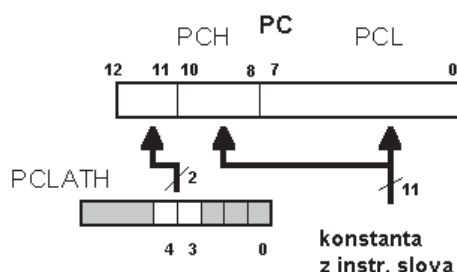
bitů pro výběr banky. Bitů RP1 a IRP jsou rezerva pro obvody s větší datovou pamětí.

Čítač programu, PCL a PCLATH

Čítač programu PC je široký 13 bitů. Nižších 8 bitů je přístupno v registru PCL pro čtení i zápis. Vyšších 5 bitů čítače programu PCH nelze číst, ani do nich přímo zapisovat. Pro změnu PCH je nutno použít vyrovnávací registr PCLATH – *PC LATch High*, jehož obsah je přenášen do vyššího byte čítače programu při vykonání instrukce, která mění PC. Jsou to nejen instrukce pro volání podprogramu a skoky (mimo podmíněných přeskoků BTFS a BTFS), ale i ty instrukce, které mají jako cílový registr PCL (zpravidla ADDWF PCL, F) – viz obr. 6a.



a) Instrukce, které mění obsah PCL

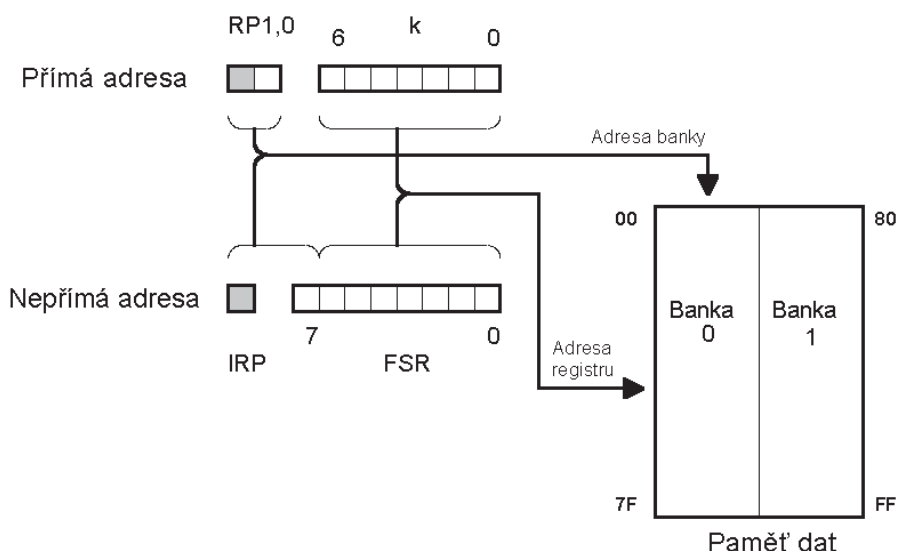


b) Instrukce CALL a GOTO

Obr. 6

Při skoku na vypočtenou adresu, který se používá převážně pro implementaci tabulek a vícenásobného větvení programu, je třeba dbát na to, aby byla správně nastavena hodnota PCLATH a tabulka nepřesahovala hranice segmentu délky 256 byte, tj. aby nedošlo k přetečení PCL.

Instrukce CALL a GOTO umožňují pracovat s adresou o šířce 11 bitů. Tento rozsah dovoluje adresovat stránky o délce 2K, takže se u CALL a GOTO nemusíme o správné přednastavení PCLATH starat (obr. 6b). Pro budoucí rozšíření paměti na plných 8K budou třeba další dva bity pro výběr stránky programu. Tyto bity jsou v PCLATH <4:3>. Před instrukcemi skoku potom musí uživatel správně nastavit bity pro výběr paměťové stránky. Zásobník návratových adres je široký 13 bitů a před vykonáním podprogramu je do něj uschována celá návratová adresa; není tedy třeba měnit nastavení bitů pro výběr stránky před ukončením podprogramu instrukcí RETURN, RETLW nebo RETFIE. Pro adresování 1K paměti PIC 16C71 stačí 10 bitů, a proto na stavu bitů <4:2> v PCLATH nezáleží. Použití těchto bitů jako univerzálních příznaků v programu není doporučeno pro zajištění slučitelnosti i s budoucími výrobky firmy Arizona Microchip.



Obr. 5

1 – Po připojení napájení nebo po instrukci CLRWDWT.

0 – Po vykonání instrukce SLEEP.

TO Timeout

1 – Po připoj. nap. a po instrukcích CLRWDWT a SLEEP.

0 – Došlo k timeoutu watchdogu.

Ze stavu bitů TO a PD lze po resetu určit, kterou událostí byl způsoben (viz tab. 2).

RP1, RP0 Výběr banky registrů pro přímé adresování

00 – Banka 0 (00H - 7FH)

01 – Banka 1 (80H - FFH)

STATUS

Adresa 03H, 83H

7	6	5	4	3	2	1	0
IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W

Stavový registr STATUS

Význam jednotlivých bitů STATUS registru

C Carry / Borrow. Tento bit je nastavován v závislosti na výsledku operací sčítání, odčítání a rotace (posunu). C = 1 pokud nastane při sčítání přenos z nejvyššího bitu. Při rotaci vlevo (vpravo) je do C bitu kopírována hodnota nejvyššího (nejnižšího) bitu. Význam C při odčítání je nejlépe vidět v tab. 1.

DC - Digit Carry / Digit Borrow. Obdobný význam jako bit C. Indikuje přenos nebo výpůjčku mezi 3. a 4. bitem při sčítání a odčítání.

Z Zero. Příznakový bit Z je nastaven, jestliže je výsledek aritmetické nebo logické operace nulový.

PD Power Down

SUBWF (F – W)	SUBLW (F – K)	Zero	Carry
W > F	W > K	0	0
W = F	W = K	1	1
W < F	W < K	0	1

Tab. 1

10 – Banka 2 (100H - 17FH)

11 – Banka 3 (180H - 1FFH)

Každá banka obsahuje 128 bytů. PIC 16C71 využívá jen RP0 pro volbu 0. nebo 1. banky. RP1 by měl být nastaven na 0.

IRP Výběr banky registrů pro nepřímé adresování.

0 – Banka 0,1 (00H - FFH)

1 – Banka 2,3 (100H - 1FFH)

U PIC 16C71 není tento bit využit pro stránkování. IRP by měl být nastaven na 0. Použití RP1 a IRP jako univerzálních příznakových bitů není doporučeno z důvodu slučitelnosti. To by při přenosu takto nekorektně napsaného programu na jiný mikrořadič s větší pamětí působilo jeho "podivné" chování.

TO	PD	Důvod resetu
0	0	Ukončení režimu SLEEP z WDT
0	1	WDT timeout (ne bi hem režimu SLEEP)
U	0	Ukončení režimu SLEEP resetem od vstupu MCLR
1	1	Zapnutí napájení

U ... nezmi ni ný stav. Po resetu od vstupu MCLR za normálního bi hu zůstávají oba příznakové bity nezmi ni ný.

Tab. 2



1

Ing. Robert Láníček

Počítačová simulace obvodů

Problematika návrhu a simulace elektronických obvodů je v tuzemských odborných časopisech neprávem opomíjena. Snad je to dáno zažitou představou, že programy jsou příliš drahé a složité pro obyčejného uživatele. Proto je tento seriál článků zaměřen především na programy, které lze získat zdarma (demoverze, freeware) anebo za symbolický poplatek (shareware) a jejichž ovládání je relativně jednoduché. Programy byly získány stažením z internetových stránek a lze je spustit na běžném kancelářském počítači. Adresy zdrojových stránek budou uveřejňovány průběžně a chystá se také vydání cédéčka s programy pro návrh a simulaci elektronických obvodů. Popis programů bude prokládán teoretickou částí, která bude pojata jako stručný úvod do SPICE simulace. Pro zájemce o hlubší studium budou uvedeny odkazy na adresy, na kterých lze získat originální dokumentaci k programům a k simulaci obecně v rozsahu několika tisíc stran.

Úvod

Pro netrpělivé uvádím adresy programů, které patří podle mého názoru mezi nejlepší: www.spectrum-soft.com, www.interactiv.com a www.tina.com. Na první adrese najdete plně funkční demoverzi programu Micro-Cap V Working Demo Version 2.0. Rozsah simulovaného obvodu je u demoverze omezen na padesát prvků, lze ukládat i tisknout. Je možné stáhnout si 800 stran originální dokumentace k tomuto programu ve formátu *.pdf.

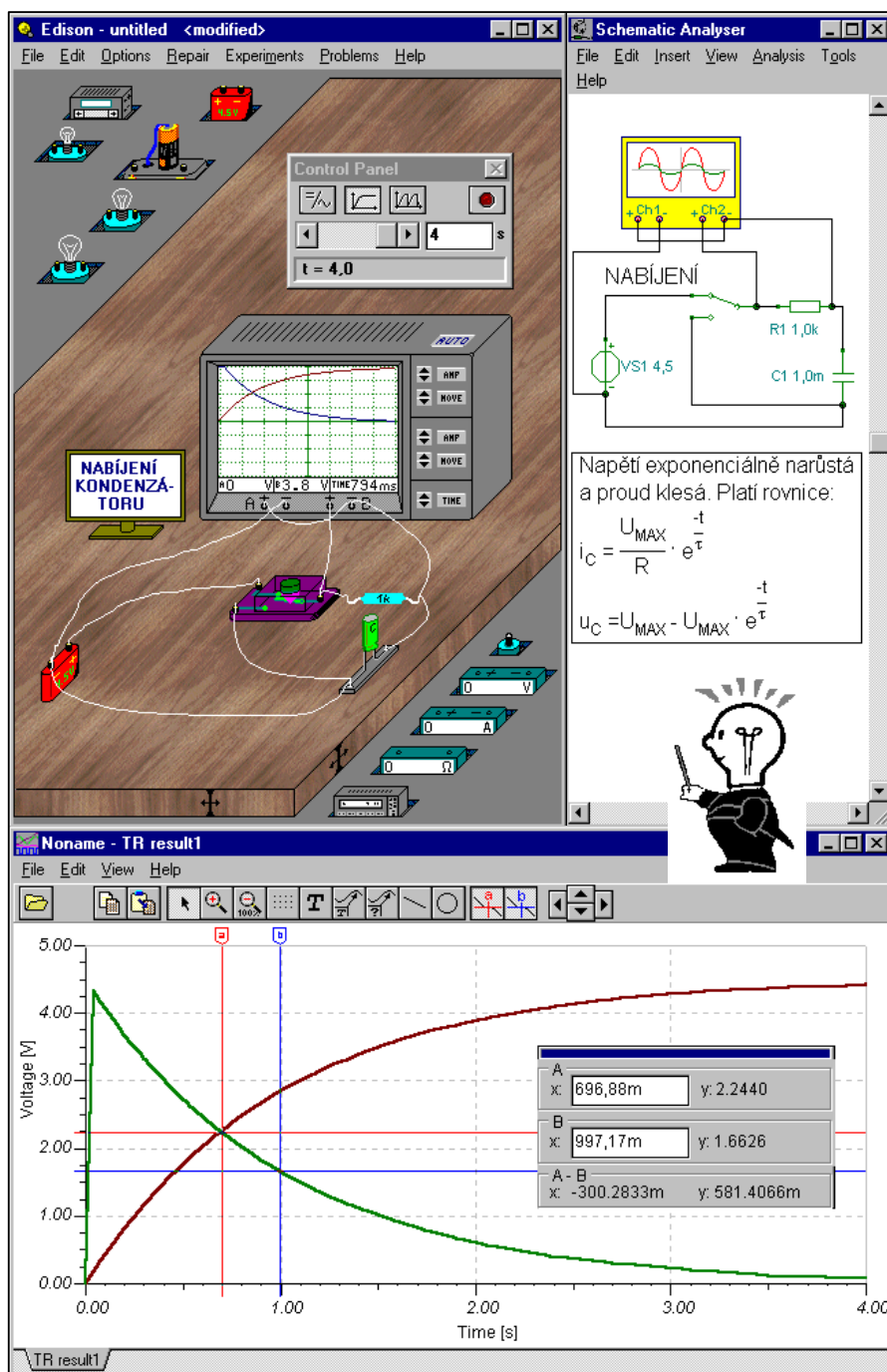
Na druhé adrese je můj nejoblíbenější program Electronics Workbench EDA, který vyniká velmi jednoduchým ovládáním. Trial demoverze je omezena na 10 prvků bez možnosti ukládání.

Na ftp.interactiv.com/pub je i časově neomezená demoverze EWB5.1 Professional, která zahrnuje i Layout, tj. návrh plošných spojů. A na poslední adrese je demoverze programu Tina, který jako jediný ovládá i symbolickou analýzu. Opět lze simulovat pouze malá zapojení bez možnosti ukládání. Všechny programy pracují pod Windows a je proto možné přes schránku přenášet schémata nebo výsledky simulace (*.bmp nebo *.wmf) do kreslicích programů či textových editorů. Jako první představím nejmultimediálnější program EDISON.

EDISON – multimediální laboratoř

Tento program je určen všem elektronikům od osmi roků výše. Na webové stránce www.designwareinc.com firmy Designsoftware lze získat jak starší demoverzi 2 (bez editoru schémat), tak novější demoverzi 3. Program umožňuje tvořit, testovat a opravovat snadno a bezpečně obvody v multimediálním třírozměrném prostředí. Obvod se sestavuje pomocí myši propojováním 3D sou-

Obr. 1 - Simulace přechodného děje programem Edison 3



částek a měřicích přístrojů. Současně s tvorbou vrabčího hnízda na desce stolu se v pravém okně obrazovky u verze 3 vytváří schéma zapojení. Po sestavení obvodu lze myší ovládat vypínače, potenciometry a ovládací prvky přístrojů. Měřené hodnoty jsou zobrazovány na panelech 3D přístrojů a současně i u schématických značek ve schématu obvodu.

Kromě jednoduchých elektrických obvodů (R, L, C, zdroje, žárovky, motorky) lze u ostré verze 3 sestavovat i jednoduchá elektronická zapojení (D, LED, BJT, FET, 555, 741, hradla a klopné obvody). K dispozici jsou klasické měřicí přístroje (A, V, W, multimetry, osciloskopy a měřiče charakteristik). Protože se předpokládá spouštění programu na počítači vybaveném zvukovou kartou (není podmínkou), má tento program i unikátní součástku – reproduktor, kterou serióznější programy nemají. To přináší možnost realizace jednoduchého tónového generátoru a lze demonstrovat zvuk harmonického signálu s regulací amplitudy a kmitočtu. Ostrá verze umožňuje i nastavení libovolného průběhu signálu. Mezi připravenými příklady (N_BEAT.MAC) je i demonstrace měření kmitočtu pomocí záznejí.

Multimediálnost programu je dotažena do detailů. Například při zvyšování napájecího napětí se u žárovky plynule mění svit, u motoru se zvyšují otáčky a současně se zvyšuje jeho zvuk. Po překročení maximálního dovoleného napětí dojde k efektní destrukci žárovky a z motoru se začne kouřit. Vyzkratovaná baterka signalizuje po chvíli změnou barvy totální vybití apod. Vadné prvky lze šroubovákem opravit (repair). Odpory jsou volitelně v provedení buď s číselným popisem, nebo s barevným kódem. Pokud ve schématu změníte hodnotu odporu, změní se zpětně na ploše jeho barevné značení. Protože na krajích stolu není dost místa pro všechny prvky, mění se plata součástek kliknutím levým nebo pravým tlačítkem na jejich plochy. Stůl má na krajích rolovací značky, takže je možné na něj v ostré verzi umístit i poměrně velké zapojení.

Na programu je vidět, že vznikl z výkonnější sestřičky TINY (bude popsána později); ovládání je proto prakticky totožné. Obrazovky osciloskopu a charakteroskopu lze přes pravé tlačítko myši otevřít v samostatných oknech. V těchto oknech je možné přesně odečítat souřadnice dvou bodů pomocí kurzorů. Tímto způsobem se dá odečíst například zvlnění napětí nebo fázový posuv dvou napětí. Spolu se souřadnicemi je udáván i jejich rozdíl, tj. vodorovná a svislá vzdálenost obou bodů.

Program disponuje i tzv. symbolickou analýzou, kterou lze vyvolat kliknutím pravého tlačítka na měřicí přístroj (formulas). Tímto způsobem můžeme vyjádřit např. vztah pro výstupní napětí děliče. Program přitom nejdříve napíše obecný vztah, dosadí a spočítá výsledek. Pro dělič ze stejných odporů $100\ \Omega$ připojených na plochou baterku VS1 program napíše rovnice:

$$U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot VS1 = \frac{100}{100 + 100} \cdot 4,5\ [V] \quad U = 2,25\ [V]$$

I v demoverzi jsou nachystány okruhy připravených experimentů (experiments) jako je Ohmův zákon, napěťový dělič, řazení rezistorů, nabíjení kondenzátoru, rezonance, filtry, vlastnosti tranzistorů, zesilovače, klopné obvody atd. Nabyté znalosti je pak možné ověřit při řešení problémových okruhů (problems). Sada problémů v demoverzi ověřovala Ohmův zákon a pomocí měřicích přístrojů se hledala závada v jednoduchém zapojení. Správná odpověď byla odměněna potleskem a za každou správnou odpověď se přičítaly body. Ve starší verzi 2 je i jednoduchá logická hra pro vodivé propojení dvou protilehlých stran čtverce řetězcem svítivých diod. Hrát bylo možné proti počítači, nebo dva hráči proti sobě.

Demoverze je funkční jen u velmi malých obvodů. Funkci složitějších připravených zapojení si lze proto prohlédnout pomocí neinteraktivních maker (filmy). Obě verze programu běží pod W95 a starší verze vystačí i s W3.11. Jako minimální konfigurace je doporučen procesor 386 a pro využití zvukových efektů zvuková karta. Je vhodné si stáhnout obě verze, protože demonstrační příklady se u obou verzí liší. Demoverze programu je milá, i když pro vážnější práci se nehodí. Důležité je, že program je kompatibilní s mnohem výkonnějším programem TINA jak způsobem ovládání, tak i formátem dat pro uložení schématu obvodu (*.sch). Dokonce lze v adresářích najít příklady, které lze otevřít pouze programem TINA. Program je

ideální pro mladé začínající elektroniky a pro výuku základních elektrických a elektronických obvodů. Pro přiblížení práce s programem je na obrázku zobrazena simulace nabíjení kondenzátoru. Vlevo je vrabčí hnízdo součástek, vpravo vytvořené schéma a vespod je otevřeno podrobné okno obrazovky osciloskopu s možností kurzorového odečítání.

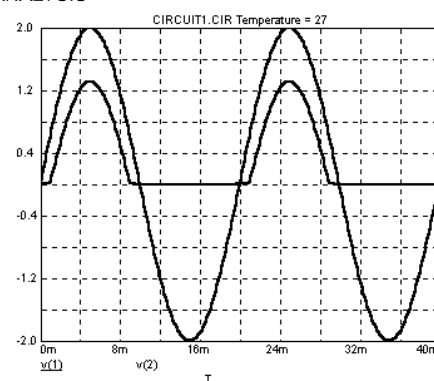
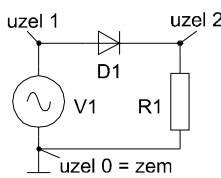
SPICE

V oblasti simulace analogových obvodů existuje neoficiální světový standard, kterým jsou algoritmy SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), a je proto možné přes univerzální textový popis zapojení – netlist převádět schémata mezi různými simulačními programy. Tato kompatibilita byla umožněna velkorysou politikou USA při financování vývoje algoritmu SPICE (1972 univerzita Berkley). Algoritmy SPICE jsou uvolněny k bezplatnému používání a platí se teprve za programová rozhraní (preprocesory a postprocesory), která zjednodušují práci a podstatně rozšiřují možnosti zpracování dat.

Před vlastní simulací je zapotřebí grafické schéma obvodu převést na textový popis. Součástky obvodu jsou definovány názvem, parametry a svou polohou mezi uzly obvodu. Nelineární prvky (diody, tranzistory apod.) se navíc odkazují na podrobnější popis, tzv. model součástky. Složitější součástky, jako jsou operační zesilovače, časovače apod., jsou řešeny jako podobvody (subcircuits). Tyto podobvody jsou samostatné bloky volané parametry (uzly obvodu) a lze je přirovnat k podprogramům v klasických programovacích jazycích. Příkazy SPICE jsou uvozeny tečkou, komentáře hvězdičkou (středníkem) a pokračování dlouhého řádku plusem. Popis obvodu končí příkazem END a podobvody příkazem ENDS. Protože většina programů vytváří netlist automaticky, je pro ilustraci uveden velmi jednoduchý příklad zapojení jednocestného usměrňovače (viz obr. 2).

C:\MC5DEMO\DATA\CIRCUIT1.CIR TRANSIENT ANALYSIS

```
*
D1 1 2 D1N4001
R1 2 0 100
V1 1 0 SIN (0 2 50)
*
.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)
*
.TRAN 0.0008 0.04 0 0.0001
.PRINT TRAN V(1) V(2)
.PROBE
.END
```

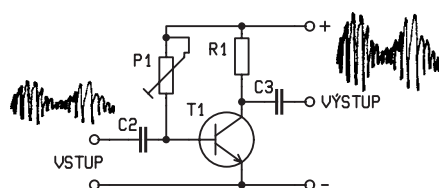


Obr. 2 - Netlist, schéma usměrňovače a výsledek simulace

Malá škola praktické elektroniky

Ještě trocha vř techniky

Tlumivka L3, popisovaná v čísle 9/98 Rádio plus-KTE, se vztahuje i k popisu TDA1083 (A283D) v č. 8/98. Ve schématu v č. 9/98 není zakreslena. Při prvním pokusu zjistíte, že bez ní to oravdu není ono a že si vhodnou tlumivku můžete snadno sami navrhnout, vyzkoušet a vyrobít z materiálu, který máte dostupný.



Obr. 1 - Vř zesilovač

Přijem na FM na VKV je kvalitnější než AM na SV a KV, ale je jen místní. Vysílání na středních nebo krátkých vlnách lze zachytit podstatně dál. Hlavně večer po

jení složitější, říká se jim superhet a ty si necháme na jindy. Zapojení nř zesilovače s tranzistorem již bylo v č. 12/97 na obr. 13. Vysokofrekvenční zesilovač je podobný (viz obr. 1), jenom tranzistor musí být schopen zesilovat vysoké kmitočty a vazební kapacity stačí malé.

Označování polovodičů firem TESLA a SIEMENS je podobné.

První písmeno označuje použitý materiál:

G(A) – germanium

K(B) – křemík

Druhé písmeno označuje druh součástky:

A – dioda pro detekci

B – dioda pro ladění (varikap)

C – tranzistor nízkofrekvenční

D – tranzistor nízkofrekvenční výkonový

F – tranzistor vysokofrekvenční

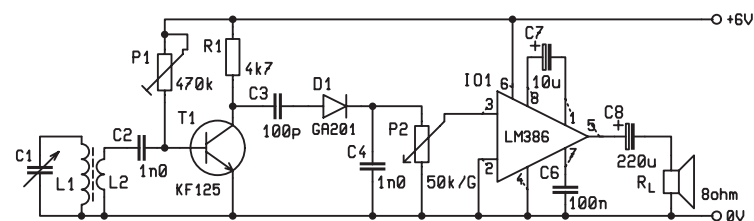
S – tranzistor spínací

T – tyristor

U – tranzistor výkonový spínací

Y – usměrňovací dioda

Z – Zenerova dioda

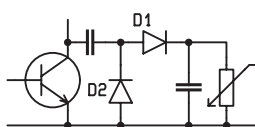
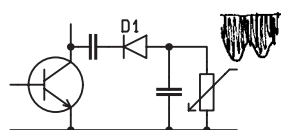
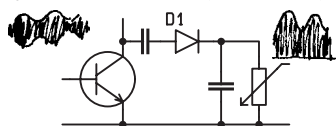


Obr. 2 - Přímozesilující přijímač

západu slunce se otevře brána do světa. Přijímače pro FM na VKV mají vždy určitý stupeň složitosti, zatímco AM lze zachytit doslova jenom na sluchátka s diodou (nebo bramborou místo diody). Slabý signál z laděného obvodu lze snadno zesílit a zpracovávat dál.

Přímozesilující přijímač

jenom přijatý signál zesílí a detekuje. Obvykle používané přijímače mají zapo-



Obr. 3a, 3b, 3c - Detekce

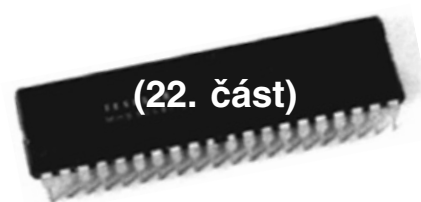
případně třetí písmeno a číslice upřesňují o jaký typ jde. (Písmeno Y obvykle znamená, že se jedná o tzv. průmyslový typ).

Příklad: KC 237 TESLA a BC 237 (Siemens) je křemíkový – tranzistor nízkofrekvenční; KB 105 (BB 105) křemíková – kapacitní dioda (varikap); GA201 (AA116) germaniová – dioda detekční; KF... (BF...) křemíkový – tranzistor vysokofrekvenční, ...

Vlastnosti jsou popsány v katalogích. Buď jen nejzákladnější informace nebo v konstrukčním katalogu "všechno". Různí výrobci mají ale různé označování.

1. pokus

Tranzistor T1 zesílí slabý signál z laděného obvodu. R1 je pracovní (zatěžovací) rezistor, na kterém vzniká průtokem proudu signál. Trimrem P1 se nastavuje takový proud do báze, aby tranzistor co nejlépe zesiloval. Pro jednoduchost by toto vysvětlení pro začátek mohlo stačit.

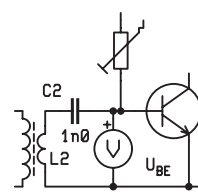
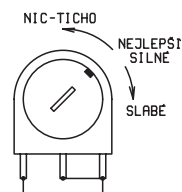
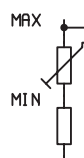


Pamatuj: ještě před prvním zapojením trimr nastav na největší rezistivitu.

Kdyby byl trimr nastaven na malou hodnotu, tekla by velký proud do báze a tranzistor by se mohl zahřát a zničit. Pak pomalu (!) trimrem pootáčeš. Signál by se měl postupně trochu zesilovat až do místa, kde je poslech nejsilnější a nezkraslený. Při dalším pootočení se najednou poslech zeslabí a úplně zmizí. Dál trimrem neotáčeš! Neotoč ho do polohy s nejmenší rezistivitou, nebo se tranzistor zničí (i to je zajímavá zkušenost).

Proto se v některých zkušebních zapojeních vkládá ochranný rezistor, který vymezí rozsah změn rezistivity od hodnoty R2 do hodnoty R2 + P1. Rozsah změn je menší a také nastavení jemnější (obr. 2).

Vazební kondenzátor C2 propouští vysokofrekvenční signál, ale stejnosměrné napětí z báze oddělí. Kdyby byl C2 vynechán, zkratovalo by se napětí na bázi přes kousek drátu vinutí L2 přímo na zem a tranzistor by byl zavřený.



Obr. 2a, 2b, 2c
2. pokus

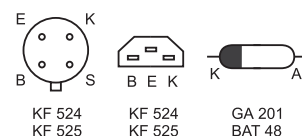
Trimr opět nastav na maximum a zkus jinou hodnotu rezistoru R2. Vyzkoušej hodnoty 2k2, 3k3, 4k3, 6k8 nebo i 8k2 a 10k. Aha, čím menší rezistor v kolektoru, tím menší stačí hodnota R1 a naopak. A pro rezistory 8k2 a vyšší už je hodnota P1 malá a musí se dát větší. Máme nastavený pracovní bod tranzistoru.

3. pokus

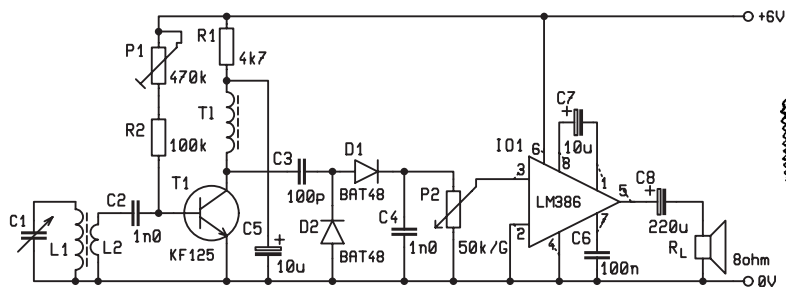
Zkus obrátit detekční diodu (viz obr. 3a a 3b). Hraje pořadí stejně? Ono je jedno, jakou půlvinu signálu dioda detekuje. Jednu půlvinu dioda propustí a tím signál detekuje.

4. pokus

Co s druhou půlvinou? Zkusíme detekovat i ji (obr. 3c). Tomuto zapojení se říká celovlnný detektor. Dioda D1 je zapojena v sérii, je to sériový detektor, D2 je zapojena paralelně, je to paralelní detektor.



Pouzdra tranzistorů a diod



Obr. 4a - Zapojení přímozes. přijímače s tlumivkou

5. pokus

Všimli jste si, že v různých přijímačích jsou nějaké cívečky. Mají tu vlastnost, že mají malý ohmický odpor ale střídavému proudu kladou tím větší odpor, čím je jeho kmitočet vyšší. Jestliže ho tlumí, říká se jim tlumivky. Zkusíme takovouto cívečku použít jako pracovní zátěž v kolektoru (viz obr. 4). Kondenzátor C1 nám horní konec tlumivky pro signál uzemní. Na R2 tedy již v napětí nebude, protože "spodní" konec rezistoru je pro signál uzemněn. R2 tam ale ponecháme, protože nám nastavuje pracovní bod pro stejnosměrné napájení tranzistoru. Opět zkusíme trimrem nastavit pracovní bod.

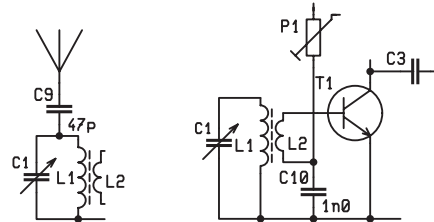
6. pokus

Tlumivku můžeme navinout pro naše pokusy různou. Fantazii se meze nekladou, ale zkuste použít nějaký tenký lakový drát o průměru asi 0,1 mm (nebo co vám padne pod ruku). Můžete navinout například 200 závitů na feritové jádro M4. Vypadá jako šedý krátký šroubek bez hlavíčky. Na druhou cívku naviňte třeba 400 závitů a zkuste výsledky porovnat.

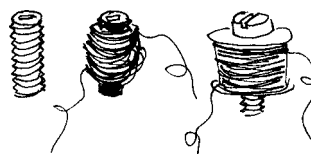
Jestliže nemáte feritové jádro (můžete ho vykuchat z nějakého vraku přijímače), zkuste použít třeba šroubek M2,5x15 nebo prostě 2 cm dlouhý kousek hřebíku šedesátky nebo prostě cokoli.

Aby se dala tlumivka připojit do nepájivého kontaktního pole, je možné na tenký drát vývodu připájet asi 1,5 cm silnějšího drátku například ze zkracovaného vývodu nějakého rezistoru,

Ze zvědavosti si můžete ohmický odpor své cívky změřit ohmetrem. Kupodivu pro vysokofrekvenční signál má cívka tytéž vlastnosti jako rezistor v předchozích pokusech. Ale: čím vyšší kmitočet, tím se její vlastnosti uplatňují více. S tlumivkou s menším počtem závitů je silnější poslech stanic na nižších kmitočtech (například 639 kHz) a s tlumivkou s vyšším počtem závitů je zase silnější poslech na vyšších kmitočtech (1 233 kHz ap.).



Obr. 5, 6



Obr. 4b - Tlumivky

7. pokus

Pokud je příjem při všech pokusech příliš slabý, je dobré použít nějakou anténu. Mnohdy stačí půlmetrový kus drátu, například šňůra s banánkem. Měla by se připojit přes nějaký malý kondenzátor (asi 50 pF) – obr. 5.

8. pokus

Proč má feritová anténa dvě vinutí? Tak si to zkuste. Připojte se přímo na laděný obvod (jako v č.8/98 na obr. 7a). Jedna silná místní stanice je rozptýlena skoro po celém pásmu. Laděný obvod je totiž zatlučen vstupním obvodem zesilovače. Proto se laděný obvod navazuje vazebním vinutím. Čím menší je počet závitů vazebního vinutí, tím je sice menší přenesené vysokofrekvenční napětí, signál je slabší, ale tolikrát je menší vliv tlumení vstupu zesilovače (a zatlučený laděný obvod vlastně také dává menší napětí, že?). Při použití vazebního vinutí je ladění ostřejší, je zapotřebí ladit velmi jemně.

9. pokus

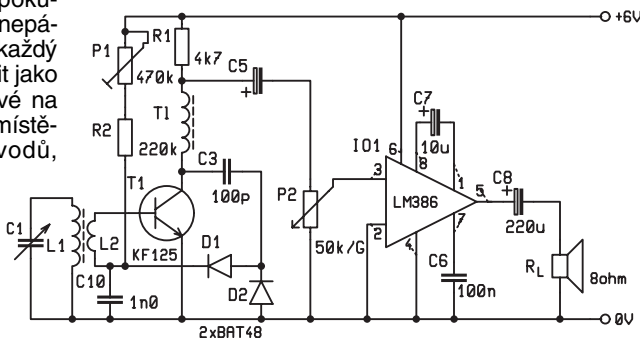
V některých zapojeních je jiný způsob vazby. Živý vývod vazebního vinutí jde přímo na bázi, vazební kondenzátor se může vynechat. Druhý vývod vinutí není přímo uzemněn, ale pro signál je uzemněn kondenzátorem C10. To umožní na živý vývod přes P1 přivést stejnosměrné napětí pro bázi T1 (viz obr. 6).

10. pokus

V předchozích pokusech se tranzistorem zesílil jenom vř. signál, diodami detekoval a vedl na zesilovač. V tzv. reflexním zapojení se detekovaný vř. signál vrátí na vstup a tranzistor ho také zesílí. Jako pracovní zatěžovací odpor ale poslouží rezistor R2 a signál se odvádí do zesilovače z tohoto rezistoru (obráz. 7).

Provedení

Všechny popisované pokusy je možno provádět na nepájivém kontaktním poli. Ale: každý kousek drátu může působit jako "anténa", zapojení je citlivé na dotyk, přiblížení ruky, rozmístění součástek, délku vývodů, křučí, píská a tak se zdá, že proti práci se spínacími obvody je vř. technika "duchařina". Proto je nutné používat co nejkratší propojovací drátky, zkrátit vývody, například kondenzátory C4 a C6 připojené na "kostru"



Obr. 7 - Reflexní zapojení přijímače

musí mít vývody co nejkratší. Když budou dělat stejný pokus dva lidé, nebudou jejich výsledky stejné. Záleží na mnoha vlivech. Tato část praktické školy není stavební návod, ale úvod do vlastního experimentování. Všechny své pokusy si nakreslete do svého sešitu a stručně popište, abyste se k nim nemuseli vracet a udělejte si pro sebe stručný závěr.

Například:

- feritová anténa musí mít dvě vinutí
- celovlnný detektor dává silnější signál než detektor s jednou diodou
- pracovní bod se musí nastavit pro každý tranzistor jinak
- večer hraje rádio lépe než ve dne.

Úkol na příště: jaká součástka má označení BB204?

Jistě jste si všimli, že napájecí napětí je v těchto pokusech 6 V. Kdo chce, může použít napájení z ploché baterie, nebo použije nějaký zdroj z předchozích pokusů, případně své větší napětí upraví stabilizátorem s obvodem 7806. Starší čísla Rádio plus-KTE a KTE magazínu jsou k dostání v redakci, v prodejnách GM Electronic, případně u SEND Předplatné.

Trocha angličtiny

antenna	– anténa
diode	– dioda
detection	– detekce
detector	– detektor
amplification	– zesílení
amplifier	– zesilovač
wire	– drát
wireless	– bezdrátový

Použité součástky:

FA	– feritová anténa podle KTE 8/98
R1	2k2, 3k3, 4k7, 6k8, 8k2
R2	M1, M22
P1	M47 trimr (nebo až1M)
P2	50k/G potenciometr
C1	ladící kond. viz KTE 8/98
C2, C10	1n
C3	100pF
C4	1n
C5	10F/6V
C6	100n
C7	10F/6V
C8	220F/6V
C9	50pF
T1	KF 124, 125, KF 524, 525 aj.
D1	GA201, BAT48 aj.
IO	LM384

Nové obvody

Účinná proudová stabilizace

Zajímavý obvod pro stabilizaci proudu je uveden v aplikačních poznámkách firmy Siemens. Její integrovaný obvod BCR400 je určen speciálně pro stabilizaci pracovního bodu tranzistorů pracujících v širokém rozsahu teplot a s velmi nízkým napájecím napětím.

Vývoj tohoto obvodu uspíšilo rychlé rozšiřování a současně neustálé zlepšování technických parametrů mobilních elektronických přístrojů, zejména mobilních telefonů, bezšňůrových telefonů, rádiových ovladačů a řady dalších. Běžné stabilizátory, jejichž principem je sériová nebo paralelní záporná zpětná vazba, vytvářejí často jak při velkých změnách napětí, tak při velkém rozsahu proudového zesílení používaných tranzistorů nepříjemné fluktuace pracovního proudu. Pro optimalizaci těchto obvodů jsou nezbytné další přídavné součástky, které však zabírají více prostoru a spotřebují také další energii. Proto sekce polovodičů (Semiconductor Group) firmy Siemens využila svých zkušeností ve vývoji tranzistorů s integrovanými rezistory pro vývoj obvodu BCR400 jako jednočipového aktivního stabilizátoru pracovního bodu. Na obr. 1 jsou uvedeny typické aplikace tohoto obvodu pro stabilizaci pracovního bodu v zesilovačích mobilních telefonů: a) stabilizace pracovního bodu v zesilovači s NPN tranzistorem, b) stabilizace pracovního bodu v zesilovači

s GaAs FET tranzistorem, c) příklad využití proudového zdroje pro přesný časovací obvod s použitím běžného obvodu typu 555.

Funkce obvodu

Činnost obvodu lze nejlépe vysvětlit přímo v konkrétním zapojení podle obr. 1 a při stabilizaci kolektorového proudu tranzistoru s ohledem na vnitřní zapojení obvodu na obr. 2. Požadavkem je řídit kolektorový proud I_C vysokofrekvenčního NPN tranzistoru včetně jeho emitorového proudu $I_{E(PNP)}$, protékajícího celkovým odporem R_{tot} , tvořeným paralelním spojením odporů R_{int} a R_{ext} . Tento proud vytváří napěťový úbytek $V(I)$. Tím je určen potenciál emitoru tranzistoru PNP uvnitř BCR400, jehož kolektor napájí bázi řízeného tranzistoru. Referenční napětí V_{REF} , které určuje potenciál báze tranzistoru PNP, je získáno pomocí dvou diod. Při protékajícím proudu je napětí mezi emitorem a bází asi 0,65 V a referenční napětí $V(I)$ je přibližně 1,3 V. Pokles napětí $V(I)$ je tím v celém pracovním rozsahu fixován přibližně na 0,65 V. Proud emitoru tranzistoru PNP je přibližně roven proudu báze řízeného tranzistoru a je možno jej oproti proudu kolektoru zanedbat, pokud je proudové zesílení tranzistoru NPN větší, než 40. Proto lze použít těchto přibližných vztahů:

$$I_{C(NPN)} = 0,65 / R_{tot} \quad a \quad V_{CE(NPN)} = V - 0,65$$

Pracovní charakteristiky

Stabilizace kolísání napájecího napětí

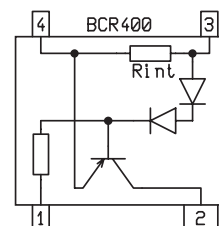
Se vzrůstem napájecího napětí vzrůstá i proud protékající referenčními diodami, avšak díky exponenciální charakteristice diod zůstává referenční napětí V_{REF} prakticky stejné. Ani pokles napětí $V(I)$ se příliš nezmění a proud kolektoru I_C rovněž zůstane stejný. Spolu s napájecím napětím se změní pouze napětí kolektor – emitor u obou tranzistorů.

Stabilizace rozptylu parametrů

Rozptyl parametrů řízeného tranzistoru ovlivní hlavně a v největší míře jeho proudové zesílení B . Změny hodnot obvodových prvků, určujících proud, však budou nepatrné. Proměnná hodnota B ovlivní velikost proudu $I_{E(PNP)}$, jenž je ve srovnání s $I_{C(NPN)}$. I v extrémním případě, kdy by proudové zesílení v tranzistoru B bylo jen 10, došlo by ke zmenšení hodnoty I_C přibližně o 10 %.

Teplotní stabilizace

Změny teploty vedou jednak ke značným změnám B , což bude bez následků, jak vyplývá z předchozího odstavce. Zároveň se však s teplotou mění napětí v propustném směru na PN přechodech – a to řádově o milivoly. Vliv jedné z diod je kompenzován napětím na přechodu $E - B$ ($V_{EB(PNP)}$), takže přichází v úvahu pouze teplotní koeficient jediného $P - N$ přechodu. Tento koeficient má hodnotu kolem -2 mV/K a způsobuje tak maximální chybu $V(I)$ (a tím i celého integrovaného obvodu) v rozmezí $\pm 15 \%$ při teplotní změně $\pm 50 \text{ K}$. Teplotní změna $V_{EB(NPN)}$ nemá žádný účinek, protože neovlivňuje obvodové struktury určující proud.



Obr. 2

Závěr

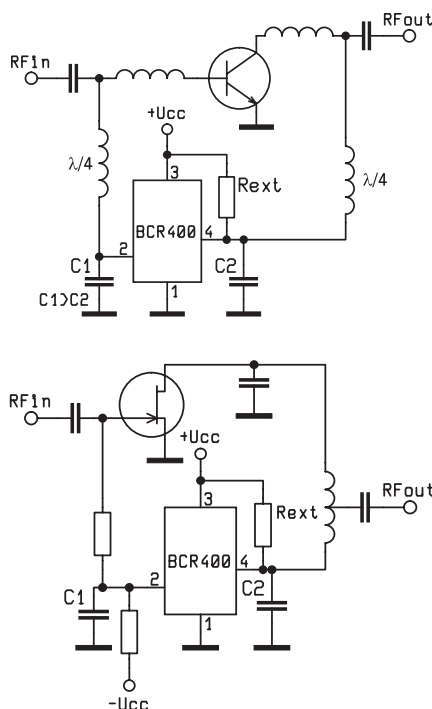
Použití obvodu BCR400 je mnohem účinnější než běžných obvodů – a to jak při změnách napájecího napětí, tak při změnách proudového zesílení stabilizovaného tranzistoru.

Technické parametry

Integrovaný obvod BCR400 snáší mezní napětí 15 V, jeho přídavný odběr proudu je max. 40 μA , minimální stabilizovaný proud je 0,1 mA. Zvláštní pozornost si zaslouží malý pokles napětí na obvodu – pouze 0,7 V v celém provozním rozmezí proudu od 200 μA až do 200 mA. Obvod se dodává v pouzdru SMD ve dvou verzích:

* BCR400R v pouzdru SOT-143 (Rozměrově shodné s SOT-23);

* BCR400W v mini-SMD pouzdru SOT-343 (rozměrově shodné s pouzdrem SOT-323).



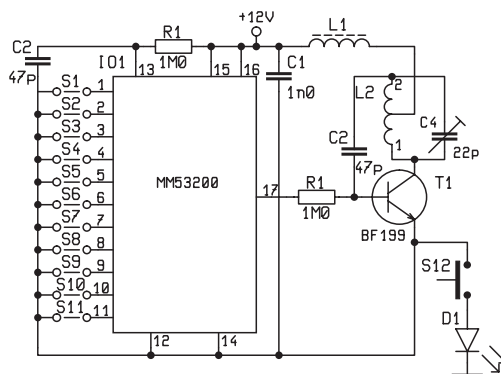
Obr. 1a, b, c

1. Kódový ovladač

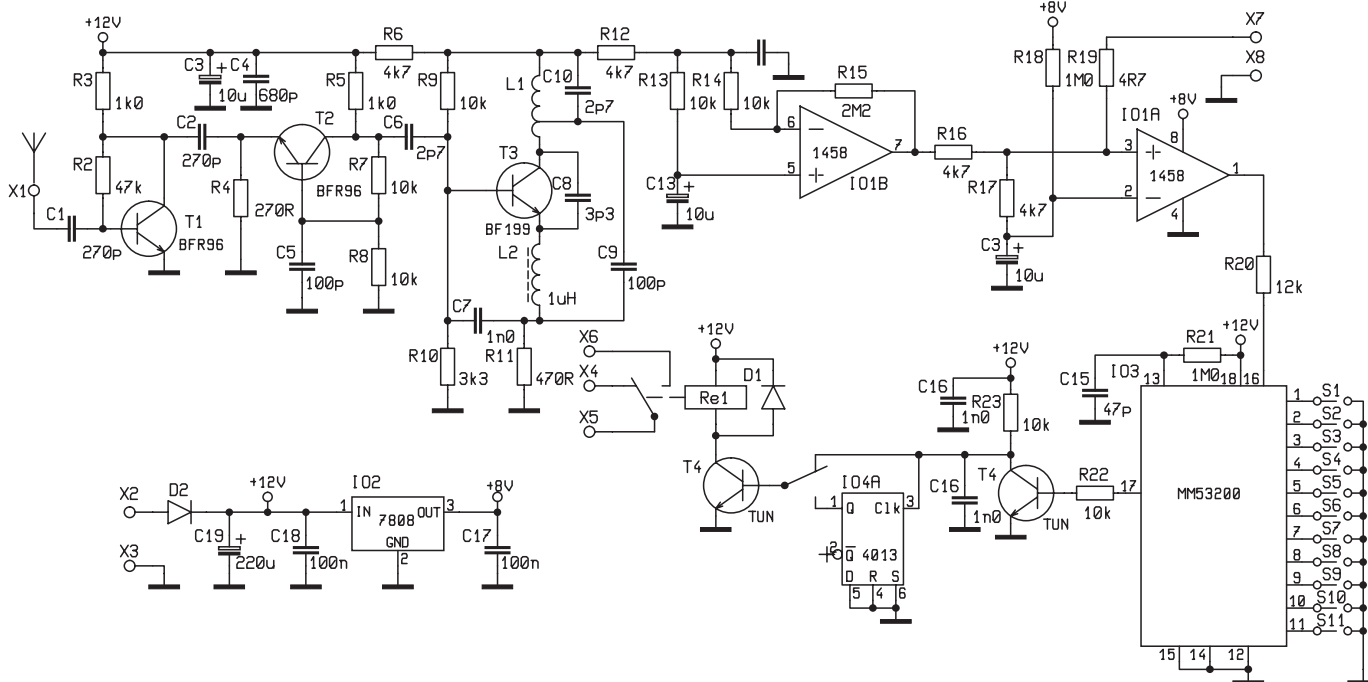
a Q2 a superregenerativním detektorem Q3. Detekovaný signál je odebrán z rezistoru R6 a přes zesilovač a komparátor A1 a A2 přiveden na vstup kódového dekodéru IC3. Výstupním prvkem přijímače je relé RL1 s přepínacím kontaktem, jehož funkci lze volit přepínačem, zapojeným bázi tranzistoru Q5. V jedné poloze je relé sepnuto pouze po dobu, která je určena výstupem dekodéru IC3 (tedy dobou stisknutí tlačítka vysílače), ve druhé poloze je pak relé ovládáno z výstupu klopného obvodu IC4 a zůstane sepnuto až do příchodu následujícího ovládacího signálu. Napájení přijímače je 11 až 15 V, proud v klidu 12 mA, včetně relé 30 mA. S přijímací anténkou, tvořenou vodičem o délce několik decimetrů, je dosah soupravy s výše uvedeným vysílačem asi 50 až 60 m.

Vysílač typu 1159 (obr. 1) je konstruován tak, aby jej bylo možno nosit v kapsě. Jeho zapojení je velmi jednoduché. Kromě výše zmíněného obvodu LSI MM53200 obsahuje přepínač určující vysílaný kód (z konstrukčních důvodů je použit 10 pólový, jedenáctý bit lze nastavit drátovou propojkou), čtyři kondenzátory, dva rezistory, jeden tranzistor, ovládací tlačítko a svítivou diodu indukující chod vysílače. Stisknutím tlačítka S1 se současně spustí pracovní cyklus kóderu, zapne oscilátor Q1 a LED D1. Délka jednoho bitu je o něco menší než 1 ms, takže doba trvání celé jedné kódové skupiny je asi 10,5 ms. Výstupem z IO je přímo modulován oscilátor. Oscilační obvod je naladěn do pásma 320 až 360 MHz trimrem C4. Cívka L1 a současně i anténa je tvořena přímo plošným spojem. Napájení obstarává miniaturní 12V baterie. Popis konstrukce uvádí ovládní odběr proudu 12 mA a dosah ovladače 50 až 60 m při použití přijímače typu 1158.

Přijímač typu 1158 (obr. 2) je tvořen vstupním vf zesilovačem s tranzistorem Q1



Obr. 1 - Schéma zapojení vysílače



Obr. 2 - Schéma zapojení přijímače