

## Obsah

### Konstrukce

Rozšíření paralelního portu PC:

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Karta BASIC (č. 401) .....     | str. 5  |
| Karta PC-PORT16 (č. 402) ..... | str. 9  |
| Development Board DBPIC .....  | str. 13 |
| Měřič kapacit .....            | str. 17 |
| Indikátor dobíjení .....       | str. 20 |

### Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic:

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| LM3909 – integrovaný obvod mnoha tváří .....    | str. 21 |
| Integrované pole spínačů střídavých zátěží .... | str. 24 |

### Teorie

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Osciloskopy, 8. část .....                   | str. 25 |
| Monolitické mikropočítače II, 11. část ..... | str. 29 |
| Počítačová simulace obvodů, 4. část .....    | str. 31 |

### Začínáme

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| Malá škola praktické elektroniky, 27.část ..... | str. 33 |
|-------------------------------------------------|---------|

### Představujeme

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Snímač čárového kódu – scanner ..... | str. 36 |
|--------------------------------------|---------|

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Bezplatná soukromá inzerce ..... | str. 42 |
|----------------------------------|---------|

## Vážení čtenáři,

v březnovém čísle bychom Vás především rádi pozvali na návštěvu našich stánků na veletrzích Elektrotechnika/Pragoregula a Amper. Budete mít možnost pohovořit s vývojovými pracovníky anebo blízkými spolupracovníky naší konstrukční dílny, seznámit se s některými stavebníci, prohodit s námi, co byste na stránkách našeho časopisu uvítali, případně co bychom měli zlepšit, ale také třeba doplnit ročníky časopisů Rádio plus-KTE či původních KTE – magazínů. V této souvislosti Vám oznamujeme, že některá čísla ze starších ročníků jsou již zcela vyprodaná. Vůbec již nemáme č. 2, 9, 10 a 12/94, 11 a 12/96 a 1/97. Některých čísel již také notně ubylo, takže lze předpokládat jejich brzké doprodání.

Na veletrzích budete mít také možnost vyzvednout si anketní listy a budete-li chtít, přímo na místě je můžete vyplnit, abyste nám je nemuseli posílat poštou. Zároveň při této příležitosti děkujeme všem, kteří jste nám již anketky poslali. Váš zájem o tuto formu spolupráce s námi nás pochopitelně velmi těší a rádi Vám oznamujeme, že do této chvíle nám již bylo doručeno celkem utěšené množství těchto anketních listů. Mnohé pro nás skutečně budou cennou inspirací, velmi si vážíme všech podnětů a radost máme zejména z námětů na stavebnice. V některých případech jste se shodli s našimi vývojovými pracovníky a přejete si stavebnice, o kterých uvažovali nebo je již mají rozpracované, některé nápady jsou zcela nové. V tuto chvíli je pochopitelně předčasné anketu jakkoli hodnotit, ještě celý měsíc je čas a teprve pak bude možné zpracovat všechny informace, nicméně již nyní je zřejmé, že je přínosem – pro časopis a hlavně, jak doufáme, i pro Vás, naše čtenáře.

A ještě Vás žádáme o pochopení: namísto slíbených dalších modulů pro nepájivá kontaktní pole jsme upřednostnili příspěvky do soutěže konstruktérů. Stavebnice modulů uveřejníme v příštím čísle. Zároveň Vám připomínáme, že současné kolo soutěže konstruktérů ještě nekončí a my se těšíme na Vaše další konstrukce, případně i stavebnice.

**Vaše redakce**

## Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

**3/1999** • Vydává: Rádio plus, s.r.o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/24818885, tel./zázn./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.: 02/781 3823, 472 8263 • Připojení k internetu: 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 • Osvět: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/2492 0232, tel./fax: 02/2491 4621 • Tisk: Mír, a.s., Práteleství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/709 5118. © 1998 Copyright Rádio plus, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. Přetiskování článků možno jen s písemným svolením vydavatele.

Cena jednoho výtisku 25 Kč, roční předplatné 240 Kč. 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 1212-3730; 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.: 02/61006272 - č. 12, fax: 02/61006563, e-mail: [send@send.cz](mailto: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.

## PRAGOREGULA '99 /ELEKTROTECHNIKA '99

Ve dnech 9. – 12. března 1999 pořádá výstavní společnost Incheba Praha spolu s IEG Solingen již tradičně v Průmyslovém paláci pražského Výstaviště 21. ročník veletrhu měřicí, regulační a automatizační techniky Pragoregula '99 a 2. ročník specializované výstavy elektroniky a elektrotechniky Elektrotechnika '99.

Uplynulý ročník přinesl nárůst počtu vystavovatelů i expozic. Počet návštěvníků se více než zdvojnásobil a z 21 700 návštěvníků bylo 10 000 registrovaných odborníků. Organizátoři propojili obory automatizace a elektrotechniky s oborově spřízněným oborem energetiky, a tak se v komplexu Pragoregula/Pragotherm prezentovalo na 300 firem. Rovněž letos proběhnou veletrhy Pragoregula, Elektrotechnika, Pragotherm, Frigotherm, Stavotherm, Comma ve společném termínu.

Na veletrhu Pragoregula '99 / Elektrotechnika '99 firmy představí výrobky především z oblasti měřicí a laboratorní techniky, regulace, řízení a průmyslové automatizace, diagnostiky strojů, zkušebnictví; doplněk tvoří komponenty elektroniky a elektroniky. V oboru měření a regulace je veletrh Pragoregula bezesporu jedním z nejvýznamnějších tuzemských veletrhů, neboť své výrobky zde prezentuje většina významných firem v oboru měřicí a regulační techniky působících v ČR.

Nedílnou součástí veletrhů je odborný doprovodný program – odborná konference s mezinárodní účastí a soutěž expozitů o ocenění Grand Prix. Při přípravě doprovodného programu organizátoři spolupracují s Ústavem přístrojové a řídicí techniky Fakulty strojní ČVUT, časopisem Automatizace a Masarykovou akademií práce. Nadcházející konference nabídne témata z oblasti průmyslových systémů řízení a měření, softwarové podpory návrhu řídicích systémů a algoritmů, sledování a řízení energetických a tepelných systémů, detekce poruchových stavů, diagnostiky technických systémů atd. Konference je pořádána ve dnech 9. a 10. března 1999 na pražském Výstavišti.

Soutěž Grand Prix Pragoregula '98 měla díky práci nezávislé odborné komise vysokou úroveň a nabídla prostor pro mediální zviditelnění oceněných expozitů i vystavujících firem. Pro Grand Prix '99 připravují organizátoři v tomto směru další zlepšení.

Výsledky průzkumu mezi vystavovateli a návštěvníky, který v letošním ročníku prováděly nezávislé společnosti Agma Nova a International Business Research, ukazují, že spojení oborů automatizace a elektrotechniky s obory energetika, chlazení a klimatizace bylo přijato velmi pozitivně. 81 % vystavovatelů konstatovalo, že byly splněny hlavní cíle jejich účasti na veletrhu. S obsahem a počtem obchodních jednání bylo spokojeno 61 % a velmi spokojeno 24 % vystavovatelů. Již během konání bylo 58 % účastníků posledního ročníku komplexu veletrhů rozhodnuto zúčastnit se i v roce 1999.

A skutečně, již v lednu byly výstavní prostory v Průmyslovém paláci na pražském Výstavišti téměř zaplněny. Většina vystavovatelů představí na veletrhu PRAGOREGULA/ ELEKTROTECHNIKA novinky svého výrobního programu. Někteří z nich své trumfy prozradili již nyní.

Firma A.P.O. – ELMOS bude vystavovat nový typ snímače relativní vlhkosti SV řízený mikroprocesorem. Další novinkou je inteligentní ukazovací přístroj APOSYS 02 s možností signalizace dvou mezních hodnot.

Společnost AHBORN Praha představí měřicí soupravu ALMEMO 4290-7GWK pro kontrolu kvality vod a dále přístroj pro kontrolu průběhu pasterizace mléka a mléčných výrobků ALMEMO 6290-7P.

U firmy AMIT budou mít premiéru např. exponáty ART200 (malý řídicí terminál), ART400F (průmyslový řídicí terminál), AD-PBDPS (komunikační jednotka

Profibus DP systému ADiS), AMAP99 a AMiRiS (kompaktní a malý kompaktní řídicí systém).

Firma ASEKO předvede nové typy infračervených analyzátorů řady AIR, které se vyznačují netradiční konstrukcí, malými rozměry a hmotností a také velmi příznivou cenou. Dále bude vystaven nový detekční systém pro detekci CO v garážích.

Firma COMET představí jako novinku regulátory relativní vlhkosti – hygrostaty, dále panelová měřidla a regulátory s digitálním LED displejem.

Firma CRESSTO bude vystavovat mimo jiné i nový typ měřidla tlaku typ DMU (např. pro regulace otopných soustav). Dalšími novými výrobky budou: snímač tlaku v plastovém pouzdru a nové zobrazovací a spínací prvky ke snímačům CRESSTO.

Firma DataCon, zastoupení firem DRUCK (Anglie), HASKEL (USA), HOFFER (USA) a INTERFACE (USA), předvede mimo jiné nové typy inteligentních snímačů tlaku a hladiny, některé typy kalibrátorů, číselnicové barometry a měřiče tlaku a elektrických veličin, zesilovače tlaku, snímače průtoku a snímače síly.

Na stánku společnosti EMERS si návštěvníci prohlédnou několik novinek – chladírenské tlakoměry, dvojité tlakoměry s možností odčítat diferencii, tlakoměry z nerezavějící oceli.

Společnost ENDRESS+HAUSER nabídne svým zákazníkům celý svůj ucelený výrobní program se zvláštním zaměřením na některé novinky, kterými tentokrát budou ultrazvukový průtokoměr Prosonic Flow a řada převodníků pro analýzu vody Liquisys S.

V expozici firmy HOUDEK budou společnosti SAAB představeny například kapacitní sondy LAB-KO, průtokoměry PROCESSAUTOMATIC, pohlčovače rázů PEAK PRESSURE ACCUMULATOR, přesný analytický systém pro kontrolu poměru směsi asfaltu a vody CAL BLENDER 1000, průtokoměr MFT 1000, komplexní modulární systém pro řízení a regulaci pomocí digitální dvoudrátové komunikace SIOX, přístroj určený k zjišťování ropných látek na hladině vody AGARD ID-223 a nový univerzální sorbent CANSORB.

Společnost JSP Nová Paka představí jako novinku novou řadu odporových a termoelektrických snímačů teploty, dále novou řadu přesných inteligentních univerzálních programovatelných převodníků P52. Novinky z oblasti obchodního zboží zastupují keramické ochranné trubky termočlánků "S" a "B", uzavírací ventily a ventilové soupravy pro petrochemický a naftový průmysl použitelné pro vysoké teploty a tlaky, solenoidové ventily a tlakové spínače, teploměry a manometry pro speciální použití.

Firma OK SERVIS Plus je výhradním distributorem významného výrobce prvků automatizační techniky polské společnosti ZAP S. A. Představí inteligentní převodník tlaku, teploty a diferenciálního tlaku.

Společnost OLDHAM představí jako novinku měřič zaprášenosti ovzduší OBSERVER EP 1000, který umožňuje kontinuální i okamžitá měření koncentrace prachu, disponuje výbornou stabilitou a linearity signálu a vyžaduje minimální údržbu.

Mezi nejzajímavější exponáty firmy PROFESS patří kompaktní průmyslové regulátory pro nejrůznější aplikace. Na letošním ročníku budou poprvé představeny vysoce kvalitní moduly KNICK pro galvanické oddělení signálů.

Firma ROI zastupuje na českém trhu firmy SPECTRAL DYNAMICS (USA) a LING DYNAMIC SYSTEM (Anglie). Firma SPECTRAL DYNAMICS bude předvádět nejnovější digitální vibrační regulační systém "PUMA" a mobilní systém pro strukturní a modální analýzu "BOBCAT". Firma LING DYNAMIC SYSTEM bude vystavovat laboratorní (přenositelný) typ budící vibrací, který bude připojen k regulačnímu systému "PUMA" firmy Spectral Dynamics.

Společnost SENSIT – HOLDING představí speciální snímače teploty ze zakázkové výroby a z novinek vodivostní snímač hladiny a snímač teploty v kompletním nerezovém provedení určený pro potravinářství.

Veletrhu se zúčastňují čtyři divize a jeden podnik SIEMENS. Nabízen bude např. inteligentní elektroinstalací systém Instabus EIB, určený pro bytové a účelové stavby, dále konvenční přístroje elektroinstalace, řídicí systém pro procesní automatizaci Simatic PCS 7, přístrojová technika pro měření fyzikálních veličin s možností připojení na PROFIBUS PA a různé typy elektroměrů a měřících systémů.

Firma SPA Praha představí již tradičně např. snímače tlaku, hladiny, teploty, dále regulační a uzavírací ventily a rozsáhlé další příslušenství pro uvedené skupiny výrobků. Za úplné či relativní novinky lze považovat tlakový spínač nastavitelný pro různé tlakové rozsahy, výrazně inovovaný vysílač hladiny typu 1505 a 1507, a dále rovněž výrazně inovovaný elektrohydraulický servopohon typu 5201.

Firma VTS Zlín předvede výsledky své 25-leté výrobní i vývojové práce. Od křemíkových odporových tenzometrů až po nejnovější sortiment tenzometrických snímačů a měřících systémů pro elektrické měření mechanických veličin. VTS Zlín využívá své zkušenosti z leteckých aplikací k výrobě vysoce spolehlivých snímačů o přesnosti od 0,2 % pro řízení a kontrolu průmyslových procesů, ale i zkušebních strojů pro dynamické zkoušení materiálů.

Firma W plus je výhradním zástupcem firmy SUKU GmbH. pro dovoz tlakoměrů a kapilárových, plynových i bimetalových teploměrů do ČR. V oblasti bimetalových teploměrů zastupuje METRU Šumperk a v oblasti tlakoměrových armatur Armaturku Vranová Lhota.

Firma ZPA Pečky představí elektronické řízení servomotorů ZP3. Elektronika uživateli splní všechny základní funkce při řízení servomotoru, zjednoduší nastavování, ale především poskytne jak projektantovi, tak uživateli řadu dalších funkcí.

Z dalších firem se na veletrhu představí na veletrhu své výrobky společnosti DLOUHÝ - I.T.A., HENNLICH INDUSTRIETECHNIK – MERES, ISOTECH, JSP, KROHNE, LABIMEX, LEVEL INSTRUMENTS, MEGATRON, RMT, TECTRA AS, ZPA – DP a další.

Nejllepší výrobky budou oceněny v soutěži GRAND PRIX PRAGOREGULA '99. Kromě pestré nabídky expozitů se návštěvníci mohou těšit i na bohatý doprovodný program.

Kontakty: Organizátor veletrhu: Incheba Praha spol. s r.o., Ing. Kateřina Huclová, p.o.b. 555, Opletalova 23, 111 21 Praha 1; tel.: 02/228 94 246, fax: 02/26 12 42, e-mail: k.huclova@incheba.cz.

Doprovodná konference: doc. Ing. Bohumil ŠULC, Ústav přístrojové a řídicí techniky Fak. strojní ČVUT, odbor Automatického řízení a inženýrské informatiky, Technická 4, 166 07 Praha 6, tel. 02/24 35 25 31, e-mail: sulc@fsid.cvut.cz.

(z tiskové zprávy Incheba Praha s.r.o.)

## CD KATALOG AMPER '99

Novinkou na veletrhu AMPER je oficiální katalog veletrhu na CD pod názvem "CD KATALOG AMPER '99". Tento katalog má možnost získat každý návštěvník veletrhu zdarma po zakoupení vstupenky. Na CD naleznete informace o každé vystavující firmě, u některých firem i jejich kompletní výrobní sortiment. Můžete vyhledávat firmy i konkrétní výrobky podle abecedy, umístění na veletrhu, podle oborů a také pomocí fulltextového vyhledávání. Zajímavostí je, že celý katalog se počátkem března objeví i na Internetu pod adresou [www.cd-amp.cz](http://www.cd-amp.cz) a budete si tak moci zjistit, které firmy na veletrhu vystavují, kde mají stánek, co vystavují a s dostatečným předstihem se připravit na jednání.

# Rozšíření paralelního portu PC

stavebnice č. 401 a 402



Potřebujeme-li pomocí osobního počítače řídit nebo ovládat určité externí zařízení, nutně musíme vytvořit vhodné spojení – rozhraní mezi počítačem a okolím (interface).

**Základní rozhraní PC** – jsou sériové porty (COM), paralelní porty tiskáren, označované LPT, a porty pro ovladače her, tzv. GAME PORTY. Tato rozhraní jsou většinou součástí počítače. Existují samozřejmě i jiná, složitější, která standardním osazením počítače nebývají.

**Interní karty** – se zasunují do volných slotů počítače a jsou řízeny přímo ze sběrnice PC. To umožňuje nejvyšší rychlosti zpracování dat. Připojení takovéto karty vyžaduje volné sloty v počítači a zásahy do počítače při instalaci.

**Externí karty** – se připojují vně počítače k základnímu paralelnímu rozhraní LPT nebo k sériovému COM. Zpracování dat je v tomto případě pomalejší, avšak toto spojení je nejvhodnější pro amatérské aplikace. Při hardwarové instalaci nemusíme zasahovat do počítače a spojení se provede jednoduše příslušnými kabely. Většinou vyžadují samostatné napájení.

K ovládání interních a externích karet musí být napsány programy, které s nimi spolupracují. Programy lze napsat v Pascalu, Basicu, programu C apod.

Základní rozhraní dnes obsahuje většinou každý počítač PC. Přes tato rozhraní můžeme jednoduše, byť omezeně, vnější zařízení ovládat. Například lze přímo na určité linky sériového portu připojovat přepínače, světelné diody, optočleny ap.

## Sériová rozhraní počítače PC

se označují jako COM. Počítač může obsahovat více těchto rozhraní – COM1, COM2 atd. Používají se pro připojení modemu, myši, měřících přístrojů, ale také

| vývod 9p | vývod 25p | funkce | směr dat | popis                                  |
|----------|-----------|--------|----------|----------------------------------------|
| 3        | 2         | TxD    | výstup   | Transmit Data, vysílaná data           |
| 2        | 3         | RxD    | vstup    | Receive Data, přijímaná data           |
| 7        | 4         | RTS    | výstup   | Request To Send, výzva k vysílání      |
| 8        | 5         | CTS    | vstup    | Clear To Send, pohotovost k vysílání   |
| 6        | 6         | DSR    | vstup    | Data Set Ready, pohotovost DCE         |
| 5        | 7         | GND    | zem      | zem                                    |
| 1        | 8         | DCD    | vstup    | Data Carrier Detect, detekce přijímání |
| 4        | 20        | DTR    | výstup   | Data Terminal Ready, pohotovost DTE    |
| 9        | 22        | RI     | vstup    | Ring Indicator, indikátor volání       |

Tab. 1

sériových tiskáren. Rozhraní jsou odolná proti poškození a s určitou opatrností s nimi lze manipulovat i za provozu počítače. Nevýhodou je pomalejší přenos, protože data se většinou musejí převádět ze sériových na paralelní.

Konektory sériových rozhraní jsou vidlice typu CANNON s 9 nebo 25 vývodů. Rozložení jednotlivých signálů na špičkách konektorů počítače je v tab. 1.

Úrovně signálů na sériovém portu jsou dány normou RS-232. Ve stavu log. 1 mají úroveň +12 V, ve stavu log. 0 mají úroveň -12 V a lze je zatěžovat proudem okolo 10 mA.

Dalším podrobnějším popisem sériového rozhraní se dále nebudeme zabývat, protože naše stavebnice není k tomuto rozhraní připojena. Podrobný a vyčerpávající popis může čtenář najít například v knize "Využití rozhraní PC" od Burkharda Kainky.

## Paralelní rozhraní počítače PC

Potřebujeme-li více výstupních linek, využijeme paralelní rozhraní tiskáren LPT. Při manipulaci s konektory rozhraní

však musíme být velice opatrní, protože jej můžeme nevědomky velice snadno zničit.

Rozhraní poskytuje celkem 17 digitálních linek (z toho 8 datových) a zem. Konektory tohoto rozhraní mohou být typu CANNON nebo CENTRONICS. Konektor CANNON má 25 vývodů, konektor CENTRONICS jich obsahuje 36.

Popis jednotlivých vývodů na konektoru CANNON a na počítači je v tab. 2.

Adresou BA rozumíme básovou adresu v paměti počítače a dvě následující doplňkové adresy – offset (číslo 1 až 2).

Význam registrů na příslušných adresách je:

BA      datový registr      výstup dat  
BA + 1      stavový registr      čtení stavu  
BA + 2      řídicí registr      řízení funkcí

Na jednotlivé linky nesmíme přivést jiné napětí než v rozsahu 0 – 5 V. Linky se nesmějí mezi sebou zkratovat. Jakákoliv manipulace se může provádět pouze při vypnutém počítači. Linky jsou kompatibilní s technologií TTL a nejsou chráněny proti přetížení. Jejich proudové zatížení může být až 10 mA.

Vytvořit bezpečný styk s rozhraním LPT znamená proto oddělit všechny signály, například za využití optočlenů. Protože paralelní port LPT neposkytuje napájecí napětí (to poskytuje pouze GAME PORT), je nutno optočleny napájet z externího zdroje.

V našem případě jsme základní rozšiřující kartu řešili jako externí, připojitelnou na LPT.

**Karta BASIC (KTE401)** – rozšiřuje paralelní port PC o 16 výstupních linek a připojuje se jednoduše k paralelnímu rozhraní LPT počítače PC. Vyžaduje vlastní napájení ze střídavé sítě 230 V.

| vývod   | funkce    | směr dat                   | přístupová adresa |
|---------|-----------|----------------------------|-------------------|
| 1       | STROBE    | vstup – výstup invertovaný | BA + 2, bit 0     |
| 2 – 9   | D0 – D7   | výstup                     | BA, bity 0 až 7   |
| 10      | ACK       | vstup                      | BA + 1, bit 6     |
| 11      | BUSY      | vstup invertovaný          | BA + 1, bit 7     |
| 12      | PE        | vstup                      | BA + 1, bit 5     |
| 13      | SELECT    | vstup                      | BA + 1, bit 4     |
| 14      | AUTOFEED  | vstup – výstup invertovaný | BA + 2, bit 1     |
| 15      | ERROR     | vstup                      | BA + 1, bit 3     |
| 16      | INIT      | vstup – výstup             | BA + 2, bit 2     |
| 17      | SLCT IN   | vstup – výstup invertovaný | BA + 2, bit 3     |
| 18 – 25 | GND (ZEM) |                            |                   |

Tab. 2

Karty PC-PORT16 (KTE402) – rozšiřují kartu BASIC o další výstupní linky a připojují se ke kartě BASIC nebo k předcházející PC-PORT16. Každá karta obsahuje 16 výstupních linek. Tímto způsobem lze připojit k počítači až 6 těchto karet, čímž lze paralelní port počítače PC rozšířit celkem na 112 výstupních linek (včetně karty BASIC).

## Popis zapojení karty BASIC – stavebnice KTE401

Zapojení je na obr. 1. Samostatná karta umožňuje rozšířit paralelní port PC na 16 výstupních linek. Obsahuje obvody styku s paralelním portem PC, expandér

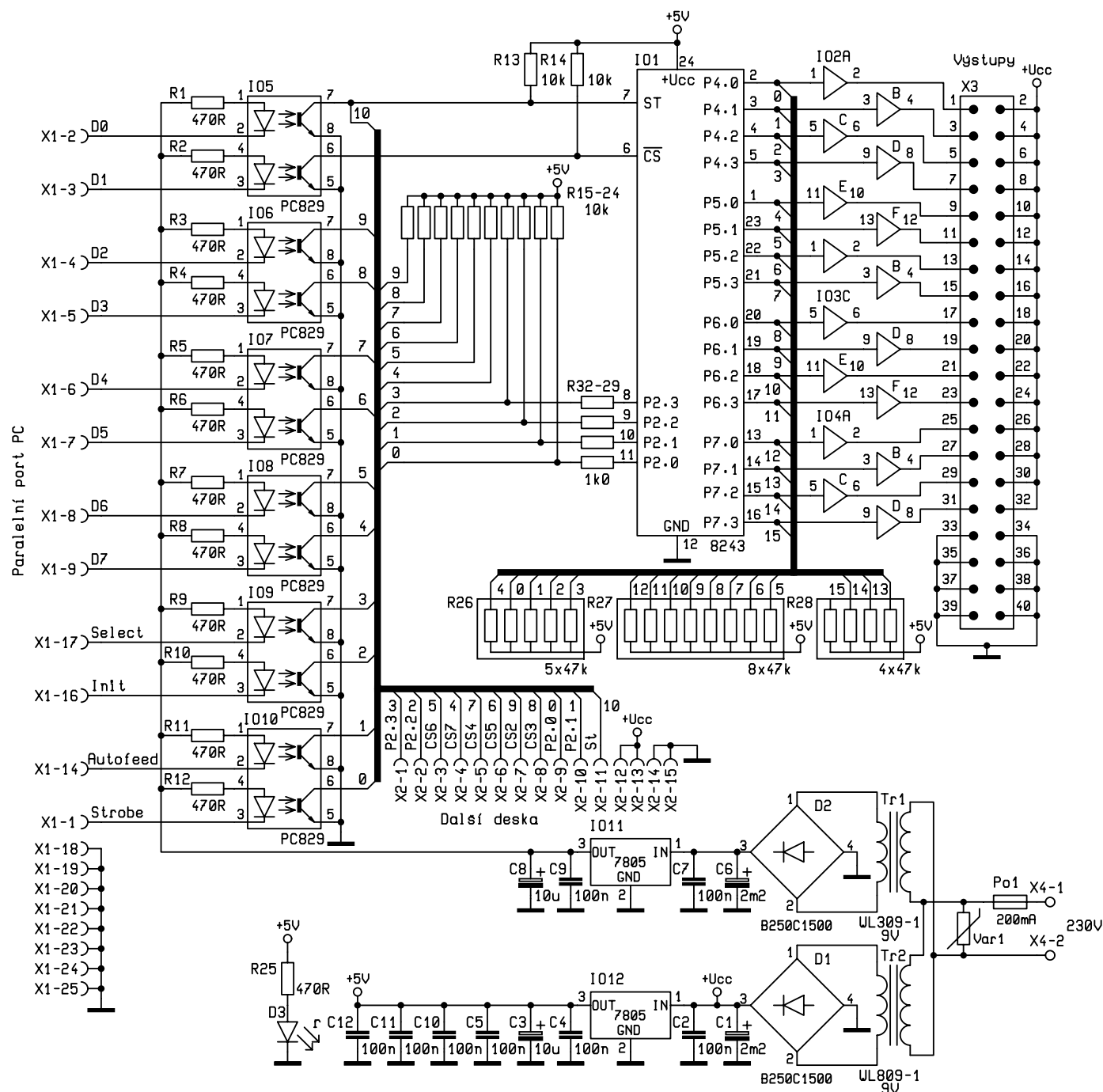
typu 8243, obvody proudového posílení výstupních linek, dva nezávislé síťové zdroje a výstupní konektor pro připojení dalších rozšiřujících karet PC-PORT16.

Paralelní rozhraní PC je od vnitřní řídicí sběrnice karty odděleno 6 dvojími optočleny typu PC829, které zabraňují poškození rozhraní PC při jakékoli závadě karty. Proudů jednotlivých signálů rozhraní PC jsou omezeny rezistory R1 až R12, které jsou zapojeny do série s anodami LED optočlenů.

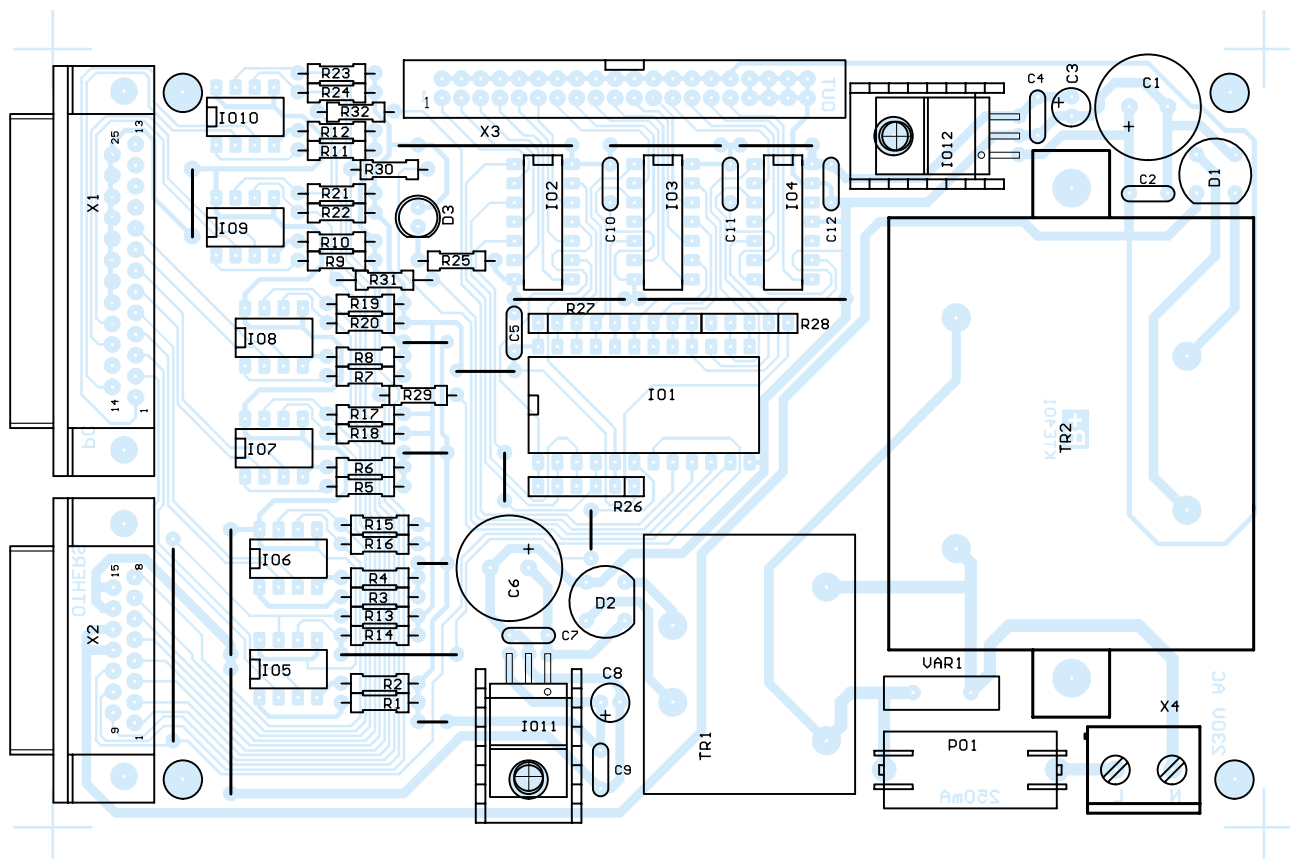
Rezistory R13 až R24 zajišťují log.1 na výstupech optočlenů, jejichž výstup tvoří tranzistor typu NPN.

Hlavním řídicím prvkem karty je obvod typu 8243 (*Intel*). Je to vstupně-výstupní expandér, vyvinutý původně pro rozšíření portů mikropočítače 8048. Má k dispozici čtyři rozšiřující porty se čtyřmi linkami, takže je možno obsluhovat celkem 16 vstupně-výstupních linek. V našem zapojení jsou však rozšiřující linky využity pouze jako výstupní (lze z nich externí zařízení ovládat, nikoli z nich číst).

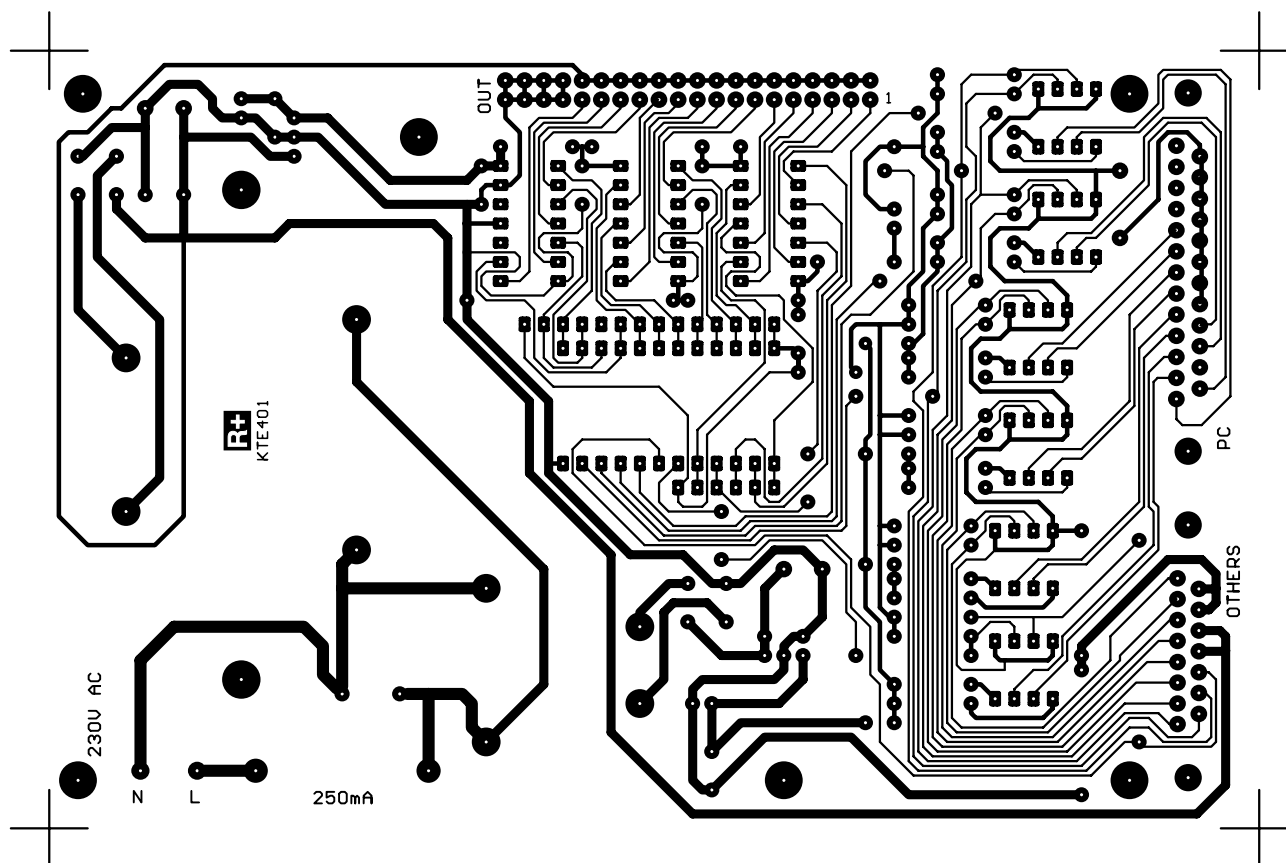
Expandér je ovládán přes port P2. Datové a řídicí slovo je přenášeno signály STROBE, AUTOFEED, INIT a SELECT z paralelního portu LPT počítače PC. ST (*strobe*) obvodu 8243 je ovládán



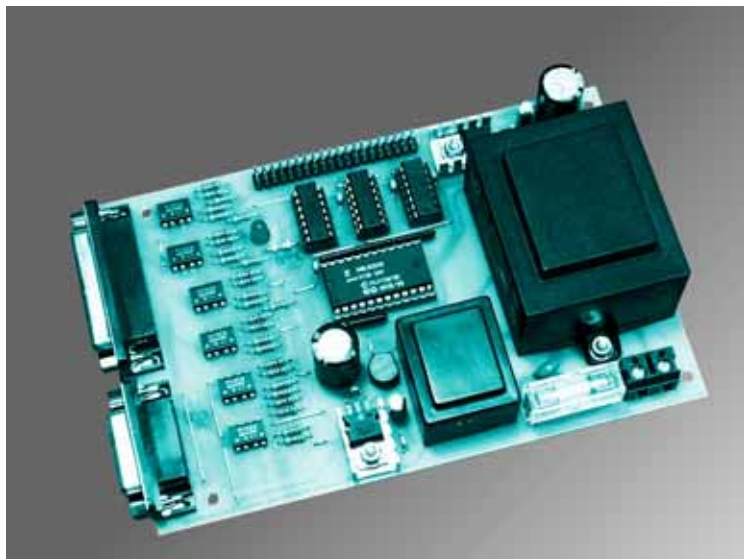
Obr. 1 - Schéma zapojení stavebnice č. 401



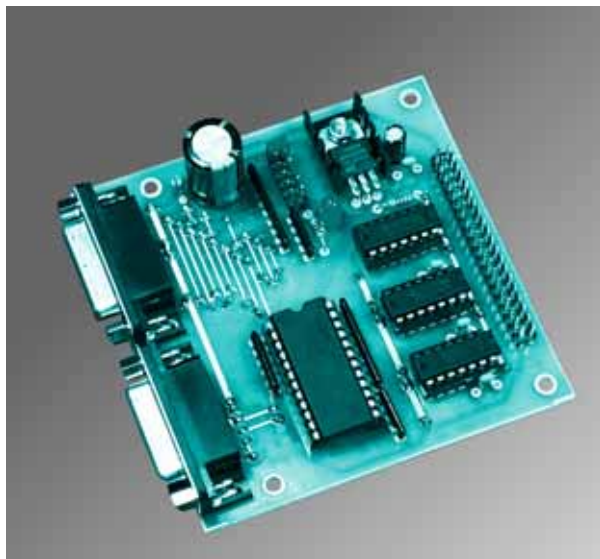
Obr. 2 - Rozmístění součástek stavebnice č. 401



Obr. 3 - Plošné spoje stavebnice č. 401



Obr. 4 - Sestavená stavebnice č. 401



Obr. 5 - Sestavená stavebnice č. 402

datovým signálem D0 a CS (*chip select*) signálem D1.

Do obvodu nesmí být v našem případě zapsán příkaz čtení. Pokud by však k tomu došlo, rezistory R29 až R32 zabraňují poškození expandéru v tomto nežádoucím stavu.

Výstupní linky z expandéru jsou posíleny budiče typu 74LS07 s otevřenými kolektory a s vysokonapěťovými výstupy. Signál neinvertují, jejich výstupní proud může být až 40 mA při maximálním napětí 30 V. Vícenásobné rezistory R26 až R28 zajišťují log. 1 na výstupech expandéru.

Pokud vyvstane požadavek invertovat signál z 8243 ihned po zapnutí napájení, je nutno na pozice IO2 až IO4 osadit obvody 74LS06, které jsou dodávány se stavebnicí.

Napájení zajišťují dva nezávislé síťové zdroje. První z nich s transformátorem TR1 napájí primární stranu optočlenů, které zajišťují oddělení od paralelního portu PC. Druhý, s transformátorem TR2, napájí vlastní obvody karty a přes konektor X2 všechny další rozšiřující karty PC-PORT16 (pokud jsou připojeny). Napájení ze dvou samostatných zdrojů je nutné proto, aby paralelní port PC byl skutečně elektricky oddělen od obvodů karty.

Představme si, že je použit pouze jeden napájecí zdroj a na některou z výstupních linek připojíme tak vysoké napětí, že poškodí příslušný výstupní oddělovač 74LS07. Toto napětí jej poškodí – "probije" se přes oddělovač na napájecí větvi karty a poškodí všechny obvody karty včetně stabilizátorů. Pokud by primární strana optočlenů byla spojena s napájecí větví karty, došlo by přes rezistory R1 až R12 a LED optočlenů ke zvýšení napětí na paralelním rozhraní PC, a tím k jeho možnému poškození.

Oba síťové zdroje jsou chráněny na vstupu tavnou pojistkou PO1 a varistorem VAR1. Stabilizaci napětí zajišťují IO11 a IO12 typu 7805. LED D3 informuje o připojení napájecího napětí.

Konektor X2 umožňuje styk s dalšími rozšiřujícími kartami PC-PORT16 včetně napájení.

***Řízení obvodu 8243 je podrobně popsáno v odstavci "Softwarové ovládání".***

## Stavba a oživení karty BASIC

Na obr. 3 jsou plošné spoje a na obr. 2 rozmístění součástek. Nejprve osadíme všechny drátové propojky a rezistory R1 až R32, potom optočleny IO5 až IO10 a patice do pozic IO1 až IO4.

Integrované obvody zatím do patic nevkládáme. U vícenásobných rezistorů dáváme pozor na jejich orientaci. Vývod 1 bývá většinou označen tečkou.

Následně osadíme LED D3 a keramické kondenzátory C2, C4, C5, C7, C9 a C10 až C12. Dále pokračujeme osazením zdrojů. Nejprve osadíme diodové můstky D1 a D2 a stabilizátory IO11 a IO12. Pod oba stabilizátory vložíme chladiče, které jsme před tím namazali teplovodným médiem. Šrouby vkládáme ze strany spojů a zajišťujeme maticemi ze strany součástek. Vhodné je použít obyčejnou a pérovou podložku. Upozorňujeme, že spojovací materiál není se stavebnicí dodáván.

Dále osadíme všechny elektrolytické kondenzátory C1, C3, C6 a C8, varistor, pojistkový držák, šroubovací svorku X4 a konektory X1 až X3. Všechny konektory a šroubovací svorku před pájením dorazíme těsně na desku plošného spoje. Pokud budeme s kartou často manipulovat, doporučujeme před pájením konektory vlepit do plošného spoje vhodným lepidlem.

Nakonec osadíme transformátory TR1 a TR2. TR1 zapájíme přímo do plošného spoje, TR2 připevníme k plošnému spoji dvěma šrouby M3 × 10 s maticí tak, že šrouby vložíme ze strany spojů a zajistíme maticemi stejně jako při osazování stabilizátorů. Do pojistkového držáku vložíme trubičkovou pojistku a nasuneme na něj bezpečnostní umělohmotnou krytku.

Plošný spoj zkontrolujeme, zda nedošlo k můstkům při pájení mezi jednotlivými spoji, zvláště potom v oblasti síťové části. Na konektor X1 připojíme střídavé napětí ze sítě 230 V. Nyní pracujeme již s deskou opatrně, nesmíme se dotknout živých částí desky!!! Při měření máme vždy desku položenou na nehořlavé izolační podložce součástkami směrem nahoru a na pojistkovém držáku musí být nasunuta krytka. Měříme opatrně bez dotyku ruky s deskou.

Voltmetrem změříme přítomnost stejnosměrných napětí na výstupech zdrojů a na paticích IO. Potom odpojíme napájecí napětí a do patic vsuneme integrované obvody IO1 až IO4.

Nyní zkontrolujeme stav logických signálů na desce ve statickém a simulovaném dynamickém provozu.

Desku znovu připojíme na napájecí napětí a opět dáváme pozor na nebezpečí úrazu. Voltmetrem změříme logické stavy na portu P2 u expandéru IO1, kde musí být všude přítomna log. 1. Tentýž stav musí být na vývodech 1 až 11 konektoru X2. Na vývodech 12 a 13 musíme naměřit stejnosměrné napětí ze zdroje s TR2.

Zvláštní pozornost věnujeme signálům na konektoru X1, protože tento konektor bude spojen s počítačem. Na vývodech 1 až 9, 14, 16 a 17 musíme naměřit log. 1 s napětím nepřevyšujícím 5,1 V. Potom simulujeme řídicí signály na X1 tak, že

každý jednotlivý signál na tomto konektoru uzemňujeme a kontrolujeme odezvu na příslušných vývodech expandéru 8243 a na konektoru X2. Například: uzemníme-li signál STROBE (vývod 1 spojíme s vývodem 25 na konektoru X1), na vývodu 11 expandéru IO1 se musí objevit log. 0. Stejná úroveň se musí objevit na vývodu 9 na konektoru X2.

Nakonec zkontrolujeme signály na rozšiřujících portech expandéru. Po připojení napájecího napětí se tyto porty nastavují automaticky do stavu čtení a je jim vnucena log. 1 vícenásobnými rezistory R26 až R28. Na vývodech P4 až P7 expandéru musíme tuto log. 1 naměřit.

Desku odpojíme od napájení.

Nyní jsme provedli základní oživení a můžeme pokračovat spojením karty s počítačem PC. Další oživovací postup, včetně dynamického testu, je společný s rozšiřujícími kartami PC-PORT16 a je popsán v příslušném následujícím odstavci.

### Technické parametry karty BASIC

Počet výstupních linek **16**  
Proudové zatížení každého jednotlivého výstupu **max. 30 mA**  
Součet proudových zatížení všech výstupů vč. všech připojených rozšiřujících karet **max. 800 mA**  
Maximální napětí, přivedené na výstup **30 V**  
Napájecí napětí **230V/50Hz**

### Seznam součástek karty BASIC

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| R1 – 12, 25                | 470R              |
| R13 – 24                   | 10k               |
| R26                        | 5 × 47k           |
| R27                        | 8 × 47k           |
| R28                        | 4 × 47k           |
| R29 – 32                   | 1k0               |
| C1, 6                      | 2m2/16V           |
| C2, 4, 5, 7, 9 – 12        | 100n              |
| C3, 8                      | 10μ/35V           |
| D1, 2                      | B250C1500         |
| D3                         | LED 5mm – červená |
| IO1                        | 8243              |
| IO2 – 4                    | 74LS07            |
| IO2" – 4"                  | 74LS06            |
| IO5 – 10                   | PC829             |
| IO11, 12                   | 7805              |
| VAR1                       | ERZC07DK391       |
| X1                         | CAN25Z90          |
| X2                         | CAN15Z90          |
| X3                         | S2G40             |
| X4                         | ARK110/2          |
| TR1                        | WL309-1           |
| TR2                        | WL809-1           |
| PO1                        | F200mA            |
| 1× pojistkový držák KS20SW |                   |
| 1× krytka KS20SW-H         |                   |

1× patice DIL24PZ  
3× patice DIL14PZ  
2× chladič DO1A  
1× deska s plošnými spoji KTE401  
1× disketa s programem

Cena stavebnice karty BASIC je rovných 1 800 Kč.

## Popis zapojení karty PC-PORT16

### – stavebnice KTE402

Karta obsahuje 16 výstupních portů. Není určena pro přímé spojení s počítačem, ale je ji možno připojit ke kartě BASIC, kterou rozšíří o dalších 16 portů. Jednotlivé karty PC-PORT16 lze navzájem propojovat, takže ke kartě BASIC lze připojit až 6 těchto rozšiřujících karet, čímž lze paralelní port LPT rozšířit až na 112 výstupních linek. Propojení s kartou BASIC je na obr. 6.

Schéma zapojení této stavebnice je na obr. E. Vstupně-výstupní konektory X1 a X2 slouží pro připojení ke kartě BASIC a pro vzájemné propojování jednotlivých

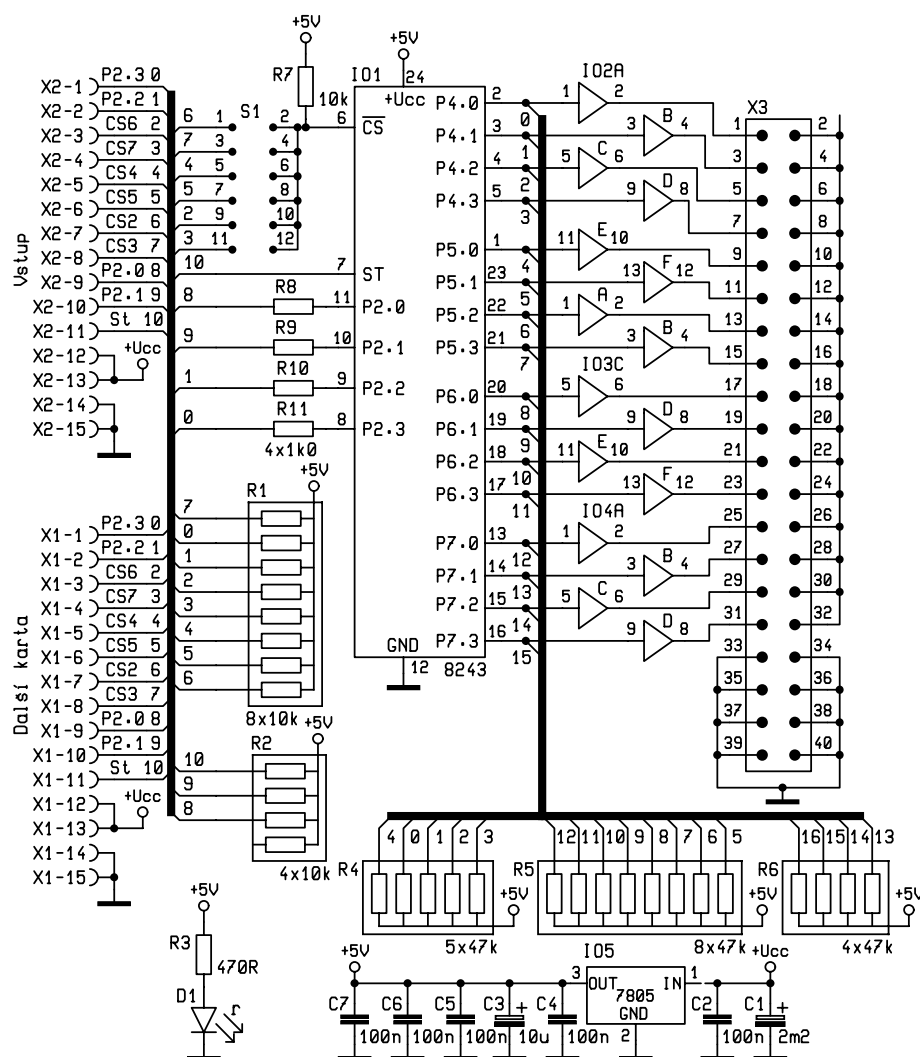
karet. Přitom nezáleží, který konektor bude jako vstupní a který výstupní, protože jsou oba zapojeny paralelně. Přes konektor S1 jsou ovládány CS (chip-selects) expandérů, takže na něm volíme propojkou pořadové číslo karty.

Zapojení expandéru a výstupních obvodů je totožné s kartou BASIC.

Vícenásobné rezistory R1 a R2 jsou zakončovací rezistory průchozí sběrnice a osazují se pouze na poslední připojené kartě. Například: použijeme-li pouze jednu kartu PC-PORT16, rezistory osadíme. Pokud použijeme dvě tyto karty, pak na první, kterou připojíme ke kartě BASIC, rezistory R1 a R2 neosazujeme, osadíme je pouze na druhé kartě.

Rezistor R7 zabezpečuje log. 1 při odpojení kartě od vstupních signálů.

Všechny rozšiřující karty PC-PORT16 jsou napájeny ze základní karty BASIC, ze které je napájecí napětí vyvedeno za diodovým můstkem zdroje s TR2. Každá rozšiřující karta PC-PORT16 obsahuje vlastní stabilizátor s filtračními kondenzátory. LED D1 signalizuje připojení napájecího napětí.



Obr. 6 - Schéma zapojení stavebnice č. 402

## Stavba a oživení karty PC-PORT16

Stavba je nenáročná, vyžaduje pouze zručnost při pájení čtyř SMD rezistorů R8 až R11. Na obr. 8 a 9 je plošný spoj, obr. 7 ukazuje osazení ze strany součástek a současně osazení SMD rezistorů ze strany spojů.

Nejprve osadíme SMD rezistory. Každý z rezistorů posadíme pinzetou na danou pozici a opatrně zapájíme tužkovou mikropájkou. Přitom dáváme pozor, aby se pájitelné konce rezistorů nedotýkaly průchozích spojů pod těmito rezistory. Použití pistolové pájky není v tomto případě vhodné.

Pokračujeme propojením spojů obou stran plošného spoje. Do každého jednotlivého otvoru propojení vložíme drát (například z odstříženého rezistoru) a zapájíme jej z obou stran. Potom osadíme rezistory R3 až R7. Pokud tato karta bude připojena jako poslední, osadíme rezistory R1 a R2. U vícenásobných rezistorů dáváme pozor na správnou orientaci při vkládání do plošného spoje.

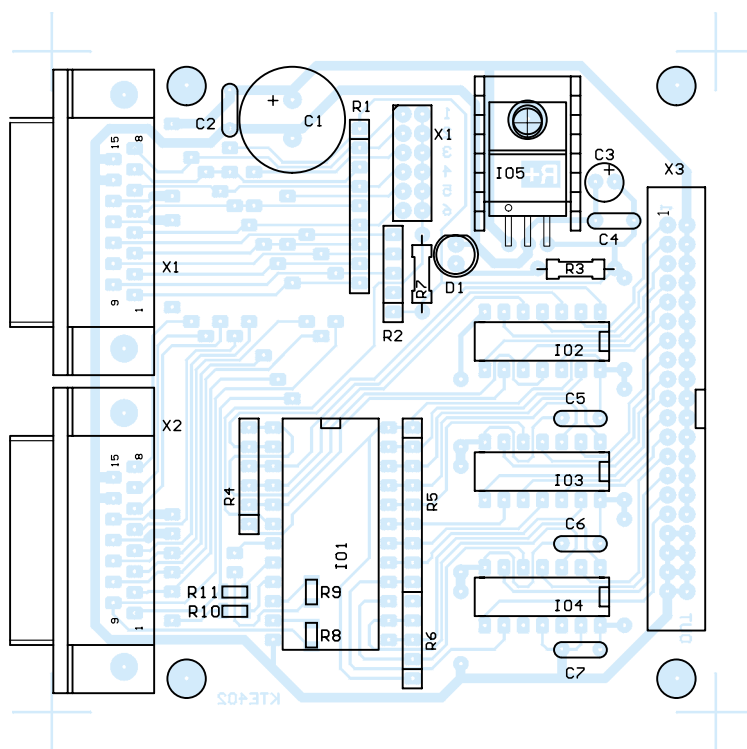
Následně osadíme stabilizátor IO5. Mezi něj a plošný spoj vložíme chladič, který namažeme teplovodným médiem. Šrouby vkládáme ze strany spojů a zajišťujeme maticemi ze strany součástek. Spojovací materiál není se stavebnicí dodáván.

Osadíme všechny kondenzátory C1 až C7, LED D1 a konektory S1, X1 až X3. Konektor S1 vyrobíme odložením šesti párů špiček z delšího konektoru. Do osazeného konektoru vložíme propojku na pozici požadovaného pořadového čísla karty. Popis pořadových čísel je na straně spojů pod tímto konektorem. Nakonec osadíme patice integrovaných obvodů.

Kartu spojíme s kartou BASIC a přivedeme napájení. V tomto případě se musí rozsvítit D1. Voltmetrem změříme přítomnost a velikost napájecího napětí na všech patičkách; musí být 5 V. Odpojíme napájení a do patic vložíme integrované obvody.

Stejně jako u karty BASIC, pokud vyvstane požadavek invertovat signál z 8243 ihned po zapnutí napájení, je nutno obvody 74LS07 nahradit obvody typu 74LS06.

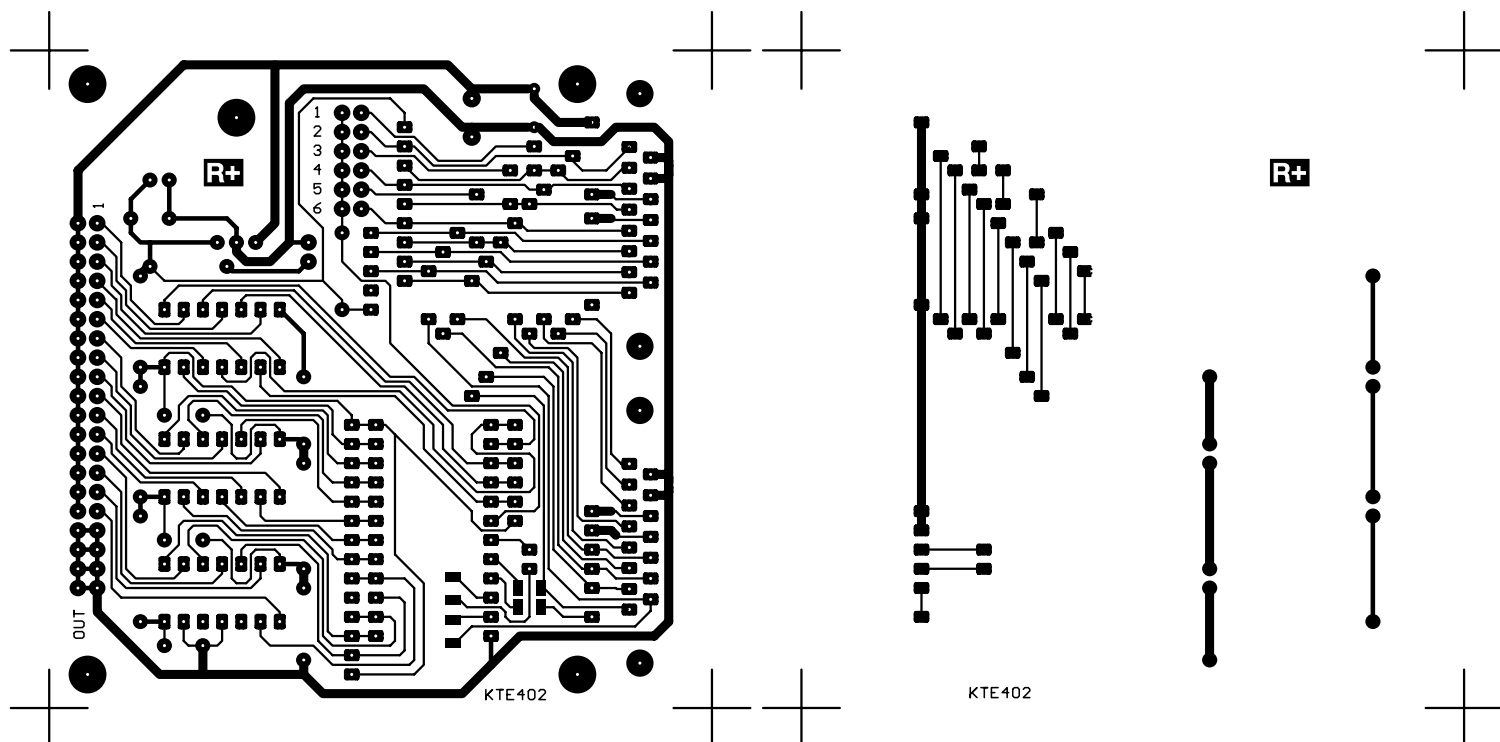
Dynamický test karty provedeme za využití stejného programu jako při testování karty BASIC.



Obr. 7 - Rozmístění součástek stavebnice č. 402

## Technické parametry karty PC-PORT16

|                                                |                |
|------------------------------------------------|----------------|
| Počet výstupních linek                         | 16             |
| Proudové zatížení každého jednotlivého výstupu | max. 30 mA     |
| Maximální napětí přivedené na výstup           | 30 V           |
| Připojení                                      | ke kartě BASIC |



Obr. 8, 9 - Deska s plošnými spoji stavebnice č. 402; vlevo strana A, vpravo B

## Seznam součástek karty PC-PORT16

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| R1                               | 8 × 10k           |
| R2                               | 4 × 10k           |
| R3                               | 470R              |
| R4                               | 5 × 47k           |
| R5                               | 8 × 47k           |
| R6                               | 4 × 47k           |
| R7                               | 10k               |
| R8 – 11                          | 1k0 1206          |
| C1                               | 2m2/16V           |
| C2, 4, 5, 6, 7                   | 100n              |
| C3                               | 10μ/35V           |
| D1                               | LED 5mm – červená |
| IO1                              | 8243              |
| IO2 – 4                          | 74LS07            |
| IO2" – 4"                        | 74LS06            |
| IO5                              | 7805              |
| S1                               | S2G20             |
| X1, 2                            | CAN15Z90          |
| X3                               | S2G40             |
| 1× patice DIL24PZ                |                   |
| 3× patice DIL14PZ                |                   |
| 1× chladič DO1A                  |                   |
| 1× propojka jumper               |                   |
| 1× deska s plošnými spoji KTE402 |                   |

Cena stavebnice karty PC-PORT16 je 845 Kč.

## Elektrické propojení karet BASIC a PC-PORT16 a test

Pro vlastní test musí být váš počítač vybaven paralelním portem tiskárny LPT1 a hardwarovým RTC (real time clock). Tyto prvky obsahuje dnes většinou každý počítač PC.

Před vlastní zkouškou funkčnosti je vhodné každý ze 16 výstupů opatřit červenou LED se sériovým rezistorem 1k5. Tento rezistor elektricky spojíme s anodou LED. Potom volný konec rezistoru spojíme s napětím  $+U_{cc}$  na přístupném konektoru a katodu diody s příslušným výstupem. Prostým měřením na výstupech nemůžeme při zkoušce nic, protože každý z výstupů je tvořen otevřeným kolektorem tranzistoru proti zemi. Na výstupní konektor nedoporučujeme pájet, vhodné je diody s rezistory napájet na protikůl tohoto konektoru a ten potom vsunout na výstupní konektor.

Kartu BASIC spojíme 15 žilovým kabelem s kartou PC-PORT16, opatřeným na koncích konektory CANNON (vidlice 15 pólů). Stejnými kabely propojíme mezi sebou požadovaný počet karet PC-PORT16. Maximální počet těchto rozšiřujících karet může být šest. Přitom nezáleží, který z konektorů X1 nebo X2 bude jako vstupní a který výstupní. Kabel a konektory nejsou dodávány spolu se stavebnicí, mimo jiné i proto, že každý uživatel bude potřebovat jinou délku spojovacích kabelů. Jen si dovoluujeme upozornit, že spojo-

vací kabely by měly být co nejkratší. Nejvhodnější je umístit jednotlivé karty co nejblíže k sobě a na delší potřebnou vzdálenost propojovat již výstupní signály, popřípadě až silové signály z reléových, triakových nebo jiných silových karet.

Propojkami na kartách PC-PORT16 navolíme pořadové číslo rozšiřující karty (na DPS jsou označeny polohy 1 až 6). Pokud navolíte u několika karet stejné pořadové číslo, budou tyto karty pracovat stejně (jejich CS budou spojeny paralelně).

Vypneme počítač, pokud je zapnut.

Odpojíme všechna zařízení od paralelního rozhraní LPT1 na počítači PC. K tomuto rozhraní připojíme kartu BASIC 25 žilovým kabelem. Kabel musí mít propojeny všechny vývody koncových konektorů CANNON. Nepoužívejte kabely typu LAP-LINK, které mají navzájem prohozeny některé vývody.

Zapneme počítač.

Připojíme napájecí napětí 230 V ze sítě na šroubovací konektor u karty BASIC. Přitom fázi připojíme na svorku označenou jako L a nulový vodič na svorku N. Po zapnutí napájecího napětí se již nesmíte dotknout živých silových částí karty.

Spustíme program PARPORT2.EXE.

Po ukončení práce odpojíme vždy kartu BASIC od napájení a od paralelního portu LPT1. Abyste nemuseli vždy vysunovat konektor z karty, můžete s výhodou použít datový přepínač paralelního portu. Tyto datové přepínače jsou k dostání za přijatelně nízké ceny téměř u všech obchodníků s výpočetní technikou.

## Ovládání programu PARPORT2.EXE

Spustíte program PARPORT2.EXE z doprovodné diskety napsáním příkazu a:\parport2.exe.

Po jeho spuštění se vynulují všechny výstupy všech karet a na obrazovce se

objeví základní instrukce pro jejich připojení. Pokud máte vše v pořádku, pokračujte klávesou ENTER. Pokud jste na cokoli zapomněli, opusťte program klávesou ESC.

Stiskem klávesy ENTER se objeví na obrazovce informace o stavu karty.

V horní části obrazovky je zobrazen systémový čas a stav, ve kterém se program nachází. V tomto případě je ve stavu STOP.

Dalšími informacemi jsou počty aktivovaných výstupů na příslušných kartách. Pokud použijete pouze kartu BASIC, informace o stavu rozšiřujících karet jsou samozřejmě zbytečné, i když i tyto nepřipojené karty jsou programem ovládané.

Poslední informací na obrazovce je způsob ovládání z klávesnice.

Stisknete klávesu C na klávesnici svého počítače. Nyní budou v sekundových intervalech postupně aktivovány výstupy 1 až 16 na všech připojených kartách. Po aktivaci všech výstupů jsou všechny vynulovány a cyklus se opakuje. V horní části obrazovky bude zobrazen stav START.

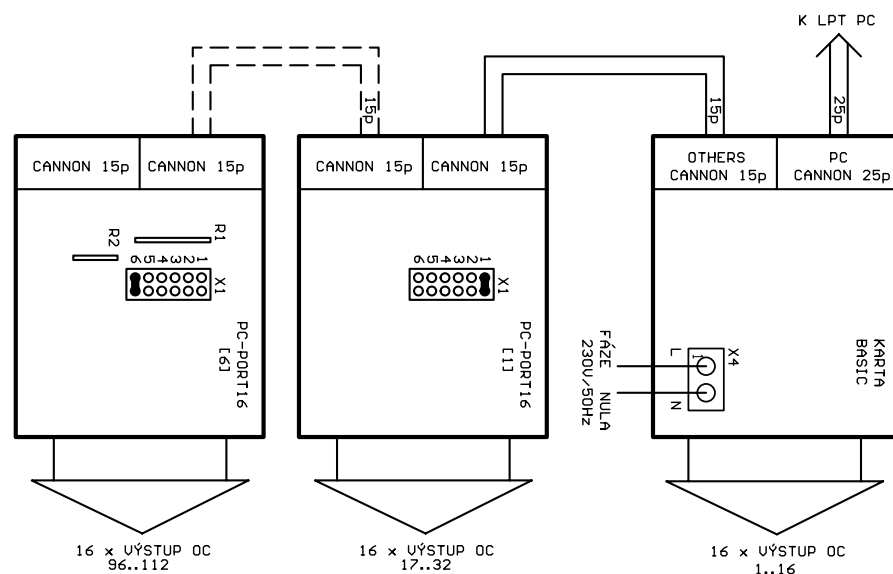
Stiskem klávesy S přejde program do stavu STOP. Informace na výstupech zůstane stabilní až do okamžiku stisku klávesy C (continue) nebo R (reset).

Stiskem klávesy R přejde program do stavu STOP a všechny výstupy jsou vynulovány. Klávesu R lze stisknout vždy. To znamená ve stavu START (C), nebo ve stavu STOP (S).

Program lze kdykoli opustit regulérně klávesou ESC. Opouštění programu nikdy neprovádějte vypnutím počítače. Po stisku klávesy ESC jsou totiž všechny CS obvodů 82C43 uvedeny do stavu log.1.

## Softwarové ovládání

Softwarové ovládání karty BASIC a všech dalších rozšiřujících karet PC-PORT16 vychází z obvodového zapojení



Obr. 10 - Blokové schéma – propojení karet BASIC a PC-PORT16

karet a zapojení digitálních linek na výstupu LPT počítače PC.

Z paralelního portu LPT jsou k ovládání využity datové bity D0 až D7 a signály STROBE, AUTO-FEED, INIT a SELECT.

## Význam řídících bitů z LPT pro kartu je následující:

LPT KARTA

D0 – ST (strobe) všech obvodů 8243

D1 – CS1 pro kartu BASIC

D2 – CS2 pro 1. rozšiřující kartu PC-PORT16

D3 – CS3 pro 2. rozšiřující kartu PC-PORT16

D4 – CS4 pro 3. rozšiřující kartu PC-PORT16

D5 – CS5 pro 4. rozšiřující kartu PC-PORT16

D6 – CS6 pro 5. rozšiřující kartu PC-PORT16

D7 – CS7 pro 6. rozšiřující kartu PC-PORT16

STROBE – D0 (P2.0) všech obvodů 8243

AUTO-FEED – D1 (P2.1) všech obv. 8243

INIT – D2 (P2.2) všech obvodů 8243

SELECT – D3 (P2.3) všech obvodů 8243

Dalším z potřebných údajů je práce s vlastním obvodem 8243.

Obvod je schopen rozšířit 1 port (P2) se čtyřmi datovými linkami na čtyři porty (P4, P5, P6, P7), každý opět se čtyřmi datovými vstupně-výstupními linkami (čili 16 rozšiřujících datových linek). Na těchto 16 linek lze z portu P2 údaje zapisovat, nebo naopak z nich údaje číst. V našem případě budeme na tyto linky pouze zapisovat.

## Řízení obvodu 8243 lze popsat takto:

Výchozí stav ST = log. 1, CS = log. 1.

1. Signál CS uvedeme do stavu log. 0.

2. Na port P2 přivedeme 4 bitový řídicí příkaz.

3. Signál ST uvedeme do stavu log. 0 (sestupná hrana zapíše řídicí příkaz do obvodu).

4. Na port P2 přivedeme 4 bitová data.

5. Signál ST uvedeme do stavu log. 1 (s daty se provede požadovaná činnost).

6. Signál CS uvedeme do stavu log. 1.

Pokud budeme opakovaně zapisovat nebo číst jeden a ten samý obvod 8243, lze samozřejmě jeho CS uvést do stavu

log. 0 na začátku a do stavu log. 1 až na konci práce s tímto obvodem.

Mezi jednotlivé body je někdy nutné vložit pauzu několik  $\mu$ s, protože rychlost přenosu LPT bývá větší, než je karta schopna zpracovat.

Řídicí příkaz je čtyřbitová hodnota, která obvodu oznamuje, co se bude dít s následujícími daty:

|    |                          |
|----|--------------------------|
| D3 | D2                       |
| 0  | 0 čtení (my nepoužíváme) |
| 0  | 1 zápis                  |
| 1  | 0 funkce OR              |
| 1  | 1 funkce AND             |

|    |           |
|----|-----------|
| D1 | D0        |
| 0  | 0 port P4 |
| 0  | 1 port P5 |
| 1  | 0 port P6 |
| 1  | 1 port P7 |

Takže zapsáním řídicího příkazu 0100 (04H) následně zapíšeme datové slovo na port P4. Zapsáním řídicího příkazu 1001 (09H) provedeme funkci OR mezi daty na vstupu (P2) a portu P5 a zapsáním 1111 (0FH) provedeme funkci AND mezi daty na vstupu a portu P7.

Posledním z nutných údajů pro řízení karet jsou základní adresy registrů ve vašem PC, které ovládají paralelní porty LPT.

V počítačích bývají nejčastěji nainstalována rozhraní první tiskárny LPT1 a ještě druhé rozhraní LPT2. Někdy mívá rozhraní tiskárny i grafická karta.

V následujícím popisu si objasníme uložení dat na adresách v paměti PC.

Protože data pro ovládání tiskáren jsou větší než osmibitové slovo, je nutno s těmito daty pracovat na více adresách. Vlastní data pro tiskárnu se ukládají do prvního registru (tzv. datového) na základní adrese (offset 0). Na následující adrese (offset 1) je stavový registr, který je určen jen ke čtení, a na další následující adrese (offset 2) je řídicí registr určený k zápisu i čtení.

Nejjednodušeji si to vysvětlíme na adrese jednoho rozhraní, např. LPT1.

Základní adresa LPT1 bývá 378H. Na této adrese se nachází datový registr LPT1. O jednu výš 379H je potom stavový registr a ještě o jednu výš 380H je řídicí registr.

Význam jednotlivých bitů všech tří registrů pro LPT1 je následující:

Datový registr, základní adresa 378H pro LPT1, čili offset 0

D0 – data D0  
D1 – data D1  
D2 – data D2  
D3 – data D3  
D4 – data D4  
D5 – data D5  
D6 – data D6  
D7 – data D7

Stavový registr, adresa 379H pro LPT1, čili offset 1

D0 – nic  
D1 – nic  
D2 – nic  
D3 – ERROR  
D4 – SELECT  
D5 – PE  
D6 – ACK  
D7 – BUSY (negovaně)

Řídicí registr, adresa 380H pro LPT1, čili offset 2

D0 – STROBE (negovaně)  
D1 – AUTO-FEED (negovaně)  
D2 – INIT  
D3 – SELECT IN (negovaně)  
D4 – nic  
D5 – nic  
D6 – nic  
D7 – nic

Základní adresy jednotlivých LPT bývají následující

LPT1 – 378H

LPT2 – 278H

LPT1 – 3BCH (u karty Hercules)

O skutečném přiřazení adres pro LPT ve vašem počítači se nejlépe přesvědčíte ve WINDOWS 95, 98/NT v prostředcích zásuvek tiskáren, ke kterým se dostanete přes TENTO POČÍTAČ – OVLÁDACÍ PANELE – SYSTÉM – SPRÁVCE ZAŘÍZENÍ – ZÁSUVKY (COM a LPT) – ZÁSUVKA TISKÁRNY (LPTx) – PROSTŘEDKY v položce ROZSAH VSTUPU A VÝSTUPU. Nemáte-li je, pak zkuste BIOS.

Poznámka:

Slíbené další moduly pro NKP uveřejníme až v dalším čísle – důvodem je nedostatek místa; dali jsme přednost konstrukcím, které nám zaslali čtenáři.



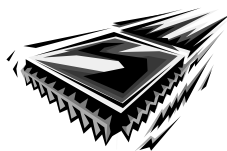
Reklamní plocha

Upozorňujeme naše čtenáře, že  
**starší stavebnice**

– v katalogu uvedené pod čísly 003 až 307 –  
již není možné objednávat v naší redakci.

Obracet se můžete na ELTIP, s.r.o. – viz inzerát str. 37.

# Development Board DBPIC



Zdeněk David

Development Board DBPIC je určen pro vývoj a odladování aplikací, ke studijním a výukovým účelům s jednočipovými mikrokontrolery PIC16C711, 16F84, 16C556, (pomocí redukci 12CXXX, 16C57, 16C73) od Microchip Technology Incorporated. Univerzální konstrukce DBPIC poskytuje rozsáhlé možnosti ladění, analogové i digitální simulace, přehledné zobrazování stavu I/O v reálném čase a s reálnými okolními obvody. Tvoří vhodný článek mezi návrhem a výrobou vyvíjených aplikací. Umožňuje nové aplikace snadno a rychle realizovat a ověřit jejich funkčnost v praxi. DBPIC lze rozšířit pomocí svorkovnice a konektorů s dalšími externími obvody. Díky svým vlastnostem se tak stává velmi užitečným pomocníkem nejen pro vývojáře a konstruktéry, ale i pro školní laboratoře ve sféře výuky.

## Základní popis

DBPIC obsahuje většinu potřebných součástek na desce plošného spoje s nepřepájkou maskou a potiskem:

- patice s nulovou zasouvací silou
- obvod napájení a stabilizace
- krystalový a odporovým trimrem nastavitelný RC oscilátor
- obvod pro měření hodnoty rezistoru
- 17 tlačítek, 2 klopné obvody RS pro digitální simulaci
- 2 odporové trimry pro analogovou simulaci
- 27 propojovacích lišt s jumpery (145 pinů)
- I/O MLW20 konektor
- svorkovnice ARK (16 pinů)
- konektor CANNON9
- 13 LED diod s oddělovacími tranzistory
- 3 místný nízkopříkonový LED displej
- RS232 s handshake a RS485
- 2 sériové EEPROM, 24C02-I2C a 93C46
- obvod reálného času DS1307 RTC
- odporovým trimrem proladitelný generátor s děličkou
- odporový trimr pro externí LCD displej (kontrast)
- akustický měnič

DBPIC přímo podporuje mikrokontrolery DIL18 - PIC16C71, 16C711, 16F84,

16C54, 16C556, a další pinově slučitelné PIC mikrokontrolery. Jiné typy (PIC12CXX-DIL8, 16C73, 16C57-DIL28 atd.) podporuje pomocí redukci.

Pokud se k některé části hardware vztahuje vzorové řešení firmy Microchip, je uvedeno na konci popisu v hranatých závorkách (např. [AN512]). Vzorová řešení (použité principy, popis hardware a software) lze nalézt na CD Microchip – Technical Library nebo na internetu na adrese <http://www.microchip.com> – sekce Application Notes.

## Popis hardware

### Napájení:

Napájecí napětí je přiváděno konektorem K1 na usměrňovací můstek D1, který zajistí správnou polaritu. Obvod U1 stabilizuje napětí na 5 V pro napájení všech obvodů na desce. Napájení je indikováno zelenou LED diodou E1. Pro napájení lze s výhodou použít napájecí adaptér dodávaný ke kitu PICSTART Plus, nebo použít jiný externí zdroj napětí 9 až 12 V ss / 150 mA (síťový adaptér). Odběr proudu je závislý na použité aplikaci.

### Propojení:

DBPIC přímo podporuje mikrokontrolery DIL18 - PIC16C711, 16F84, 16C556, a další pinově slučitelné PIC mikrokont-

rolery. Jiné typy (12CXXX, 16C57, 16C73) podporuje pomocí redukci, u nichž jsou rozšiřující porty a vývody vyvedeny na lištu pro jejich využití v aplikacích. Redukce nebo mikrokontroler PIC se do desky připojují pomocí patice s nulovou zasouvací silou, orientační značkou k páčce patice. Propojení s jednotlivými vývody mikrokontroleru se realizuje spojením konektorových lišt jumpery, nebo kablíky s dutinkami. Uživatelské lišty je možné zapojit na desce, nebo propojit s externími elektronickými obvody a periferiemi.

Protože jsou všechny piny mikrokontroleru vyvedeny paralelně na několik lišt (např. J14, J17, J18, J19) a konektory K3 až K10, je možné pomocí několika kablíků (zakončených dutinkami) snadno modifikovat připojení periferních obvodů a nepoužívat tak připraveného zapojení, např. připojení sběrnice I<sup>2</sup>C lištou J24 na RB6 a RB7. Na desce lze také vyzkoušet všechny příklady uvedené v knize [2].

### Reset:

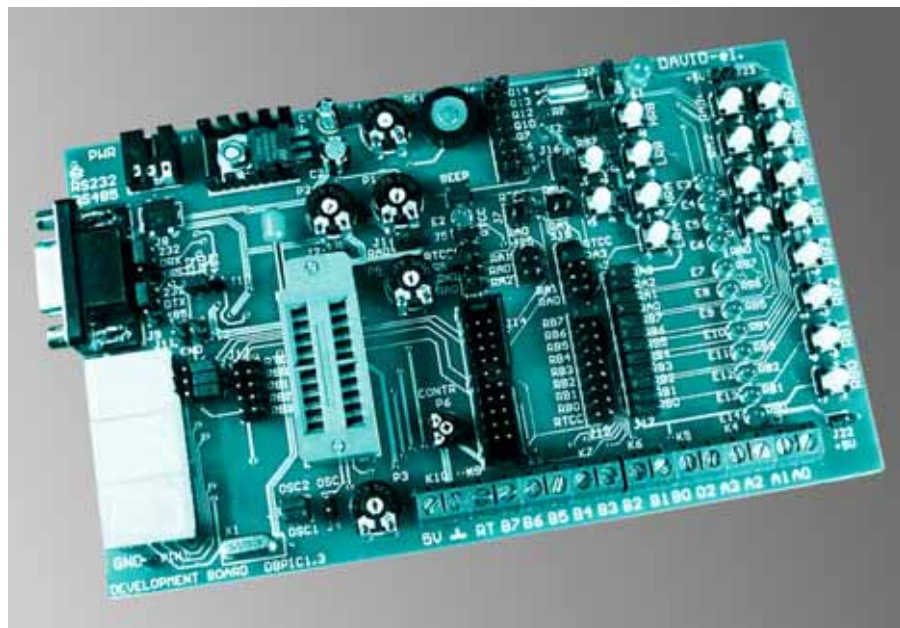
Tlačítkem S2-RST lze vyvolat reset. Propojením lišty J16 se prodlouží doba rozběhu při připojení napájecího napětí.

### Obvod oscilátoru:

Je navržen pro univerzální nastavení hodinové frekvence procesoru. Spojením lišty J4 je možné použít RC zapojení oscilátoru pro aplikace nevyžadující přesné časování. Odporový trimr P3 je pro jemné nastavení frekvence oscilátoru. Dvojím propojením lišty J3 je možné použít zapojení s krystalem nebo s keramickým rezonátorem. Krystal se zasouvá do precizní dutinkové lišty X1, tím je možné použít krystal podle vlastní potřeby. Výstup oscilátoru je vyveden na svorkovnici K5 a lištu J14 pro řízení externích obvodů.

### Zobrazování stavu vstupů a výstupů:

Třináct LED diod E2 až E14 s oddělovacími tranzistory lze propojením lišty J17 a J5 jednotlivě zapojit na porty RA0 až RA4, RB0 až RB7, RTCC. Propojením lze přehledně zobrazovat stav vstupů a výstupů. Rozsvícení LED diody docílíme logickou jedničkou na příslušném portu. [AN552]





**LED displej:**

Sedmisegmentový nízkopříkonový displej LED E15, E16 a E17 je připojen na port RB0 až RB7. Propojením lišty J26 lze řídit spínacími tranzistory Q2, Q3, Q4 společné anody těchto displejů. Rozsvícení segmentu LED displeje docílíme logickou nulou na příslušném portu RB0 až RB7 a zároveň logickou nulou na příslušném portu RA1 až RA3 vybereme segmentovku. Segmentovky svítí v multiplexovaném režimu slaběji, než při trvalém rozsvícení pouze jedné segmentovky. Lze jej použít pro zobrazování analogových nebo digitálních hodnot v realizovaných aplikacích. Např.: pro měření kmitočtů, napětí, proudů, odporů, teploty vyhodnocované termistorem atd.

Princip řízení a softwarové řešení multiplexovaného displeje v mírně odlišném zapojení je uvedeno v [AN529, AN590].

**Simulace digitálních vstupů:**

Na porty RB a RA je připojeno dvanať tlačítek S3 až S14. Stisknutím tlačítka se na příslušný port přivede logická nula. Porty I/O jsou chráněny rezistory R22 až R33 pro případ, že by byly konfigurovány jako výstupní. Pro snímání stavu tlačítek je nutné ošetřit vstupy pull-up rezistory. K tomu slouží rezistory R34 až R45 zapojené přes oddělovací diody D4 až D15 a propojovací lištu J22, nebo lištu J23 na napětí +5V. [AN552]. Tlačítka slouží pro ovládání aplikací a simulace vstupních podmínek na portech mikrokontroleru.

Obvod U5 je zapojen jako dvojitý klopový obvod R/S ovládaný čtyřmi tlačítky S15, S16, S17 a S18 pro simulaci bezzákladového vstupu (tlačítka), nebo tlačítek ZAP/VYP. Podle propojení lišty J18 je možné přivést úroveň L/H (0/1) do portu RA a RTCC. Podle propojení lišty J19 je možné přivést úroveň L/H (0/1) do jednoho pinu z portu RB a RTCC.

**Simulace analogových vstupů:**

Propojením lišty J1, nebo J2 je možné simulovat analogové vstupy RA0, RA1 osmibitového A/D převodníku obvodů řady 16C71X. Odporovým trimrem P1, nebo P2 můžeme plynule nastavit napětí od 0 do +5 V. Porty I/O jsou chráněny rezistory R2, R3 pro případ, že by byly konfigurovány jako výstupní. Zapojení slouží pro simulaci měření analogových veličin. Např.: měření napětí v aplikaci voltmetru. [AN557]

**Vstup / výstup konektory:**

Všechny vstupní a výstupní porty, výstup oscilátoru a napájecí napětí +5 V jsou vyvedeny přes oddělovací rezistory R78 až R92 na svorkovnici K3 až K10 a přímo na konektor MLW20 J14. Pomocí těchto konektorů a uživatelských lišt je možné DBPIC rozšířit a propojit s externími elektronickými obvody a periferiemi.

Na konektor J14 MLW20 je přivedeno regulovatelné napětí z odporového trimru P6, které je možné použít pro říze-

ní kontrastu externího LCD displeje. Displej lze použít pro zobrazování analogových nebo digitálních hodnot v realizovaných aplikacích. Software pro řízení LCD displeje vč. popisu funkcí displeje je uveden např. v [AN587] a [AN563].

**Generátor:**

Obvod U2 je zapojen jako generátor signálu cca 0,7 Hz až 11 kHz se 14b čítačem. Na výstupech je možné odebírat podělený výstupní signál. Trimrem P4 lze nastavit jemně výstupní frekvenci generátoru. Jedním propojením lišty J6 lze vybrat hrubě výstupní frekvenci čítače. Propojením lišty J7 lze připojit tento signál na pin RTCC a navíc i na RA0. Generátor je možné použít pro simulaci měření kmitočtu. [AN592] Příklad: 16b ČÍTAČ. PIC16CXX má 8b časovač TMR0, který může být rozšířen 8b předděličem (/256). Vstup předděliče je vybaven SKO obvodem pro tvarování impulsů, max.  $f = 50$  MHz. RTCC je spojen s RA0. Měřený signál je přiveden přes R9 na RTCC. TMR0 je pro měření vstupní frekvence. Vstup impulsů je hradlován zpožděním, pro přesné časování. Před spouštěním je nulován TMR0 a předdělič. RA0 pin je konfigurován jako vstupní. Na konci zpoždění je RA0 pin konfigurován jako výstupní a na jeho výstup je zapsána úroveň nula. Ta zabrání příchodu dalším impulsům do TMR0-RTCC. 16b hodnota vstupní frekvence je teď uložena v TMR0 a 8 bitech předděliče. Horních 8 b jsou v TMR0 a mohou být přečteny. Dolních 8 b nemůže být přímo přečteno jako registr a proto je nutné vyjmout 8b hodnotu z předděliče. Výstupem RA0 začneme generovat pulzy (BSF a BCF instrukcí) a tyto pulzy počítat pomocným registrem X. Po každém vygenerovaném impulsu kontrolujeme, zda nastal přírůstek hodnoty v TMR0. Jestliže nastal v TMR0 přírůstek o 1, je možné rozdílem  $256 - X$  vypočítat hodnotu dolních 8 bitů.

**Sériová EEPROM 3Wire:**

Trojnásobným propojením lišty J25 je vytvořeno zapojení pro komunikaci s elektricky mazatelnou pamětí 93C46 – U6. Jednoduché sériové třídrátové rozhraní dělá tuto paměť ideální pro rozšíření paměťového prostoru mikrokontrolerů PIC, kdy je třeba uchovávat data (128×8 b) i po vypnutí napájecího napětí bez potřeby zálohovací baterie. Na mikrokontroler PIC je připojena signálem CS-výběrový signál, signálem CLK-hodiny, signálem DI-data vstup a DO-data výstup. Spojením signálů DI a DO lze z paměti data číst i zapisovat jedním portem mikrokontroleru. Port RA1 je konfigurován během programu jako vstupní nebo výstupní. [AN530], [AN619]

**Sériová EEPROM I<sup>2</sup>C:**

Dvojnásobným propojením lišty J24 je vytvořeno zapojení pro komunikaci s elektricky mazatelnou pamětí 24C02. Jednoduché sériové 2 drátové rozhraní

dělá tuto paměť ideální pro rozšíření paměťového prostoru mikrokontrolerů PIC, kdy je třeba uchovávat data (256×8 b) i po vypnutí napájecího napětí bez potřeby zálohovací baterie. Adresa a data jsou přenášena přes sériovou 2–drátovou sběrnici I<sup>2</sup>C. Používá jeden hodinový a jeden obousměrný datový signál. Na mikrokontroler PIC je připojena signálem SCL-hodiny přes RB6 a signálem SDA-data vstup/výstup přes RB7. Softwarové řešení sběrnice I<sup>2</sup>C je uvedeno v [AN515], [AN541] a [AN554], připojení paměti 24C02 v [AN567].

**Obvod reálného času RTC:**

Dvojnásobným propojením lišty J24 je vytvořeno zapojení pro komunikaci s obvodem reálného času DS1307. Adresa a data jsou přenášena přes sériovou 2 drátovou sběrnici I<sup>2</sup>C. DS1307 obsahuje reálný čas, kalendář a 56 byte non-volatile statické paměti ram. Poskytuje informace: sekundu, minutu, hodinu, den, datum, měsíc a rok. Automaticky nastavuje datum pro měsíce s méně než 31 dny, včetně korekcí pro přestupný rok. Hodiny fungují ve 24 nebo 12 hodinovém formátu s AM / PM ukazovatelem. DS1307 má inteligentní obvod, který rozezná výpadek zdroje a automaticky se přepne napájení ze zdroje na napájení z baterie. DS1307 funguje jako slave zařízení na sériové I<sup>2</sup>C sběrnici. Používá jeden hodinový a jeden obousměrný datový signál. Na mikrokontroler PIC je připojen signálem SCL-hodiny přes port RB6 a signálem SDA-data vstup/výstup přes port RB7.

Obvod RTC najde uplatnění všude tam, kde je potřeba uchovávat data včetně informace o reálném čase a datumu. Například v informačních a docházkových systémech, v měření elektrických hodnot, v řídicích systémech atd.

Softwarové řešení sběrnice I<sup>2</sup>C je uvedeno v [AN515], [AN541] a [AN554].

**Obvod aktivace PIC ze SLEEP modu tlačítkem:**

Dvojnásobným propojením lišty J15 je vytvořeno zapojení pro testování aktivace a snímání stavu tlačítka. Ve SLEEP režimu lze mikrokontroler aktivovat provedením resetu. Port RA1 musí být konfigurován jako výstupní. Propojíme lištu J16. Stisknutím tlačítka S1 SLE dojde k vybití kondenzátoru C16 a tím k resetu mikrokontroleru. Po resetu jsou všechny porty nastaveny jako vstupní (vysoká impedance portů). Po resetu je RA1 nastaven jako výstupní s úrovní logické nuly a RA0 jako vstupní. Další instrukcí je sejmout stav na RA0 a ihned je na RA1 nastavena úroveň logické jedničky. Stisknuté tlačítko již nezpůsobí vybití kondenzátoru C16 vzhledem k velmi krátké době snímání stavu tlačítka. Další instrukce vykonají potřebné operace a dokončí aplikovaný program. Před instrukcí SLEEP musí být port RA1 konfigurován jako výstupní. Toto

zapojení umožňuje rozšíření na více tlačítek, např. zapojení tlačítek do matice. Pak je nutné mezi jednotlivé snímání stavu tlačítek vložit časové zpoždění (20 ms), aby nemohlo dojít k vybití kondenzátoru C15 a tím k resetu mikrokontroleru. [AN528]

## Akustický měnič:

Propojením lišty J20 se připojí akustický měnič pro akustickou signalizaci použité aplikace. Optimální pracovní frekvence měniče je 2 až 3 kHz.

## Obvod měření odporu:

Čtyřnásobným propojením lišty J21 je vytvořeno zapojení pro měření odporu rezistorů a termistorů. Neznámá hodnota rezistoru je simulována odporovým trimrem P5. Přesnost měření odporu je 6 až 10 bitů v závislosti na době měření a velikosti odporů. Metoda měření potlačí chyby způsobené teplotní nestabilitou, nestálostí napájecího napětí a změn rozhodovací logické úrovně vstupu RTCC. Metoda je založena na rozdílu času nabíjení kondenzátoru C10 přes kalibrační rezistor s časem nabíjení C10 přes neznámou hodnotu rezistoru P5. Kondenzátor je vybíjen přes oddělovací rezistor R65 portem RA2. Metoda je vhodná např. pro měření teploty termistorem. [AN512]

Využití najde také všude tam, kde je potřeba odporovým trimrem nastavit vlastnosti probíhajícího programu. Např.: časové zpoždění, rychlost odezvy, dobu sepnutí, rychlost měření ap. ve spojení s okolními obvody připojenými k mikrokontroleru.

## Sériový vstup/výstup RS232:

Propojením lišty J8 (DRX/232), lišty J9 (DTX/232), lišty J10 (RXD/232) a pětinásobným propojením lišty J13 je vytvořeno zapojení pro sériovou komunikaci s převodníkem úrovně RS232 ADM202 – U3. Pro výstup dat (TX) se používá pin RB0, pro vstup (RX) pak pin RB1 nebo RTCC. Pro linky handshake RTS (výstup – povolení vysílání protistrany) a CTS (vstup – povolení vysílání ze strany PIC) jsou zapojeny piny RB2 a RB3. Na konektor Cannon K2 (kolíky) jsou přivedeny signály v úrovni RS232: TX na pin 2, RX na pin 3, RTS na pin 8 a CTS na pin 7, zem (GND) je na pinu 5.

RS232 je vhodné pro komunikaci místních zařízení a podporuje jeden vysílač a jeden přijímač do vzdálenosti cca 30 m. Signály v RS232 mají v klidovém stavu zápornou úroveň mezi -5 až -15 V. Při vysílání dat mají úroveň mezi +5 až +15 V, která se střídá se zápornou úrovní. Napěťové úrovně signálů jsou vztaženy ke společné zemi. Nejvíce je používáno k přenosu dat s PC přes port COM1, COM2. Pro připojení k PC lze s výhodou využít kabel dodávaný ke kitu PICSTART nebo PICSTART Plus. Software pro half/full duplex pro 16C5X (a vyšší) je uveden v [AN510], další informace jsou uvedeny v [AN593]. Řešení pro procesory 16C84, 16F84 a 16C71/711 s použitím pinu RTCC pro příjem je uvedeno v [AN555].

## Sériový vstup/výstup RS485:

Propojením lišty J8 (DRX/485), lišty J9 (DTX/485), lišty J10 (RXD/485) a pětinásobným propojením lišty J13 je vytvořeno zapojení pro sériovou komunikaci s převodníkem úrovně RS485 ADM1485 – U4. Pro výstup dat se používá pin RB0, pro vstup pak pin RB1 nebo RTCC. Pro přepínání směru linky DIR je zapojen pin RB2. Na konektoru Cannon je sběrnice RS485 připojena na piny 2 (A+) a 3 (A-). Softwarové řešení lze získat úpravou výše uvedených doporučení [AN593], nebo [AN555]. Sběrnice RS485 používá pro přenos dat jen kroucenou dvoulinku – diferenciální vodiče. Přijímače reagují na rozdíl napětí mezi A+ a A-. Na sběrnici lze zapojit až 32 koncových zařízení. Jedno zařízení zpravidla funguje jako master, řídí tok dat na sběrnici, zbylá zařízení jsou podřízená – slave. Zařízení master je přepnuto do výstupního stavu, vyšle na sběrnici povel. Všechna zařízení slave jsou přepnuta na vstup, přijmou povel a jedno z nich se přepne na výstup a odpoví. Sběrnice může být pro nízké rychlosti dlouhá až 1 200 m, na obou koncích musí být zakončená. Zakončení se na desce DBPIC připojí propojením lišt END – J11 a J12 jumperem. RS485 je vhodné např. k dálkovému přenosu dat ze zahradního skleníku, kde je nutné měřit teplotu, tlak, vlhkost a řídit zavlažovací systém.

## Obsah dodávky:

- modul DBPIC (rozměry: 160 x 100 mm)
- uživatelská příručka
- 20 ks propojovacích jumperů
- PIC16F84/P04 DIL18
- krystal 4 MHz

## Další příslušenství a služby na objednávku:

- redukce pro rozšíření na jiné mikrokontrolery PIC (PIC16C73, 16C57- DIL28, PIC12CXX-DIL8 ad.)
- bezdrátová rádiová komunikace 433 MHz

- IrDa – bezdrátová komunikace pomocí infračerveného záření
- krokový motor s budičem
- BARGRAF 10 LED s budičem 0 – 5 V pro PWM výstupy
- spínací modul – 4 relé / 1 A, 4 diody LED a svorkovnice
- redukce pro rozšíření na vývojový programátor PIC16F84 s PC přes paralelní port; včetně software
- napájecí síťový adaptér, kabel k PC –RS CAN-NON9
- sadu propojovacích kablíků s dutinkami
- mikrokon. PIC, různé hodnoty krystalů
- LCD displej (např. 2 x 16 znaků), BCD přepínače
- obvody Dallas pro automat. identifik. (Touch Memory)
- diskety 3,5" se soubory \*.pdf
- naprogramování mikrokontrolerů PIC
- vývoj aplikací na zakázku
- dodávky dle zvláštních požadavků odběratele

## Doporučené vybavení:

Literatura, CD-ROM, vývoj. prostředí a programátor:  
1) Nakladatelství BEN – technická literatura; Internet: <http://www.ben.cz>

• [1] Mikrořadiče PIC16CXX a vývojový kit PICSTART, Ing. Jiří Hrbáček

• [2] Programování mikrokontrolerů PIC16CXX, Ing. Jiří Hrbáček

• [3] Komunikace mikrokontrolerů s okolím, Ing. Jiří Hrbáček

• [4] Mikrokontrolery PIC16C7X, Oldřich Peroutka  
2) Distributor el. součástek GM Electronic – Internet: <http://www.gme.cz> – Autorizovaný distributor výroby fy. Microchip

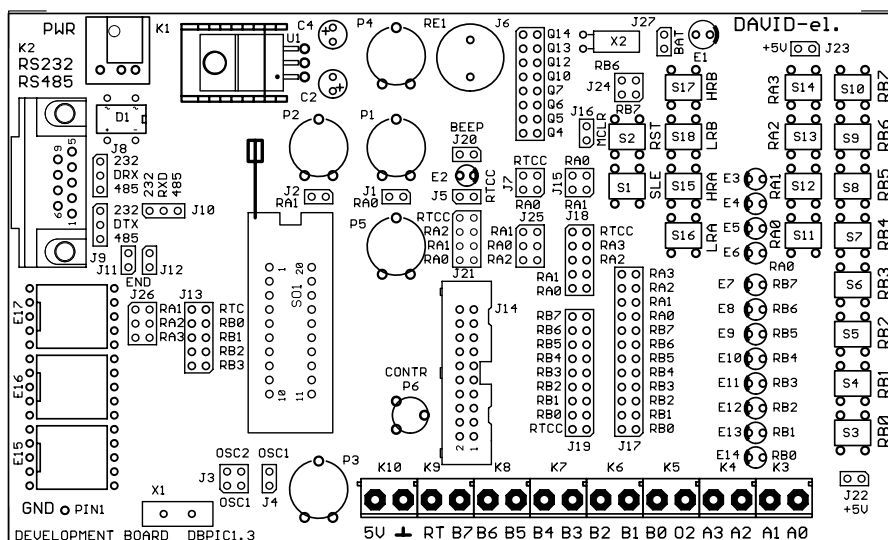
• CD-ROM Microchip Technical Library (katalog produktů Microchip: mikrokontrolery PIC, paměti, aplikační příručka, vývojový systém MPLAB).

• PICSTART Plus Kit – programátor, včetně vývojového prostředí MPLAB

• mikrokontrolery PIC  
• Podpora produktů firmy Microchip

3) Microchip – Internet:  
<http://www.microchip.com>

4) DALLAS semiconductor – Internet: <http://www.dalsemi.com>.

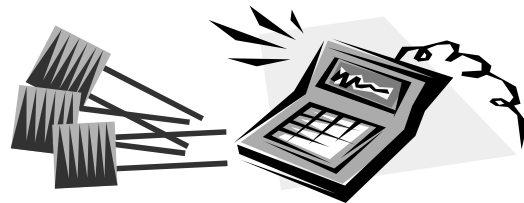


Obr. 2 - Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji (zmenšeno)

DBPIC dodává ve své síti prodejen firma GM Electronic za cenu 3 268 Kč bez DPH (3 987 Kč s DPH). Vyrábí firma DAVID-electronic, Hrušňová 12, 621 00 Brno.

# Měřič kapacit

Ing. Michal Luner



K následující konstrukci mě inspirovalo zapojení nedávno uveřejněné v [1] a [2], které mne zaujalo jednoduchým principem měřicí metody, avšak odradilo složitostí zapojení. Proto jsem pro řízení a vyhodnocování měření použil jednočipový mikropočítač. Jedná se o přímoukazující čtyřmístný číslicový měřič kapacity kondenzátorů se čtyřmi rozsahy: 10 nF, 1  $\mu$ F, 100  $\mu$ F a 10 mF. Princip spočívá v měření doby, po kterou se nabíjí měřený kondenzátor v monostabilním klopném obvodu (MKO) s 555. Celý měřič je postaven na jednom plošném spoji o rozměrech 98 x 80 mm.

## Popis zapojení

Zapojení měřiče zahrnuje již zmíněný měřicí obvod s manuální volbou rozsahu, vyhodnocovací obvod s LED displejem, dvě LED indikující zvolený rozsah (nF,  $\mu$ F) a stabilizátor napětí 5 V.

## Měřicí obvod

Časovač 555 (IO2) je zapojen jako MKO s časovou konstantou danou měřeným kondenzátorem  $C_M$  a "nabíjecím" odporem  $R_n$ , který se volí sekci "C" přepínače PR1 podle velikosti kapacity měřeného kondenzátoru. Velikost  $R_n$  se určí následujícím výpočtem:  
 perioda MKO:  $T = 1,1 \cdot R_n \cdot C_M$   
 odtud odpor  $R_n = T / (1,1 \cdot C_M)$   
 perioda měřicích impulsů (perioda strojového cyklu mikrořadiče) je cca 4 ms a tedy načítání 9999 impulsů trvá přibližně  $T = 40$  ms

Pozn.: Na nejvyšším rozsahu (10 mF) by nabíjecí odpor byl příliš malý, proto je perioda měřicích impulsů programově prodloužena 100x (pak  $T = 4$  s).

| $C_M$ (rozsah) | 10 nF          | 1 $\mu$ F       | 100 $\mu$ F  | 10 mF        |
|----------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|
| $R_n$          | 3,6 M $\Omega$ | 36,3 k $\Omega$ | 363 $\Omega$ | 363 $\Omega$ |

Přesná velikost  $R_n$  se nastaví odpovídajícím trimrem (P1, P2 resp. P3). Podrobnější odvození je např. v [1], [3] nebo [4].

Aby bylo možno vykompenzovat parazitní kapacity, je ke vstupu trvale připojen kapacitní trimr C5 (příp. v kombinaci s C10) a začátek měření je na nejnižším rozsahu posunut asi o 50 pF. Na vyšších rozsazích parazitní kapacity způsobí zanedbatelnou chybu nebo se vůbec neprojeví. Vybíjení  $C_M$  obstarává vnitřní tranzistor v IO2 přes ochranný odpor R4. Na nejvyšším rozsahu je delší prodleva mezi měřeními kvůli spolehlivému vybití měřeného kondenzátoru.

## Vyhodnocovací obvod

Je tvořen mikrořadičem IO1 s oscilátorem, reset obvodem a čtyřmístným displejem v multiplexním režimu. Ten je složen ze dvou dvouciferných zobrazovačů s vysokou svítivostí.

## Využití vývodů IO1:

P1.0 až P1.6 - výstupy pro spínání anod LED displeje přes odpory R12 až R18  
 P1.7 - vstup informace o tom, že je zvolen nejnižší rozsah (z přepínače PR1, sekce "A")  
 P3.0 - vstup informace o tom, že je zvolen nejvyšší rozsah (z přepínače PR1, sekce "A")

P3.1 - výstup řídicího signálu pro zahájení nabíjení měřeného kondenzátoru (spojen se spouštěcím vstupem IO2)

P3.2 - vstup informace o ukončení nabíjení  $C_M$  (spojen s výstupem IO2)

P3.3 až P3.5 a P3.7 - výstupy pro spínání společných anod jednotlivých číslic LED displeje (signály jsou výkonově zesíleny tranzistory T1 až T4)

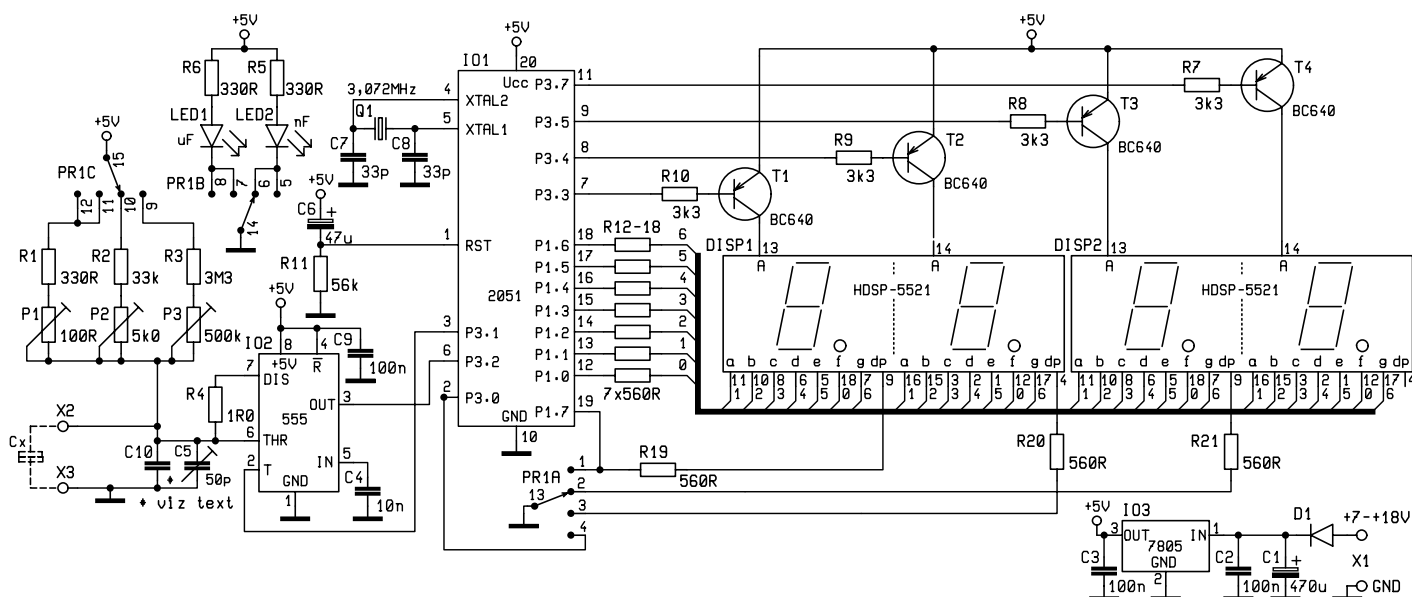
## Činnost programu:

Běh celého programu zahrnuje tyto základní činnosti:

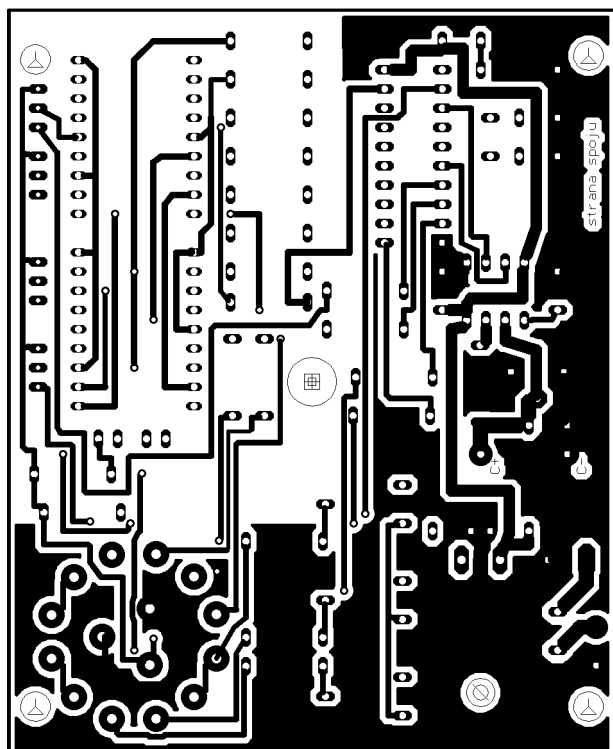
- zahájení nabíjení měřeného kondenzátoru a spuštění vnitřního čítače strojových cyklů (s periodou cca 4 ms)
- po příchodu signálu o ukončení nabíjení  $C_M$  okamžitě zastavení čítače a zobrazení jeho obsahu na displeji
- v době mezi vykonáváním předchozích dvou činností se program věnuje obsluze displeje

## Další vlastnosti programu jsou:

- vkládání časových prodlev mezi měřeními nutné pro vybití měřeného kondenzátoru a ustálení měřicího obvodu
- indikace přetečení rozsahu zobrazením "OL" na displeji
- zpoždění začátku čítání na nejnižším rozsahu – pro kompenzaci parazitních kapacit
- stonásobné snížení počtu načítaných impulsů při zvoleném nejvyšším rozsahu



Obr. 1 - Schéma zapojení



Obr. 2 - Spoje A

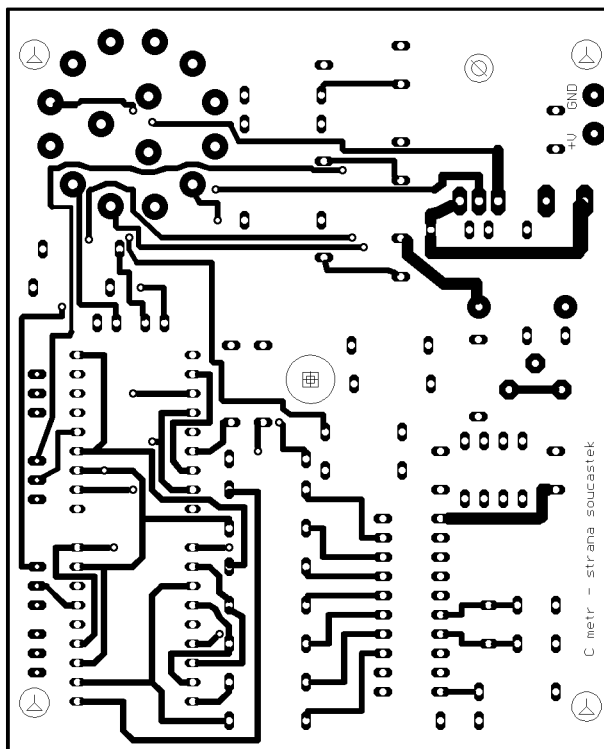
O řádu zobrazeného údaje informují LED1 ( $\mu\text{F}$ ) a LED2 ( $\text{nF}$ ) ovládané sekci "B" přepínače PR1 a poloha desetinné tečky spínaná sekci "A" přepínače PR1.

### Napájecí obvod

sestává z ochranné diody D1, filtračního kondenzátoru C1 a integrovaného stabilizátoru IO3 blokováného proti kmitání kondenzátory C2 a C3.

### Stavba a oživení

Ačkoli je plošný spoj oboustranný, lze jej poměrně snadno vyrobit i v amatérských podmínkách fotocestou: do oboustranného kuprexitu potřebných rozměrů (přidáme na každé straně asi 5 mm) vyvrtáme v místech otvorů pro montáž do krabičky malé dírky a desku z obou stran opatříme fotocitlivým lakem. Po zaschnutí desku osvětlíme, přičemž obrazce plošných spojů "lícujeme" na vyvrtané otvory. Po vyvolání a vyleptání desku upravíme na přesný rozměr a vyvrtáme otvory pro montáž do krabičky, pro součástky a propojky mezi oběma stranami. Těmi zahájíme i pájení. Zhotovíme je z tenkého drátku (zbytky vývodů součástek) a zapájíme je na svá místa. Pro snížení jejich počtu značná část průchodů mezi stranami využívá vývodů osazených součástek. Nyní zapájíme všechny součástky podle osazovacího obrazce, nejdříve pasivní, pak aktivní. Indikační diody zapájíme do patřičné výšky podle displeje. Pro mikrořadič IO1 použijeme precizní patiči. Podle velikosti napájecího napětí ze zdroje opatříme stabilizátor IO3 chladičem podlož-



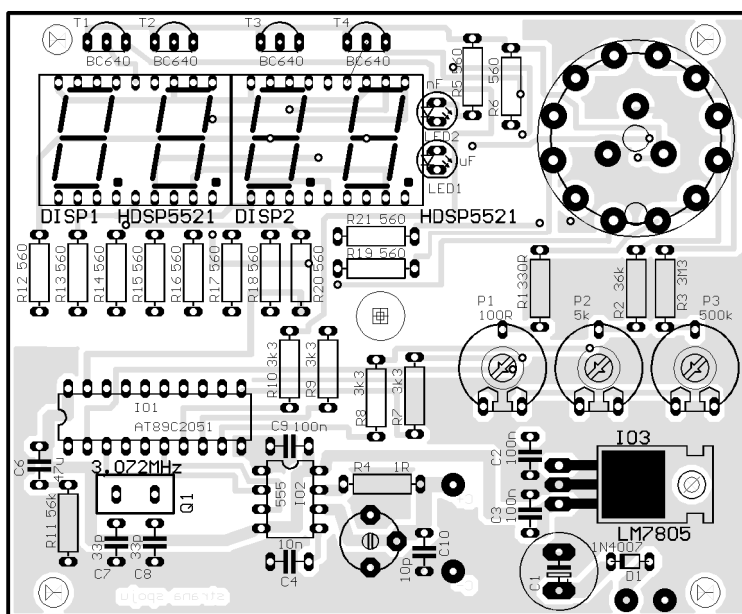
Obr. 3 - Spoje B

ným slídovou podložkou. Nezapomene-me na drátovou propojku na spodní straně desky z kolektoru T4 do vývodu 13 displeje 2.

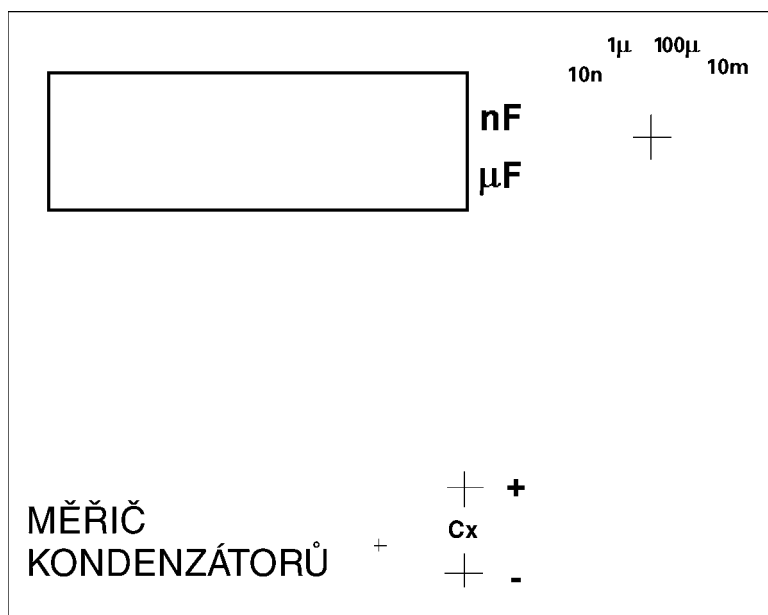
Chceme-li měřič umístit do krabičky, použijeme např. plastovou krabičku KP-2, do které vyvrtáme otvory pro zdířky, hřídel přepínače (zkrácenou na potřebnou délku), otvor pro nastavování kapacitního trimru a průzor pro displej. Ten podle-píme vhodným kouskem červeného organického skla. Rozmístění a velikosti otvorů jsou na výkrese. Napájecí konek-

tor použijeme podle napájecího zdroje a zvolíme pro něj vhodné umístění. Horní stranu krabičky můžeme opatřit popisy dle obrázku.

**Oživení a seřízení přístroje:** po vizuální kontrole osazeného plošného spoje připojíme napájecí napětí, které musí být dvoucestně usměrněno a filtrováno. Jeho velikost není kritická, ale mělo by být přibližně mezi 8 až 15 V. Odběr celého přístroje se součástkami dle schématu nepřekračuje 100 mA, proto pro napájení může posloužit např. síťový adaptér spl-



Obr. 4 - Rozmístění součástek



Obr. 5 - Popis čelního panelu

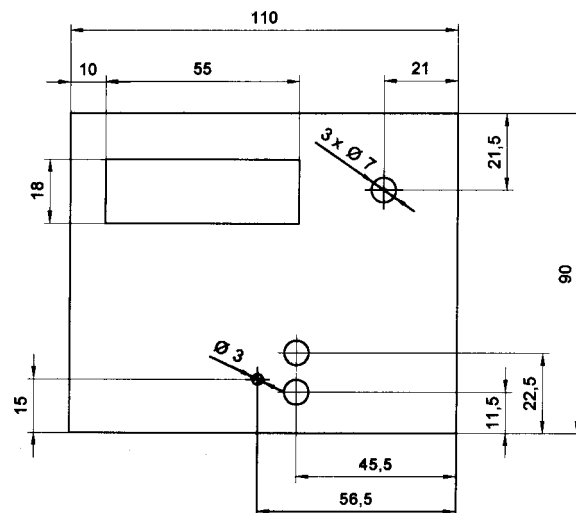
ňující uvedené podmínky. Na displeji se po určité chvíli musí zobrazit nuly. Nyní nastavíme otočným přepínačem 3. nebo 4. rozsah (100  $\mu$ F, resp. 10 mF) a připojíme k měřicím svorkám vhodný kondenzátor, jehož skutečnou kapacitu známe. U elektrolytických kondenzátorů dbáme na správnou polaritu! Trimrem P1 nastavíme na displeji správný údaj. Na 2. rozsahu (1  $\mu$ F) pomocí příslušného kondenzátoru provedeme trimrem P2 totéž. Před nastavováním nejnižšího rozsahu musíme nejdříve vykompenzovat parazitní kapacitu měřicí cesty. Přepneme měřič na rozsah 10 nF a kapacitním trimrem C5 nastavíme na displeji nenulový údaj, který nyní opačným pohybem trimru C5 jemně vynulujeme. Je-li kapacita C5 nedostatečná, připojíme ještě paralelně C10 vhodné velikosti. Mechanický způsob kompenzace má oproti programovému

výhodu ve stálosti nastavení při opětovném zapnutí měřiče. Poté zkalibrujeme nejnižší rozsah trimrem P3 výše popsaným způsobem. Zkontrolujeme rovněž správnost přepínání diod LED1, LED2 a desetinných teček.

Vzhledem k poměrně vysoké impedanci měřicí cesty na nejnižším rozsahu je důležité, aby měřicí přívody byly co nejkratší (je vhodné měřené kondenzátory při tomto rozsahu zasouvat přímo do měřicích zdířek).

### Závěr

Uvedené zapojení je díky použití mikrořadiče snad obvodově nejjednodušší řešení měřiče používajícího výše popsaný princip. Je však třeba si uvědomit, že kondenzátory s velkým svodem nebo sériovým odporem dávají poněkud zkreslené výsledky. Kondenzátory se



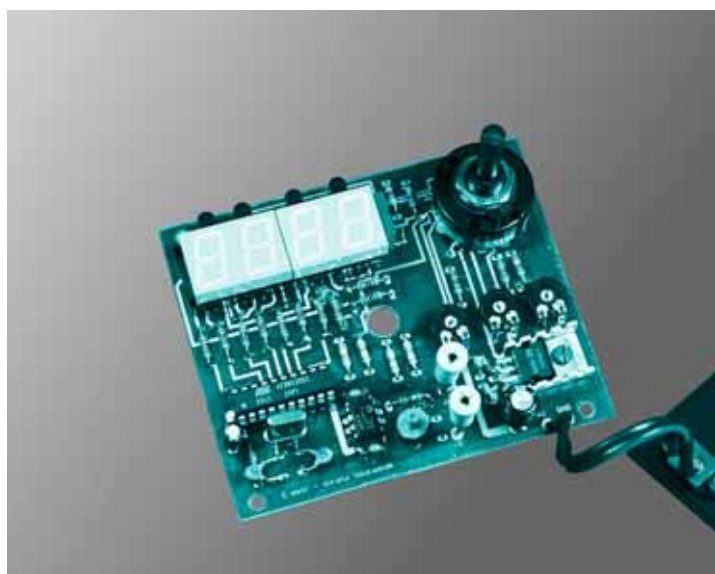
Obr. 6 - Vrtání čelního panelu

svodem je vhodnější měřit na vyšších rozsazích, kde se při menším  $R_n$  svod uplatní méně, naopak při sériovém odporu přesnější výsledky dostaneme na nižším rozsahu.

I když je v současné době na trhu dostatek cenově příznivých multimetrů umožňujících měřit i kondenzátory, nepokrývají obvykle tak široký rozsah kapacit.

### Seznam součástek

|            |                 |
|------------|-----------------|
| R1         | 330R            |
| R2         | 33k             |
| R3         | 3M3             |
| R4         | 1R0             |
| R5, R6     | 330R            |
| R7 – R10   | 3k3             |
| R11        | 56k             |
| R12 – R21  | 560R            |
| C1         | 470 $\mu$ /25V  |
| C2, C3, C9 | 100n keram.     |
| C4         | 10n keram.      |
| C5         | trimr 2 – 50 pF |



|          |                                                      |
|----------|------------------------------------------------------|
| C6       | 47 $\mu$ /10V                                        |
| C7 – C8  | 33p keram.                                           |
| C10      | dle potřeby 0 – 47pF                                 |
| P1       | 100R                                                 |
| P2       | 5k0                                                  |
| P3       | 500k                                                 |
| D1       | 1N4007                                               |
| LED1, 2  | LED 2 x 5 mm                                         |
| DISP1, 2 | 2 x 7seg., spol. anoda, vysoká svítivost (HDSP 5521) |
| T1 – T4  | BC 640                                               |
| IO1      | AT89C2051 (naprogramovaný)                           |

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| IO2    | 555                                  |
| IO3    | 7805                                 |
| PR1    | otočný 3 x 4 polohy do DPS (P-DS3PC) |
| Q1     | 3,072MHz                             |
| X1     | napájecí zdířka                      |
| X2, X3 | zdiřky (např. prominiaturizované)    |
| 1x     | přístrojový knoflík (P-S8879)        |
| 1x     | slídová podložka 12 x 18 mm (GL530)  |
| 1x     | krabíčka KP-2                        |

Pozn.: údaje v závorkách jsou označení součástek v prodejních společnostech GM Electronic.

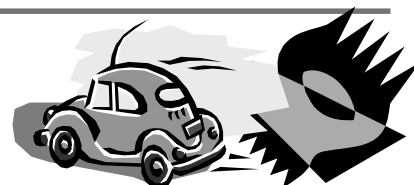
Případní zájemci o naprogramovaný mikrořadič se mohou obrátit na autora (tel./ fax: 05/45211418).

## Použitá literatura

- [1] Měřič kapacit, KTE č. 4/98, str. 5 – 9
- [2] Měřič kapacit – dokončení, KTE č. 5/98, str. 10 – 13
- [3] Digitální měřič kapacity, AR řada B, č. 4/86, str. 128 – 130
- [4] Hájek, Jan: Časovač 555; BEN – technická literatura, Praha 1996

# Indikátor dobíjení

Karel Klimeš



Jedná se o indikační test stavu dobíjení autobaterie jakéhokoli typu na 12 V třemi diodami LED. V automobilu sice je kontrolní žárovka dobíjení, ale nevíme, zda se dostává dostatečného napětí z alternátoru (dynama) do akumulátoru. A k tomu nám poslouží indikační zařízení. Zařízení má funkci nepřetržitě sledovat akumulátor, zda se: 1) nedobíjí (svítí žlutá LED), 2) dobíjí (svítí zelená LED) nebo 3) je přebíjen (svítí červená LED).

## Popis funkce IO MA1458

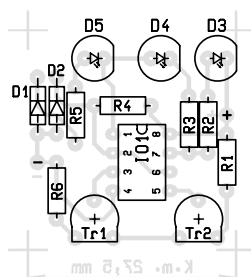
Jeho hlavní částí je IO MA1458, což je lineární dvojitý operační zesilovač. Jeho vývod č. 1 (výstup A) je zapojen na katodu červené a anodu zelené LED. Vývod č. 2 (invertující vstup A) je spojen s vývodem č. 6 (invertující vstup B) mezi katodu diody D2 a rezistor R4 na vývod č. 8 (napájení IO +12 V). Vývod č. 3 (neinvertující vstup B) na běžce trimru TR 1. Vývod č. 4 (napájení — pól). Vývod č. 5 (neinvertující vstup B) na běžce trimru TR 2. Vývod č. 7 (výstup B) přes rezistory R3 ke katodě zelené LED a R2 k anodě žluté LED.

## Oživení přístroje

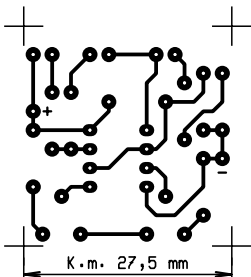
Oživení se nastavuje odporovými trimry TR1 a TR2. Žlutá LED začne svítit již asi od 5 V a musí přepnout/zhasnout na zelenou LED při 12,5 V; nastavujeme trimrem TR2. Zelená LED tedy svítí až od 12,5 V do doby překročení 14,3 V. Nad 14,3 V musí zelená LED přepnout/zhasnout na červenou LED; nastavujeme trimrem TR1. Nakonec trimry TR1 a TR2 zakápneme barvou nebo nevodivým voskem.

Nastavení těchto napěťových hodnot je udáváno výrobcem ŠKODA. Platí pro vozy typu ŠKODA 120. Po tomto nastavení je indikátor spolehlivě funkční.

Ještě dobrá rada: celý plošný spoj zalejeme voskem kvůli vlhkosti, která se může vyskytnout v sychravém počasí a způsobit zkrat a znehodnotit indikátor.



Obr. 1 - Rozmístění součástek



Obr. 2 - Plošné spoje

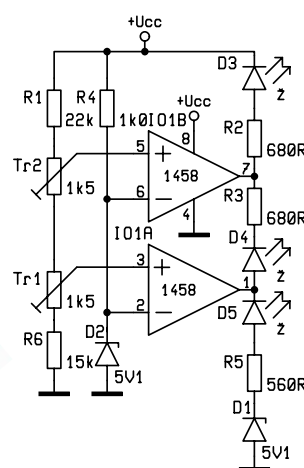
## Seznam součástek

|          |                              |
|----------|------------------------------|
| R1       | 22k                          |
| R2, 3    | 680 $\Omega$                 |
| R4       | 1k0                          |
| R5       | 560 $\Omega$                 |
| R6       | 15k                          |
| D1, 2    | KZ 141                       |
| D3, 4, 5 | LED 5 mm žlutá, zelená, rudá |
| TR1, 2   | 1k5                          |
| IO       | MA1458                       |



## Zapojení vývodů:

1. výstup A
2. invertující vstup A
3. neinvertující vstup A
4. -U<sub>CC</sub>
5. neinvertující vstup B
6. invertující vstup B
7. výstup B
8. +U<sub>CC</sub>



Obr. 3 - Schéma zapojení

# Reklamní plocha

# Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

Ing. Jan Humlhans

V několika článcích bychom Vás chtěli seznámit s některými integrovanými obvody, které nalezneme v katalogu GM Electronic (a samozřejmě i jiných firem). Ovšem z pochopitelných důvodů v katalogu najdeme vedle označení nejvýše několikaslovný popis (někdy základní zapojení), který většinou o součástce mnoho neřekne, ač je často velmi zajímavá. Někteří čtenáři si samozřejmě podrobnosti naleznou sami, dnes to již díky Internetu zas tak velký problém není, nicméně domníváme se, že i ti, kdo tuto možnost mají, jistě přivítají, jestliže alespoň část práce někdo vykoná za ně.

## 1. LM 3909 – integrovaný obvod mnoha tváří

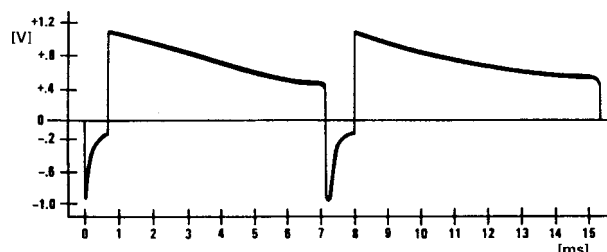
Již nějakou dobu nalezneme v sortimentu National Semiconductor a v prodejnách GM Electronic také získáme zajímavý integrovaný obvod, který poslouží v neobvykle rozsáhlé řadě zajímavých praktických aplikací v nejrůznějších oblastech. Tento monolitický multivibrátor může pracovat např. jako:

- indikátor upozorňující blikáním světelné diody na zapnutí a jiný důležitý stav přístrojů a zařízení napájených napětím již od 1,1 V (které samo o sobě k rozsvícení žádné svítivé diody nestačí!) do 200 V nebo ve tmě na umístění např. hasicích přístrojů;
- bzuchák a siréna pro různé jednoduché obvodářské pomůcky, hračky a reklamy;
- klopné obvody v elektronických systémech, např. pro buzení tyristorů a triaků;

přičemž úspěšně nahradí často dosti složitá zapojení z diskretních součástek a univerzálních IO, která zabírají podstatně více místa a přitom vyžadují vyšší napájecí napětí.

Zajímavé je, že při pokusech s tímto IO si přijdou na své i příznivci lineárních obvodů, tedy takových, v nichž není veli-

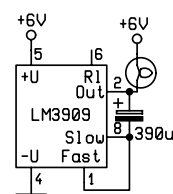
nepájivých kontaktních polí s pérovými svorkami. Pokud se pak některé zapojení skutečně použije, bude již kvůli spolehlivosti vhodné jednoduchý plošný spoj navrhnout a některou z amatérských metod vyrobit.



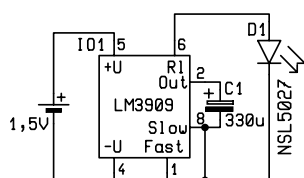
Obr. 2 - Průběh napětí na vývodu 8

### Blikače

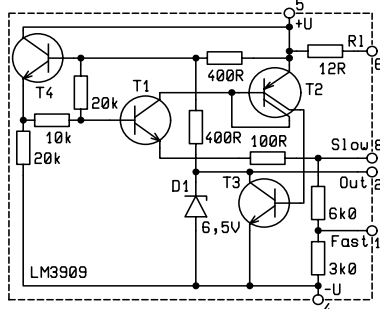
Nejprve si krátce popíšeme funkci obvodu v jednom z jeho základních zapojení – úsporném *blikači* napájeném z *jediného článku 1,5 V* na obr. 1, kde vidíme i jeho vnitřní strukturu. Úsporný provoz a možnost vůbec rozsvítit červenou diodu při napájení 1,5 V (dokonce i do vybití článku na 1,1 V) je dosažen tak, že svítivou diodou protéká proud jen po dobu asi 1 % periody blikání. Zbytek periody jsou všechny tranzistory v IO mimo T4 uzavřeny a 300  $\mu$ F kondenzátor, který mimo časování také zvyšuje napětí pro diodu, se nabíjí přes vnitřní rezistory – dva 400  $\Omega$  a 3 k $\Omega$ . Tranzistory T1 – T3 zůstávají uzavřeny a nabíjení pokračuje až do doby, kdy se kondenzátor nabije asi na napětí 1 V, určené úbytkem b-e T1 a k němu připojeným děličem. Pak začne vést T1, následně i T2 a také výkonový tranzistor T3 (vydrží nejvýše proud 100 mA). Ten spojí + pól kondenzátoru se zemí a způsobí pokles napětí na bázi T4 a T1. Tak je svítivá dioda připojena anodou přes vnitřní rezistor na +1,5 V a katodou na druhý pól kondenzátoru, na němž je nyní díky z T2 dostatečně buzenému a tedy otevřenému T3 vůči zemi -1 V. Na svítivé diodě je tedy vyšší napětí než je napájecí napětí obvodu, proud diodou je omezen 12  $\Omega$  rezistorem. Je-li napětí napájecí baterie již pro použitou zátěž dostatečné a není třeba jej popsáním způsobem pomocí kondenzátoru zvyšovat, zapojí se zátěž mezi vývody 2 a 6 (přes 12  $\Omega$  rezistor) nebo 2 a 5, jak je to u *blikače se žárovčkou* na obr. 3. Dioda přestane svítit či žárovka zhasne, když napětí na záporném pólu kondenzátoru naroste natolik, že se T1 a pak i T2 a T3 uzavrou a cyklus se opakuje. Jak vypadá napětí na vývodu 8, vidíme na obr. 2, průběh na vývodu 2 je prakticky pravoúhlý s tím, že po dobu, kdy je  $U_8$  záporné, je T3 otevřen.



Obr. 3 - Blikač se žárovčkou



Obr. 1 - Základní zapojení blikače LM3909 se svítivou diodou



Obr. 1a - Vnitřní zapojení obvodu LM3909

kost signálu omezena na dva stavy, jako je tomu např. u klopných obvodů, ale vázána přímou úměrou. Začínající elektronici si mohou vyzkoušet i taková zapojení, jako jsou zesilovače a dokonce i jednoduchý radiopřijímač pro místní silný vysílač. K napájení většiny z dále popsaných obvodů postačí jeden článek 1,5 V a nebezpečí tedy nehrozí nejen nezkušenému nebo nepozornému experimentátorovi, ale ani popisované součástce. Při tomto napětí je totiž prakticky vyloučeno, aby experimentátor „vymyslel“ zapojení, kterým by tento IO zničil. Navíc bude většina dále uvedených zapojení tak jednoduchá, že na prvotní seznámení a ověřování není třeba navrhovat spojový obrazec a vyrábět destičku plošných spojů, ale použít univerzální s patiči pro IO nebo se obejít i bez pájení s pomocí

S jedním alkalickým článkem AA (tužkovým) bude blikáč podle obr. 1 pracovat nepřetržitě asi 6 měsíců, s článkem C (malý monočlánek) asi 15 měsíců a D (velký monočlánek) 2,5 roku, s "normálními" zinkouhlíkovými články pak asi 1/2 této doby. Nabíjecí články NiCd nejsou vzhledem k nižšímu napětí vhodné.

Podle [2] je možno se setkat se svítivými diodami, které v tomto obvodu nebudou pracovat. Jejich defekt, který se projevuje malým poklesem svítivosti a je jinak nepodstatný, poznáme podle zvýšeného proudu při napětí 0,9 až 1,2 V. Podle [1] je takových diod asi 1 %.

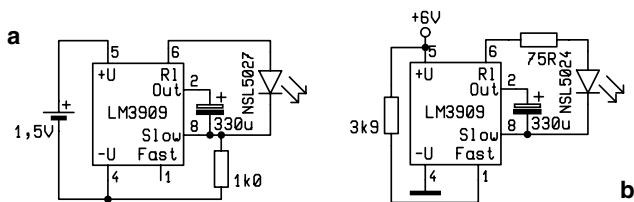
Nyní, když zhruba víme, jak LM3909 v blikáči pracuje, uveďme tabulku s jeho elektrickými parametry, která nám řekne o jeho možnostech více (tab. 1).

| parametr                | podmínky                     | min. | typ. | max. | jednotka |
|-------------------------|------------------------------|------|------|------|----------|
| napájecí napětí         | v oscilacích                 | 1,15 |      | 6    | V        |
| odebíraný proud         |                              |      | 0,55 | 0,75 | mA       |
| kmitočet blikání        | kondenzátor 330 $\mu$ F, 5 % | 0,65 | 1    | 1,3  | Hz       |
| vysoký kmitočet blikání | kondenzátor 0,3 $\mu$ F, 5 % |      |      | 1,1  | kHz      |
| úbytek na diodě         | 1 mA v propustném směru      | 1,35 |      | 2,1  | V        |
| špičkový proud diodou   | 350 $\mu$ F                  |      | 45   |      | mA       |
| šířka impulsu           | 350 $\mu$ F                  |      | 6    |      | ms       |
| ztrátový výkon          |                              |      |      | 500  | mW       |

Tab. 1

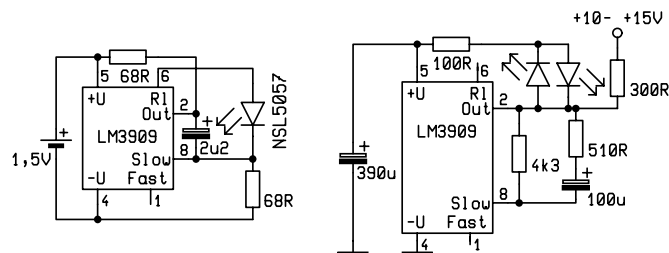
LM3909 je umístěn v osmivývodovém plastovém pouzdru mini-DIP, které i s vývody zabírá plochu asi 10  $\times$  8 mm. Maximální ztrátový výkon je 500 mW.

Při úpravě kmitočtu blikání se samozřejmě není třeba omezovat jen na změnu kapacity kondenzátoru, zvláště pokud chceme zachovat energetický obsah impulsu. Zpočátku lze využít možnosti, které poskytuje samotný obvod vnitřními rezistory, a získat propojkami na vývodech 8, 1, 4 odpor 3, 6, 9 k $\Omega$ . Zapojením 1 k $\Omega$  rezistoru k vývodům 8 a 4 podle obr. 4a lze zvětšit kmitočet vůči zapojení z obr.1 asi 3x. Rezistor 3,9 k $\Omega$  zapojený mezi vývod 1 a napájení (5) blikáče napájeného z 6 V v obr. 4b sníží nabíjecí proud kondenzátoru přes vnitřní 6 k $\Omega$  rezistor a kmitočet kmitání asi na 1 Hz a navíc usnadní rozkmitání obvodu. Přidaný 75  $\Omega$  rezistor ochrání diodu a T3 v IO proti nadměrné proudové špičce.



Obr. 4 - a) Rychlý blikáč, b) Blikáč s napájením 6 V

Indikátor se svítivou diodou napájený 1,5 V, působí dojmem trvalého světla i při rychlém pohybu jeho nebo pozorovatele. Je toho docíleno kmitočtem vyšším než 2 kHz a zvětšením střidy snížením kapacity kondenzátoru a připojením dvou 68  $\Omega$  rezistorů podle obr. 5. Odběr z článku je ale asi 12 mA, takže nevydrží pracovat příliš dlouho.



Obr. 5 - Indikátor s diodou zdanlivě svítící trvale

Obr. 6 - Střídavý blikáč

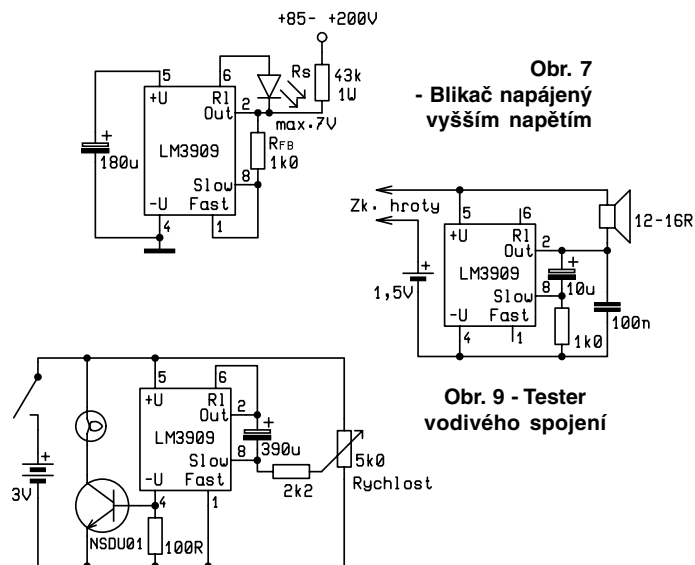
Pokud snad potřebujeme *střídavý blikáč se dvěma svítivými diodami* napájený 12 V, je vhodný relaxační oscilátor zapojený podle obr. 6. Přes (na schématu) horní diodu se časovací kondenzátor C2 nabíjí, přes dolní a tranzistor T3 v IO vybíjí. Blikání probíhá s kmitočtem asi 2,5 Hz. Pokud se použije červená a zelená dioda, tyto zapojíme jako na obrázku dolní.

Řekli jsme si také, že obvod blikáč můžeme použít i pro *indikaci nebo monitorování vyšších napětí*. Zapojení na obr. 7 je stále jednoduché, i když přibyl 2 rezistory a časovací kondenzátor se přesunul na vývody 5 a 4. Ten se nyní nabíjí přes srážecí rezistor R<sub>S</sub> a dva vnitřní 400  $\Omega$  rezistory. Když napětí na kondenzátoru dosáhne asi 5 V, postupně se otevřou T1, T2 a T3 a kondenzátor se vybije přes svítivou diodu a T3. Pokud se R<sub>S</sub> umístí u zdroje monitorovaného napětí, nehrozí nebezpečí dotyku vedení s napětím větším než 7 V. V tab. 2 jsou hodnoty C<sub>T</sub>, R<sub>S</sub> a R<sub>FB</sub> vhodné pro různá napájecí napětí tohoto obvodu včetně kmitočtu blikání.

| Rozsah U+ [V] | Kmitočet [Hz] | C <sub>T</sub> [ $\mu$ F] | R <sub>S</sub> [k $\Omega$ ] | R <sub>FB</sub> [k $\Omega$ ] |
|---------------|---------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 5 – 25        | 2             | 400                       | 1                            | 1,5                           |
| 13 – 50       | 2             | 180                       | 3,9                          | 1                             |
| 85 – 200      | 1,7           | 180                       | 43                           | 1                             |

Tab. 2

Pokud se jako zdroj světla použije žárovka s proudem větším než 150 mA, který je i maximálním proudem vnitřního spínače, lze jej posílit externím NPN tranzistorem podle obr. 8, kde je zároveň ukázáno, jak potenciometrem měnit spojitě kmitočet rozsvícení žárovky do prakticky trvalého svitu.

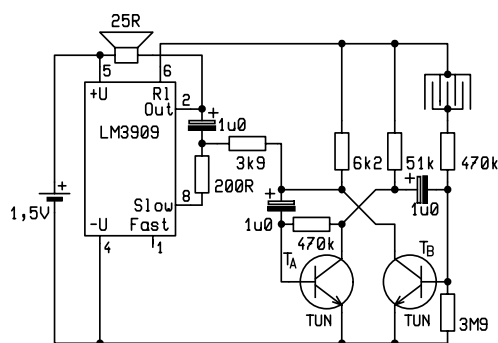


Obr. 8 - Blikáč s proměnným kmitočtem

## Nf oscilátory

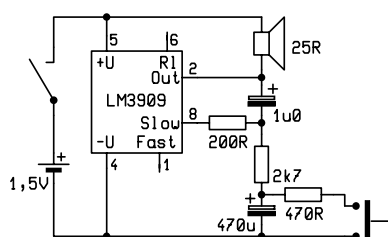
Obr. 9 ukazuje něco pro domácí laboratoř – *tester vodivého spojení* mezi zkušebními hroty. Opět je úsporně napájen jen 1,5 V a lze prý rozeznat, pokud se měření provedou rychle za sebou, rozdíl ve výšce tónu při přímém zkratu a 5  $\Omega$  odporu, případně 1  $\Omega$  rezistorem a indukčností o stejném ohmickém odporu. Reprodukční vydává zvuk ještě při odporu 100  $\Omega$ .

Užitečným zařízením, jehož zapojení je na obr. 10 a které může zabránit značným materiálním škodám, je *poplašné zařízení varující zvukem při úniku vody* v prostorech, které nejsou trvale pod dohledem a kde takové nebezpečí hrozí. Jeho výhodou je, díky napájení z jediného 1,5V článku, absolutní bezpečnost. V klidu se z článku odebírá jen 100  $\mu$ A. Pokud ne-

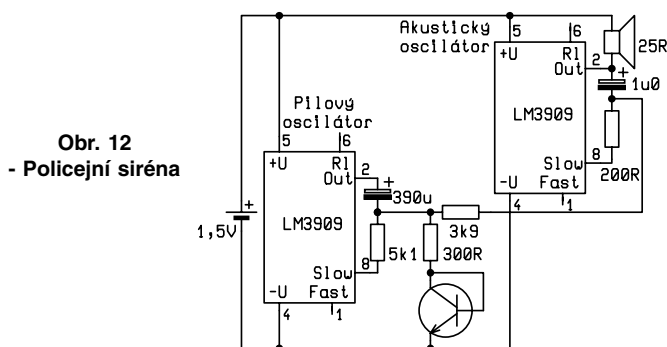


Obr. 10 - Detektor úniku vody

jsou detekční elektrody zaplaveny, je tranzistor  $T_A$  uzavřen. Začne-li následkem vlhkosti protékat sondou proud asi  $0,25 \mu A$ , začne astabilní multivibrátor, který tvoří tranzistor  $T_A$  s tranzistorem  $T_B$ , kmitat s kmitočtem asi 1 Hz, který se zvyšuje s rostoucí vodivostí sondy. Multivibrátor moduluje tón oscilátoru vytvořeného z LM3909. Sondy mohou tvořit např. 2 pásky z nerezavějící oceli dlouhé asi 20 cm a vzdálené asi 3 mm upevněné na izolačním materiálu, nebo klikaté dráhy na des-



Obr. 11  
- Požární siréna



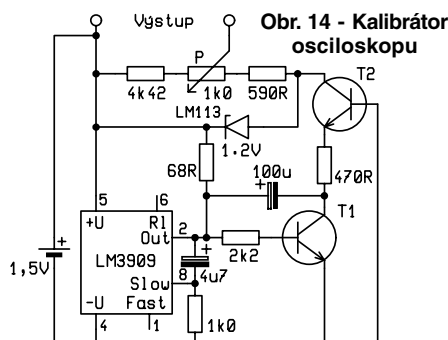
Obr. 12  
- Policejní siréna

ce z materiálu pro plošné spoje. Funkčnost tohoto detektoru lze vyzkoušet spojením elektrod navlhčeným prstem.

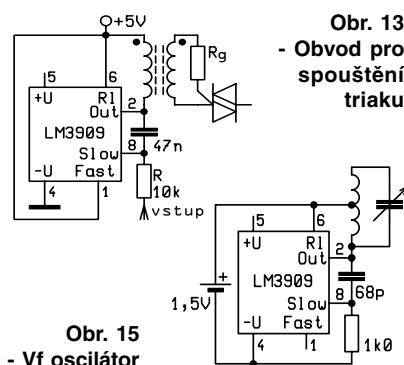
Siréna na obr. 11 vydává při stisku tlačítka zvyšující se tón, který se po uvolnění tlačítka začne snižovat. Délka budících impulsů do reproduktoru je určena rezistorem  $200 \Omega$  a kondenzátorem  $1 \mu F$ . Opakovací kmitočet impulsů závisí na nabíjení kondenzátoru  $500 \mu F$ . Dva popisované obvody jsou třeba pro vytvoření "policejní" sirény na obr. 12. Základní akustický generátor je stejný jako v předtím popsané siréně, namísto tlačítka je však modulační napětí vytvářeno druhým obvodem s kondenzátorem  $400 \mu F$ . Tranzistor, který je zapojen jako dioda, spolu s rezistorem  $5,1 k\Omega$  vnucují tomuto pilovému generátoru žádoucí nesymetrii výstupního průběhu.

### Spouštěcí, klopné a další obvody

LM3909 lze také použít pro buzení impulzních transformátorů, přičemž mu stačí méně externích součástek a nižší napětí, než je třeba pro jiná řešení. Obvod pro řízení triaku s galvanickým oddělením je na obr. 13. Triak je buzen impulzy o délce  $10 \mu s$  s opakovacím kmitočtem  $10 kHz$ , je-li na vstupu logický signál "L". Nejedná se sice o nulový spínač, který je synchroni-



Obr. 14 - Kalibrátor osciloskopu



Obr. 13  
- Obvod pro spouštění triaku

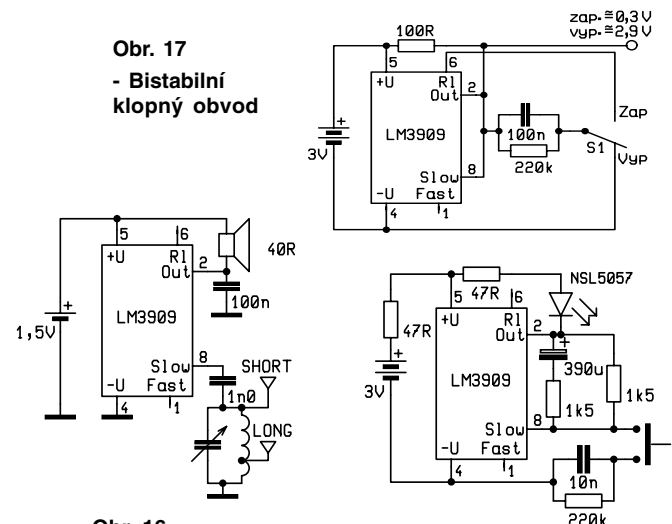
Obr. 15  
- Vf oscilátor

zován s průchody napětí sítě nulou, ale vzhledem k opakovacímu kmitočtu je triak s odporovou zátěží sepnut v rozmezí několika voltů síťového napětí kolem nich. LM3909 začne kmitat, je-li napětí na vývodu 8 mezi  $1,6$  až  $3,9 V$ . Volbou vstupního odporu  $R$  se tedy lze přizpůsobit jiné logické úrovni než TTL.

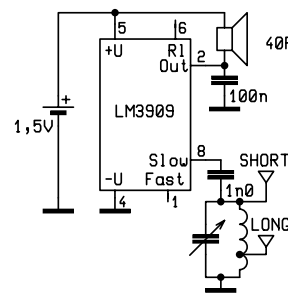
Užitečnou pomůckou pro laboratoř elektronika, která ho může varovat před nesprávným měřením a jeho následky, je přesný pravoúhlý generátor vhodný např. pro kalibraci osciloskopů, které tuto možnost nemají již zabudovanu. Použit jej však lze i pro ověření impulzní odezvy výkonového nf zesilovače. Výhodou bateriového napájení je, že nevznikají problémy s brumem, časté při spojování síťově napájených zařízení. Stabilitu a malou teplotní závislost pravoúhlého výstupního signálu zajišťuje napěťová reference LM113. Amplitudu výstupního napětí lze nastavit pomocí trimru  $P$  na  $1 V$ , na této úrovni je  $1,5 ms$ , v nule  $5,5 ms$ . Obvod pracuje správně ještě při napájecím napětí  $1,2 V$ , nedostatečné napětí se projeví zkreslením výstupního signálu.

Vysokofrekvenční aplikace zastupují vf oscilátor kmitající až do  $800 kHz$  na obr. 15 (s kladnou zpětnou vazbou z 2 do 8) a přijímač AM na obr. 16. V obou případech je vhodnou indukčností běžná feritová anténa s odbočkou ve 40 % počtu závitů, kapacitou proměnný kondenzátor  $360 pF$ . Anténa přijímače (3 až 6 m) se přivede na konec cívky, delší  $10$  až  $30 m$ , na odbočku.

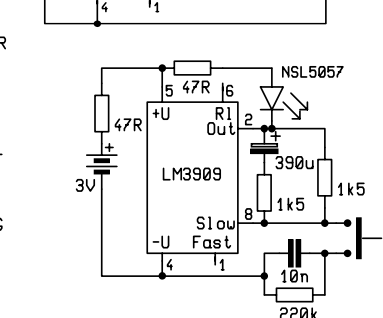
Chování bistabilního a monostabilního klopného obvodu lze demonstrovat pomocí zapojení na obr. 17 a 18. K jejich napájení je třeba  $3 V$ . V prvním zapojení výstup překlápí i po velmi krátkém spojení středního kontaktu s jedním z krajních do naznačeného stavu. Monostabilní obvod reaguje na libovolně dlouhý stisk tlačítka půlveřinovým zábleskem svítivé diody. Tyto obvody jsou vhodné pro ošetření vstupů elektronických systémů ovládaných mechanickými kontakty, u kterých není vyloučena možnost zákmitů.



Obr. 17  
- Bistabilní klopný obvod

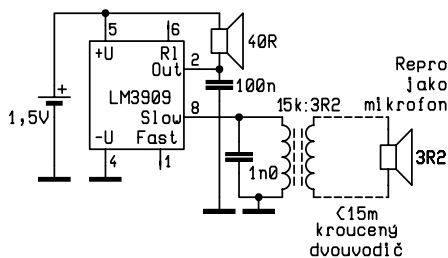


Obr. 16  
- Jednoduchý přijímač



Obr. 18 - Monostabilní klopný obvod

Soubor aplikací zakončíme *nízkofrekvenčním zesilovačem* s malým výkonem, který však postačí pro jednoduchý jednosměrný interkom. Jako dosti citlivý mikrofon je použit reproduktor doplněný výstupním transformátorem.



**Obr. 19**  
- Nf zesilovač  
v jednosměrném  
interkomu

## Několik poznámek k aplikacím LM3909

Následkem koncepce obvodu mohou při napájení 1,5 V někdy nastat při příliš velké ohmické zátěži, např. již 20 Ω, problémy s rozkmitáním. Při zároviče s tímto odporem vlákna, patrně v důsledku jisté indukčnosti, problémy nebývají. Podobně se nepříznivě projevuje již zmíněný zvýšený proud svítivých diod při napětí 0,9 až 1,2 V.

U LM3909 nebyla zamýšlena teplotní stabilita kmitočtu blikací, byť svítivá dioda má jistý kompenzační vliv. To však neplatí, je-li obvod použit jako jednoduchý oscilátor, nehledě přitom na značnou teplotní závislost elektrolytických kondenzátorů. Kmitočet je i přímo úměrný napájecímu napětí, a rozdíl mezi novým a téměř vybitým článkem může být značný, ale v těchto aplikacích obvykle nevýznamný. Není bez zajímavosti, že většinu popsaných obvodů lze napájet ze solárních článků, za přímého slunečního světla postačí 3 nebo 4 články v sérii. Pro zapojení, kde má být do zátěže dodán proudový impuls, je třeba ke zdroji paralelně připojit kondenzátor s dostatečně velkou kapacitou. Pokud by bylo třeba zvětšit střidu (např. poměr doby svícení diody blikáče a periody), je možné vyzkoušet zařazení rezistoru do série s časovacím kondenzátorem.

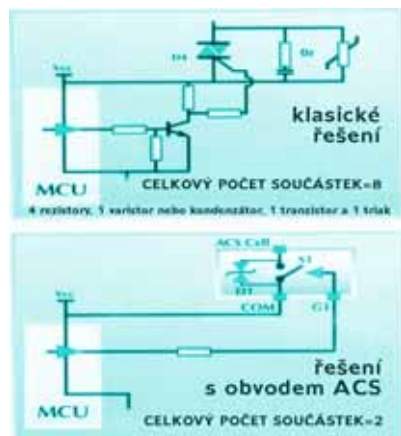
Výhoda obvodů pracujících jako LM3909 při nízkém napájecím napětí je mj., že nejsou třeba ochranné diody a děliče, mají tak nízkou spotřebu, že je není třeba často ani vypínat, a jsou i z hlediska absence kontaktů mezi více články spolehlivější.

[1] ... 1,3 V IC Flasher, Oscillator Trigger or Alarm. Aplikáční poznámka AN-154; [2] ... LM3909 LED Flasher/Oscillator. Katalogový list National Semiconductor.

# Integrované pole spínačů střídavých zátěží

ze zahraniční literatury vybral Ing. Hynek Střelka

V poslední době nacházejí mikroprocesory stále častěji uplatnění v řízení různých automatických prací, chladniček, mrazáků, myček nádobí apod. Podstata činnosti je vždy stejná, program procesoru na základě svých časových údajů a údajů řady čidel a snímačů na svých výstupních portech spíná různé prvky. Řešení s použitím mikroprocesoru vede ke snížení energetických nákladů, zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti, komfortu a počtu funkcí celého zařízení. Na rozdíl od elektromechanických programátorů je však třeba přidat obvody silových spínačů, protože mikroprocesor obvykle není schopen spínat síťová zařízení. O jednom takovém integrovaném spínači pojednává tento článek.



V literatuře firmy SGS Thomson mne zaujal jeden na trh nově uváděný integrovaný obvod určený výrobcům zmíněné techniky, kde je třeba různými výstupy řídicího procesoru spínat různá dílčí zařízení. Příkladem může být ovládání výkonných částí automatické pračky – ventilu, zásobníku, relé pro spínání proudově náročnějších spotřebičů (motoru, topení apod.) či čerpadla – viz obrázek

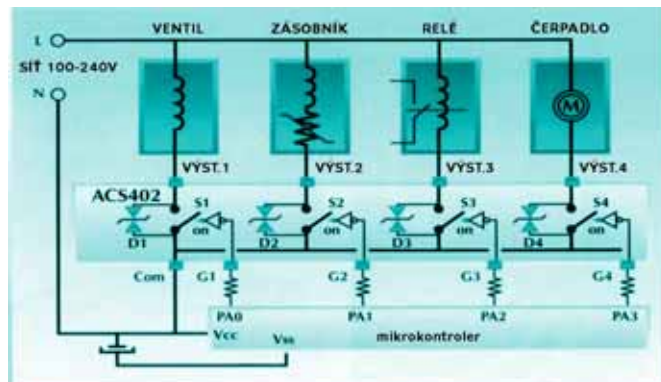
gí spojuje několik aktivních a pasivních součástek do jediného monolitického integrovaného obvodu v takové konfiguraci, aby plně vyhovoval právě pro uvedené aplikace. Technologie je zajímavá tím, že aplikuje maskování, difúzi a ostatní výrobní procesy z obou stran křemíkového substrátu.

Na obrázku vlevo vidíme porovnání klasického řešení s popisovaným z hlediska součástkové náročnosti. Všimněme si, že rozdíl pro jeden spínací prvek je 8-2, tedy 6 součástek, pro všechny čtyři kanály analogicky dojdeme k úspoře 27 součástek. V období stále miniaturizace bude tato úspora mnohými výrobci vítána. Firma SGS Thomson hodlá uvést tyto obvody na trh v první polovině roku 1999 a jejich použití označuje jako „skutečný zlom v konstrukcích domácích elektrospotřebičů“. Nechme se tedy překvapit detailními technickými parametry i cenou, která v době vzniku tohoto článku ještě nebyla známa. Aktuální informace by měly být k dispozici u distributora SGS Thomson, firmy GM Electronic.

vpravo. Zmiňovaný integrovaný obvod se jmenuje ACS402 a obsahuje ve svém 20-pinovém pouzdru pole čtyř spínačů. V době vzniku tohoto článku ještě nebyla k dispozici obvyklá detailní technická dokumentace, proto uvedu jen základní fakta (platí pro každý spínač):

Napětí ovládaných spotřebičů: 100 – 240 V;  
Max. napětí v rozepnutém stavu: 500 V;  
Proud odporovou nebo induktivní zátěží: 0,2 A (RMS), připraveno se 0,8 A v pouzdech TO-92 a SOT-223;  
Schopnost absorbovat naindukovanou energii při vypnutí induktivní zátěže: 25 mJ s typ. záchytným napětím 650 V;  
Odolnost vůči síťovým špičkám: dle IEC 1000-4-5, dle IEC 1000-4-4: 500 V / μs.

V uvedených obvodech využívá firma SGS Thomson svoji technologii ASD™ (Application Specific Discretes). Tato technolo-



# Osciloskopy a jejich použití

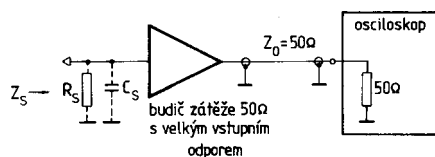


**Aktivní a proudové sondy, stejnosměrná a střídavá vazba** Ing. Ladislav Havlík, CSc.

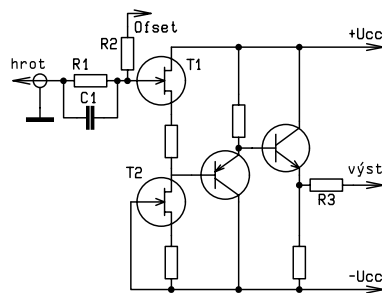
Aktivní i proudové sondy zatěžují měřené obvody výrazně méně než sondy pasivní. Vyžadují však obvykle další přídavná zařízení, většinou napájecí zdroje. Mnohý z nových osciloskopů již tyto zdroje obsahuje. Aktivní sondy a diferenciální aktivní sondy jsou někdy rozměrnější než běžněji používané pasivní sondy a jsou také nákladnější. Přesto po nich rádi sáhneme v případech, kdy je třeba omezit zatížení obvodu na nejmenší možnou míru. Protože jejich vstupní kapacita je nejvýše několik málo pikofarad, mohou mít kmitočtový rozsah až několik gigahertz. Diferenciální aktivní sondy používáme při měření signálů v neuzemněných obvodech, kde současně dokáží vyloučit souhlasné signály (vztahené proti zemi). Proudové sondy jsou nenahraditelné při měření na neuzemněných obvodech, aniž by bylo nutné měřené obvody přerušit. Ze všech sond zatěžují měřené obvody nejmenší mírou.

## Aktivní sondy

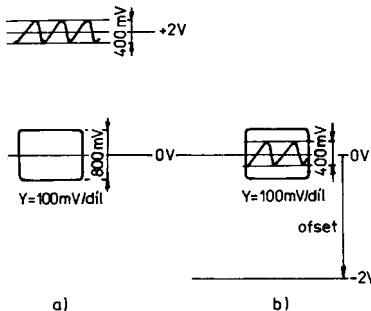
Aktivní sondy spojují výhodné vlastnosti odporových sond s velkým a malým vstupním odporem. Mají velký vstupní odpor až 1 M $\Omega$  a malou vstupní kapacitu i pod 1 pF a velký kmitočtový rozsah, v současné době až 4 GHz, signály zeslabují většinou 10 $\times$ . V tab. 11 jsou uvedeny důležité parametry nejlepších aktivních sond předních výrobců. Aktivní sondy jsou určeny pro osciloskopy se vstupním odporem 50  $\Omega$ . K osciloskopům se vstupním odporem 1 M $\Omega$  takové sondy připojujeme pomocí průchozího odporu 50  $\Omega$ , pokud ho nemají jako odpínatelný vestavěný těsně u výstupního konektoru. Průchozí odpor 50  $\Omega$  je krátké koaxiální vedení s impedancí  $Z_0 = 50 \Omega$  a s odporem 50  $\Omega$  mezi živým vodičem a zemí (vnějším vodičem). Aktivní sondy pracují na principu emitorových sledovačů a používají se v nich přechodové tranzistory FET. Náhradní schéma aktivní sondy připojení k osciloskopu kabelem s impedancí  $Z_0 = 50 \Omega$  je na obr. 92. Zapojení sondy může zjednodušeně vypadat jako na obr. 93. Vstupní odpor a kapacitu sondy určují rezistor  $R_1$  a kapacita  $C_1$ . Kapacita  $C_1$  kompenzuje zeslabovač tvořený rezistorem  $R_1$  a vstupní impedancí tranzistoru  $T_1$ . Spodní tranzistor  $T_2$  je zdroj proudu pro horní sledovač. Rezistor  $R_2$  přivádí na vstup ofsetové napětí pro posunutí stejnosměrné úrovně signálu. Za prvním stupněm následuje komplementární emitorový sledovač se dvěma bipolárními tranzistory, který do-



Obr. 92 - Náhradní zapojení aktivní sondy s osciloskopem



Obr. 93 - Zjednodušené zapojení aktivní sondy



Obr. 94 - Využití ofsetu aktivní sondy  
a) při vertikální citlivosti 100mV/díl je stopa mimo obrazovku, protože průběh je superponován na ss napětí  $U = +2 \text{ V}$ ; b) ofsetem  $U = -2 \text{ V}$  je stopa průběhu posunuta do obrazového pole

dává proud do zátěže 50  $\Omega$  = vstupního odporu osciloskopu. Rezistor  $R_3$  přizpůsobuje výstup koaxiálnímu kabelu a chrání sledovač před případným zkratem.

Aktivní sondy umožňují posouvat stejnosměrnou úroveň – ofset až o několik desítek voltů do kladných i záporných hodnot. To usnadňuje měření průběhů superponovaných na stejnosměrné napětí  $U$ , které vykompenzuje ofsetem  $-U$ , obr. 94.

Nastavitelným ofsetem jsou opatřeny i některé pasivní sondy s malým vstupním odporem. Kompenzuje se jím stejnosměrný proud procházející sondou a vstupem osciloskopu z měřeného obvodu.

Pro použití aktivních sond platí podobné zásady, jaké jsme poznali u pasivních sond. Kmitočtová závislost vstupní impedance je podobná jako u pasivních sond, viz obr. 70 z předešlé stati o pasivních sondách. Vstupní odpor i kapacita jsou nejméně o řád nižší, než jaké mají pasivní sondy. Podstatně nižší vstupní kapacita umožňuje rozšířit kmitočtový rozsah měření až do oblasti gigahertz.

Také u aktivních sond klesá s kmitočtem maximální vstupní napětí. Omezovací křivky mají podobný průběh jako u pasivních odporových sond; viz obr. 95. Nikdy nesmíme zapomenout, že na vstupu aktivní sondy je citlivá polovodičová součástka s velkým vstupním odporem až  $10^{11} \Omega$ , a proto budeme maximální povolené vstupní napětí pečlivě dodržovat. Překročí-li vstupní střídavé napětí u některých sond jistou hranici, dochází

| sonda                  | vst. odpor     | vst. kapacita | kmit. rozsah | zeslabení   | max. vst. napětí   | poznámka                                |
|------------------------|----------------|---------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Tektronix P6217        | 100 k $\Omega$ | <0,4 pF       | 4 GHz        | 10 $\times$ | $\pm 20 \text{ V}$ | $R_o = 1 \text{ M}\Omega$ , 50 $\Omega$ |
| Tektronix P6245        | 1 M $\Omega$   | <1 pF         | 1,56 GHz     | 10 $\times$ | $\pm 40 \text{ V}$ | pro SMD+klips SMK4 0,5 mm               |
| Hewlett-Packard 54701A | 100 k $\Omega$ | 0,6 pF        | 2,56 GHz     | 10 $\times$ | 200 V mv           | $R_o = 50 \Omega$                       |
| Hewlett-Packard 1145   | 1 M $\Omega$   | 2 pF          | 750 MHz      | 10 $\times$ |                    | 2-kanál., pro SMD+klips 0,5 mm          |
| LeCroy AP020           | 1 M $\Omega$   | 1,8 pF        | 1 GHz        | 10 $\times$ | 10 V               | $R_o = 1 \text{ M}\Omega$               |

SMD = surface mounted device = součástky pro povrchovou montáž

Tab. 11 - Vlastnosti aktivních sond

| sonda                 | vst. diferenciál odpor | vst. kapacita proti zemi | kmitočtový rozsah | zeslabení zesílení                  | potlačení souhlas. napětí CMRR | vstup souhlas. napětí | vst. difer. napětí                       | poznámka                 |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|--------------------------|
| Tektronix P6247       | 200 kΩ                 | <2 pF                    | >1 GHz            | 1×, 10×                             | 70 dB / 1 MHz<br>30 dB / 1 GHz | 25 V                  | 7 V                                      |                          |
| LeCroy AP033          | 2 MΩ                   | 2 pF (1×)                | 500 MHz           | zeslab. 1, 10, 100×<br>zesílení 10× | 80 dB/ss                       | ±42 V                 | 40 V/zeslab. 100×<br>až 40 mV/zesil. 10× |                          |
| Hewlett-Packard 1153A | 2 MΩ                   | 7 pF                     | 200 MHz           | 1, 10, 100×                         | 70 dB                          |                       | ±30 V                                    | pro osciloskopy Infinium |
| Tektronix P5205       | 8 MΩ                   | 7 pF                     | 100 MHz           | 50, 500×                            | 80 dB / 50 Hz                  | 1 300 V               | 1 300 V                                  | vysokonapěťová           |

Tab. 12 - Vlastnosti aktivních diferenciálních sond

k poklesu kmitočtového rozsahu sondy, jako na obr. 96. (S rostoucí amplitudou signálu stoupá průletová rychlost nosičů proudu tranzistorů FET; její max. hranice působí pokles kmitočtového rozsahu.)

Aktivní sondy, původně znatelně větší než sondy pasivní, se podařilo zmenšit do miniaturních rozměrů, takže je lze používat i pro měření povrchově montovaných součástek (SMD). Ve spojení s jemnými klipsy je lze připojit na přívody s roztečí pouze 0,5 mm, jako na obr. 97. K většině sond se dodávají i napáječe a zdroje ofsetového napětí pro případ, kdy je osciloskop neobsahuje. Na obr. 98 je jedna z nejlepších současných aktivních sond – Hewlett-Packard 54701A (viz tab. 11 na předchozí straně) spolu se zdrojem HP1143A ofsetového a napájecího napětí pro dvě sondy.

Aktivní sondy přestávají být zvláštním příslušenstvím osciloskopů a jejich používání je stále běžnější zejména při testování desek s velkou hustotou součástek. V některých případech se dodávají jako standartní příslušenství osciloskopů místo sond pasivních. Příkladem mohou být aktivní sondy Tektronix P6205 (1 MΩ/2 pF, 750 MHz, 10×), které jsou součástí dodávky některých typů osciloskopů Tektronix řady TDS 600 a TDS 700.

### Aktivní diferenciální sondy

Diferenciální sondy jsou sondy se dvěma neuzemněnými vstupy. Měří rozdíl napětí mezi dvěma body – svými vstupy

a současně vylučují napětí těchto bodů proti zemi – souhlasné napětí, viz obr. 99. Aktivní diferenciální sondy, na rozdíl od pasivních diferenciálních sond, provádí odečtení – diferenciaci napětí na svých vstupech samy v sobě (ve svých elektronických obvodech). Na výstupu těchto sond je jen jediné rozdílové napětí vztažené proti zemi, zatímco souhlasné napětí je výrazně potlačeno. Poměr souhlasného, společného napětí na obou vstupech sond  $U_{\text{souh in}}$  proti jeho zbytku na výstupu sondy  $U_{\text{souh out}}$  vyjadřuje poměr souhlasného napětí CMRR (*common mode rejection ratio*). Vyjadřuje se buď prostým číselným poměrem, nebo v dB:  $\text{CMRR}_{\text{dB}} = 20 \log U_{\text{souh in}} / U_{\text{souh out}}$  (27)

Velký poměr CMRR znamená velké potlačení rušivého souhlasného napětí na výstupu sondy.

Aktivními diferenciálními sondami může měřit signál na kolektoru tranzistoru s vyloučením napájecího napětí. Může to být i spouštěcí signál tyristoru v měniči a to i za přítomnosti souhlasného napětí výkonového obvodu. Stejně tak to mohou být budiče pevných disků nebo digitální komunikační obvody, ve kterých se vyskytují neuzemněné signálové smyčky.

Vstupní diferenciální odpor – mezi oběma vstupy aktivní diferenciální sondy je vždy dvojnásobný proti vstupnímu odporu každého ze vstupů proti zemi. Vstupní diferenciální kapacita zase má poloviční hodnotu proti vstupní kapacitě proti zemi. Důležité parametry zdařilých

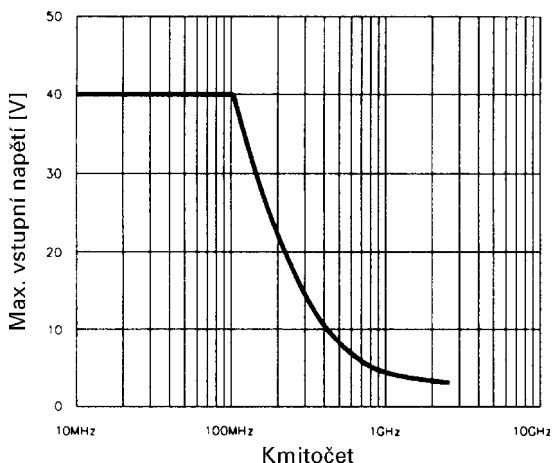
aktivních diferenciálních sond nalezneme v tab. 12. Sondy jsou seřazeny podle kmitočtového rozsahu. Poslední sonda Tektronix P5205 je vysokonapěťová a může se připojit do obvodů s rozdílovým i souhlasným napětím do 1 300 V. Je vhodná pro použití v řídicích obvodech tyristorů.

Aktivní diferenciální sondy vstupní rozdílový signál převedou na nesymetrický výstupní signál většinou stejné velikosti (zesílení, či zeslabení 1×), mohou ho také zeslabovat 10× i 100×, ale také zesilovat 10× (sonda LeCroy AP033). Zeslabení se dosahuje zeslabovacími články, které se nasazují na vstup sondy – obr. 100, nebo přepínáním zeslabení v aktivních obvodech sondy, obr. 101. Vstupní aktivní obvody jsou v tělese sondy a jejich koncová část je ve skřínce s výstupním konektorem. Ve skřínce jsou většinou přepínače zeslabení a ovládání diferenciálního ofsetu. Výstupní koaxiální konektory mají přidružené kontakty pro napájení sondy a připojení diferenciálního ofsetového napětí z osciloskopu. K sondám se dodávají různé nasazovací kontakty nebo miniaturní klipsy (např. k sondě Tektronix P6246 a P6247 – obr. 102).

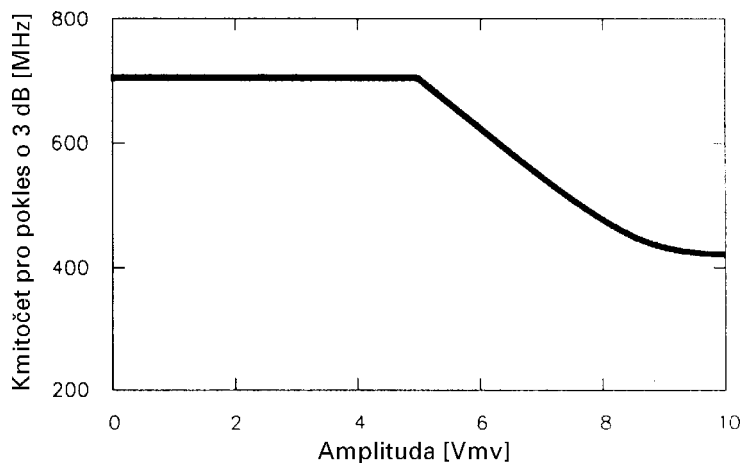
Potlačení souhlasného napětí klesá s kmitočtem. Závislost parametru CMRR na kmitočtu aktivní diferenciální sondy Tektronix P6246 a P6247 je na obr. 103.

### Proudové sondy

Vodič protékající proudem je zdrojem magnetického pole. Proudové sondy



Obr. 95 - Omezovací křivka (*deratling*) nedestruktivního vstupního napětí v závislosti na kmitočtu signálu, Tektronix P6205



Obr. 96 - Závislost kmitočtového rozsahu aktivní sondy Tektronix P6205 na amplitudě vstupního střídavého napětí

přeměňují tok pomocí transformátoru a Hallova generátoru na elektrický signál. Principiální zapojení proudové sondy je na obr. 104. Sonda zatěžuje měřený obvod případným sériovým odporem  $R_1$ . Ten je vložen do série s měřeným obvodem, jakmile jeho vodič protéká zkoumaným proudem se octne v sondě. Vstupní vodič se buď provléká otvorem sondy (např. u proudových transformátorů Tektronix CT-1 a CT-2), nebo se do ní vloží při posunutí části feromagnetického obvodu; obr. 105. Pro proudový transformátor – sondu platí základní vztahy, lit. 19:

$$R_1 = R_z \cdot n_1^2 / n_2^2,$$

$$R_z = R_2 R_0 / (R_2 + R_0) \quad (28)$$

$$L_1 = L_2 \cdot n_1^2 / n_2^2 \quad (29)$$

$$f_d = R_z / 2\pi L_2 \quad (30)$$

$f_d$  = dolní kmitočet sondy

$n_{1,2}$  = počty závitů primáru a sekundáru

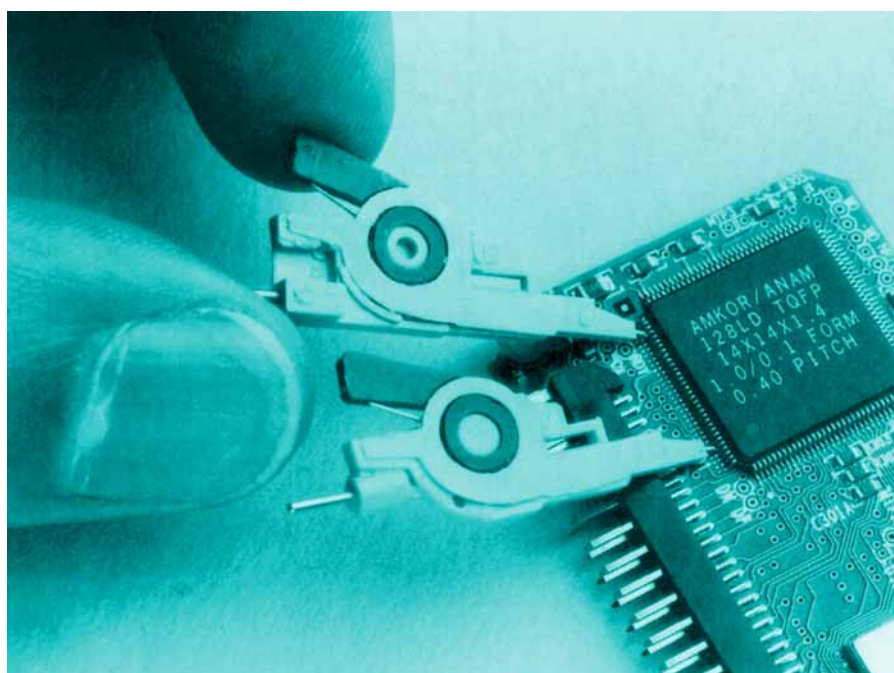
$R_0$  = vstupní odpor osciloskopu (nebo zesilovače proudu)

Výstupní napětí sondy je úměrné vzájemné indukčnosti  $M$ , lit. 20:

$$U_2 = j\omega M I_1 / (1 + j\omega L_z / Z_z) \quad (31)$$

$Z_z$  je zatěžovací impedance na sekundáru sondy.

Proudová sonda zatěžuje měřený obvod ze všech sond nejméně. Zátěž je přídatný sériový odpor  $R_1$ , jehož velikost určuje vztah (28). Musíme k tomu znát počty závitů sondy  $n_1$ ,  $n_2$  a velikost odporu  $R_2$ . Odpor  $R_2$  připojený k sekundáru důrazně omezí kmitočtovou závislost sondy – viz člen  $\omega M I_1$  ve vztahu (31) –



Obr. 97 - Adaptéry – klipsy SMK4 pro aktivní sondy Tektronix P6247 a další

a současně zabrání, aby sekundární napětí naprázdno sondu nezničilo. Abychom získali představu o velikosti odporu  $R_1$ , určíme ho například u proudové sondy Tektronix CT-2 ( $n_2 = 25$  záv.,  $L_2 = 3,125$  mH,  $R_z = 25 \Omega$ , protože  $R_2 = R_0 = 50 \Omega$ ), kterou prochází jediný závit vodiče zkoumaného obvodu, tedy  $n_1 = 1$ . Podle výrazu (28) bude odpor  $R_1$ :

$$R_1 = 25 \cdot (1^2/25^2) = 0,04 \Omega$$

– což je uspokojivě malá hodnota. Primár sondy tvoří obvykle jeden závit.

Provlékneme-li sondou třeba dva závit, zvětšíme její proudovou citlivost 2x, ale současně zvětšíme 4x zátěž měřeného obvodu.

Proudový transformátor ale přenáší jen střídavý proud. Dolní kmitočet je omezen podle vztahu (30) indukčností sekundáru  $L_2$ . U proudové sondy – transformátoru Tektronix CT-2 je dolní kmitočet

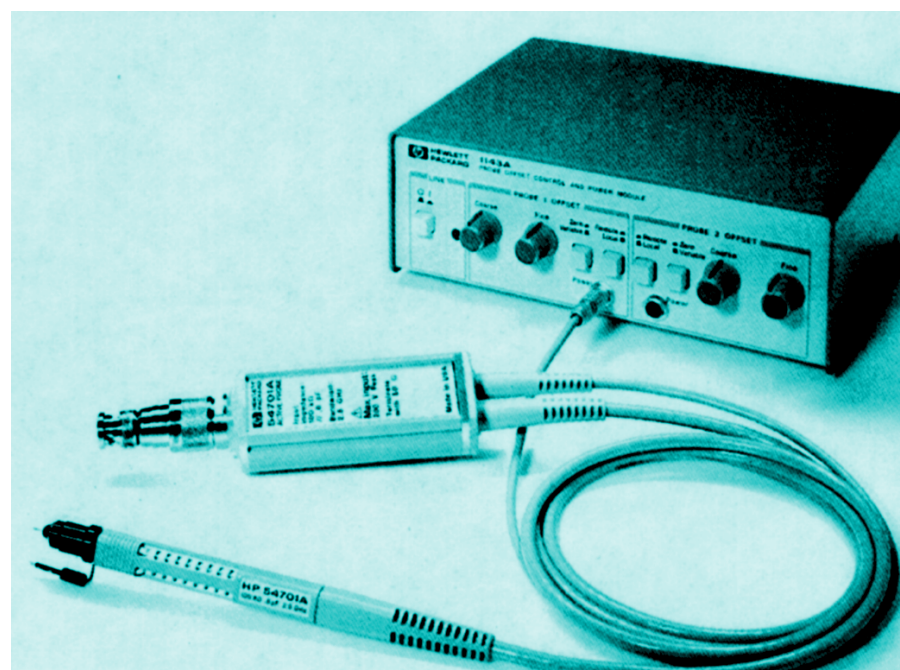
$$f_d = 25 / (2\pi \cdot 3,125 \cdot 10^{-3}) = 1,27 \text{ kHz.}$$

Proudová sonda působí pokles temene přenášeného impulsu. Pokles temene impulsu je exponenciální podle výrazu

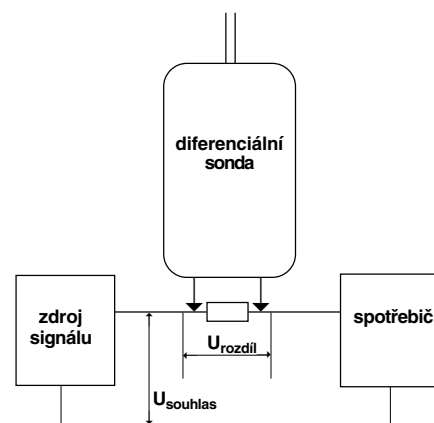
$$U_{tp} = U_2 \exp(-t_p R_z / L_2) = U_2 \exp(-t_p / \tau_s) \quad (32)$$

$$\tau_s = L_2 / R_z$$

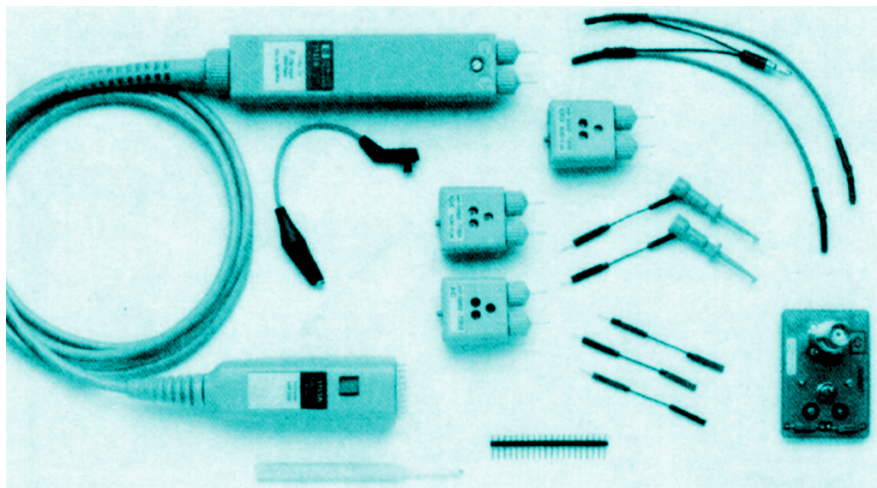
$U_2$  je počáteční napětí na výstupu sondy v čase  $t = 0$  a  $U_{tp}$  je kladné napětí na konci impulsu o délce  $t_p$ , viz obr. 106.



Obr. 98 - Aktivní sonda Hewlett-Packard 54701 (100 kΩ / 0,6 pF; 2,5 GHz) se zdrojem HP1143A ofsetového a napájecího napětí pro dvě sondy HP54701



Obr. 99 - Měření malého signálu na rezistoru s vyloučením souhlasného napětí diferenciální sondou

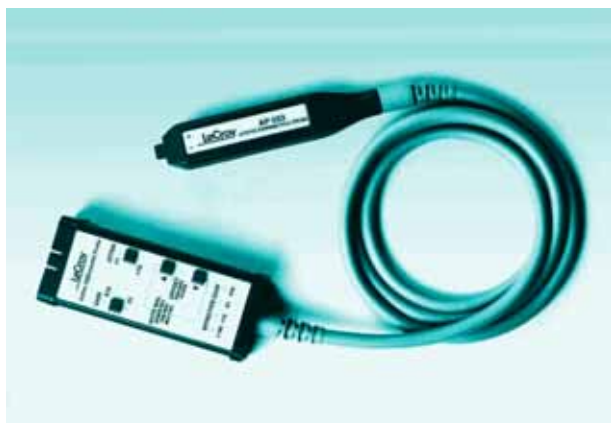


Obr. 100 - Aktivní diferenciální sonda Hewlett-Packard 1153A s nasazovacími zeslabovači a drobným příslušenstvím; potřebná napětí napájení a offsetu se získají v osciloskopech HP Infinium

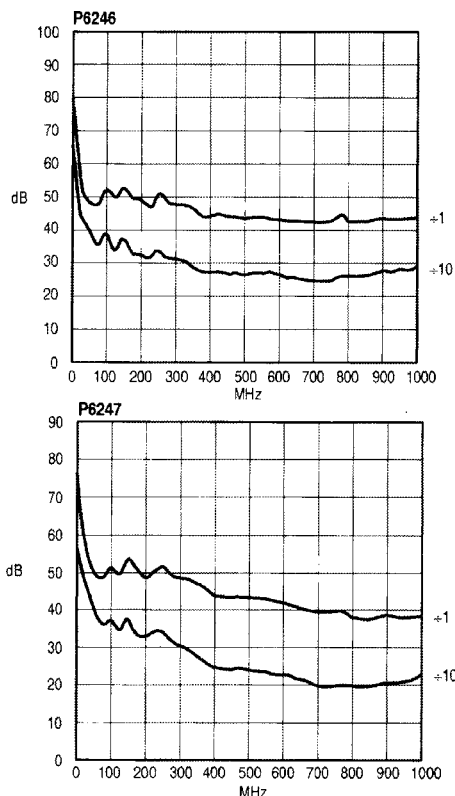
Pokles temene impulsu roste s jeho délkou. K určení velikosti poklesu je důležité znát časovou konstantu proudové sondy  $\tau_s = L_2/R_2$ . Bude-li délka měřeného impulsu  $0,5\tau_s$ , poklesne temeno impulsu na hodnotu  $0,6U_2$ , bude-li délka impulsu  $t_p = 0,1\tau_s$ , klesne temeno impulsu pouze na hodnotu  $0,9U_2$ , tedy o 10 %. Sonda Tektronix CT-2 má časovou konstantu  $\tau_s = 3,125 \cdot 10^{-3}/25 = 125 \mu s$  a s poklesem temene o 10 % přeneše impuls o délce  $0,1\tau_s = 12,5 \mu s$ . Pokles temene impulsu je vážné omezení a mu-

síme s ním počítat u každého proudového transformátoru.

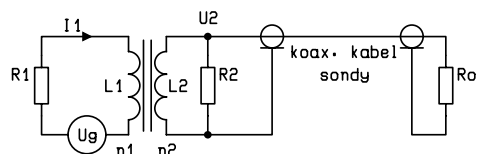
Při přenosu krátkých impulsů se proudová sonda chová podobně jako osciloskop nebo každá jiná sonda. Nejkratší impuls, jaký sonda přeneše, je omezen zhruba na trojnásobek odezvy sondy  $t_{rs}$ . Na výstupu sondy se objeví impuls délky  $t_p = 3t_{rs}$  jako trojúhelník s oblým vrcholem místo temene a s asi poloviční amplitudou. Proudová sonda Tektronix CT-2, která má odezvu  $t_{rs} = 1,75 ns$ , tak přeneše impuls o délce  $3 \times 1,75 \cdot 10^{-9} = 5,25 ns$ .



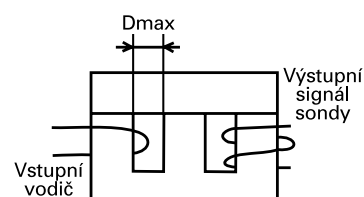
Obr. 101 - Aktivní diferenciální sonda LeCroy AP033 (500MHz). Přepínač zeslabení je ve skřínce s výstupním konektorem. Napájení a diferenciální offsetové napětí je přiváděno v osciloskopech řad LeCroy 9300 a LC500



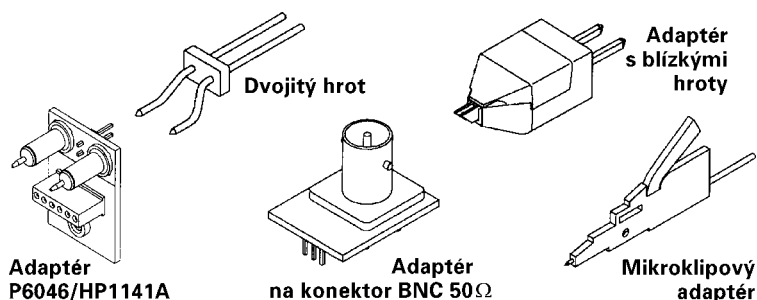
Obr. 103 - Kmitočtové závislosti potlačení souhlasného napětí CMRR aktivní diferenciální sondy Tektronix P6246 a P6247



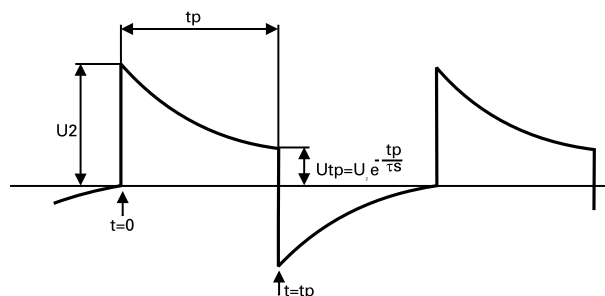
Obr. 104 - Náhradní schéma proudového transformátoru – sondy



Obr. 105 - Magnetický obvod proudové sondy s posuvnou částí jádra

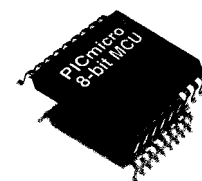


Obr. 102 - Nasazovací kontakty a klipsy jsou součástí příslušenství aktivní diferenciální sondy Tektronix P6246 a P6247



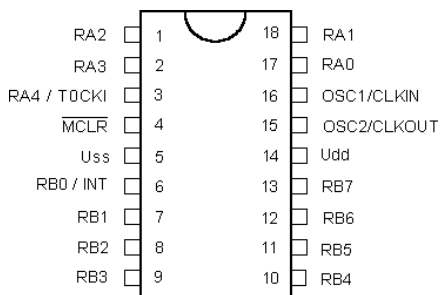
Obr. 106 - Pokles temene impulsu přenášeného proudovou sondou;  $t_p > 0,1 \tau_s$ ,  $\tau_s = L_2 / R_2$ ; impulsy mají střihu 1-1

# Monolitické mikropočítače II



zpracoval Ing. Josef Šabata — 11. část

V tomto pokračování se budeme věnovat dalšímu ze zástupců mikrořadičů PIC – a to typu PIC16F84. Jde opět o mikrořadič navržený okolo jádra pracujícího se čtrnáctibitovými instrukcemi. Je vybaven třinácti vstupně/výstupními linkami rozčleněnými do dvou portů, jedním osmibitovým čítačem/časovačem a nezávislým *Watchdog Timerem*. Jako speciální periferii zde navíc nalezneme paměť dat EEPROM o velikosti 64B, která uchová údaje i po odpojení napájecího napětí. Díky tomu lze PIC16F84 nasadit tam, kde je třeba uchovávat konfigurační údaje, jako jsou třeba komunikační přístroje nebo zabezpečovací technika. Paměť EEPROM udrží bez napájecího napětí data po dobu alespoň 40 let a výrobce zaručuje minimálně 1 milion zápisových cyklů.



Obr. 1 - PIC 16F84

Hlavní přitažlivost tohoto obvodu je však v tom, že podobnou technologií, jako datová EEPROM, je vyrobena i paměť programu. Tu lze také elektricky mazat a přepisovat bez nutnosti použít pouzdro s okénkem a UV lampu. Podle katalogových údajů lze paměť programu 100 krát smazat a znovu naprogramovat. (Toto je minimální zaručovaná hodnota, typický počet programovacích cyklů je 1 000). Maximální taktovací kmitočet je 10 MHz. Obvod pracuje v rozmezí napájecích

napětí 2,0 až 6,0 V. PIC 16F84 je dodáván v plastových pouzdrech DIP nebo SSOP s 18 vývody (obr. 1)

Protože jádro procesoru je shodné s typem PIC 16C71, instrukční soubor zůstává beze změny. PIC 16C71 byl popsán v předchozích dílech našeho seriálu, a tak se zaměříme v dalším textu podrobněji pouze na popis datové EEPROM.

Na rozdíl od PIC 16C71 není vybaven A/D převodníkem, a tak jsou I/O linky portu A trvale nastaveny jako digitální. RA4 se ve výstupním módu chová jako výstup s otevřeným kolektorem. Vlastnosti portu B se nemění. Funkční registry na adresách 08H, 09H, 88H a 89H (tab. 1) jsou vyhrazeny pro přístup k datové paměti EEPROM. Význam ostatních SFR je zachován až na malou změnu v INTCON. O tom podrobněji dále.

## Elektricky mazatelná paměť dat

Datová paměť EEPROM je přístupná pro čtení i zápis v celém rozsahu napájecího napětí  $V_{dd}$ . Tato paměť není umístěna v prostoru datových registrů, ale je přístupná nepřímo, prostřednictvím registrů speciálních funkcí. Pro zápis a čtení této paměti slouží čtyři registry: EECON1, EECON2, EEDATA a EEADR. EEDATA je osmibitový vyrovnávací registr dat. V registru EEADR je uložena adresa buňky, ke které právě přistupujeme. PIC 16F84 má 64 buněk datové paměti EEPROM, každou o šířce 8 bitů – tj. adresy se pohybují v rozsahu 00 až 3FH. Zápis do jednoho byte automaticky vymaže předchozí obsah buňky a přepíše jej novým. Paměť EEPROM je navržena pro velké množství zápisových nebo mazacích cyklů, typicky 10 milionů. Zápisový čas je 10 ms a je řízen vlastním časovačem na čipu. Závisí na napájecím napětí, teplotě a může se také lišit kus od kusu. Po aktivaci ochrany kódu je čtení a zápis datové paměti zvnějšku zablokovan. K paměti může přistupovat jen CPU.

## Registr EEADR

Registr EEADR je osmibitový, a tak může adresovat 256 bytů paměti. Im-

plementováno je však jen na prvních 64 B. Dva nejvyšší bity registru EEADR jsou bez významu. Výrobce doporučuje udržovat je nulové nejen pro možnost budoucího rozšiřování datové EEPROM, ale i proto, že nastavení bitů  $EEADR<7:6>$  zvyšuje klidovou spotřebu obvodu.

## Registry EECON1 a EECON2

|        | U | U | U | R/W  | R/W   | R/W  | R/S | R/S |
|--------|---|---|---|------|-------|------|-----|-----|
| EECON1 | - | - | - | EEIF | WRERR | WREN | WR  | RD  |

Adresa 88h

EECON1 je řídicí registr s pěti nižšími významovými bity. Horní tři jsou nepoužity a čteny jako 0. Řídící bity RD a WR spouštějí čtení nebo zápis dat do paměti. Nemohou být vynulovány, pouze nastaveny programem. Nulovány jsou hardware po dokončení operace čtení nebo zápisu. Zablokování softwarového nulování bitu WR předchází nechtěnému vynulování a tím předčasnému ukončení zápisové operace. Nastavením bitu WREN je povolen zápis do EEPROM. Po připojení napájení je WREN vynulován. Bit WRERR je nastaven v případě, že probíhající zápis je přerušen resetem z MCLR nebo WDT. V těchto situacích může uživatel po resetu zkontrolovat příznak WRERR a případně znovu spustit zápis. Příznak EEIF je nastaven po dokončení zápisu a musí být nulován programově. Adresa v registru EEADR není nijak měněna čtecí nebo zápisovou operací. Obsah registru EEDATA je přepisován pouze po čtení z EEPROM.

Registr EECON2 není implementován a je čten jako nuly. Slouží jako ochrana před nechtěným zápisem do EEPROM. EEIF Příznak přerušení od zápisového cyklu

1 – Konec zápisového cyklu (musí být softwarově nulován)

0 – Zápis není u konce nebo ještě nebyl zpočat

WRERR Příznak chyby při zápisu do EEPROM

1 – Zápis byl předčasně ukončen. Ukončení proběhne při resetu od MCLR nebo WDT za normálního běhu.

0 – Zápis v pořádku

WREN Povolení zápisu do EEPROM

| 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              | EEDATA                            | EECON1              | 88              |
| 09              | EEADR                             | EECON2*             | 89              |
| 0A              | PCLATH                            | PCLATH              | 8A              |
| 0B              | INTCON                            | INTCON              | 8B              |
| 0C              | 68 registrů pro všeobecné použití | mapováno do banky 0 | 8C              |
| 4F              |                                   |                     | CF              |
| 50              | Nepoužito                         | Nepoužito           | D0              |
| 7F              |                                   |                     | FF              |

\* nejsou skutečné R/W registry

Tab. 1

- 1 – Zápis je povolen  
0 – Zápis do datové EEPROM je zakázán

#### WR Spuštění zápisového cyklu

- 1 – Spustí zápisový cyklus; bit je po ukončení cyklu hardwarově nulován. Nemůže být nulován programem.  
0 – Zápisový cyklus je dokončen

#### RD Spuštění čtecího cyklu

- 1 – Spustí čtení z EEPROM. Čtení trvá jeden cyklus a RD je nulován hardwarově. Nelze softwarově nulovat.  
0 – Neprobíhá čtení z EEPROM.

### Čtení z paměti EEPROM

Před čtením z paměti EEPROM musí být nastavena adresa požadované buňky do registru EEADR a nastaven bit RD (EECON1<0>). Data jsou k dispozici již v následujícím cyklu v registru EEDATA a tak mohou být čtena následující instrukcí. V registru EEDATA zůstane tato hodnota až do dalšího čtení, nebo dokud ji uživatel nepřepíše jinou hodnotou před operací zápisu.

#### Příklad čtení z paměti EEPROM

```
bcf STATUS,RP0 ; Banka registrů 0
movlw MOJEADR ; Adresu, kterou chceme číst
movwf EEADR ; uložíme do registru adresy EEADR
bsf STATUS,RP0 ; Banka 1
bsf EECON1,RD ; Spustit čtení
bcf STATUS,RP0 ; Banka 0
movf EEDATA,W ; Uložit načtený byte do W
```

### Zápis do paměti EEPROM

Při zápisu do datové EEPROM je třeba nejdříve uložit adresu do registru EEADR a zapisovaná data do EEDATA. Poté je nutné provést zvláštní posloupnost příkazů, která spustí zápis.

#### Příklad zápisu do paměti EEPROM

```
bsf STATUS,RP0 ; Přejít na banku registrů 1
bcf INTCON,GIE ; Zakázat přerušování
movlw 0x55 ; Zapsat 55h
movwf EECON2 ; do EECON2
movlw 0xAA ; Zapsat AAh
movwf EECON2 ; do EECON2
bsf EECON1,WR ; Spustit zápis
bsf INTCON,GIE ; A povolit přerušování
```

Zápis se neuskuteční, není-li tato sekvence – zápis 055H do EECON2, zápis 0AAH do EECON2 a nastavení bitu WR provedena v daném pořadí a přesném načasování. Navíc musí být nastaven povolovací bit WREN v registru EECON1. Tento mechanismus zabraňuje náhodnému zápisu do EEPROM např. pokud se program vymkne kontrole. Bit WREN by měl být nulový po celou dobu provádění programu, mimo okamžiku, kdy se aktualizuje obsah EEPROM. Po započetí zápisového cyklu nemá vynulování bitu

WREN žádný vliv na dokončení zápisu. Před zápisem do registru EECON2 je třeba zakázat přerušování, aby nechtěné vyvolání přerušovací rutiny nenarušilo povolovací sekvenci.

Po ukončení zápisu je bit WR hardwarově nulován a příznak přerušování od konce zápisového cyklu EEIF je nastaven. Uživatel může buď ve smyčce čekat na vynulování bitu WR, nebo povolit toto přerušování a konec zápisového cyklu zpracovat v rutině obsluhy přerušování. EEIF musí být nulován programově.

Poznámka: Zápis do datové EEPROM může v některých nepříznivých případech překročit udanou dobu 10 ms. Aby bylo jisté, že zápisový cyklus je u konce, použijte přerušování od konce zápisového cyklu nebo testujte stav bitu WR (EECON1<1>) namísto odměřování času 10ms. Obě jmenované události signalizují dokončení zápisu.

### Ochrana proti nechtěnému zápisu

PIC 16F84 má pro ochranu před nechtěným zápisem do EEPROM různé mechanismy. Po připojení napájení je bit WREN nulován a také při běhu PWRT (Power On Timer) je po dobu 72 ms zápis blokován. Spouštěcí sekvence společně s bitem WREN chrání před nechtěným zápisem při rušivých špičkách, poklesech napájecího napětí nebo chybě software.

### Registru řízení přerušování INTCON

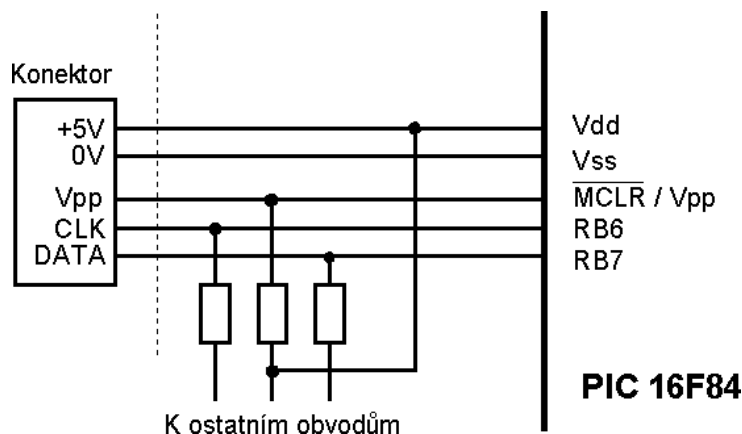
|        | R/W | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| INTCON | GIE | EEIE | TOIE | INTE | RBIE | TOIF | INTF | RBIF |     |

Adresa 0Bh nebo 8Bh

Změna nastala pouze u bitu INTCON<6> EEIE. Významy ostatních bitů zůstávají stejné.

EEIE Povolení přerušování od dokončení zápisu do datové EEPROM

- 1 – Povolí přerušování od dokončení zápisu  
0 – Zakáže přerušování od dokončení zápisu



Obr. 2

### In-Circuit Serial Programming

U zařízení, kde předpokládáme častější změnu programového vybavení nebo datové paměti EEPROM, dosáhneme malou úpravou zapojení (obr. 2) toho, že pomocí pouhých pěti vodičů připojených k programovacímu konektoru lze měnit obsah paměti i u obvodů trvale zapájených v desce. Tak můžeme například hromadně vyrobit hardware nového výrobku a před expedicí do něj vždy nahrát nejaktuálnější verzi programu, nebo potřebné kalibrační hodnoty. Paměť je elektricky mazatelná a programovací cyklus lze mnohokrát opakovat.

Dva vodiče, RB6 a RB7, zajišťují obousměrnou komunikaci s mikrořadičem, tři zbývající slouží pro napájení. V<sub>pp</sub> je "vysoké" napětí potřebné při zápisu do Flash EEPROM. Jeho jmenovitá hodnota je 13,2 V. Popis programovacího protokolu přesahuje rámec našeho článku, můžete jej najít v publikacích firmy Microchip.

### Odvozené typy

Přímým předchůdcem typu PIC16F84 byl PIC16C84. Od svého následovníka se liší menší datovou pamětí RWM (ta je pouze 36 bytů – v rozsahu 0CH až 2FH) a obráceným významem bitu POT v konfiguračním slově. V současné době již nejsou obvody PIC16C8x v prodejní síti nabízeny. PIC16F83 je verze s menším rozsahem paměti programu a dat – viz tabulka:

| Typ   | Paměť programu [W] | Paměť dat [B] |
|-------|--------------------|---------------|
| 16C83 | 512                | 36            |
| 16C84 | 1 024              | 36            |
| 16F83 | 512                | 36            |
| 16F84 | 1 024              | 68            |

#### Oprava:

Po upozornění čtenářů jsem zjistil, že se při překreslování podkladů pro článek vloudily chyby do schématu "Programátoru mikrořadičů PIC" uveřejněného v KTE 2/98. Spoj mezi R4 (chybně označeným R24) a špičkou 18 konektoru X1 má být správně připojen na špičku 5. Hodnota R10 je ve skutečnosti 15R namísto 15k. Soupiska součástek a obrazec plošného spoje jsou v pořádku.



Ing. Robert Láníček

# Počítačová simulace obvodů

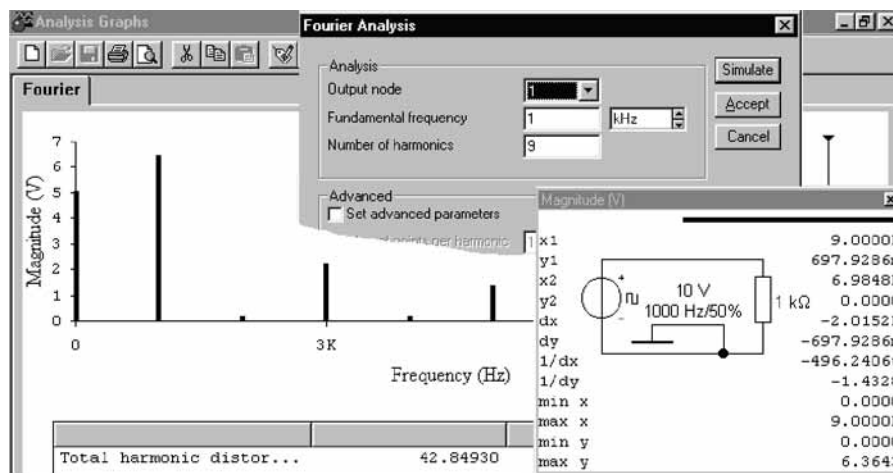
## Electronics Workbench – dokončení

### Analýzy programu

Kromě interaktivní a rychlé simulace je možné vyvolat i klasické analýzy SPICE (.OP, .AC, .DC, .TRAN, .FOUR, .NOISE, .DISTO, .STEP, .TEMP, .PZ, .TF, .SENS, .MC a .WC). Vzhledem k tomu, že se těmto analýzám budeme věnovat později u klasických SPICE programů, je pro ilustraci uvedena pouze jednoduchá spektrální (Fourierova) analýza obdélníkového signálu. Je vidět, že v tomto případě nepočítá program přesně a zobrazuje chybně i malé hodnoty sudých harmonických. Navíc citelně chybí možnost jednoduchého výpisu Fourierovy řady tak, jak tomu je např. u programu TINA. Na druhé straně je vyvolání analýzy jednodušší, protože se spouští přímo a ne až dodatečně pro vygenerovaný průběh přechodové analýzy.

### Návrh plošného spoje

Pokud nainstalujete demoverzi laydemo.exe, můžete si vyzkoušet i návrh plošného spoje k simulovanému zapojení. Schéma zapojení je u této demoverze možné uložit na disk ve formě netlistu pro programy OrCad PCB 386, Tango,



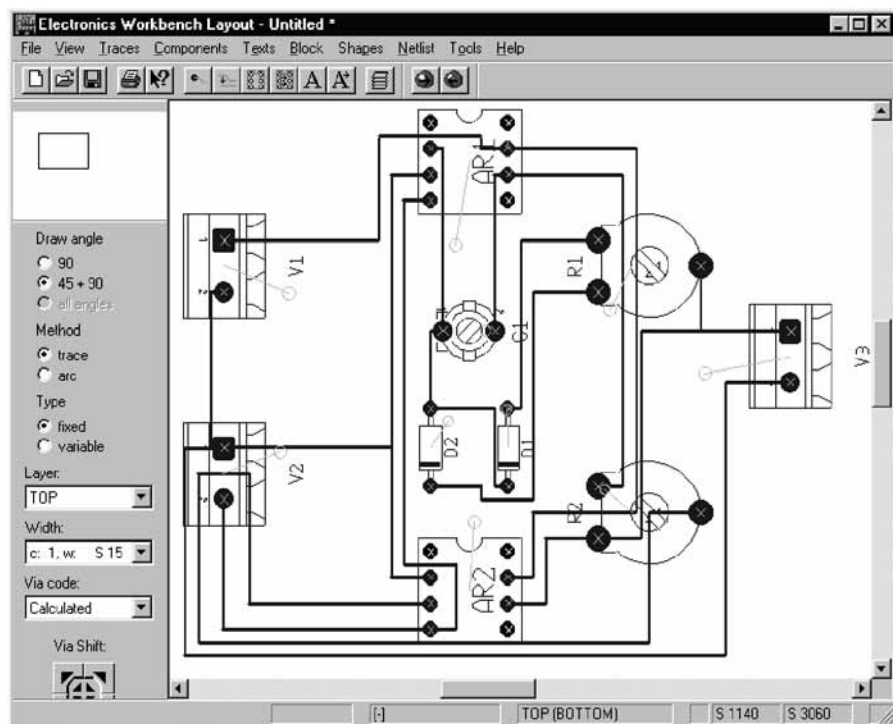
Obr. 6 - Fourierova analýza obdélníkového signálu

Eagle, Protel, Layo1, Ultimate, nebo ve formátu vlastního návrhového systému firmy Interactiv – EWB Layout. Při zvolení poslední možnosti se po uložení souboru na disk automaticky spustí návrhový systém. Součástky jsou zpočátku rozmístěny po krajích desky a při rozmísťování myší naznačují délkou pomocného vektoru vhodnost svého umístění. Spojé lze

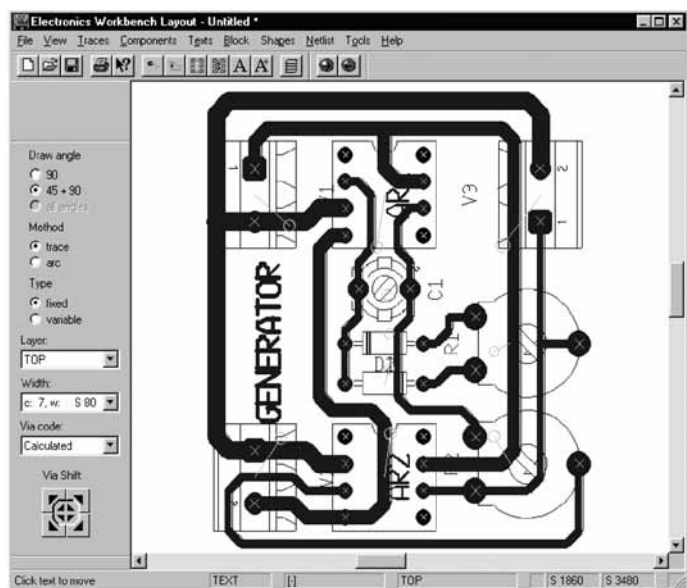
tvořit buď ručně, anebo pomocí autorouteru. K dispozici jsou dva, ale v demoverzi je možné spustit pouze jednodušší interní autorouter, protože výkonnější externí program potřebuje před spuštěním uložit soubor na disk, a to je stejně jako tisk v demoverzi zakázáno.

Jako ilustrace postupu byl zvolen neupravovaný výsledek práce autorouteru schématu generátoru pily simulovaného v minulém čísle. Obrázek byl opět zkopírován přes schránku Windows. Úspěšnost automatického propojení velmi záleží na rozmístění prvků a je zapotřebí vyzkoušet několik variant. Zakreslené spoje z neznámého důvodu mizí při změně měřítka a nepomáhá ani funkce *Redraw*. Naštěstí je lze opětovně vykreslit přes nabídku *Traces - Change*. Výsledek práce autorouteru lze samozřejmě dále upravovat, tj. posouvat součástky i vodiče. Jednodušší je ale výsledek vytisknout v programu Malování a nakreslit spoje znovu ručně.

Při kreslení jednotlivých spojů se automaticky vyznačují uzly, které je třeba propojit. Automaticky se přitom hlídá bezpečná izolační vzdálenost od vývodů součástek. Nakreslený spoj lze lehce posunout i smazat. Při vlastním ručním návrhu se nejdříve importují součástky ze simulačního programu (*Import \*.plc*) a zvolí se základní tloušťka čáry (např. 3). Po vykreslení všech vodičů se upraví velikost obrázku (*Zoom*) a zjistí se čísla upravovaných vodičů (*Tools - View nets*).



Obr. 7 - Jednostranný plošný spoj generátoru



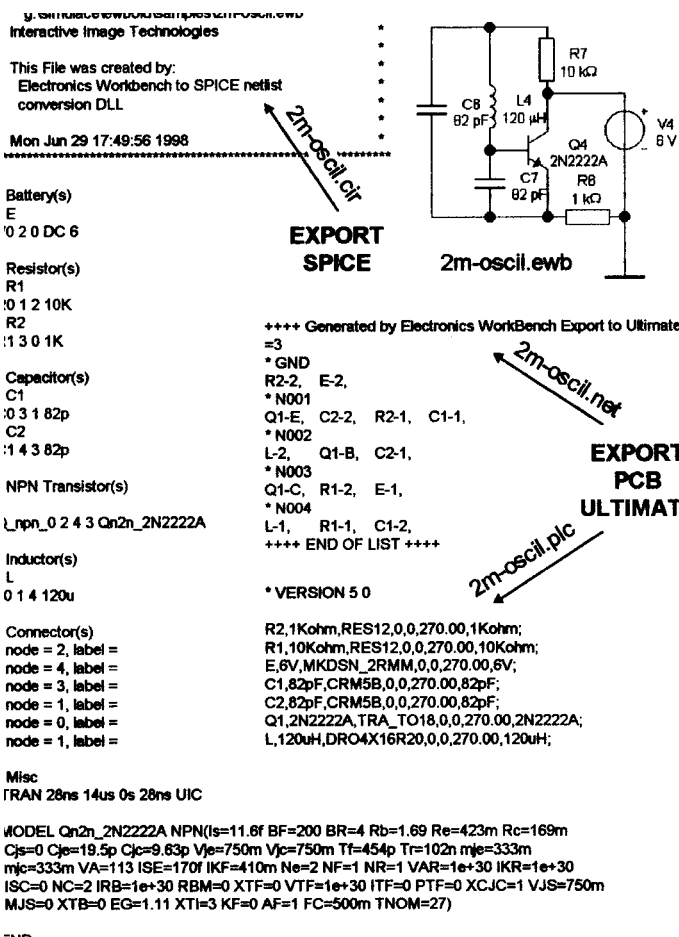
Obr. 8 - Ruční návrh plošného spoje generátoru

Pro zvolené vodiče se pak upraví šířka čáry plošného spoje (*Traces – Change*). Tloušťkou vodičů jsou v následujícím obrázku rozlišeny signálové vodiče, napájení a zem. I v demoverzi funguje zpětná anotace, takže pokud se např. smaže pouzdro součástky v režimu kreslení plošného spoje, je možné tuto změnu přenést zpět do schématu zapojení (*Backannotate from Layout*).

### Export a import souborů

I když demoverze podporuje pouze export do netlistů PCB programů, jsou u ostré verze exportní filtry velmi pěkně vyřešeny, a proto budou dále ukázány i vlastnosti, které má pouze plná verze programu. Převod grafického schématu do netlistu SPICE je velmi přehledně vyřešen. Je ilustrován na zapojení oscilátoru dodávaném spolu s demoverzí. Export do programu ULTIMATE je možné zrealizovat i v demoverzi.

Program dokáže vytvořit grafické schéma zapojení z netlistu SPICE. Byl například vyzkoušen obousměrný přenos dat mezi programem EWB a Micro-Cap. Pomocí exportu a zpětného importu je možné získat i vnitřní zapojení modelů složitějších elek-

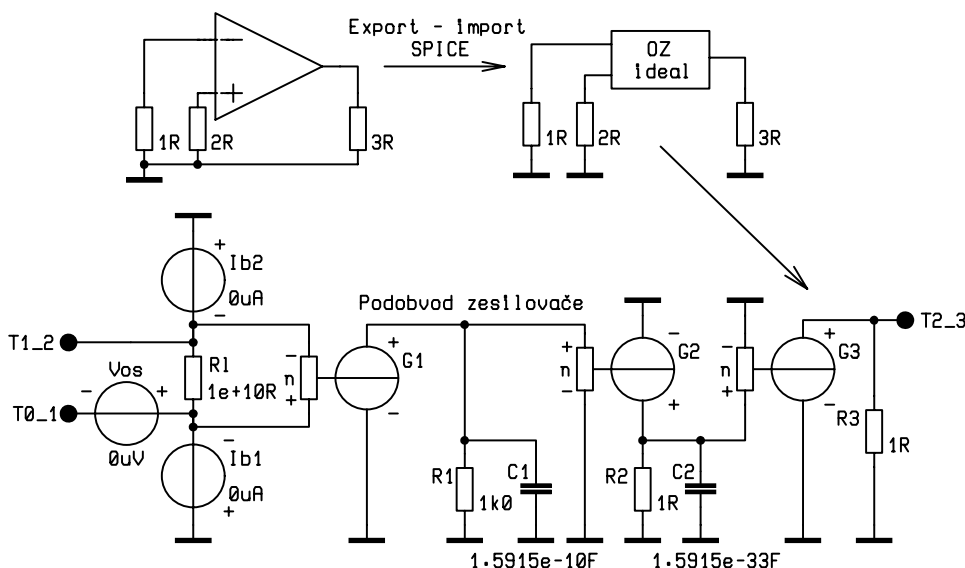


Obr. 9 - Export schématu do netlistu SPICE a ULTIMATE

tronických obvodů, které nejsou běžně přístupné. Tímto způsobem je na dalším obrázku získáno vnitřní zapojení nejjednoduššího modelu operačního zesilovače. K vývodům zesilovače byly připojeny odpory pro pozdější identifikaci vývodů, protože automatické rozhození součástek, je zapotřebí samozřejmě ručně dopravit.

### Zhodnocení programu

Podle mého názoru patří tento program mezi nejlepší simulační programy. Jsou sice programy, které pracují rychleji a přesněji a mají i větší možnosti zpracování nasimulovaných dat, ale žádný z nich se EWB nevyrovná v jednoduchosti obsluhy. Základní myšlenka je naprosto geniální – vytvořit program, ve kterém lze pracovat stejně jako při skutečném měření i bez znalosti zákonitostí a pravidel počítačové simulace. A pro pokročilejší uživatele přitom zůstává zachována možnost vyvolání složitějších simulací. Program je ideální i pro výuku. Pro tento účel má zabudovány další podpůrné funkce, jako je definování chyby prvku, uzamčení vnitřku podobvodu a podobně. Domnívám se, že i demoverze stojí za vyzkoušení.



Obr. 10 - Určení zapojení modelu operačního zesilovače

# Malá škola praktické elektroniky

(27. část)

## Kouzelné krabičky usnadňují instalaci i složitých anténních systémů

Nová slova: slučovač, výhybka, anténní zesilovač, kanálový zesilovač, napájecí výhybka, rozbočovač.

### Případ první:

anténa na IV. a V. pásmo  
anténa na III. pásmo  
slučovač  
symetrizační člen  
svod  
televizor

Již od dob, kdy začal vysílat tzv. II. televizní program na IV. a V. pásmu a lidé si pořizovali k anténě na I. nebo III. pásmo i anténu pro IV. a V. pásmo, se začaly prodávat krabičky pro sloučení obou signálů do jednoho kabelu. Oba vstupy jsou symetrické a výstup nesymetrický. Tento slučovač lze připojit

- "nahore" u antén
- "dole" u televizoru

Výhody a nevýhody svodů provedených dvojlínkou nebo sousým – koaxiálním kabelem byly probrány minule.

Někdy je třeba použít *anténní zesilovač*. V některých místech stačí tzv. "kanálový" zesilovač pro příjem jediného vysílače v dané oblasti, který lze zachytit.

Jindy je možno z jednoho směru zachytit širokopásmovou anténou více vysílačů, pro zesílení se použije tzv. "širokopásmový zesilovač".

### Případ druhý:

anténa  
symetrizační člen 300/75  $\Omega$   
svod 75  $\Omega$   
anténní zesilovač 75  $\Omega$   
napájecí zdroj pro zesilovač  
televizor 75  $\Omega$

### Napájení zesilovače

Pokud máte svod z antény svedený na půdu, nebo do prostoru blízko anté-

ny, kde je zavedená síťová zásuvka, můžete zesilovač umístit tam i s napájecím a dalšími "krabičkami". Někdy se zesilovač umísťuje "dole". Výhodnější je umístit zesilovač blíž k anténě, stejně jako hvězdářský dalekohled na horách, než ve smogu města. Zesilovač je také možno napájet "po kabelu".

### Případ třetí:

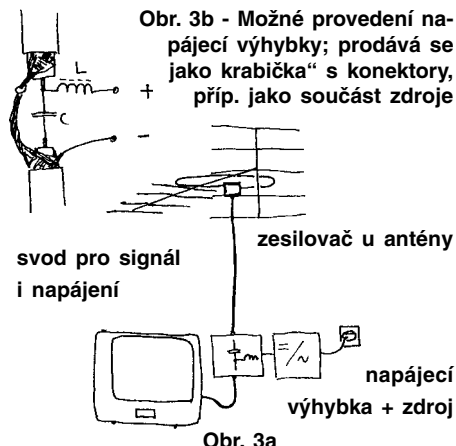
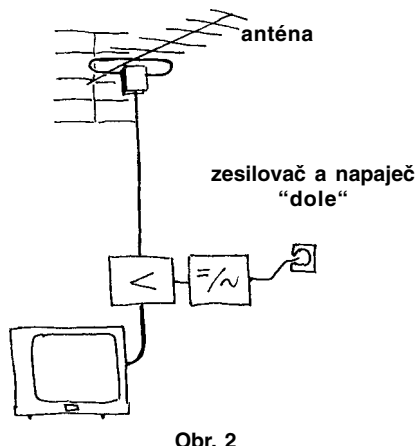
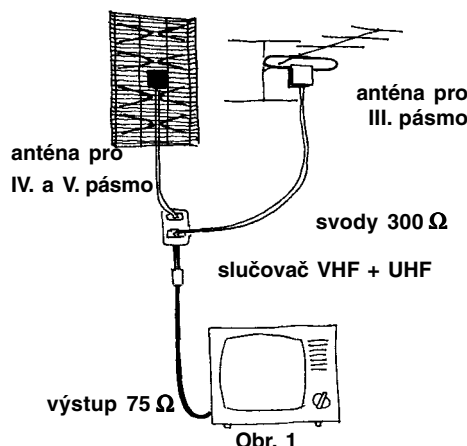
anténa  
anténní zesilovač  
svod  
napájecí výhybka  
napájecí zdroj 230V/12V=  
televizor

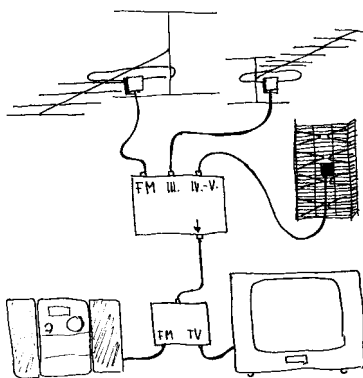
Není v tom žádné věda. Když napájecí výhybku otevřete, budete překvapeni jednoduchostí. Cívka několika závitů drátu navinutá samonosně nebo na černé feritové tyčince je tzv. vysokofrekvenční tlumivka. Přes ní do kabelu projde stejnosměrné napětí pro napájení zesilovače. Druhá součástka je malý kondenzátor, který zabrání, aby se toto napětí nedostalo na vstup přijímače, ale v signál normálně prochází. V zesilovači je tím samým způsobem provedeno oddělení stejnosměrného napětí od signálu.

Kombinací slučovače a širokopásmového zesilovače vznikl anténní zesilovač se vstupy pro

- FM rozhlas,
- TV v I. – III. pásmu,
- TV v IV. – V. pásmu

s jediným výstupem do kabelu. Pak je třeba oddělit TV signál od signálu FM rozhlasu. To dělá *výhybka*. Opět je velmi jednoduchá – krabička se vstupem signálu 40 – 800 MHz a jedním výstupem pro FM rozhlas a druhým výstupem pro příjem televizního signálu.





Obr. 4 - Zesilovač se slučovačem pro tři antény; pásmová výhybka, FM přijímač, televizor

To jsou základní kostičky stavebnice. Stačí jenom vědět čísla pásem a kanálů, jejich kmitočty znát nemusíme, kdybychom je potřebovali, najdeme je v tabulce. Zisky a útlumy na zesilovačích, propustích, zádržích, útlumových člancích, anténách a kabelech jsou vyjádřeny v dB a ty se jenom sčítají a odčítají. V tom je kouzlo decibelů. Mezi tyto "kostičky" stavebnice na přání patří i antény, kabely a konektory.

### Slučovače

Sloučit lze i signály ze dvou antén na téměř pásmu. Například pro příjem místního vysílání jednou anténou z jednoho směru a příjem třeba zahraničního vysílání jinou anténou z jiného směru. Vhodný slučovač najdete v katalogu, nebo si ho objednáte na přání. Vstupní i výstupní impedance bývá obvykle 75 Ω.

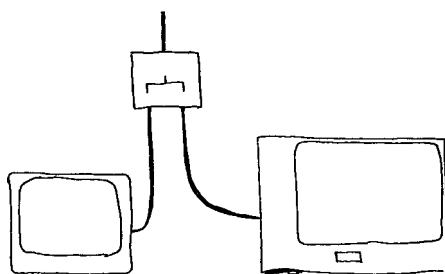
(Pozn.: Slučovače fungují na obě strany – pro sloučení dvou signálů ze dvou antén nebo jako kmitočtová výhybka pro rozdělení signálu například pro rozhlasové pásmo VKV a pásmo příjmu TV.)

### Zesilovače

Z technických údajů jsou pro nás zajímavé tyto údaje

- zesílení
- kmitočtové pásmo (nebo kanály)
- šumové číslo

Zesílení se uvádí v decibelech, případně v souvislosti s kmitočtovým pásmem, v katalogu bývá graf nebo tabulka naměřených hodnot. Kmitočtové pásmo bývá uvedeno obvykle číslem kanálu nebo kanálů. Zesilovače se vyrábějí – kanálové (např. K39)



Obr. 5 - Rozbočovač pro dva výstupy

- pro skupiny kanálů (např. K6-K9)
  - širokopásmové (např. K21-K69)
- Šumové číslo  $F$  si nebudeme zatím rozebírat. Stačí vědět, že čím menší, tím je šum menší. V katalogu bývá uvedeno také.

Podle technického provedení jsou zesilovače

- anténní; k vestavění do montážní krabice
- průchozí; na kabel, domovní soupravy pro kabelové rozvody,

### Konektory

Mají zaručit trvanlivý, kvalitní spoj jednotlivých částí rozvodu za odpovídající cenu. Jiné požadavky mají profesionální služby, armáda a jiné jsou dost dobré pro civilní použití. V katalogu zabírají konektory celou stránku (nebo několik). Základní rozdělení je na "samečky a samičky" nebo bývají uváděny jako, MALE – FEMALE, Jeník a Mařena. Nepohoršujte se, vždyť i známý konektor JACK, čtený jako džek, znamená v angličtině Jarouš.

#### Pamatuj:

|         |                  |
|---------|------------------|
| samec   | – samice         |
| kolík   | – dutinka        |
| male    | – female         |
| plug    | – socket (angl.) |
| stecker | – buchse (něm.)  |

Česky je to zástrčka – zásuvka, ale málokdo hned ví, co je co.

Konektory pro dvojlinku mají dva ploché nože, jejichž polohou lze rozlišit svod pro FM rozhlas, I. – III. pásmo a IV. – V. pásmo.

Konektory pro souosý vodič používané v televizní technice jsou podle konstrukce buď pro vestavění do panelu – přijímače, zesilovače ap., a pro instalaci na kabelu.

- IEC; jednoduché konektory pro pouhé nasunutí
  - BNC; po nasunutí jsou zajištěny pootočením – zajišťovacím kolíčkem v drážce
  - F; konektory o průměru 7 mm se šroubovací pojistnou matkou, pro příjem ze satelitů i domovní rozvody
  - atd.; různé šroubovací konektory, různé velké, s různými výstupky na čelní straně, s různou povrchovou úpravou (chromování, niklování, stříbření, kadmiování ap.)
- Některé katalogy uvádějí k určitým kabelům i vhodné konektory [3], [5].

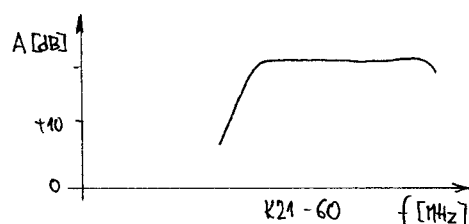
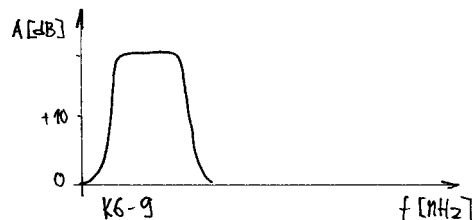
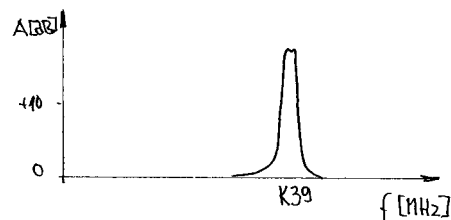
### Praktické provedení

Podle místních příjmových podmínek je vytvořen plán

- jaké programy budou přijímány
- z jakých vysílačů
- na jakých kanálech
- z jakého směru
- jak silně

podle toho jsou zvoleny antény podle jejich

- příjmových kmitočtů nebo pásem,
  - zisku
  - směrovosti
- proveden plán



Obr. 6 - a) Kanálový zesilovač;  
b) pro skupinu kanálů;  
c) širokopásmový zesilovač

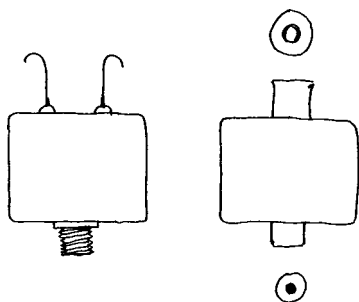
- slučování signálů z jednotlivých antén
- jejich zesilování nebo ztlumování
- umístění případné hlavní jednotky a napájení
- rozvodu po domě a nakonec
- celkové vyhodnocení zisků a útlumů.

Montáž antény je dobré zadat specializované firmě, která ručí za technické provedení, ochranu před účinky atmosférické elektřiny (tedy uzemnění stejné jako má hromosvod) a umí se pohybovat po střeše. Dobrá firma vám také může změnit sílu signálů a navrhne, případně i provede celý anténní rozvod.

Od teoretické přípravy je krok k praktickému provedení. Před vlastní prací je dobré provést si nácvik odizolování kabelů případně montáže konektorů. Kabely jsou různé silné a jsou k nim uvažovány i určité typy konektorů. Podrobný popis metod montáže konektorů by byl na samostatný článek.

Před montáží naisto je možno anténu provizorně umístit na strom, za komín, na balkon, nebo jenom na židli do okna, nasměrovat ji někam, odkud se asi bude přijímat a připojit ji k televizoru. Někdy stačí umístění o metr dál a příjem se zřetelně změní. Pro zkoušení a směřování někteří technici používají malý přenosný televizor.

Útlum v kabelu jednoduše vyzkoušíte tak, že přenosný televizor umístíte poblíž antény, například na půdě, naladíte si nějaký slabší vysílač a pak zkusíte televi-



Obr. 7 - a) Anténní zesilovač pro vestavění do montážní krabice; vstup 300  $\Omega$ /symetrický – pod šrouby, výstup 75  $\Omega$ /nesymetrický – konektorem F

b) Anténní zesilovač průchzí – na kabel; vstup dutinka – 75  $\Omega$ , výstup kolík – 75  $\Omega$

zor k anténě připojit přes celý zakoupený kus kabelu pohozený vedle. Podle zhoršení kvality příjmu odhadnete jestli bude stačit jenom kabel, nebo jeho dostačující část, nebo zda bude třeba přidat zesilovač. Pokud budete používat rozbočovač, zkusíte si nanečisto útlum i s ním. Při provádění rozvodu načisto si už můžete dát záležet. V katalogu zjistíte, že existuje celá řada montážního příslušenství – přích-

tek, lišt, průchodek, krabic se zásuvkami, ale i stožárů, držáků ap.

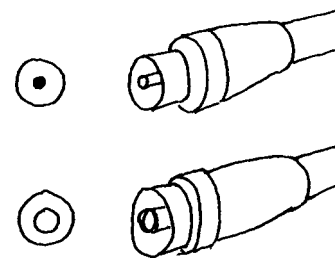
Kdo by chtěl domácí úkol, může si zkusit provést projekt anténní soustavy pro své místo bydliště, pro rodinný domek, chatu nebo obytný dům. Když to nepoužijete vy, můžete zkušeně poradit sousedům.

Při studiu problematiky anténních systémů a kabelových rozvodů poznáte i stará instalovaná zařízení, která při dobré údržbě stále slouží; můžete se poučit o dlouhodobé odolnosti vůči vlivům prostředí, kdy i zdánlivě zcela zkorodovaný zesilovač je uvnitř netknutý a plně funkční.

Nebojte se si kreslit od ruky náčrtky do svého pracovního sešitu, jde to rychle a budete kreslit jenom to podstatné. Vždy je doplňte popisem, aby bylo jasné, k čemu se vztahují.

#### Slovníček:

| anglicky     | německy       | česky         |
|--------------|---------------|---------------|
| amplifier    | Verstärker    | zesilovač     |
| preamplifier | Vorverstärker | předzesilovač |
| band         | Bereich       | pásmo         |
| splitter     | Verteiler     | rozbočovač    |



Obr. 8 - Konektor IEC; a) PLUG (angl.), STECKER (něm.) – KOLÍK; b) SOCKET, BUCHSE – DUTINKA

Německy

Zweifachverteiler – dvoucestný rozbočovač

Anglicky

2 way splitter – dvoucestný rozbočovač

Literatura:

[1] Amat. radia - viz předchozí články

[2] Katalog TEROZ Loštice

[3] Katalog 98 KATHREIN na CD-ROM Version 4.0

[4] Catalogue RS components 1997

[5] Katalog. list VEB Antennenwerke Bad Blankenburg r. 1985

– vyučoval Hvl –

#### Ukázky z katalogu GM Electronic:

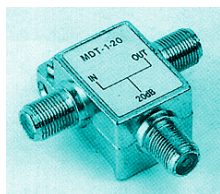
##### a) konektory



UHF-S



CVP-264D



MDT-xxx



UHF-V RG-58A

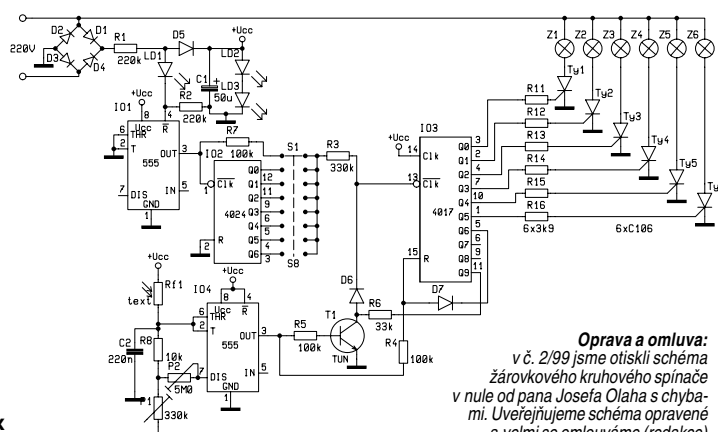
##### b) prvky pro rozvody signálu – odbočovače



MDE-1xx



MDE-2xx



#### Oprava a omluva:

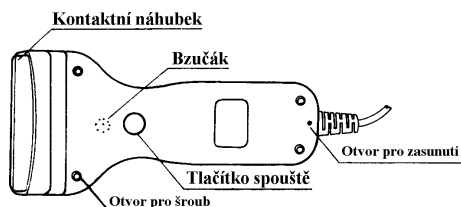
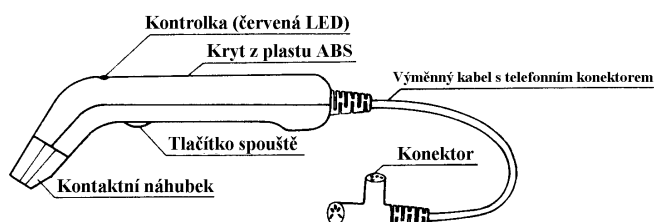
v č. 2/99 jsme otiskli schéma žárovkového kruhového spínače v nule od pana Josefa Olaha s chybami. Uvěřejňujeme schéma opravené a velmi se omlouváme (redakce)

# Reklamní plocha

# Snímač čárového kódu – scanner



Technika čárového kódu umožňuje účinný sběr dat v různých zařízeních – v obchodech, obchodních kancelářích, v průmyslových automatizovaných provozech a skladech. Důležitou vlastností techniky čárového kódu je záruka přesnosti sejmутých údajů. Snímač čárového kódu, který vám představujeme, byl vyvinut s cílem dosáhnout maximální účinnost, přesnost a snadné používání v nejrůznějších prostředích. Redakci jej zapůjčila společnost GM Electronic, která jej také nabízí ve své síti prodejen. Cena bez DPH je 1 919 Kč.



Nákresy s popisem  
– pohled z boku a shora

## Hlavní technická data:

- \* Šířka čárového kódu - 60 / 80 mm
- \* Hloubka čtení - 0 až 35 mm
- \* Rychlost snímání - 50x za sekundu
- \* Rozlišení snímače CCD - 2048 obrazových bodů (pixelů)
- \* Snímací prvek - nábojově vázaný (CCD), s vysokým rozlišením
- \* Světlo - pole červených svítivých diod 66,0 mm
- \* PCS - 0,3
- \* Rozlišení čar - 0,127 mm
- \* Rozhraní - TTL, RS-232C, pro klávesnici (Keyboard Wedge), WAND
- \* Slučitelnost - PC AT/XT, PS/2 25, 30, 50, 60, 70, 80, Acer 7300, IBM 5550
- \* Čtecí úhel - 0 až 90 stupňů

| RS-232, 9-pólový konektor |                   |            |
|---------------------------|-------------------|------------|
| Telefonní konektor        | DSUB-9F (dutinky) | Poznámka   |
| 1                         | 5                 | ZEM        |
| 2                         | 9                 | Vcc        |
| 3                         | -                 | DATA (Kbd) |
| 4                         | -                 | CLK (Kbd)  |
| 5                         | -                 | DATA (PC)  |
| 6                         | 2                 | TXD        |
| 7                         | 7                 | CTS        |
| 8                         | -                 | CLK (PC)   |
| 9                         | 3                 | RXD        |
| 10                        | 8                 | RTS        |

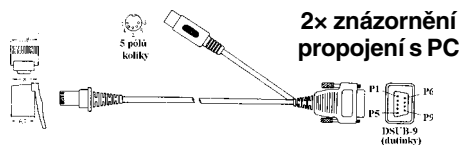
| Připojení "Wand" - 9-pólový konektor + konektor DIN |                   |            |                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------|------------|-----------------|
| Telefonní konektor                                  | DSUB-9F (dutinky) | Poznámka   | DIN-5M (kolíky) |
| 1                                                   | 7 a 8             | ZEM        | 3               |
| 2                                                   | 9                 | Vcc        | 1               |
| 3                                                   | -                 | DATA (Kbd) | -               |
| 4                                                   | -                 | CLK (Kbd)  | -               |
| 5                                                   | 2                 | DATA (PC)  | 2               |
| 6                                                   | -                 | TXD        | -               |
| 7                                                   | -                 | CTS        | -               |
| 8                                                   | -                 | CLK (PC)   | -               |
| 9                                                   | -                 | RXD        | -               |
| 10                                                  | -                 | RTS        | -               |

\* Typy čárového kódu: kód 39, prokládaný 2 z 5, průmyslový 2 z 5, maticový 2 z 5, "Coda Bar", UPC-A, EAN-8, EAN-13, UPC-E, "Code 11", MSI/Plessey, "Code 128", čínský poštovní kód

\* Jazyk - UK, "US", francouzsky, německy, španělsky, "Swiss"

Snímač je zkonstruován tak, aby mohl být připojen k různým přístrojům prostřednictvím různých propojovacích kabelů. Zapojení konektorů těchto kabelů je přehledně uvedeno v manuálu.

Viz také třetí stranu obálky.



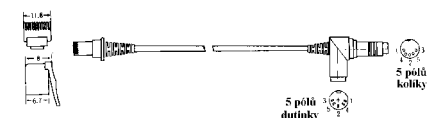
2x znázornění propojení s PC

| RS-232, 25-pólový konektor |            |            |
|----------------------------|------------|------------|
| Telefonní konektor         | JP 1 (PCB) | Poznámka   |
| 1                          | 5 a 8      | ZEM        |
| 2                          | 6 a 8      | Vcc        |
| 3                          | -          | DATA (Kbd) |
| 4                          | -          | CLK (Kbd)  |
| 5                          | -          | DATA (PC)  |
| 6                          | 4          | TXD        |
| 7                          | 3          | CTS        |
| 8                          | -          | CLK (PC)   |
| 9                          | 1          | RXD        |
| 10                         | 2          | RTS        |

1. Klávesnice "Wedge" (klínová): 5-pólový konektor DIN.
2. RS-232: A: 25-pólový konektor RS-232 s dutinkami ("female"). B: 9-pólový konektor s dutinkami
3. Emulace "WAND": 9 pólový konektor s dutinkami a 5 pólový konektor s kolíky
4. APPLE MACINTOSH: 4 pólový konektor s dutinkami a 4 pólový konektor DIN
5. NEC 9800: 8 pólový konektor s dutinkami a 8 pólový konektor DIN.

| Klínová klávesnice ("Wedge") |                 |                  |            |
|------------------------------|-----------------|------------------|------------|
| Telefonní konektor           | DIN-5M (kolíky) | DIN-5F (dutinky) | Poznámka   |
| 1                            | 4               | 4                | ZEM        |
| 2                            | 5               | 5                | Vcc        |
| 3                            | -               | 2                | DATA (Kbd) |
| 4                            | -               | 1                | CLK (Kbd)  |
| 5                            | 2               | -                | DATA (PC)  |
| 6                            | -               | -                | TXD        |
| 7                            | -               | -                | CTS        |
| 8                            | 1               | -                | CLK (PC)   |
| 9                            | -               | -                | RXD        |
| 10                           | -               | -                | RTS        |

| Připojení k Apple Macintosh |                 |                  |            |
|-----------------------------|-----------------|------------------|------------|
| Telefonní konektor          | MDIN-4 (kolíky) | MDIN-4 (dutinky) | Poznámka   |
| 1                           | 4               | 4                | ZEM        |
| 2                           | 3               | 3                | Vcc        |
| 3                           | -               | -                | DATA (Kbd) |
| 4                           | -               | -                | CLK (Kbd)  |
| 5                           | -               | -                | DATA (PC)  |
| -                           | 2               | 2                | TXD        |
| 7                           | -               | -                | CTS        |
| 8                           | 1               | 1                | CLK (PC)   |
| 9                           | -               | -                | RXD        |
| 10                          | -               | -                | RTS        |



| Připojení k NEC 9800 |                 |                  |            |
|----------------------|-----------------|------------------|------------|
| Telefonní konektor   | DIN-8M (kolíky) | DIN-8F (dutinky) | Poznámka   |
| 1                    | 2               | 4                | ZEM        |
| 2                    | 8               | 8                | Vcc        |
| 3                    | -               | 4                | DATA (Kbd) |
| 4                    | -               | 3                | CLK (Kbd)  |
| 5                    | 4               | -                | DATA (PC)  |
| 6                    | -               | -                | TXD        |
| 7                    | -               | -                | CTS        |
| 8                    | 3               | -                | CLK (PC)   |
| 9                    | -               | -                | RXD        |
| 10                   | -               | -                | RTS        |
|                      | 1               | 1                | RST        |
|                      | 5               | 5                | RTY        |
|                      | 6               | 6                | NC         |
|                      | 7               | 7                | NC         |