

Obsah

Konstrukce

PORT64 — dokončení (č. 475)	str. 5
Rozsvěcující se velké srdce (č. 466)	str. 9
Ukazatel napětí autobaterie (č. 469, 470)	str. 10
Tester vícežilových kabelů (soutěž)	str. 12
Svítilící nápisy s LED (soutěž)	str. 16

Zajímavé zapojení

Automatické zalévací zařízení	str. 19
-------------------------------------	---------

Vybrali jsme pro vás

Pouzdra integrovaných obvodů, závěr	str. 20
---	---------

Teorie

Informace o polovodičových součástkách v našich časopisech, 2. část	str. 25
Jak se rodí profesionální DPS	str. 27
Využití PC a Internetu v praxi elektronika	str. 30
PICSIM3 žije!	str. 33

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 42. část	str. 34
---	---------

Zajímavosti a novinky

Nové tranzistory MOSFET	str. 8
Literunner LeCroy LP142	str. 33

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

Vážení čtenáři,

v červnovém čísle uveřejňujeme další dva příspěvky zaslané do soutěže konstruktérů, jejíž současné kolo v době, kdy čtete tyto řádky, již soutěžní jury vyhodnocuje. Zprávu o tom, kteří konstruktéři zvítězili, a celkové výsledky připravíme k uveřejnění v příštím čísle. Soutěž však plynule navazuje a my se těšíme na Vaše nové příspěvky. Samozřejmě Vám budeme opět průběžně poskytovat důležité upřesňující informace. Připomínáme, že základní podmínky pro účast v soutěži konstruktérů najdete na našich webových stránkách, také v našich starších časopisech (např. v č. 8/97, str. 4) a pokud se na nás obrátíte písemně, e-mailem nebo telefonicky, rádi Vám zodpovíme všechny Vaše dotazy, na které budeme znát odpovědi.

Omlouváme se za to, že jsme v minulém čísle poskytli prostor pro řádění našemu redakčnímu šotkovi – v perexu článku Zosilňovač s tranzistormi FET pana Petera Husenici. Velmi se omlouváme i jemu jakožto autorovi. Autor dává k dispozici i desky s plošnými spoji. Pro všechny zájemce jsou k dispozici na našem webu (www.radioplus.cz).

Na veletrzích Pragoregula/El-Expo a AMPER jsme si mohli učit v rozhovorech s Vámi drobný průzkum dostupnosti našeho časopisu na prodejních místech. Žel, zjištění nebylo zrovna příznivé; zdá se, že oproti roku 1999 se distribuce poněkud zhoršila. Budeme se snažit o určitá opatření, avšak příliš možností nemáme. Doporučujeme proto (jako již mnohokrát): zajistěte si předplatné, to je nejlepší způsob, jak získávat náš časopis bez problémů (nepočítáme-li ojedinělé případy, kdy dochází k vykrádání poštovních schránek...). Navíc: předplatné je cenově zvýhodněno a časopis Vám je doručován v ochranné fólii.

Vaše redakce

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

6/2000 • Vydává: Rádio plus, s.r.o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/2481 8885, tel./zázn./fax: 02/2481 8886 • E-mail: redakce@radioplus.cz • URL: www.radioplus.cz • Šéfredaktor: Jan Pěnkava • Technický redaktor: Martin Trojan • Odborné konzultace: Vít Olmr, e-mail: volmr@iol.cz • Sekretariát: Markéta Pelichová • Stálí spolupracovníci: Ing. Ladislav Havlík, CSc., Ing. Jan Humlhans, Ladislav Havlíček, Ing. Hynek Střelka, Jiří Kadlec, Ing. Ivan Kunc • Layout & DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) - digitální fotoaparát Olympus 1400 Camedia • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ- J & V Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 02/781 3823, 472 8263 • HTML editor: HE!32 • Internet: GTS INEC, s.r.o., Hvězdova 33, Praha 4, P.O. BOX 202, tel.: 02/96 157 111 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art, © New Vision Technologies Inc. • Osvit: 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.

© 2000 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 inzertech a nabídce zboží odpovídá zadavatel. ISSN 1212-3730; MK ČR 6413. Rozšiřuje: Společnost holdingu PNS, a.s.; MEDIAPRINT&KAPA, s.r.o.; Transpress, s.r.o.; 7RX. Objednávky do zahraničí vyřizuje: Předplatné tisku Praha, s.r.o., Hvoždanská 5-7, 148 31 Praha 4. Distribuci na Slovensku zajišťuje: Mediaprint-Kapa, s.r.o., Vajnorská 137, 831 04 Bratislava. 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, <http://www.send.cz>; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 02/7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 07/55960120, e-mail: obchod@gme.cz; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.O. Box 183, 830 00 Bratislava, tel.: 07/52444979-80, fax/zázn.: 07/52444981 e-mail: abopress@napri.sk, www.abopress.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Teslova 12, P.O. BOX 169, 821 02 Bratislava, tel.: 07/44 45 45 59, 07/44 45 46 28.

REKLAMNÍ PLOCHA

REKLAMNÍ PLOCHA

REKLAMNÍ PLOCHA

PORT 64 – rozšíření portů karty BASIC 552

stavebnice č. 475 — část 2/2

V minulém čísle jsme uveřejnili část víceméně teoretickou. Tu nyní dokončíme a navážeme samotným návodem ke stavbě, oživením, seznamem součástek a samozřejmě připojujeme související obrazovou dokumentaci.

Nedefinované stavy

S1STA může nabýt dvou hodnot – 0F8H nebo 00H. Oba stavy hlásí chyby na sběrnici I²CBUS. Tab. 8 ukazuje popis těchto dvou stavů.

Obvod PCF8574

slouží pro rozšíření portů mikropočítače. Lze jednoduše připojit ke sběrnici I²CBUS linkami SDA a SCL. Je vyroben technologií CMOS. Obsahuje osm vstupně-výstupních portů (I/O porty), které mohou být využity jak pro zápis, tak pro čtení. Dále obsahuje tři adresní linky a výstup pro přerušení. Pevně přednastavená básová adresa je 32, na třech adresních linkách lze vně obvodu adresovat až 8 těchto stejných obvodů.

Výstup pro přerušení je tvořen otevřeným kolektorovým výstupem, takže lze všechny tyto výstupy od několika obvodů zapojit paralelně s rezistorem, připojeným na napájecí napětí (*pullup resistor*). Přerušení od obvodu je vygenerováno, pokud dojde k sestupné nebo nástupné hraně signálu na kterékoli I/O lince a pokud je obvod ve vstupním módu. V klidovém stavu je linka INT na vysoké úrovni HIGH. Žádost o přerušení se projeví stažením této linky na nízkou úroveň LOW. V průběhu čtení linka opět přejde do stavu vysoké úrovně.

I/O linky mají po zapnutí napájecího napětí a v klidovém stavu vysokou úroveň HIGH a vysoký odpor, takže mohou být staženy vnějšími obvody na úroveň nízkou. Každá z IO linek může být ovládána interním nízkohodovým kolektorovým výstupem, takže může být interně stažena na nízkou úroveň. Celý osmibitový port může být tedy částečně využit pro zápis a částečně pro čtení. Pouze čtecí linky musí být nastaveny na vysokou úroveň, protože jinak by nebylo možné jejich stav číst.

Základní rysy obvodu jsou:

1. Jediné napájecí napětí v rozsahu 2,5 až 6 V;
2. Spotřeba v klidovém stavu 10 μ A;
3. Osmibitový mód;
4. Osm vstupně-výstupních portů.

Obvod PCF8574 spolupracuje s rozhraním I²CBUS jako obvod SLAVE. Obvod se může nacházet ve dvou stavech, z nichž první je mód zápisu (zápis dat na I/O linky) a druhý je mód čtení (čtení stavů I/O linek).

Mód zápisu

Nejprve je vyslána obvodem MASTER podmínka START, potom 7bitová adresa, složená (od MSB) z básové adresy a adresy přednastavené a posledním bitem je vyslána "0", která určuje zápis dat do obvodu. Obvod nyní vyše potvrzovací bit ACKNOWLEDGE a následuje zápis osmibitových dat (od MSB) a obvod znovu vysílá potvrzovací bit. Pokud bude obvod používán pouze k zápisu, pak je možno nové adresování vynechat a pokračovat zápisem dalších dat. Tímto způsobem lze dosáhnout větších přenosových rychlostí. Pokud vyvstane požadavek přenos ukončit, MASTER vysílá vyše podmínku STOP.

Mód čtení

START podmínka a adresace probíhá stejně jako v módu zápisu, pouze po zapsání adresy následuje vyslání "1", která určí čtení dat z obvodu. Následuje čtení osmibitových dat, po každém načtení bajtu je nutno vyslat potvrzovací bit ACKNOWLEDGE. Stejně jako v módu zápisu je možné nové adresování vynechat a pokračovat čtením dalších dat. Konec přenosu se oznámí vysláním STOP podmínky. V módu čtení musí být všechny čtené I/O linky uvedeny na vysokou úroveň.

Obvod PCF8591

je obvod, který obsahuje čtyři analogové vstupní kanály a jeden analogový výstupní kanál. Lze jednoduše připojit ke sběrnici I²CBUS linkami SDA a SCL. Je vyroben technologií CMOS. Rozlišovací schopnost všech kanálů je 8 bitů. Pevně přednastavená básová adresa je 72, na 3 adresních linkách lze vně obvodu adresovat až 8 těchto stejných obvodů.

Základní rysy obvodu jsou:

1. Jediné napájecí napětí v rozsahu 2,5 až 6 V;

2. Spotřeba v klidovém stavu 15 μ A;
3. Osmibitový mód;
4. Čtyři analogové konfigurovatelné vstupy;
5. Jeden analogový výstup.

Informace obsahuje tab. 10 (č. 5/2000).

Řídící bajt

Obvod PCF8574 je nutno předem na konfigurovat do požadovaného režimu. Řídící bajt je druhým bajtem, který se vysílá po adresování obvodu. Tento bajt je zapsán do řídicího registru. Horní čtyři bity (od MSB) slouží k uvolnění analogového výstupu a ke konfiguraci čtyř vstupních analogových linek jako samostatných, nebo diferenciálních vstupů. Dolní čtyři bity složí k výběru analogových vstupních kanálů a k nastavení flagu autoinkrementu. Pokud je flag autoinkrementu nastaven, je číslo výběru kanálu automaticky zvýšeno o 1 po každém A/D převodu. Pokud je naadresován nejvyšší kanál a dojde k autoinkrementu, následující vybraný kanál bude 0. Nejvyšší bity každé poloviny bajtu (high nibble a low nibble) jsou určeny pro budoucí funkce a musí být nastaveny vždy do 0.

Po připojení napájecího napětí nebo nulovací podmínky jsou všechny bity řídicího registru vynulovány. Analogový výstup je potom připojen na vysokou úroveň s vysokou impedancí.

Význam jednotlivých bitů řídicího bajtu

Zápis do obvodu probíhá vždy od nejvyššího bitu – tab. 11 ukazuje význam jednotlivých bitů řídicího bajtu od bitu 7.

D/A převod

Na obrázku v č. 5/2000 je ukázán také D/A převod vzhledem k bitové sekvenci signálu SDA. Pevně přednastavená básová adresa je 72, na 3 adresních linkách lze vně obvodu adresovat až 8 těchto stejných obvodů. Po převodu spíná interní dekodér příslušné napětí z rezistorového interního děliče na výstup A_{OUT}. Na výstupu převodníku je oddělovací zesilovač, který může být zapnut nebo vypnut. Jeho stav se ovládá nastavením bitu 6 (uvolnění

6

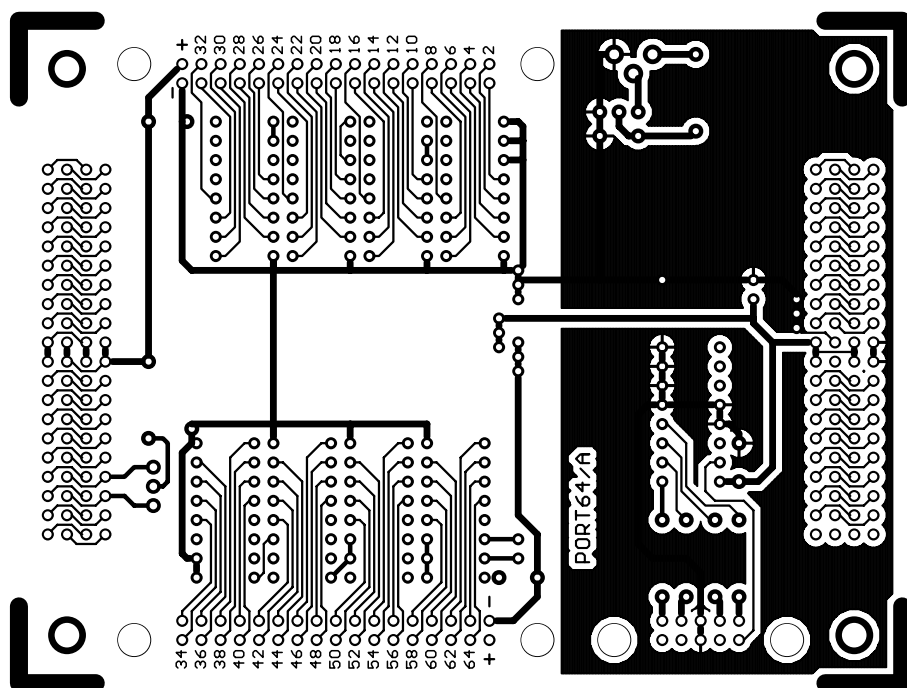
6

6

6



6


Obr. 14 - Deska s plošnými spoji, strana A

z vybraného analogového vstupu (nebo diferenciálního dle nastavení v řídicím registru), zapamatován a převeden na osmibitový binární kód. Po převodu je hodnota uložena v interním ADC registru. K výběru dalšího kanálu dojde po převodu automaticky, pokud je nastaven bit autotinkrementace v řídicím registru.

Oscilátor

Interní oscilátor generuje hodinový signál při A/D převodním cyklu. Při použití interního oscilátoru vývod EXT musí být spojen s U_{SS} . Pokud je U_{SS} připojen na napájecí napětí U_{dd} , výstup oscilátoru je spojen na vysokou impedanci a je umožněno připojit externí hodinový signál na vstup OSC.

Mód zápisu

je zobrazen bitovou sekvencí na obrázku. Nejprve je vyslána obvodem MASTER podmínka START, potom 7bitová adresa, složená (od MSB) z bazové adresy, a adresy přednastavené a posledním bitem je vyslána "0", která určuje zápis dat do obvodu. Obvod vyše potvrzovací bit ACKNOWLEDGE a jako další musí následovat přenos řídicího bajtu (od MSB) potvrzený zpět obvodem vysláním potvrzovacího bitu. Nyní je umožněno přenášet osmibitová data vždy ukončená příjmem potvrzovacího bitu. Pokud bude obvod používán pouze k zápisu, pak je možné nové adresování vynechat a pokračovat zápisem dalších dat. Tímto způsobem lze dosáhnout větších přenosových rychlostí. Pokud vyvstane požadavek přenos ukončit, MASTER vysílá vyše podmínku STOP.

Mód čtení

START podmínka a adresace probíhá stejně jako v módu zápisu, jen po zapsání adresy následuje vyslání "1", která určí čtení dat z obvodu. Následuje čtení osmibitových dat, po každém načtení bajtu je nutno vyslat potvrzovací bit ACKNOWLEDGE. Stejně jako v módu zápisu je možno nové adresování vynechat a pokračovat čtením dalších dat. Konec přenosu se oznámí vysláním STOP podmínky.

Stavba

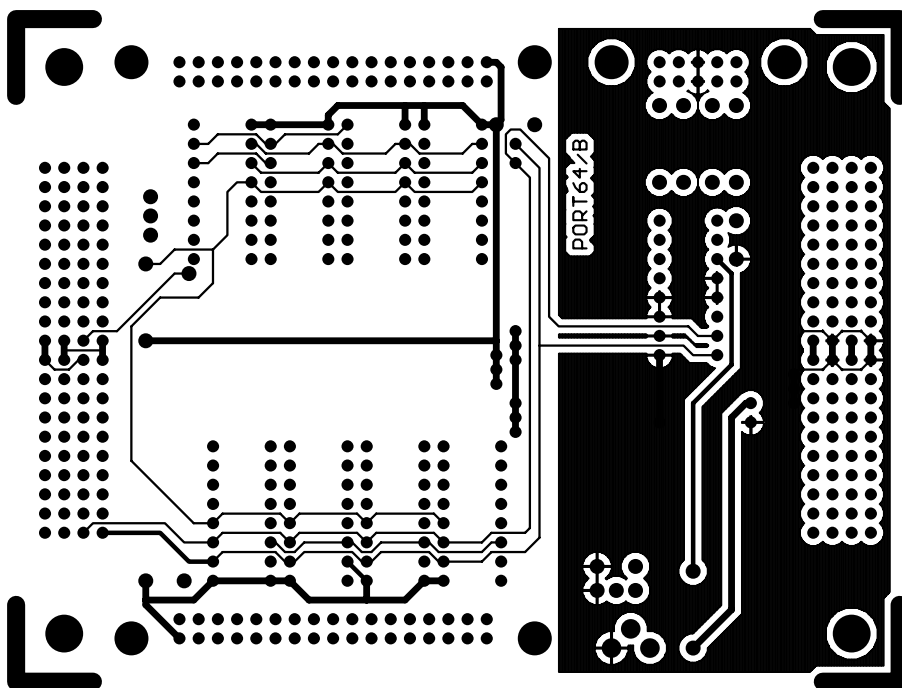
Na obr. 14, 15 je plošný spoj a na obr. 16 osazovací plán – rozmístění součástek. Deska s plošnými spoji je oboustranná s prokovenými otvory.

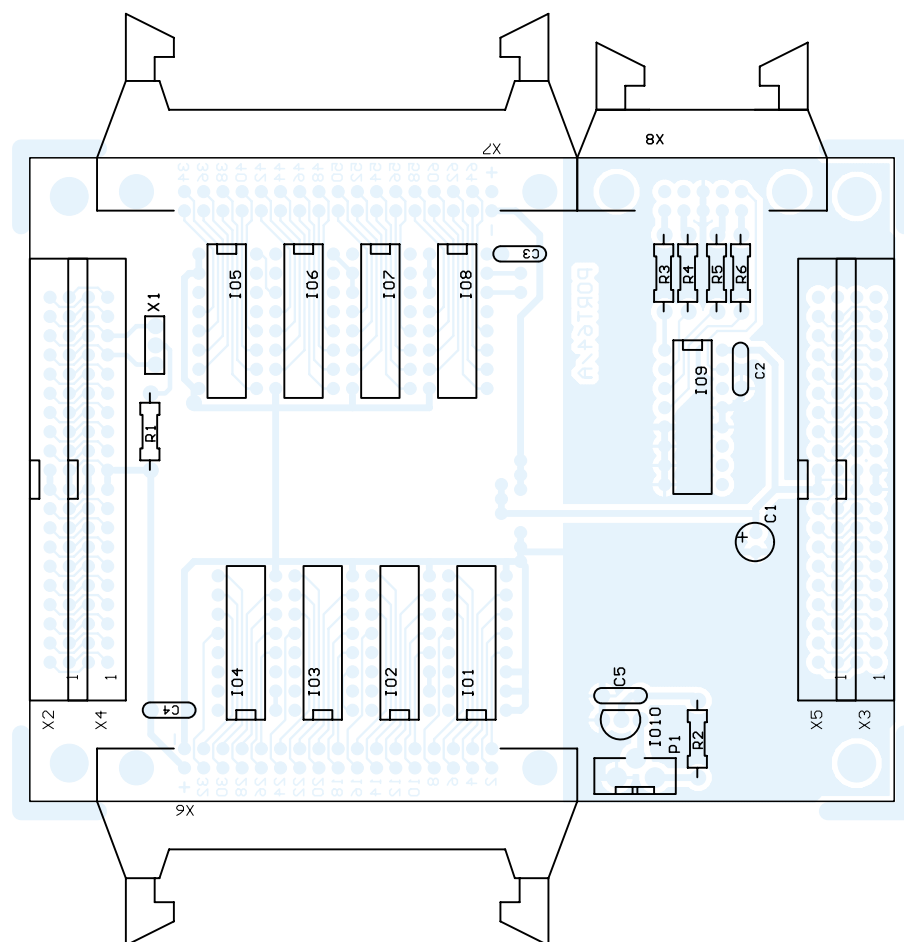
Nejprve osadíme všechny rezistory R1 až R6, kondenzátory C1 až C5, jumper X1, patice pro integrované obvody IO1 až IO19, referenční diodu IO10 a konektory X6 až X8. Dále osadíme trimr P1. Na pozice konektorů X2 až X5 osadíme příslušné konektory (lišťové a dutinkové) tak, aby došlo ke spojení s kartou BASIC 552, popřípadě s další kartou, která může být umístěna pod desku PORT 64. Po spojení s kartou BASIC 552 zkontrolujeme ohmmetrem souhlasnost stejných signálů na obou kartách.

Oživení

provedeme ve spojení s kartou BASIC 552, ze které je karta PORT 64 napájena a řízena. Po přivedení napájecího napětí zkontrolujeme napájení na všech patičkách integrovaných obvodů a trimrem P1 doregulujeme referenční napětí na požadovanou úroveň. Se stávající referenční diodou lze napětí regulovat v rozsahu cca 2,4 až 3,9 V.

Tím je provedeno základní oživení, další oživení může být provedeno napsáním příslušného programu, který bude korespondovat s jednotlivými obvody IO1 až IO9 po sběrnici I²CBUS. Vsunutím propojky na jumper X1 je možné přiřadit hardwarové přerušení od IO1 až IO8 vstupu mikroprocesoru 8xC552 INT0 nebo INT1. V tomto případě je nutné si uvědo-


Obr. 15 - Deska s plošnými spoji, strana B



Obr. 16 - Rozmístění součástek;

pozn.: na fotografii osazené desky, kterou jsme uveřejnili v minulém čísle, jsou uprostřed dva integrované obvody, které byly v průběhu vývoje odstraněny

mit, že přerušení nesmí kolidovat s přerušením obvodů karty BASIC 552.

Integrované obvody IO1 až IO9 včetně distančních sloupků pro mechanické spojení karet nejsou dodávány se stavebnicí. Je to proto, že uživatel nemusí využívat všech portů a zbytečně by platil za drahé integrované obvody.

Upozornění: při spojování karet PORT 64 a BASIC 552 je nutné dávat pozor na orientaci obou desek. Na vstupech PCF8574 nejsou ochranné obvody, vstupní napětí na každý jednotlivý port nesmí překročit 5 V!

Seznam součástek

R1	100k
R2	2k2
R3 – R6	10k
P1	10k – PT10H
C1	10μ/50V
C2 – C5	100n
IO10	LM336
X1	S1G20
X2, X3	ASS24038Z
X4, X5	BL840GD
X6, X7	PSL34W
X8	PSL10W
9×	patice DIL16PZ
1×	propojka JUMP-RT
1×	plošný spoj PORT64 (KTE475)

Stavebnici č. 475 PORT64 si můžete objednávat za cenu 1 100 Kč. V dodávce jsou všechny součástky dle seznamu, tj. vč. oboustranné DPS s nepájivou maskou.

Řada“Benchmark“ tranzistorů MOSFET má patrně nejmenší $R_{DS(on)}$

Výkonové tranzistory MOSFET firmy International Rectifier (www.irf.com) označované podle šestiúhelníkové tvaru základní buňky jeho struktury HEXFET jsou nabízeny také v nové řadě, která je určena pro napětí $U_{DS} = 500$ až 650 V a která se vůči konkurenčním typům v pouzdře stejné velikosti vyznačuje zhruba polovičním odporem v sepnutém stavu $R_{DS(on)}$. Jeho hodnota dosahuje u typu IRFPS59N60C ($U_{(BR)DSS} = 600$ V, $I_D = 59$ A). 45 mΩ. Nízké hodnoty $R_{DS(on)}$ umožní u výkonových aplikací snížit počet paralelně řazených tranzistorů a tím i prostorové nároky, zmenšit velikost chladičů či úplně odstranit je-



jich potřebu, případně zvýšit výkon existujících systémů, především spínaných zdrojů s velkým výstupním výkonem pro počítačové a telekomunikační systémy. Uvedený tranzistor je umístěn do pouzdra Super-247.

Nové výkonové tranzistory MOSFET pro spínané zdroje

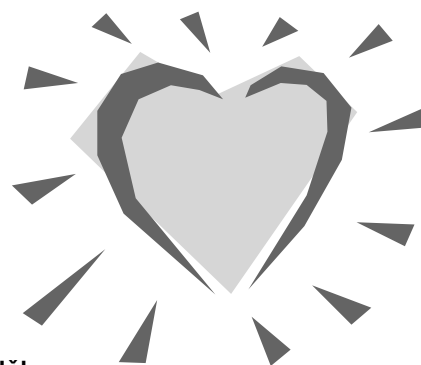
International Rectifier (www.irf.com) nabízí dvě nové řady polem řízených výkonových tranzistorů s architekturou HEXFET, které umožňují zvýšit účinnost izolovaných převodníků napětí DC/DC s transformátory vůči stavu při osazení dosud běžnými součástkami. Tato snaha byla zaměřena především pro převodníky s výstupním napětím 3,3 V, lze kde jejich použitím při vyšších výstupních výkonech (≈ 200 W) snížit ztráty až o 25%, což přináší zvýšení účinnosti zdroje o více než 4 %. Pro primární stranu propustných měničů jsou určeny tranzistory IRFS31N20D ($U_{(BR)DSS} = 200$ V, $R_{DS(on)} = 82$ mΩ), IRFS41N15D ($U_{(BR)DSS} =$

150 V, $R_{DS(on)} = 45$ mΩ), IRFS13N20D ($U_{(BR)DSS} = 200$ V, $R_{DS(on)} = 235$ mΩ), IRFS18N15D ($U_{(BR)DSS} = 150$ V, $R_{DS(on)} = 125$ mΩ). Všechny mají napětí $U_{GS} = 10$ V. Typy s vyšším $R_{DS(on)}$ mají lepší parametry spínání a jsou výhodnější pro přeměnníky s menší zátěží.

Na sekundární straně převodníků se užívají tranzistory MOSFET místo rychlých či Schottkyho diod jako synchronní usměrňovače, protože mají nižší úbytek při sepnutí. Pro tuto funkci jsou pro proudy až 10 A určeny typy IRF7463 s $R_{DS(on)} = 8$ mΩ, IRF7455 ($R_{DS(on)} = 7,5$ mΩ), IRF7456 ($R_{DS(on)} = 6$ mΩ), IRF7456 ($R_{DS(on)} = 6$ mΩ), pro 50 A pak IRFBL3703 ($R_{DS(on)} = 2,5$ mΩ). Všechny tyto tranzistory mají $U_{GS} = 10$ V a průrazné napětí $U_{(BR)DSS} = 30$ V. Pro řízení tranzistorů v této funkci jsou u International Rectifier k dispozici také vhodné řídicí obvody.



Rozsvěčující se velké srdce



stavebnice č. 466

Stavebnice nejrůznějších blikajících a rozsvěčujících se srdcí se neustále těší velké oblibě mezi začínajícími i zkušenými konstruktéry. Využívají se jako doplňky v automobilech, domácnostech, nebo jako doplněk dárku nejbližším. Proto nyní přinášíme další variantu na toto téma, tentokrát ve větším provedení a pochopitelně i se složitější funkcí.

Popis zapojení

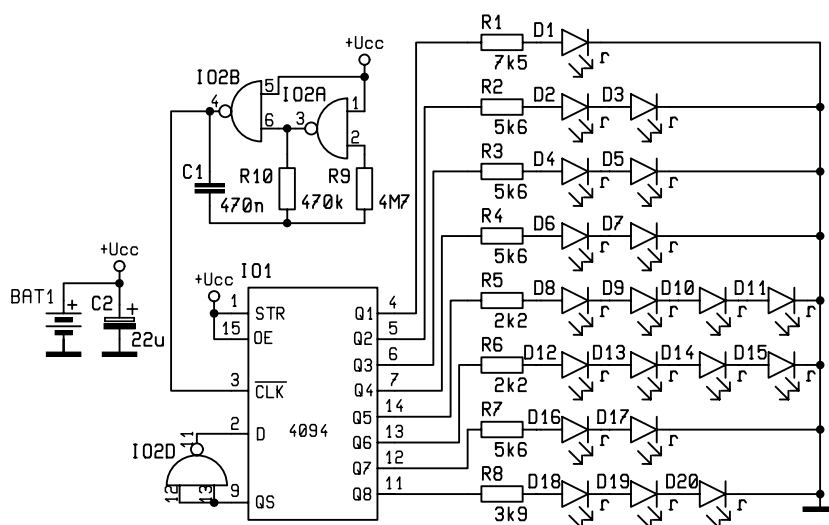
Oproti stavebnici KTE465 se toto srdce postupně rozsvěcuje a zhasíná. Pro snížení spotřeby, a tedy umožnění např. bateriového napájení, je vlastní ornament tvořen dvaceti nízkopříkonovými LED s průměrem 5 mm. Rychlost rozsvěcování určuje astabilní multivibrátor složený z hradel NAND IO2A a IO2B. Kmitočet f , resp. perioda t oscilátoru je dána vztahem:

$$t = 2,2 \times R_{10} \times C_1$$

$$a f = 1 / t,$$

v našem případě tedy cca 2 Hz. Tento kmitočet je přiváděn na hodinový vstup integrovaného obvodu IO1 typu 4094. CMOS obvod 4094 představuje osmibitový sériový posuvný registr s funkcemi strobovaného střadače a třístavového výstupu, které však nejsou v našem případě využity. Je-li na některém z výstupů Q1 – Q8 stav log. H, svítí příslušný sloupec diod. Výstupní úroveň je dána hodnotou na vstupu D (Data) a na jednotlivé úrovni posouvána právě hodinovým kmitočtem. Aby byl zachován neustálý

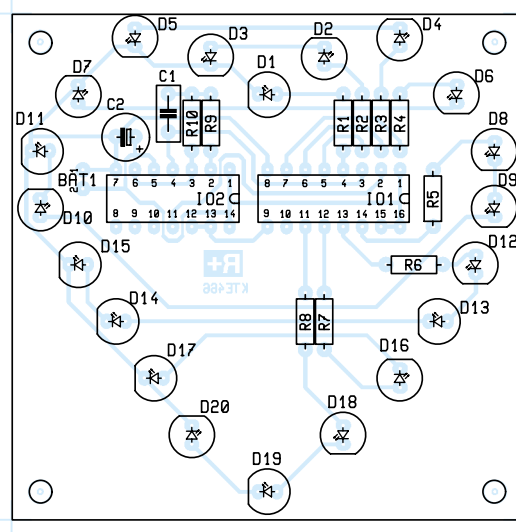
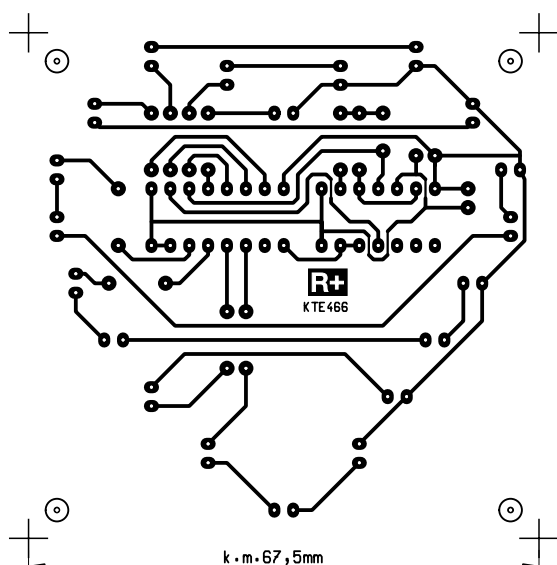
proces rozsvěcování a zhasínání ornamentu, je využito výstupu Qs (sériový výstup dat), jehož signál je negován hradlem IO2D zapojeným jako invertor. Tak je zajištěno periodické opakování log. stavů H a L zaplňujících postupně celý registr.



Obr. 1 - Schéma zapojení

Stavba a oživení

Celé zapojení je postaveno na jedné jednostranné desce plošných spojů s klasickou montáží součástek. Při osazování postupujeme podle běžných zvyklostí od pasivních součástek po aktivní. Pozor

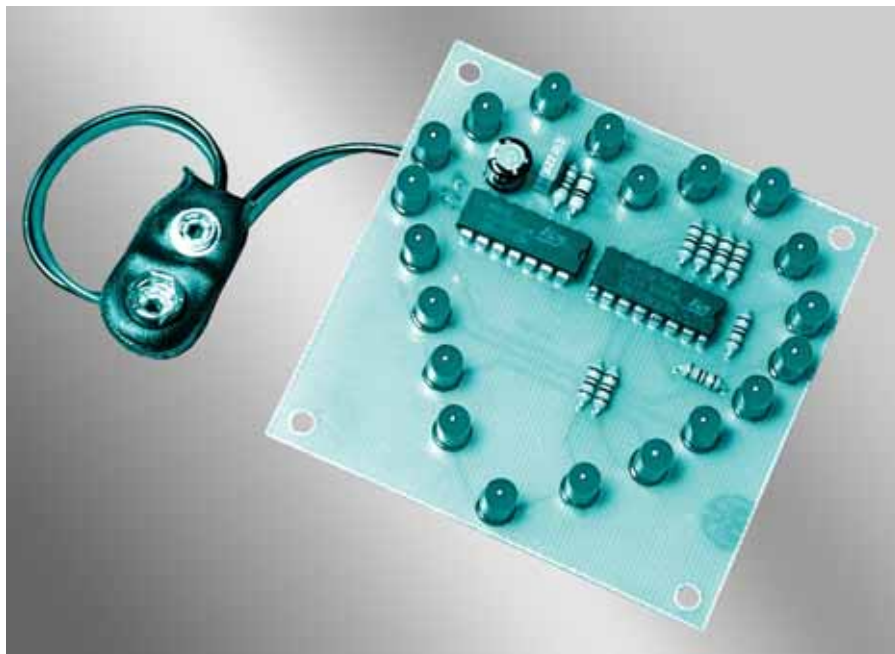


Obr. 2, 3 - Deska s plošnými spoji a rozmístění součástek

při pájení integrovaných obvodů, které jsou vyrobeny technologií CMOS a jsou náchylné na elektromagnetické pole. Pážíte-li tedy pistolovou páječkou, pak ji zapínejte a vypínejte co nejdále od IO, aby nedošlo k jejich poškození či dokonce zničení. Nakonec osadíte a zapájete LED (delší vývod značí anodu) v potřebné vzdálenosti od plošného spoje.

Oživení je velmi jednoduché, protože stačí připojit napájecí napětí ($6 \div 15$ V, nejlépe však 9 V) a není třeba nic nastavovat. Při dodržení správných polarit by zapojení mělo fungovat na první pokus. V rozích plošného spoje je možné vyvrtat otvory pro připevnění k pevné podložce – např. ke stěně.

Věříme, že vás tato jednoduchá stavebnice pobaví, případně že jí obšťastníte sobě milou blízkou osobu. Stejně jako ostatní stavebnice, můžete si i malé blikající srdce objednat v naší redakci písemně, faxem, telefonem, e-mailem. Tel.: 02/24818885, fax: 02/24818886, e-mail: redakce@radioplus.cz, případně využijte naše www stránky a objednávkový formulář, který máme na nich umístěný. Adresa našeho webu je: www.radioplus.cz. Součástí stavebnice jsou všechny díly dle seznamu součástek včetně předvrtaného plošného spoje. Její cena je 260 Kč.



Seznam součástek

R1	7k5
R2 – R4, R7	5k6
R5, R6	2k2
R8	3k9
R9	4M7
R10	470k

C1	470n CF1
C2	22μ/16V
D1 – D20	LED 5 mm červená low
IO1	4094
IO2	4011
1× bateriový konektor 006-PI	
1× plošný spoj KTE466	



Jednoduchý ukazatel napětí autobaterie

stavebnice č. 469 a 470

Zapojení indikátorů napětí baterií a především pak autobaterií jsou stále žádaná. Proto jsme pro vás nyní přepracovali stavebnici, která byla na náš trh v minulosti dodávána firmou GM Electronic a pocházela z řady polských stavebnic, jejichž dovoz byl již ukončen. Námi upravené verze jsou v klasickém (stavebnice KTE469) nebo SMD (KTE470) provedení.

Zapojení představuje velice jednoduchý indikátor napětí pro olověný akumulátor (kupříkladu autobaterii) formou řady svítících různobarevných diod. Při úplné nabití akumulátoru (cca 14 V), kdy další nabíjení není již žádoucí, svítí všechny diody včetně poslední výstražné žluté. Při nižším napětí pohasne žlutá a zůstanou zelené a červená. Tak, jak postupuje vybíjení, zhasínají postupně zelené, až při dosažení kritické úrovně cca 9,7 V zůstane jen havarijní červená. Je to tedy obdoba ručkového měřicího přístroje s potlačeným počátkem stupnice a vyznačenými poli pro normální a nebezpečný stav, ovšem za méně peněz a s výraznější indikací.

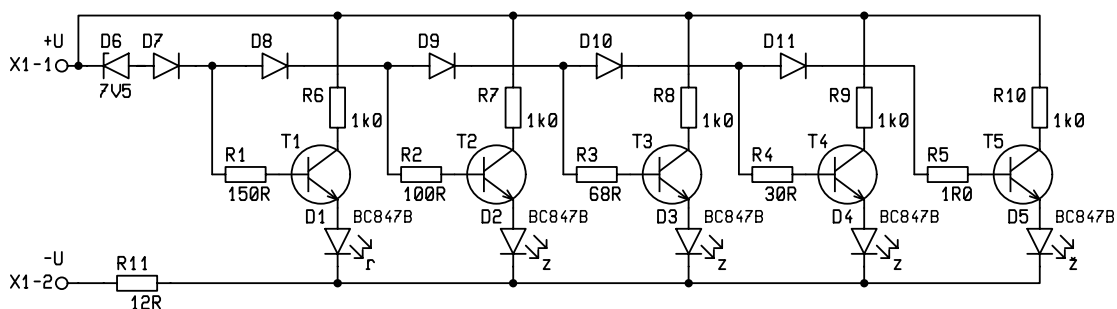
Popis zapojení

Obvod pozůstává z řady spínacích tranzistorů, v jejichž emitorech jsou zařazeny nízkopříkonové LED. Báze tranzistorů jsou buzeny přes ochranné rezistory z řetězce diod D7 až D11 s předřazenou Zenerovou diodou D6. První LED se rozsvítí v okamžiku, kdy svorkové napětí je vyšší než součet $D6 + D7$ + napětí EB tranzistoru T1 + propustné napětí D1, tedy asi 9,7 V. Při zvýšení napětí se otevře D8, a tím i T2, a rozsvítí se D2. Protože ale zelená LED má vyšší propustné napětí (cca 2,3 V) než červená (cca 1,5 V), musí být tento nárůst větší nejen o napětí na D8, ale i o rozdíl dopředných

napětí $D2 - D1$. Při dalším stoupání napětí se postupně s rozdílem cca 0,65V rozsvěcí další z řady LED, až po konečnou D5 při cca 14 V svorkového napětí.

Jak z popisu činnosti vyplývá, je přesnost indikace závislá na napětí Zenerovy diody, diod D7 až D11, napětí BE tranzistorů a konečně i na propustném napětí LED. A to jsou všechno veličiny, které se kus od kusu o nějaké procento liší (zejména D6), a navíc jsou závislé na protékajícím proudu a i na teplotě.

Z toho vyplývá, že se skutečně jedná jen a jen o indikaci, a nikoli o měření. Kdo by přesto chtěl obvod použít pro náročnější aplikaci, pak nezbyvá než překontrolování pomocí přesnějšího měřicího



Obr. 1 - Schéma zapojení

ho přístroje a naměřené hodnoty si poznamenat.

Stavba

Obě stavebnice jsou na jednostranných deskách s plošnými spoji. Osazování je v obou případech velmi jednoduché,

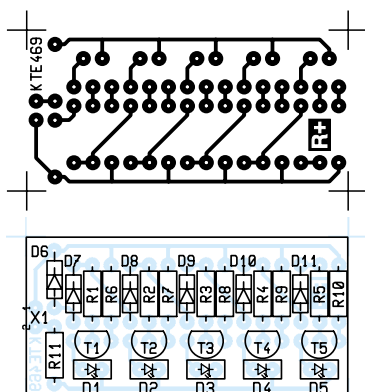
čí. Důležitější pro osazení je tenká pájka s průměrem 0,5 mm, nejvýše však 1 mm. Osazujeme podle zvyklostí od pasivních součástek po aktivní. V případě klasické montáže zapájíme LED diody až nakonec, nejlépe podle panelu, ke kterému bude plošný spoj připevněn, tak aby diody byly ve stejné vzdálenosti od desky a rovně. Po konečné kontrole osazení a pájení připojíme regulovatelný zdroj napětí a voltmetr a překontrolujeme prahovou napětí pro rozsvěcování diod. Tím je ožívování u konce a indikátor můžete směle používat.

Stavebnici si můžete objednat obvyklým způsobem u nás v redakci, e-mailem a také pomocí formuláře na našich www stránkách. Cena stavebnice, jejíž dodávka obsahuje všechny díly dle seznamu součástek včetně předvrtaného plošného spoje, je 65 Kč za KTE469 a 105 Kč za KTE470 (SMD provedení).

D5 LED 2x5 mm žlutá
D6 7V5/0,5W
D7 – D11 1N4148
T1 – T5 TUN
1x plošný spoj KTE469

Seznam součástek KTE470

R1 150R SMD 1206
R2 100R SMD 1206
R3 68R SMD 1206
R4 30R SMD 1206
R5 1R0 SMD 1206
R6 – R10 1k0 SMD 1206
R11 12R SMD 1206
D1 LED SMD R
D2 – D4 LED SMD G
D5 LED SMD Y
D6 7V5 BZX84C
D7 – D11 1N4148 SMD
T1 – T5 BC847B
1x plošný spoj KTE470

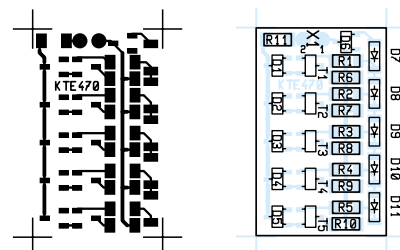


Obr. 2, 3 - Destička s plošnými spoji a rozmístění součástek stavebnice č. 469

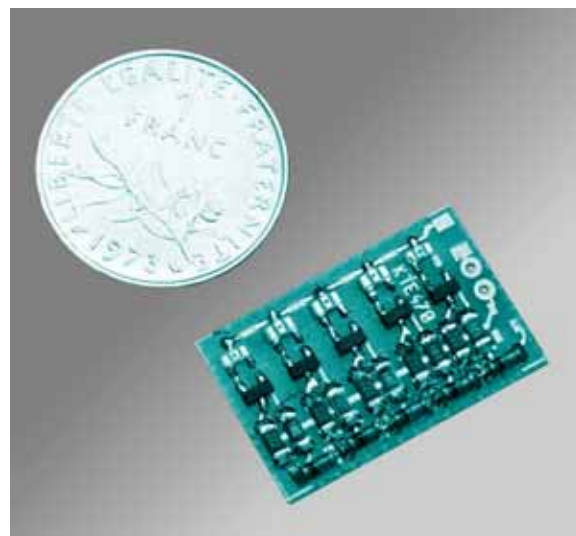
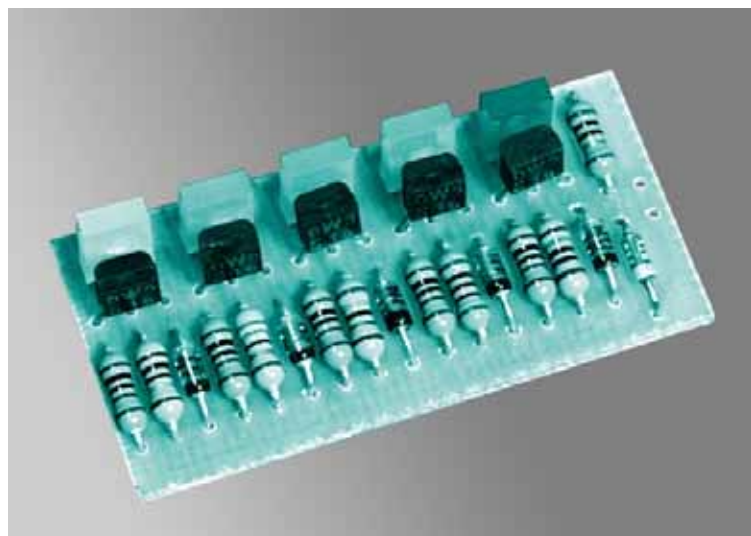
pouze u SMD montáže je třeba dbát zvýšené pečlivosti. Pro osazování stavebnice v SMD provedení budete potřebovat pinzetu, páječku a tenkou trubičkovou pájku (cín). Kdo má k dispozici mikropáječku, má práci o něco snazší, ale pistolová (transformátorová) páječka také posta-

Seznam součástek KTE469

R1 150R
R2 100R
R3 68R
R4 30R
R5 1R0
R6 – R10 1k0
R11 12R
D1 LED 2x5 mm červená
D2 – D4 LED 2x5 mm zelená



Obr. 4, 5 - Destička s plošnými spoji a rozmístění součástek č. 470



Tester vícežilových kabelů

Jan David



Souprava testeru vícežilových kabelů sestává ze dvou samostatných částí: vysílače a přijímače zkušebního signálu. Zařízení je určeno k rychlému rozlišení jednotlivých vodičů ve vícežilových kabelech. Současně s rozlišením jednotlivých vodičů je prováděna orientační zkouška kabelu – lze identifikovat přerušené vodiče, nebo mezivodičové zkratky. Zobrazení provozních stavů je realizováno červeně svítícím LE displejem, takže je zřetelné i při snížené viditelnosti, např. při použití ve strojvnách, rozvaděčových kobkách apod. Testovaný kabel musí být bez napětí! V případě, že toto není dodrženo, není zařízení schopné správné funkce, ale nedojde k jeho zničení. Výstupy vysílače a vstup přijímače jsou opatřeny ochrannými obvody, které trvale snášejí přepětí do 40 V, krátkodobě až do 100 V v obou polaritách. Vysílač i přijímač jsou napájeny z baterií a tedy nezávislé na síti. Pokles napětí baterií na úroveň, kdy již není zaručená správná funkce, je opticky indikován.

Obsluha

Vysílač i přijímač se zapínají přesunem hmatníku spínače na levém boku pouzdra směrem nahoru. Zapnutý stav vysílače indikuje rozsvícení červené kontrolky na jeho čelní stěně; zapnutý stav přijímače indikuje rozsvícení dvou teček na jeho displeji. Vysílač se připojuje k jednomu konci testovaného kabelu pomocí krokosvorek tak, aby červená krokosvorka byla připojena na odlišný vodič (např. žlutozelený u silnoprůdných kabelů, stínění u sdělovacích kabelů apod.). Ostatní očíslované krokosvorky bílé barvy se připojí na další vodiče kabelu libovolně. Najednou je možno rozlišit až 17 vodičů (jeden společný + 16 očíslovaných). Přijímač se připojuje k druhému konci testovaného kabelu tak, aby červená krokosvorka byla opět připojena na odlišný vodič kabelu a bílá se postupně připojuje k ostatním vodičům. Na displeji přijímače lze pak rozlišit tyto možné stavy:

I. Displej zobrazuje dvě tečky – testovací svorka nepřipojena nebo přerušeny testovaný vodič nebo zkrat testovaného vodiče na společný vodič.

II. Displej zobrazuje číslo 1 až 16 – na vodič je připojena svorka vysílače označená stejným číslem.

III. Displej zobrazuje písmeno E – mezivodičový zkrat testovaného vodiče s jedním nebo více ostatními.

IV. Displej bliká – pokles napětí baterie, je nutné ji vyměnit.

Obdobně jako v bodu IV. předcházejícího odstavce je indikován i pokles napětí baterie vysílače. Sníží-li se napětí pod přípustnou mez, rozblíká se kontrolka zapnutého stavu na čelní stěně vysílače.

Maximální délka testovaného kabelu je omezena průřezem jednotlivých vodičů. Odpor jednoho vodiče kabelu nesmí být větší než asi 120 Ω. Teoreticky dosažitelná délka kabelu s průřezem žil 1,5 mm² je asi 10 km, ale v praxi je maximální délka kabelu omezena dalšími faktory (indukčnost vedení, kapacitní vazby mezi vodiči atd.).

Vysílač i přijímač jsou napájeny destičkovou devítivoltovou baterií. Prostor pro baterii je ve spodní části pouzdra a je zakryt víčkem. Víčko se snímá vysunutím za vylosované drážky směrem ven z pouzdra.

Technické údaje – vysílač

Napájecí napětí	9 V (destičková baterie typ 6F22)
Odběr z baterie	8 mA, špičkově max. 20 mA
Napětí na výst. svorkách	max. 9 V, pulzně modulované
Výstupní zkratový proud	omezen na max. 10 mA
Odolnost proti přepětí	do 40 V bez omezení do 100 V max. 10 vteřin
Hodinový kmitočet	32,768 kHz
Perioda vysílacího cyklu	125 ms

Aktivní doba jednoho výst.	3906 μs
Rozměry (v × š × d)	28 × 75 × 118 mm (bez přívodních vodičů)
Hmotnost	cca 150 g (včetně baterie)
Rozsah pracovních teplot	0 – 60 °C

Technické údaje – přijímač

Napájecí napětí	9 V (destičková baterie typ 6F22)
Odběr z baterie	10 mA, špičkově max. 15 mA
Vstupní odpor	cca 3,5 kΩ
Min. rozkmit vst. signálu	2,2 V
Odolnost proti přepětí	do 40 V bez omezení do 100 V max. 10 vteřin

Indikace stavů	červený LED displej 2x 7 segmentů
Doba odezvy na vst. signál	max. 125 ms
Přesah indikace po odpoj.	max. 6 ms
Rozměry (v × š × d)	28 × 75 × 118 mm (bez přívodních vodičů)

Hmotnost	cca 150 g (včetně baterie)
Rozsah pracovních teplot	0 – 60 °C

Princip komunikace

Jedná se vlastně o nestandardní sériovou jednosměrnou komunikaci, kde testovaný kabel představuje fyzickou vrstvu sběrnice mezi vysílačem a přijímačem. Jednotlivé výstupy vysílače produkují postupně čtyřbitový signál reprezentující jejich číselné označení. Přijímač pak interpretuje výsledky vyhodnocení tohoto signálu na displeji. Není-li přijímán žádný signál, zobrazují se desetinné tečky. Je-li přijat signál a jím reprezentované číslo je shodné s číslem daným předcházejícím přijatým signálem, je indikováno toto číslo zvýšené o jedničku. Nejsou-li číselné hodnoty dvou bezprostředně po sobě přijatých signálů shodné, zobrazuje se znak "E".

Každý výstup vysílače vyšle čtyřbitové binární číslo (pořadí bitů MSB -> LSB, trvání cca 4 ms), poté setrvá na nízké úrovni (opět cca 4 ms) a pak přejde do stavu vysoké impedance. To se opakuje s periodou 125 ms. Signály na jednotlivých výstupech se objevují postupně, nikdy není signál současně na dvou nebo více výstupech. Každý signálový bit se skládá ze čtyř časově stejných úseků. První úsek má vždy hodnotu logické nuly, druhý úsek má vždy hodnotu logické jedničky. Vzestupná hrana oddělující tyto úseky startuje generátor hodinových impulzů v přijímači. Třetí a čtvrtý úsek jsou shodné a reprezentují hodnotu bitu (log. 1, nebo 0). Během jejich trvání je tato hodnota v přijímači načtena. Časový diagram posloupnosti dat je na obr. 1.

Konstrukce vysílače

Schéma je na obr. 2, průběhy signálů ve vysílači na obr. 3. Označení signálů v textu psané v hranatých závorkách koresponduje s označením na obrázcích.

Popis funkce

Oscilátor se čtrnáctibitovým čítačem IO1 je řízen hodinovým krystalem Q 32,768 kHz. Na jeho výstupech Q3 až Q11 jsou pak k dispozici obdélníkové signály se střídou 1:1 a s kmitočty 2048 Hz až 8 Hz. Signál s kmitočtem 16 Hz, který není vyveden z pouzdra IO1, je vytvořen z kmitočtu 32 Hz (z výstupu Q9) pomocí děličky dvěma IO5a. Protože IO5a mění svůj stav s náběžnou hranou na vstupu hodin "CL" na rozdíl od IO1, kde se stavy čítače mění se sestupnou hranou, je do cesty hodinového signálu IO5a zařazen invertor IO4c.

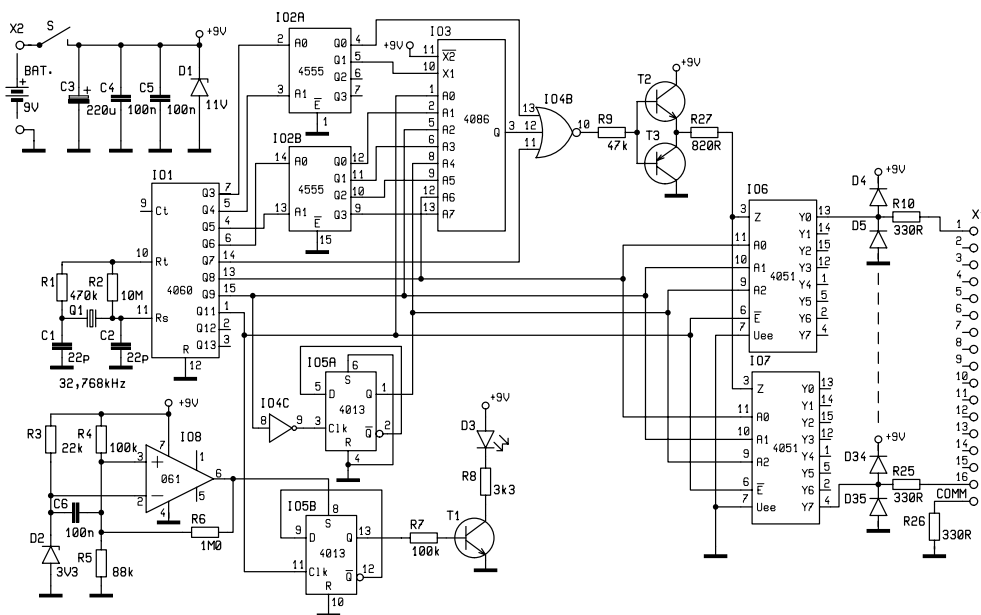
Kombinační obvod tvořený dvojitým dekodem 1 ze 4 IO2, čtyřnásobným dvouvstupovým expandovatelným hradlem AND-OR-INVERT IO3 a hradlem NOR IO4a je kodér vyslaného signálu. Podrobný popis funkce kombinačního obvodu by byl zdlouhavý a vzhledem k její poměrně jednoduchosti i zbytečný. Lze ji lze vysledovat z obr. 3. Funkční tabulky a rovnice pro IO2 a IO3 jsou uvedeny na obr. 6.

Výsledný signál kombinačního obvodu je proudově zesílen pomocí tranzistorů T2 a T3 a přiveden jako již vysílatelný signál [TX] na vstup šestnáctikanálového analogového demultiplexeru tvořeného IO6 (nižších 8 kanálů) a IO7 (vyšších 8 kanálů). Výběr nižších / vyšších kanálů je prováděn pomocí vstupů "EN" IO6 a IO7 signálem [D] a [/D] (přes hradlo IO4b zapojené jako invertor). Maximální proud procházející přes přepínače IO6, IO7 je omezen odpory R10 (resp. R11 až R25), R26 a R27 na cca 10 mA. Tím jsou sice přepínače dle katalogových údajů trochu přetíženy, ale zkouškami několika desítek kusů od různých výrobců bylo ověřeno, že nedochází k jejich destrukci a funkce je spolehlivá. Odpory R10 (resp. R11 až R25), a R26 a diody D4, D5 (resp. D6, D7 až D34, D35) spolu se zenerovými diodami D1 chrání výstupy zařízení před zpětně pronikajícím přepětím v obou polaritách. Např. pro výstup č. 1 je záporné přepětí zachyceno pomocí R10, R26, a D5, kladné přepětí pak pomocí R10, R26, D4 a D1.

Komparátor IO8 a klopný obvod IO5b tvoří obvod pro indikaci poklesu napájecího napětí. Je-li napájecí napětí vyšší, než cca 6 V, je na výstupu komparátoru IO8 log. 1, která drží klopný obvod IO5b pomocí jeho vstupu "S" v režimu nastavení. Výstup "Q" IO5b otvírá tranzistor T1 a D3 trvale svítí. Při poklesu napájecího napětí se komparátor IO8 překlopí, klopný obvod IO5b zapojený jako dělič dvěma je odblokován, na jeho výstupu "Q" se objeví signál s kmitočtem 4 Hz a D3 se v tomto rytmu rozblíká.

Materiálová specifikace

Označení součástek je převzato z katalogu společnosti GM Electronic.



Obr. 1 - Schéma vysílače

R1	470k
R2	10M
R3	22k
R4, R7	100k
R5	68k
R6	1M
R8	3k3
R9	47k
R10, R26	330R
R27	820R
C1, C2	22p
C3	100μ / 16
C4 - C6	100n
Q	krystal 32,768 kHz
D1	BZX85V011
D2	BZX83V003.3
D3	HLMP4740
D4 - D5	1N4448 (1N4148)
T1, T2	BC548C

T3	BC558C
IO1	CMOS 4060
IO2	CMOS 4555
IO3	CMOS 4086
IO4	CMOS 4000
IO5	CMOS 4013
IO6, IO7	CMOS 4051
IO8	TL061
S	P-B1408
X1	17x krokosvorka malá
X2	(1x červená COMM + 16x bílá OUT) s kablíky
BAT	konektor 006-PT
	baterie typ 6F22 (desítková, 9 V)
	1x krabička U-KM33B

Mechanická konstrukce

Vysílač je postaven na oboustranné DPS a je umístěn spolu s baterií v plastové krabičce typu U-KM33B.

Konstrukce přijímače

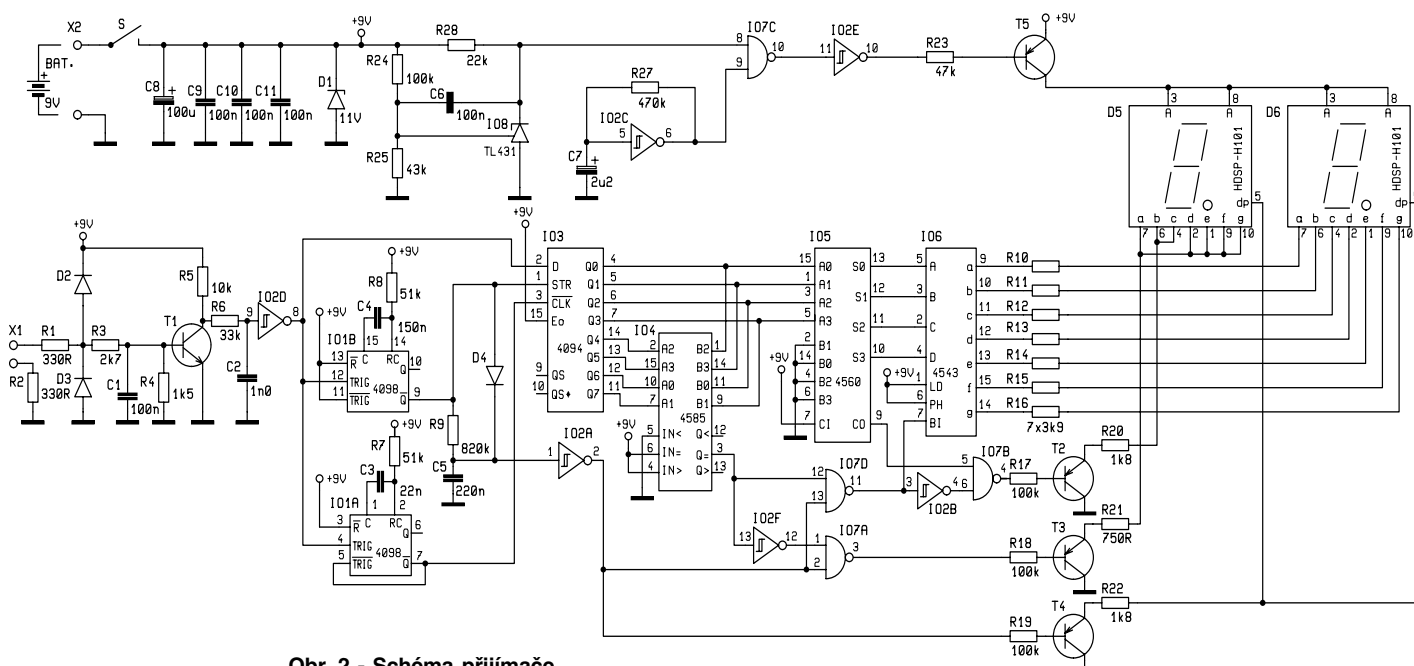
Průběhy signálů v přijímači ukazuje obr. 5. Označení signálů v textu psané v hranatých závorkách koresponduje s označením na obrázcích.

Popis funkce

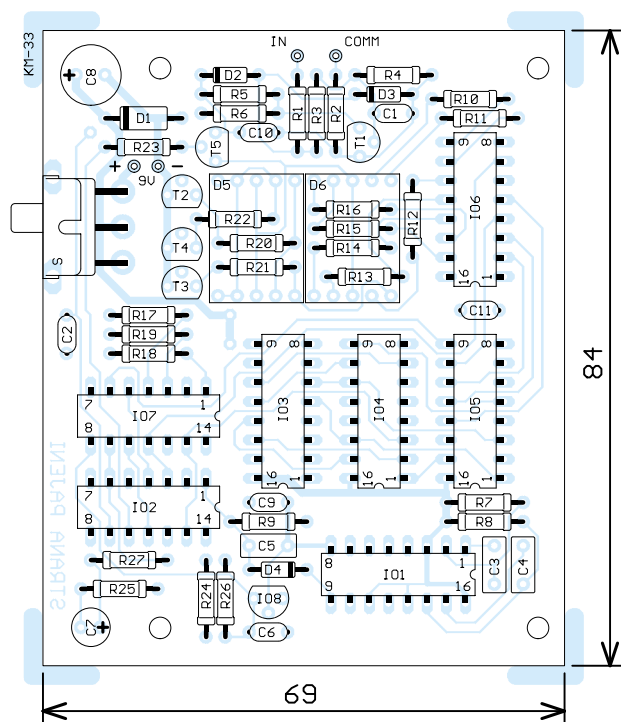
Odporů R1, R2 a diody D1, D2, D3 chrání zařízení před přepětím na vstupu v obou polaritách. Kladné špičky zachycuje R1, D2, D1, R2, záporné špičky zachycuje R2, D3, R1. Báze vstupního spinacího tranzistoru T1 je na vstup připojena přes odporový dělič R1+R2+R3 / R4, kondenzátor C1 zachytává krátké rušivé impulsy pronikající z testovaného kabelu (mohou vzniknout kapacitní a indukční vazbou při souběhu s kabely pod napětím apod.). Tranzistor T1 spíná při napětí báze cca 0,65 V, tzn. že potřebné napětí na vstupu pro sepnutí T1 je asi 2,2 V. Signál z tranzistoru T1 je upraven tvarovačem tvořeným článkem R6, C2 a invertorem se schmittovým klopným obvodem IO2d. Na výstupu invertoru je již k dispozici signál [DATA] se strmými hranami a s úrovněmi CMOS v pozitivní logice.

Tento signál je přiveden na vstup posuvného registru SIPO s hradlováním IO3. Náběžná hrana tohoto signálu současně spouští dva monostabilní klopné obvody z IO1. První monostabilní obvod generuje hodinové impulsy [CLK] pro posuv dat v registru IO3. Doba jeho kmitu je asi 0,5 ms (dáno článkem R7, C3). Druhý monostabilní obvod spouštěný způsobem "retrigger" generuje přepisovací signál [STR] pro IO3., doba kmitu je asi 6 ms (dáno článkem R8, C4). Výstup druhého MKO současně aktivuje generátor signálu platnosti dat [VAL] tvořený IO2a, R9, C5 a D4, který indikuje přítomnost signálu na vstupu zařízení. Se sestupnou hranou na vstupu (tj. signálu [STR]) přejde jeho výstup do logické 1, kde setrvává po celou dobu trvání nízké úrovně na vstupu a ještě asi 12 ms po jejím odeznění.

Posuvný registr IC3 je osmibitový a použitý kód signálu pouze čtyřbitový – to znamená, že registr je schopen zachytit dva po sobě jdoucí kódy. To je



Obr. 2 - Schéma přijímače



Obr. 3 - Osazení přijímače

využito pro kontrolu mezižilových zkratů v kabelu, protože má-li testovaný vodič zkrat na jiný, objevují se na vstupu zařízení střídavě dva různé kódy (nebo i více při komplikovanějších zkratech). Výstupy s nižší vahou z posuvného registru (tedy poslední přijatý kód) jsou pomocí čtyřbitového komparátoru IC4 porovnávány s výstupy s vyšší vahou (tj. s předcházejícím kódem). Jsou-li porovnávána čísla (tj. kódy vstupního signálu) shodná, generuje výstup komparátoru "A=B" povolovací signál [EQU] pro zobrazovací obvody. Vzhledem k tomu, že je komparátor využit pouze pro kontrolu shodnosti, nemusí být signály na jeho vstupech monotónní funkcí (tzn. že vstupy A0 a B0 nemusí zpracovávat bit s nejnižší vahou atd. až vstupy A3 a B3 bit s nejvyšší vahou, ale

pění je cca 1 Hz a je dán článkem R27, C7. Hradlovací vstup je řízen obvodem kontroly velikosti napájecího napětí s IO8. Při poklesu napájecího napětí pod cca šest voltů se obvod překlápí, odblokuje hradlo IO7c a tím povolí rozblíkání displeje.

Hradla IO7a, IO7b, IO7d, IO2b a IO2f tvoří kombinační obvod pro výběr zobrazení čísla nebo nečíselných znaků na displeji. Není-li na vstupu zařízení žádný signál, je signál [VAL] na nízké úrovni a to způsobí zhasnutí všech segmentů segmentovky D6 (pomocí vstupu "BI" dekodéru IO6) a také všech segmentů segmentovky D7 (zavřením tranzistorů T2 a T3) a naopak otevřením tranzistoru T4 se rozsvítí obě desetinné tečky. Je-li na vstupu zařízení signál složený z více kódů (viz výše), je signál [EQU]

pouze váha bitů na stejné indexovaných vstupech musí být také stejná).

Číslo dekodované posuvným registrem je upraveno BCD sčítačkou IO5. Sčítačka přičítá ke vstupnímu 4-bitovému číslu 1 a výsledek převádí na 5-bitové číslo v kódu BCD (pro člověka je přijatelnější dekadické zobrazení v rozmezí 1 – 16 než hexadecimální 0 až F). Nižší 4 bity ze sčítačky jsou přivedeny na dekodér IO6 pro segmentovku D6 nejvýznamnější bit spíná přes tranzistor T2 segmenty b a c segmentovky D7 (tj. jednička řádu desítek). Dekodér IO6 je pomocí vstupu PH zapojen pro režim řízení segmentovek se společnou anodou.

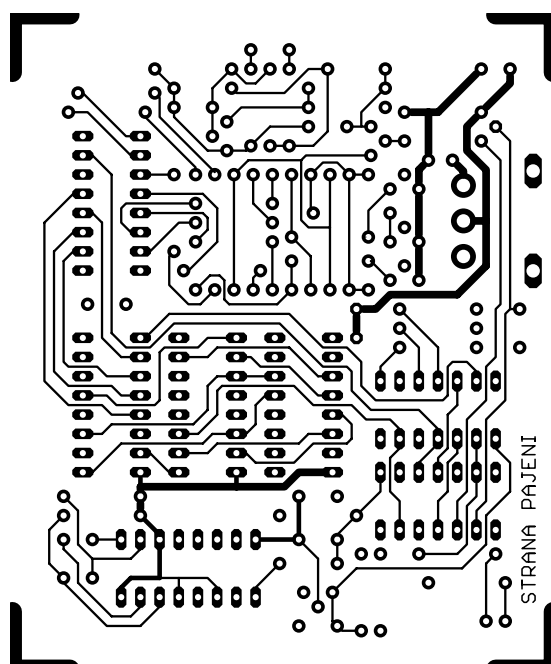
Anody obou segmentovek jsou na napájecí napětí připojeny přes tranzistor T5, který je spínán z výstupu hradlového astabilního klopného obvodu tvořeného IO2c, IO2e a IO7c. Kmitočet překlá-

na nízké úrovni a tím je opět zablokovan dekodér IO6, ale otevře se tranzistor T3, který rozsvěcí segmenty a, d, e, f, g segmentovky D5 tvořící symbol E. Je-li na vstupu zařízení korektní signál, je povoleno zobrazení čísla segmentovkou D6 (vstupem "BI" dekodéru IO6) a současně čísla 1 segmentovkou D5 (pomocí tranzistoru T2) v závislosti na stavu výstupu "Cout" (nejvýznamnější bit BCD čísla – řád desítek) sčítačky IO5.

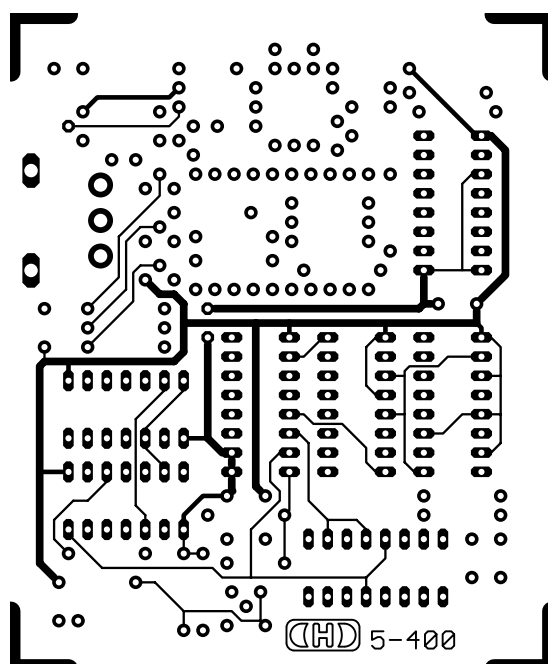
Materiálová specifikace

Opět: označení součástek je převzato z katalogu společnosti GM Electronic.

R1, R2	330R
R3	2k7
R4	1k5
R5	1k0
R6	33k
R7, R8	51k
R9	820k
R10 – R16	3k9
R17 – R19	100k
R20	1k8
R21	750R
R22	1,8k
R23	47k
R24	100k
R25	43k
R26	22k
R27	470k
C1	100n
C2	1n
C3	22n
C4	150n
C5	220n
C6	100n
C7	2,2μ / 50
C8	100μ / 16
C9 – C11	100n
D1	BZX85V011
D2 – D4	1N4448 (1N4148)

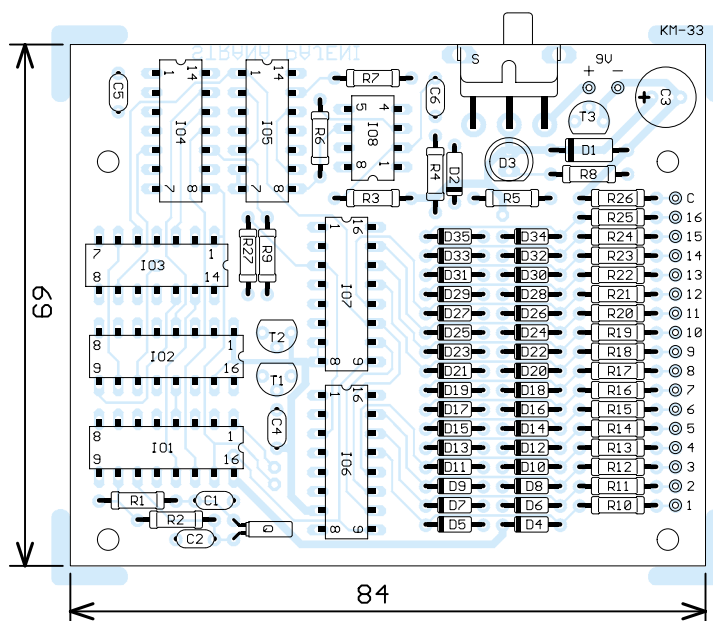


Obr. 4 - DPS přijímače, strana A



Obr. 5 - DPS přijímače, strana B

D5, D6	HDSP-H101
T1	BC548C
T2 – T5	BC558C
IO1	CMOS 4098
IO2	CMOS 40106
IO3	CMOS 4094
IO4	CMOS 4585
IO5	CMOS 4560
IO6	CMOS 4543
IO7	CMOS 4011
IO8	TL431C
S	P-B1408
X1	2x krokosvorka malá
	(1x červená COMM + 1x bílá IN) s kablíky
X2	konektor 006-PT
BAT	baterie typ 6F22
	(destičková, 9 V)
	2x sokl jednořadý precizní SIL10PZ
	1x krabička U-KM33C



Obr. 6 - Rozmístění součástek na DPS vysílače

Mechanická konstrukce

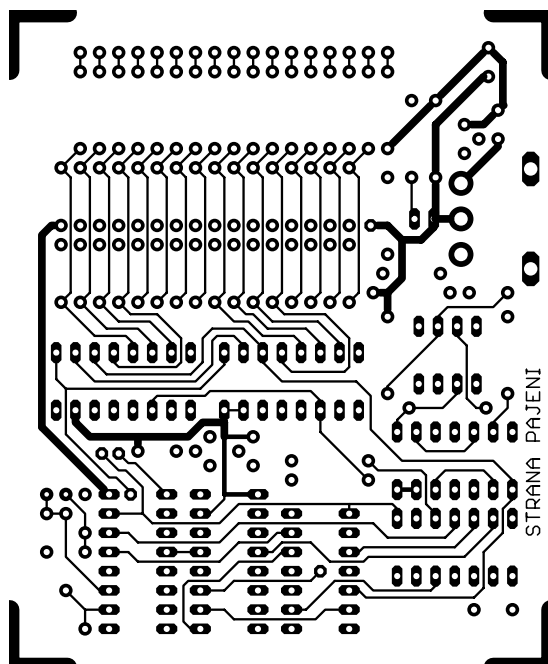
Přijímač je stejně jako vysílač postaven na oboustranné DPS a je umístěn spolu s baterií v plastové krabičce typu U-KM33C. Segmentovky jsou umístěny v soklech. Tím se posunují blíž k průhledu krabičky a současně se tím uvolňuje další prostor na DPS (odpory R10 až R16 jsou pod segmentovkami).

Použitá literatura

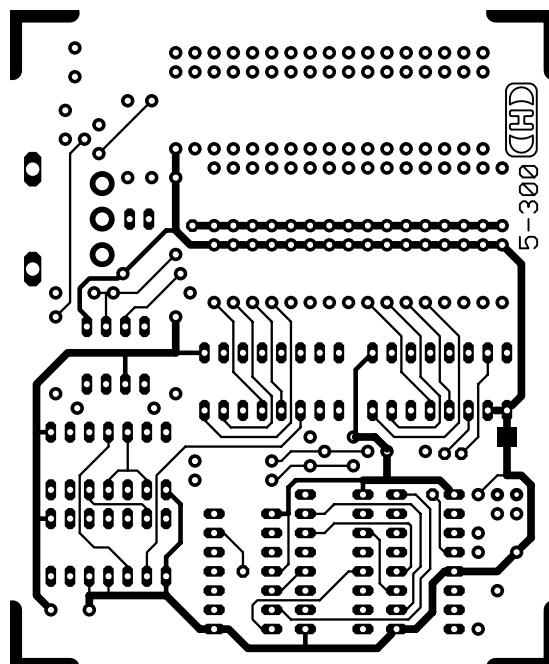
- [1] Petr Jedlička, Přehled obvodů řady CMOS 4000 díl I. a II., BEN 1994
- [2] Katalogy firmy GM Electronic spol. s r. o.
- [3] Firemní dokumentace: CHD Elektroservis s.r.o., BEHA GmbH Ireland



Obr. 7 - Fotografie funkčního vzorku



Obr. 8 - DPS vysílače, strana A



Obr. 9 - DPS vysílače, strana B

Svítící nápisy s LED

— univerzální modulová stavebnice —

František Borýsek

Tato konstrukce vznikla na požadavek zákazníků z řad podnikatelů, kteří požadovali do výlohy prodejny sestavit různobarevné svítící nápisy s názvy a základními nabídkami jejich firem v kombinaci s různými velikostmi písmen, číslic a libovolných znaků, které lze v rámci matice LED vytvořit. Jelikož by v tomto případě bylo neekonomické navrhovat a vyrábět zakázkový plošný spoj, který by byl vícekrát již nepoužitelný, panely s pohyblivými texty (světelné noviny) jsou zejména pro drobné podnikatele drahé a ve většině případů umožňují zobrazení textu pouze v jedné velikosti a barvě, vznikl nápad vytvořit takový systém, který by pro svou univerzálnost bylo možné uplatnit prakticky všude, např. v reklamě, ke zhotovení různých informačních nápisů ve veřejných budovách, v automobilech atd. Modulové sestavy, které zde předkládám, byly doposud navrženy v osmi velikostech s výškou znaků 25, 35, 45, 60, 75, 100, 130 a 160 mm, není však vyloučeno použití i znaky větší. Publikované obrázky jsou jen výběrem pro ilustraci – kompletní sady žádejte u autora.



Popis, schéma zapojení

Mezi hlavní přednosti tohoto systému patří možnost sestavit si text "přesně na míru" a to v různých velikostech písma a v libovolných barevných kombinacích, možnost použití libovolných typů LED, třeba i "co šuplík dá", což bych ale u této konstrukce nedoporučoval. Sestava se skládá ze základové desky pro osm znaků (popř. pro šest či čtyři – viz dále), do níž se vkládají předem sestavené moduly univerzálního displeje s jednotlivými písmeny či jinými znaky. Samotný znak tvoří modul matice 50x7 LED (pro znaky 25 – 100 mm), do které se neosazuje všech 35 LED, ale pouze potřebný počet pro konkrétní požadovaný znak.

Napájecí napětí +12 V je přivedeno ze základové desky před konektor K1 na anody 7 řádků D1 až D35, ve kterých jsou LED řazeny po 5 do série. Každý řádek je na katodě zakončen omezovacím rezistorem R1 – R7 a tyto jsou pak přivedeny na společný záporný pól GND na konektor K2 do základové desky. U displeje 130 mm jsou LED řazeny na 9 řádků po 7 do série, jednotlivé série jsou zakončeny rezistory R1 – R9. Displej výšky 160 mm je tvořen 11 řádky po 7 LED v sérii s rezistory R1 – R11. Napájecí napětí pro tyto moduly je +16 V. Schéma základové desky pro 8 znaků platí pro moduly výšky 25 – 60 mm. Přívod napájecího napětí 12 V se přivádí na svorky SV1, dioda D1 chrání modul proti případnému přepólování zdroje. Kladný pól napájení je dále veden přímo na připojovací konektory pro zobrazovací moduly O1 – O8, sudé piny 16-pólového konektoru K1 a dále na výstupní svorkovnice SV2, která slouží k připojení dalšího modulu. Konektor K1 je určen k připojení řídicího modulu pro případ, bude-

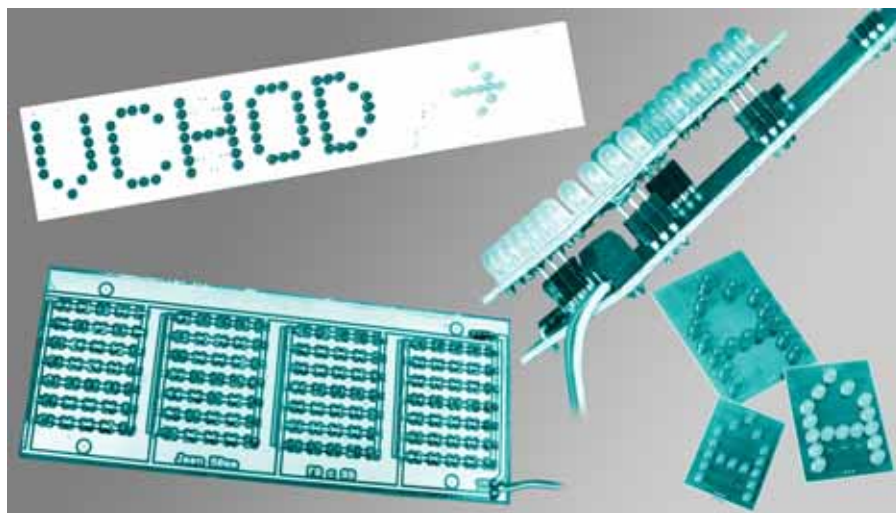
me-li požadovat např. postupné rozsvěcování a zhasínání textu nebo jiný efekt pro ovládání jednotlivých znaků. Pro tento účel můžeme výhodně využít modul světelných efektů z č. 1/99, str. 17, pro který je konektor K1 přímo určen. V tomto případě nepřivádíme napájecí napětí na svorkovnici SV1. Napájení zde bude přivedeno přímo ze zmíněného efektu. Z toho důvodu je záporný pól GND na desce veden pouze mezi svorkovnicemi SV1 a SV2, ke katodám jednotlivých zobrazova-

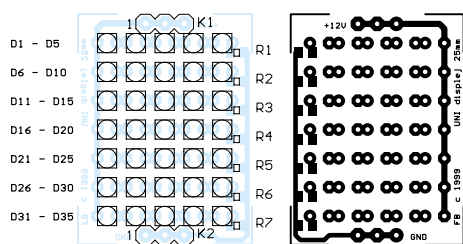
čů je přiveden pouze na propojovací plošky. Tyto je nutno při nepoužití řídicího modulu a tímto i konektoru K1 např. cinovými můstky propojovat s konektory GND pro každý zobrazovač. Pro zobrazovače výšky 70 mm je základová deska navržena pro 6 znaků a pro znaky 100 a 130 mm pro 4 místa.

Sestavení modulů, použité součástky

Než začneme se samotnou sestavou modulů, je nutno si připravit potřebný počet jednotlivých desek plošných spojů. Poté již můžeme začít se sestavováním jednotlivých znaků. Jako příklad si popíšeme sestavu písmene velkého A na desku univerzálního displeje matice 5x7 LED, který platí pro moduly výšky znaků 25 až 100 mm. Nejprve do destičky vy-

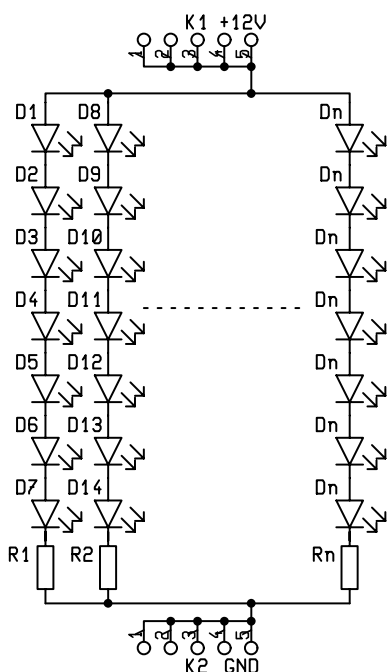
vrátíme otvory pro konektory K1 a K2 vrtákem o průměru 0,9 mm a pak pro jednotlivé LED. Ale pozor! Nevrtáme otvory pro všechny LED, pouze pro následující: D3, D7, D9, D11, D15, D16, D20 až D26, D30, D31 a D35, které pak osadíme. Dbáme na jejich správnou polaritu, katody u všech LED jsou orientovány směrem vpravo (při pohledu na desku ze strany LED). Stejně tak je nutno dát si pozor na správnou orientaci desky, abychom písmeno nevytvořili vzhůru nohama: konektor K1 pro přívod kladného napětí (označeno na každé destičce) směřuje vždy nahoru. Po zapájení LED osadíme rezistory R1 až R7, které pro nedostatek místa na deskách (zejména u displejů menších velikostí) byly zvoleny v provedení SMD a proto je osadit ze strany spojů. Hodnotu odporu je nutno zvolit podle počtu LED v sérii ve vztahu k napájecímu napětí a požadovanému proudu LED a tímto i jasů. Pro náš příklad zvolíme proud LED 7 mA v každém řádku. Napájecí napětí pro všechny moduly s maticí 5x7 LED je 12 V a nedoporučuji je v tomto případě zvyšovat, neboť by vznikala zbytečně velká ztráta na rezistorech SMD – zejména v těch řádcích, kde je osazena pouze jedna LED. Rezistory velikosti 1206 jsou určeny pro zatížení max. 0,25 W, a proto je nutno tuto skutečnost brát v úvahu. Na prvním řádku je osazena jedna LED (D3). Při odečtení 2 V (úbytek napětí na běžné LED, pokud bychom chtěli použít modré, bílé a modrozelené LED, zde je nutno počítat s úbytkem 3 V na jednu LED) spočítáme podle Ohmova zákona hodnotu R1 pro proud 7 mA, čímž dostaneme číslo 1428 Ω. Nejblíže hodnota v řadě





Obr. 1 - Příklad osazení a destičky s plošnými spoji (panelu UNI25)

E12 je 1k5. Na místech neosazených D1, D2, D4 a D5 musíme pájecí plošky vzájemně propojovat drátovými propojkami nebo cínovými můstky. Na druhém řádku máme osazené D7 a D9, proto musíme odečíst 4 V. Po výpočtu dostaneme výslednou hodnotu odporu R2 1143 Ω , čímž nejbližší hodnota v řadě je 1k2. Opět nezapomeneme propojovat plošky neosazených D6, D8 a D10. Na 3., 4., 6. a 7. řádku se nachází rovněž po dvou LED v sérii, proto hodnota odporů R3, R4, R6 a R7 bude rovněž 1k2. Pátý řádek je osazen všemi pěti LED v sérii, a proto při odečtení 10 V dostaneme hodnotu odporu 286 Ω . Nejbližší hodnota v řadě je 270R a tuto na místě R5 použijeme. Nyní nám již zbývá osadit konektory K1 a K2, na jejichž pozici použijeme např. precizní oboustrannou lámací kolíkovou lištu PRSL20 (GM), která bude sloužit ke snadnému zasunutí modulu znaku do objímky základové desky. Tento způsob doporučuji použít zejména pro případ, budeme-li chtít občas texty vyměňovat za jiné (tento způsob se může uplatnit např. u aktuálních nabídek za výlohami prodejen atd.), a taktéž z důvodu snadné montáže základových desek, kdy je výhodnější při montáži texty z desky odstranit. Z lišty odlomíme po třech pinech, zasuneme silnějšími kolíky do desky displeje ze strany spojů LED, a opatrně a co nejrychleji ze strany spojů zapá-

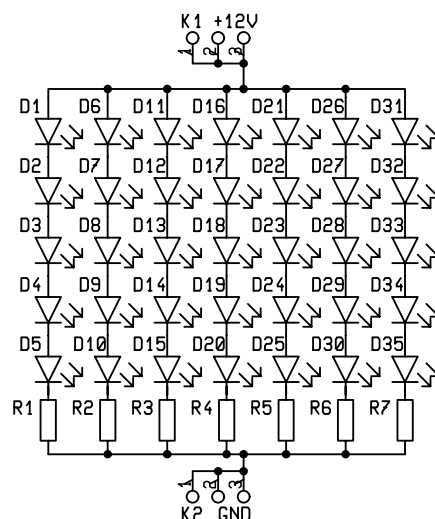


Obr. 3 - Schéma modulů matic písmen pro ostatní velikosti; počet paralelních sloupců se liší podle velikosti matice a diod

jíme. Pokud budeme chtít text sestavit napevno, lze použít klasické konektorové kolíky S1G, s jejichž pomocí se pak modul displeje zapájí do základové desky nastalo. Tímto máme modul s písmenem A hotový. Nyní jej můžeme připojením napětí 12 V na konektory K1 a K2 ve správné polaritě odzkoušet.

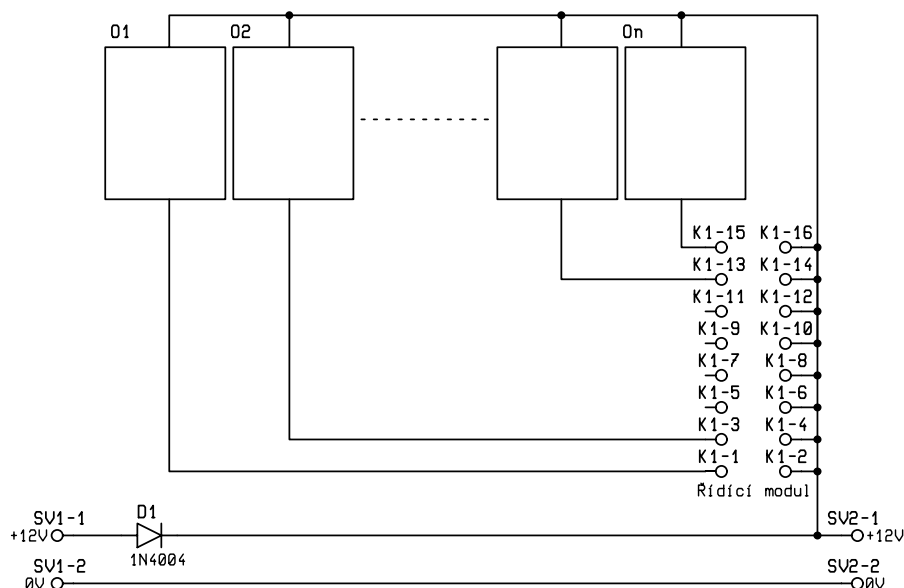
Sestava znaků u matice 9x7 LED $\varnothing$ 10 mm pro znak výšky 130 mm a 11x7 LED / 160 mm je obdobná jako výše popisovaná matice 5x7 LED, avšak napájecí napětí je z důvodu řazení většího počtu LED v sérii v jednom řádku zvýšeno na 16 V. U těchto typů displejů jsou na místě rezistorů použity pro klasickou montáž velikosti 0204, které je možno osadit i ze strany spojů, aby nerušily zepředu vzhled displeje.

Po sestavení všech písmen požadovaného textu si připravíme základovou desku (rozmístění součástek je shodné pro desky s výškou znaků 25 až 60 mm). Po vyvrtání otvorů vrtákem $\varnothing$ 0,8 mm pro svorkovnice SV1, SV2 a konektor K1 převrtáme vrtákem 1,1 mm, montážní otvory vrtákem 3–4 mm. Podle potřeby (viz popis výše) osadíme objímky pro displeje O1–O8, pro které použijeme lámací precizní patice (např. SIL64PZ), ze kterých si nalámeme po třech pinech. Nyní se musíme rozhodnout, zda-li budeme nápis používat pouze jako trvale svítící, nebo budeme jednotlivé znaky chtít např. postupně rozsvěcovat a zhasínat, či používat jiných efektů k ovládání nápisu. Pokud zvolíme pouze první možnost, osadíme na desku svorkovnice SV1 a D1. Jak již bylo naznačeno výše, je nutno na desce popropojovat cínovými můstky společný spoj GND vedoucí od svorkovnice s jednotlivými konektory společných katod displejů O1–O8 (ve spodní části desky). Bude-li náš text mít více než 8 znaků, je třeba použít další základové desky, které jsou navrženy tak, že jich lze řadit vedle sebe libovolný počet. Pokud použijeme další základové desky, osadíme u předcházející desky i svorkovnice SV2. U následující osadíme SV1 a tyto svorkovnice mezi sebou propojíme vodiči. U další desky však již neosazujeme diodu D1, nahradíme ji propojkou. Je však nutno brát ohled na celkový odběr proudu. Překročí-li celkový odběr 1 A, je nutno D1 nahradit výkonnějším

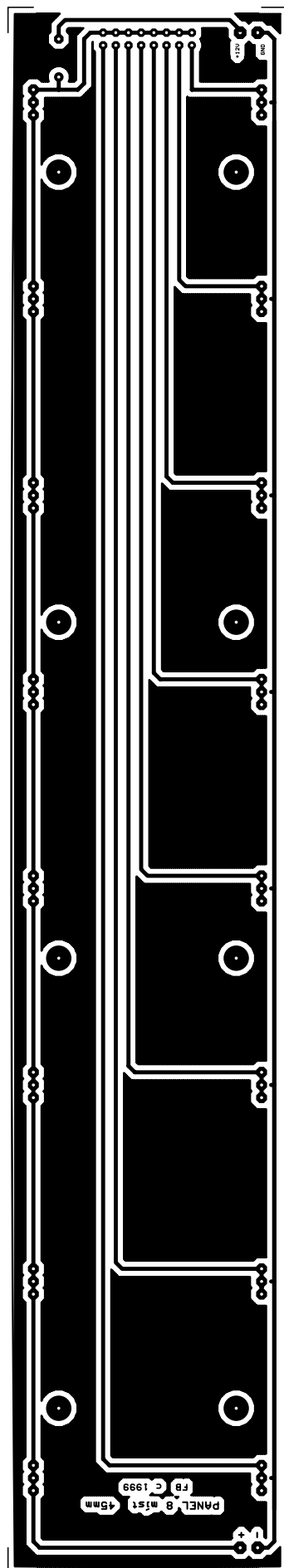


Obr. 2 - Schéma modulu matice písmen pro velikost 30 mm

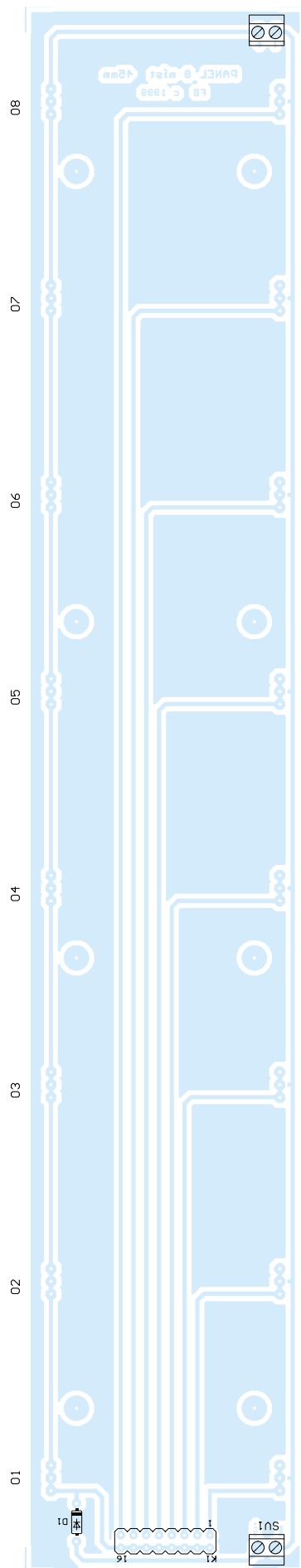
typem, popřípadě ji vypustit a nahradit rovněž propojkou; v tomto případě je však nutno zajistit vždy připojení napájení ve správné polaritě. Bude-li mít náš text např. 14 znaků, u druhé základové desky "přebytečnou" část 2 míst odřízneme. Pokud budeme chtít využít možnost znaky ovládat, např. výše zmíněným efektním modulem, nemusíme osazovat svorkovnice SV1, SV2 a diodu D1, ale moduly mezi sebou propojíme pomocí konektoru K1, na jehož pozici použijeme samořezný konektor 2x8 pinů řady LPV-16, který s efektním modulem propojíme pomocí 16-žilového plochého kabelu, po kterém je zajištěn i přívod napájení panelu. Přitom je třeba dát si pozor na správnou orientaci konektorů (viz popis modulu EFEKT 164 v č. 1/99). Po přípravě a osazení základové desky ponasazujeme do objímek jednotlivé znaky, které jsme si předtím připravili a můžeme přistoupit k oživení nápisu. Po připojení napětí 12 V ss ve správné polaritě (nejlépe z regulovatelného laboratorního zdroje) se musí nápis rozsvítit. Poté již můžeme přistoupit k mechanické mon-



Obr. 4 - Schéma základní desky pro propojování zobrazovacích modulů; počet připojených modulů (matic) O se liší podle potřeby



Obr. 6 - Příklad desky s plošnými spoji – panel, 8 míst, 45 mm (80% velikost)



Obr. 7 - Příklad osazení desky s plošnými spoji – panel, 8 míst, 45 mm (80% velikost)

táží modulů např. do vhodné skříňky. Uchycení modulů lze provést pomocí předem vyvrtaných otvorů v základové desce za pomoci distančních sloupků ap. Znaky výšky 160 mm se montují přímo do panelu pomocí distančních sloupků přišroubovaných do předvrtaných otvorů v každém rohu na desce displeje. Elektrické propojení provedeme přímým připájením vodičů na pájecí plošky, není zde třeba osazovat konektor.

Pro znaky výšky 25, 35 a 50 mm byly vytvořeny tzv. jednoúčelové desky plošných spojů, které jsou určeny k sestavení textů "napevno". Tyto desky již přímo obsahují po 8 rastrach pro matice 5x7 LED, modul 50 mm předkládám ve dvou variantách: jednak jako 8-místný s rastry 5x7 LED a druhou variantu, jenž obsahuje 10 matic 5x8 LED. Tyto matice jsou bez mezery přiráženy k sobě, takže tvoří jeden modul 50x8 LED, který poskytuje větší možnosti vytvoření různých obrazců, podtržených textů atd., které v rámci matice 5x7 bodů nelze vytvořit. Postup sestavování znaků je stejný jako výše popsaný samostatný modul displeje, u posledně jmenovaného modulu 50x8 bodů je třeba při osazování rezistorů si dávat více pozor na počet LED v sérii v jednom rastru, neboť jedno písmeno či znak může být umístěn i ve dvou maticích. Deska 25 mm je určena pro osazení LED o $\varnothing$ 3 mm, deska 35 mm je pro LED 4 mm a desky 50 mm pro LED 5 mm. Takto sestavených modulů lze využít např. ke zhotovení různých orientačních a informačních tabulek ve veřejných budovách apd. Těchto desek bylo rovněž s velkým úspěchem využito ke zhotovení tabulek se jmény pro řidiče automobilové dopravy. Jako příklad uvedu postup snadné výroby efektní tabulky se jménem: po vyvrtání otvorů pro všechna písmena daného jména desku opatrně nastříkáme ze strany LED bílou barvou. Po zaschnutí můžeme přes vyvrtané otvory černou barvou (nebo shodnou s barvou LED) nepsat jednotlivá písmena a po opětovném zaschnutí osadíme LED a rezistory SMD. Po sestavení a oživení je možno desku ze strany spojů zafixovat nepájitelným ochranným lakem. Takto sestavený modul je čitelně viditelný ve dne i v noci. Tloušťka takové tabulky nepřesáhne 10 mm. Poté připojíme napětí 12 V na svorkovnici např. kabelem zakončeným autokonektorem. Desky lze však využít i k jiným účelům, jako např. sestavením kruhových terčů nejlepší se LED v bezbarvém čířem pouzdrů, které se pak různobarevně rozsvěcují a připojením k řídicím modulům efektů lze tyto pak využít k domácí diskotéce. Všechny použité součástky jsou dostupné běžně v obchodní síti. Hlavní pozornost však doporučuji ve výběru pokud možno kvalitních LED, neboť na nich spočívá celý výsledný efekt této konstrukce. Nedoporučoval bych zde použití často nabízených velmi levných LED z výprodejů a různých mnohdy pochybných značek, jejichž jak je u každého kusu jiný (nebo i žádný – zde hovořím z vlastní zkušenosti při nákupu takových LED), byť pocházejí z jedné výrobní série. Ve vzorcích byly použity LED od firmy KINGBRIGHT, jak již bylo řečeno, lze použít jakékoli typy (vysokojasné, nízkopříkonové atd.) a barvu, záleží pouze na uživateli, jaký typ si zvolí sám. Zjména u panelů s větším počtem znaků doporučuji použít z hlediska co nejmenší spotřeby nízkopříkonové LED s vysokým jasnem a zvolit tak proud jedné série LED 2 mA. Proudová spotřeba jednoho znaku v tomto případě nepřesáhne 15 mA.

K napájení modulů je možno využít téměř jakýkoli napájecí zdroj se stejnosměrným napětím 12 V. Jen je nutno přihlídnout k celkovému odběru proudu modulů a podle toho vhodný zdroj zvolit. U automobilů s palubním napětím 24 V je nutno použít buď stabilizátoru z 24 na 12 V, popřípadě omezovací rezistory pro LED určit a osadit již přímo pro toto napětí – pozor však na výkonovou ztrátu SMD rezistorů (viz popis výše).

Závěr

Příspěvkem jsem se chtěl podělit s vlastními zkušenostmi při zhotovování nápisů se všemi, kteří si chtějí něco podobného sestavit a nevědí, jak na to. Návod je určen pro zhotovení modulů pro vlastní potřebu, případná komerční výroba modulů je možná pouze se souhlasem autora.

Seznam součástek

Univerzální displej 25 mm

D1 – D35 LED 3mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R7 SMD velikost 805, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x3 piny, viz text
Univerzální displej 35 mm
D1 – D35 LED 4mm
počet, barva a typ dle potřeby

R1 – R7 SMD velikost 1206, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x3 piny, viz text
Univerzální displej 45, 50 a 60 mm
D1 – D35 LED 5mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R7 SMD velikost 1206, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x3 piny, viz text
Univerzální displej 70 mm
D1 – D35 LED 8mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R7 SMD velikost 1206, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x3 piny, viz text
Univerzální displej 100 mm
D1 – D35 LED 10mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R7 SMD velikost 1206, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x5 pinů, viz text
Univerzální displej 130 mm
D1 – D63 LED 10mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R7 SMA 0204, viz text
K1, K2 lámací kolíky 2x5 pinů, viz text
Univerzální displej 160 mm
D1 až D77 LED 10mm
počet, barva a typ dle potřeby
R1 – R11 SMA 0204, viz text

K1, K2 lámací kolíky 2x5 pinů, tyto konektory však není nutno osazovat – viz text

Základní montážní deska

– platí pro všechny velikosti –

SV1, SV2 svorkovnice ARK550-2, RM-3,5mm
K1 samořezný konektor LPV-16, viz text
D1 1N4007, viz text
O1 – O8 sestavený modul UNI-displeje, viz text

Jednouúčelové rastrové desky pro 8 znaků

D1 1N4007
R1 – R56 SMD 1206, viz text
R1 – R80 SMD 1206, viz text
– platí pro desku JM50mm-S
LED1 – LED280 LED 3mm
– pro desku JMEN-25mm, viz text
LED 4mm pro desku JMEN-35mm, viz text
LED 5mm pro desku JMEN-50mm, viz text
LED1 – LED400 LED 5mm
– pro desku JM50mm-S, viz text
SV1 ARK 550-2 RM-3,5mm



Automatické zalévací zařízení

Kamil Novák

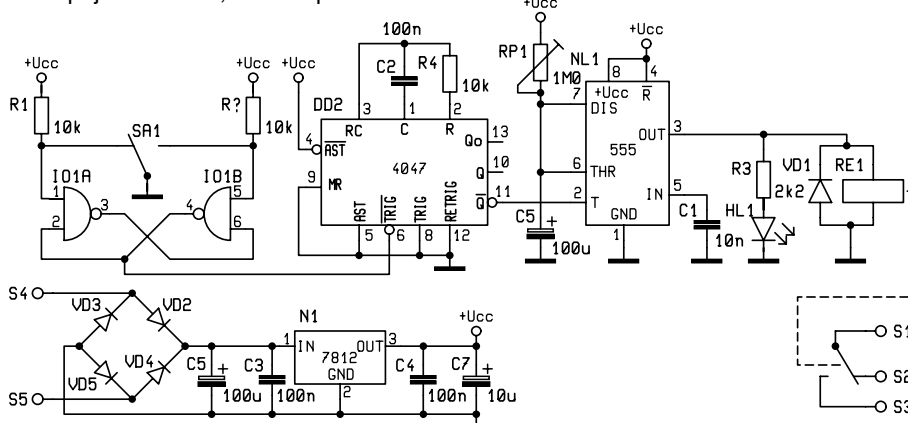
Článek Automatické zalévání rostlin mne inspiroval k nabídce svého příspěvku, který vyšel z požadavku, že květiny na rekreační chalupě nemá kdo v průběhu týdne zalít. Oproti stavebnici č. 429, 430 je podstatně jednodušší, což je vykoupeno nižším komfortem, ale na druhou stranu svému účelu plně vyhovuje. Čas závlivky je odvozen z časovacího strojeku, který byl používán k zapínání bojleru, akumulčních kamen za zlevněnou sazbu, což dnes dělá HDO (Hromadné Dálkové Ovládání). Tyto "hodiny" lze koupit levně, např. v bazaru.

Nyní ke schématu. V hodinách je přepínací kontakt. Ten využijeme k přepínání RS klopného obvodu. RS klopný obvod 4011 je z důvodu ošetření kontaktu ve spínačkách. Ošetřený impuls z pinů 2-4 vstoupí do klopného obvodu 4047. Kontakt ve spínačkách rozeprve za poměrně dlouhou dobu, což by byl falešný impuls, který by znovu spustil zalévání. Proto si dáme klopný obvod do monostabilního módu bez znovuspuštění. Klopný obvod je spouštěn z pinu 8 (+TRIG). Výstupní krátký impuls sepne další již říditelný monostabilní klopný obvod osazený klasikou "555". Ta již spíná relé, které sepne svými kontakty elektromagnetický ventil. Sepnutí relé je signalizováno LED diodou. Napájení záleží hlavně na typu relé které bude použito. V mém případě to je relé na 12 V, spínací schopnost kontaktů 230 V / 2 A. Pro napájení stačí stabiliza-

tor 12 V / 100 mA. Přes obvod protéká přibližně 40 mA. Proto v "prostoru pro relé" na DPS je volné místo. Zapojení nemá žádných záludností, jen bych rád upozornil, že pokud bude použit ventil s napájením 230 V, buďte opatrní.

Použitá literatura:

- [1] Petr Jedlička, *Přehled obvodů CMOS4000, díl 1*
- [2] Jan Hájek, *Časovače s 555*
- [3] *Rádio plus-KTE č. 8, 9/99*



— ***závěr série*** —

Přehled pouzder IO

**V současnosti
užívané technologie
pouzdrění**

Při velkém počtu vývodů, které si vyžadují součástky se současným velkým aplikačním potenciálem jako jsou mikropro-

Technical drawings of the 100-pin BGA package showing top, front, and side views with dimensions in inches and millimeters.

Top View Dimensions:

- Overall width: 0.560 (14.224)
- Pin pitch (left): 0.325 (8.255)
- Pin pitch (right): 0.275 (6.985)
- Pin pitch (bottom): 0.580 (14.732)
- Pin pitch (right): 0.700 (17.780)
- Pin pitch (bottom): 0.098 (2.489)
- Pin pitch (bottom): 0.124 (3.149)

Front View Dimensions:

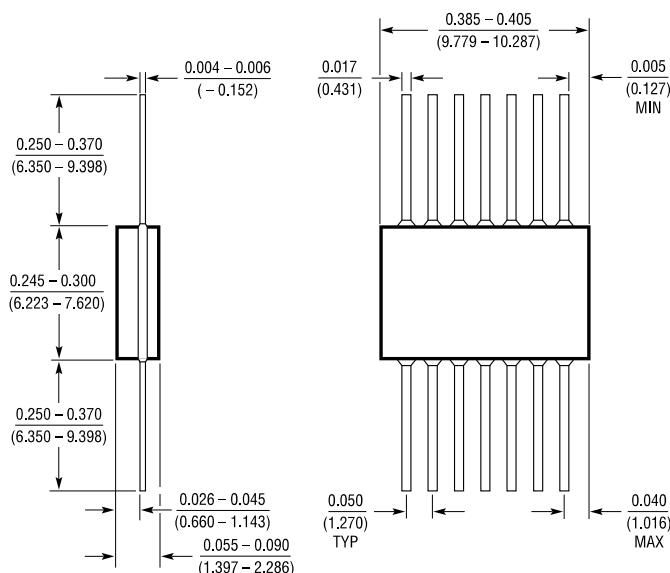
- Overall height: 0.830 - 0.870 (21.08 - 22.10)
- Pin pitch (left): 0.580 - 0.600 (14.73 - 15.24)
- Pin pitch (right): 0.170 (4.32) MAX
- Pin pitch (bottom): 0.780 - 0.800 (19.81 - 20.32)
- Pin pitch (bottom): 0.042 - 0.052 (1.07 - 1.32)
- Pin pitch (bottom): 0.074 - 0.084 (1.88 - 2.13)
- Pin pitch (bottom): 0.113 - 0.123 (2.87 - 3.12)
- Pin pitch (bottom): 0.215 (5.46) BSC

Side View Dimensions:

- Overall width: 0.187 - 0.207 (4.75 - 5.26)
- Pin pitch (right): 0.060 - 0.080 (1.52 - 2.03)
- Pin pitch (bottom): 0.087 - 0.102 (2.21 - 2.59)
- Pin pitch (bottom): 0.020 - 0.040 (0.51 - 1.02)
- Pin pitch (bottom): 0.115 - 0.145 (2.92 - 3.68) DIA
- Pin pitch (bottom): 0.170 - 0.200 (4.32 - 5.08)
- Pin pitch (bottom): 0.105 - 0.125 (2.67 - 3.18) DIA
- Pin pitch (bottom): 18° - 22°
- Pin pitch (bottom): 3° - 7°

s rychlostí zpracování dat roste a tím ji také omezuje. A jak víme, především na příkladu počítačů a komunikačních systémů, taktovací kmitočet se stále zvyšuje a např. u přenosových systémů má dosáhnout několik 10 GHz. Zcela prozaickým pro-

Tab. 1 - 2. část



Obr. 26 - Těsné ploché pouzdro se 14 vývody FLATPAK (označení LT je WB)

blémem je pak přílišná velikost těchto klasických pouzder pro moderní přístroje spotřební elektroniky typu organizérů, palm-topů, mobilních telefonů, digitálních fotopřístrojů a kamkordérů, které se, v souladu s požadavky trhu, naopak stále zmenšují. Přitom požadavky působí často protichůdně – více funkcí znamená větší čip a pouzdro má být menší. Ukazuje se tedy jako nezbytné, aby výrobci takových elektronických systémů a k tomu potřebných součástek navzájem komunikovali a spolupracovali již ve fázi vývoje. To se projevuje především požadavky na

- ♦ minimalizaci rozměrů pouzdra
- ♦ minimální počet spojů mezi čipem a deskou plošného spoje

V tab. 2 nalezneme význam a stručné vysvětlení užívaných zkratk i odkazy k obrázkům s typickými představiteli uvedených pouzder.

Pozn.: Zajímavé je, že některé trendy v pouzdření jednotlivých čipů vedou zase ke zmenšování počtu vývodů. Jedná se konkrétně o případy integrace vyššího stupně a multičipové moduly (MCM), označované také jako Systém on Chip (SOC).

Plochá pouzdra (FLAT-PACK)

Jde o plastová, případně keramická, obdélníková nebo čtvercová pouzdra pro obvody s vysokou integrací s 28 až 240 i více vývody různých tvarů, nyní již na všech čtyřech stranách, proto Quad Flat Package (QFP). Provedení těchto pouzder s vývody J se označuje jako QFJ (Quad Flat J-leaded Package neboli čtyřstranné ploché pouzdro s vývody tvaru J), vývody mohou být i tvaru L a I. Jednotlivá pouzdra této rodiny se dále liší i výškou pouzdra, roztečí a počtem vývodů. Růst počtu vývodů, který je u nich možný mimo zvětšování velikosti pouzdra zmenšováním rozteče mezi vývody a tedy i tenčími přívodními drátky je činí pro výrobu a pro některé aplikace zranitelnými. Jsou ale stále populární a často i kvůli výhodné výrobní ceně využívána.

Pouzdra typu CC

Řešení vhodné pro 40 až 100, případně více vývodů, přineslo jejich umístění na všech čtyřech okrajích pouzder typu CC (Chip Carrier – nosič čipu). Podobají se pouzdřům QFP a podobně se užívají. Materiálem pouzdra je opět plast nebo keramika. Některé z pouzder CC mají výrazně provedené vývody, pak bývají označena, např. jsou-li vyrobená z plastu, PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier).

Existují i provedení česky označovaná poněkud přehnaně bezvývodová, podle anglického leadless – např. LCCC (Leadless Ceramic Chip Carrier – bezvývodový keramický nosič čipu). Vývody však samozřejmě existují, mají ale pouze podobu kontaktních plošek a pro připojení do obvodu může sloužit i patice. Tato pouzdra mají nízké parazitní impedance vývodů a jsou i kvůli ceně užívána pro především pro rychlé číslicové obvody.

Pouzdra PGA

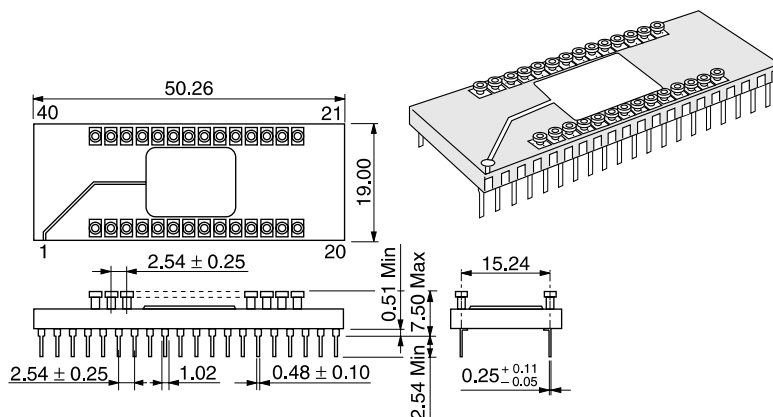
Všeobecným trendem v oblasti pouzdření je přechod od zmenšování roztečí mezi vývody na okrajích pouzdra také k jejich plošnému, maticovému uspořádání. Z toho je odvozeno i označení pouzdra (jde o pouzdro THD určené pro pájení vývodů do otvorů v plošném spoji!) PGA (Pin Grid Array), vhodného i pro více než 100 vývodů. Problémem těchto pouzder pro integrované obvody s velmi vysokou integrací je potřeba mnohvrstevných desek s plošnými spoji s prokovenými obvody, které jsou velmi drahé. Výhodou je předpoklad pro dobré vysokofrekvenční vlastnosti celého obvodu.

Pouzdra BGA

Tato pouzdra pro integrované obvody s velmi vysokou integrací se již klasických vývodů zcela zbavila a nahradila je kuličkami pájky. Spoje mezi ploškami čipu a těmito kuličkami jsou velmi krátké a tím je malá i jejich indukčnost. To umožňuje vyšší systémové kmitočty a tak se tento způsob pouzdření užívá i tam, kde si to sám počet vývodů přímo nevyžaduje. Plastová pouzdra BGA (PBGA) lze označit za nové průmyslové standardní pouzdro s výbornými elektrickými a tepelnými vlastnostmi, kterými při menších rozměrech převyšuje pouzdra QFP. Prakticky každý výrobce IO je v současnosti pro nějaký produkt používá [4] a jako perspektivní zdokonaluje. Pouzdra BGA patří k těm, která jsou označována jako CSP (Chip Scale – případně Chip Size Package), tedy takových, kde se velikost pouzdra a čipu liší velmi málo.

Čip přímo na desce nebo také na tenké podložce

Další krokem je přímá montáž nepouzdrěných čipů na desku spoje označovanou jako DCA – Direct Chip Attach nebo COB – Chip On Board. Na kontaktní plošky čipu se podobně jako u BGA vytvářejí drobné kuličky pájky, kterými se osazený čip k desce přetavením připájí. Holý čip se pak chrání zalitím epoxidovou pryskyřicí. Pro vyšší počet vývodů než 100 je osazování desek automaty rychlejší a ekonomičtější [10] při použití čipů umístěných v páscech na polyimidové podložce. Tato technologie je označována jako TAB (Tape Adhesive Bonding) nebo TCP – Tape Carrier Package.



Obr. 27 - Piggy Back – pouzdro s vývody na obou stranách

zkratka	pojmenování		montáž	rozteč [mm]	popis a poznámky	obrázek číslo
	anglicky	česky				
PGA	Pin Grid Array	pouzdro s mřížkově uspořádanými kolíčky vývody na spodní straně	THD	2,54; 1,27	keramické nebo plastové až s 528 vývody užívaná pro hradlová pole a mikroprocesory	
PPGA	Plastic Pin Grid Array	plastové pouzdro PGA	THD		viz PGA	30
BGA	Ball Grid Arrays	pouzdro s mřížkově uspořádanými kontaktními kuličkami na podložce	SMT	1,5; 1,27; 1	bez klasických vývodů, zespolu keramického nosiče čipu s vývody na kontaktních kuličkách ze speciální pájky až 672 vývodů pro mikroprocesory, hradlová pole	
CBGA	Ceramic BGA	"	SMT		viz BGA	
FBGA	Fine Pitch BGA	BGA s menší roztečí	SMT	0,8	80 až 304 vývodů	
PBGA	Plastic Ball Grid Array	plastové BGA	SMT	1,5; 1,27	BGA s plastovou podložkou a 225 až 420 vývodů	31
TBGA	Tape BGA	BGA na tenké podložce	SMT	1,27	BGA na tenké polyimidové podložce s 256 až 696	
LCCC (CLCC)	Leadless Ceramic Chip Carrier	keramický nosič čipu "bez vývodů"	SMT /objímka	1,27	keramické bezvývodové pouzdro čtvercového nebo obdélníkového tvaru s 28 až 100 vývody pro mikropočítače, paměti, řadiče a jejich kombinace	32
PLCC	Plastic Leaded Chip Carrier	plastový nosič čipu s vývody tvaru J	SMT	1,27	plastové pouzdro s 20 až 84 vývody pro mikropočítače, paměti a hradlová pole	33
QFP	Quad Flat Package	čtyřstranné ploché pouzdro s vývody L	SMT	1; 0,8; 0,65; 0,5; 0,4	40 – 376 vývodů po stranách pouzdra z plastu nebo keramiky, existují i pouzdra s metrickými mírami (MQFP)	34
QFI	Quad Flat I-leaded Package	čtyřstranné ploché pouzdro s vývody tvaru I	THD	1,27; 1,016; 0,762	pouzdro s 18 – 56 vývody užívané pro lineární IO	
QFJ	Quad Flat J-leaded Package	čtyřstranné ploché pouzdro s vývody tvaru J	SMT	1,27	plastové nebo keramické pouzdro s 18 – 84 vývody, užívaná pro mikropočítače, hradlová pole a paměti	35
QFN	Quad Flat Non-leaded Package	čtyřstranné ploché pouzdro "bez vývodů"	SMT	1,27; 1,016	keramické pouzdro, kontaktní plošky na horní straně, bocích, dnu v počtu 16 – 84 (obdobu LCCC)	
QFP (FP)	Quad Flat Package (Fine pitch)	čtyřstranné ploché pouzdro s vývody L (s menší roztečí)	SMT	0,5; 0,4	44 – 376 vývodů se zmenšenou roztečí po stranách plastového pouzdra, pro mikropočítače a hradlová pole	
PQFP	Plastic Quad Flatpack	plastové čtyřstranné pouzdro s vývody tvaru L	SMT	1; 0,8; 0,5	viz QFP	
HQFP	QFP with Heat Spreader	QFP s rozváděním tepla	SMT	0,65; 0,5; 0,4	QFP se sníženým tepelným odporem s 160 až 304 vývody	36
TQFP (LQFP)	Thin (Low) Quad Flat Package	snížená čtyřstranná plochá pouzdra	SMT	0,8; 0,65; 0,5; 0,4	QFP snížená na 1 mm případně 1,4 mm s 32 až 176 vývody pro mikropočítače a hradlová pole	
QTP	Quad Tape Carrier Package	čtyřstranné pouzdro TCP	SMT	0,25	čip je kontaktními výstupky spojen s vývodovým obrazcem a izolační fólií, až 576 vývodů	37
TCP	Tape Carrier Package	nosičem čipu je polyimidová páska s vývody a kontakt. ploškami	SMT		viz QTP	

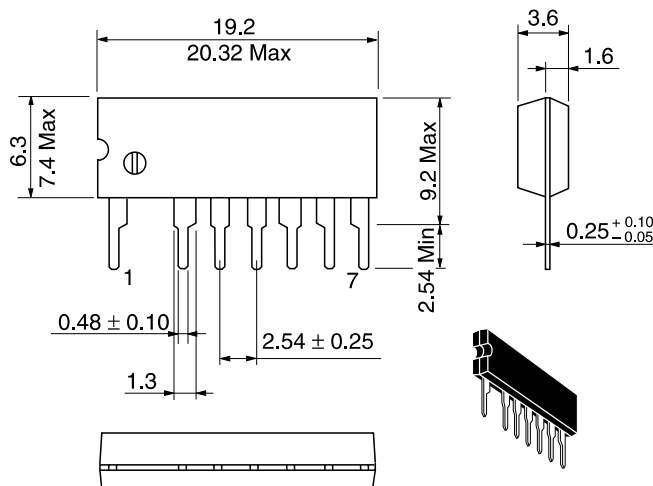
Stručný přehled mnohavývodových pouzder

V tab. 2 (a příslušných obrázcích, tentokrát jen ilustrativních, bez rozměrů), je výsledek snahy o zjednodušené představení stavu v oblasti pouzder posledních let. Udávané počty vývodů se mohou u jednotlivých výrobců lišit v obou směrech. Zatím trvá jistá anarchie, není vždy zřejmé, která cesta je perspektivní dlouhodobě a která možná slepou uličkou. Naštěstí probíhají snahy o standardizaci v mezinárodním měřítku, na které se podílejí normalizační organizace zemí s nejvyspělejším polovodičovým průmyslem.

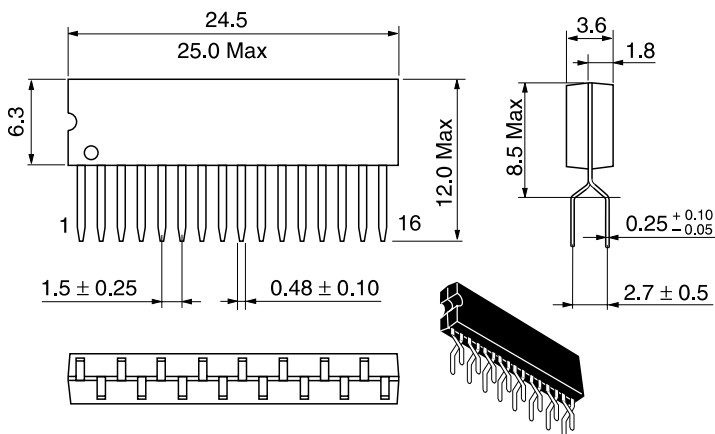
Normalizace tvarů a uspořádání pouzder IO

Pro velké uživatele integrovaných obvodů je důležité, aby pouzdra součástek, která hodlají ve svých výrobcích užít měla

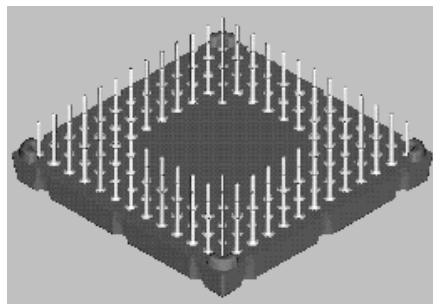
definované parametry, zachovávala určité standardy. Proto s nimi rozhodující světoví výrobci IO konzultují a účastní se standardizačních aktivit v národních i světové normalizační instituci. Tou je v IEC – *Int'l Electrotechnical Commission* (<http://www.iec.ch>), technický výbor (*Technical Committee*) TC-47, který ve své subkomisi SC-47D koordinuje činnost jednotlivých národních normalizačních institucí v této oblasti tak, aby byla možná např. mechanická záměna a automatické osazování. V USA se touto problematikou zabývá v rámci Asociace elektronického průmyslu EIA (*Electronic Industry Association*) skupina JC-11 JEDEC (*Joint Electronic Device Committee*), v Japonsku jsou tyto aktivity organizovány Výborem pro technickou standardizaci pouzder polovodičových součástek EE-13, který náleží do Asociace japonského elektronického průmyslu EIAJ (*Electronic Industry Association of Japan*)



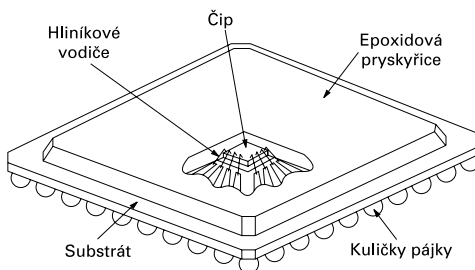
Obr. 28 - Jednořadé plastové pouzdro (SIP)



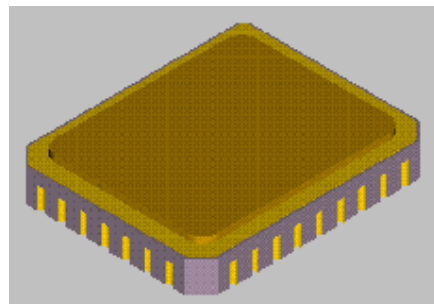
Obr. 29 - Jednostranné dvouřadé pouzdro (ZIP)



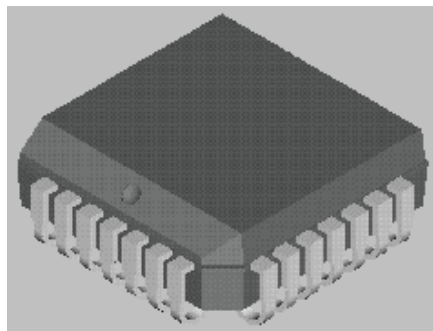
Obr. 30 - PPGA
– plastové pouzdro PGA



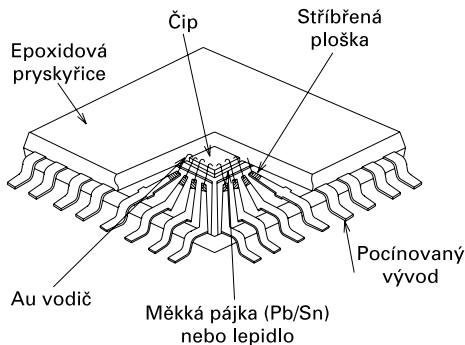
Obr. 31 - Pohled do plastového pouzdra BGA s vývodovými kuličkami



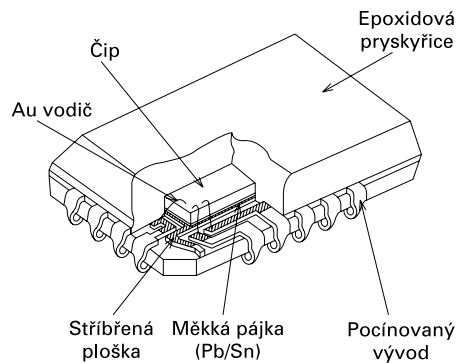
Obr. 32 - "Bezvývodový" keramický nosič čipu – LCCC



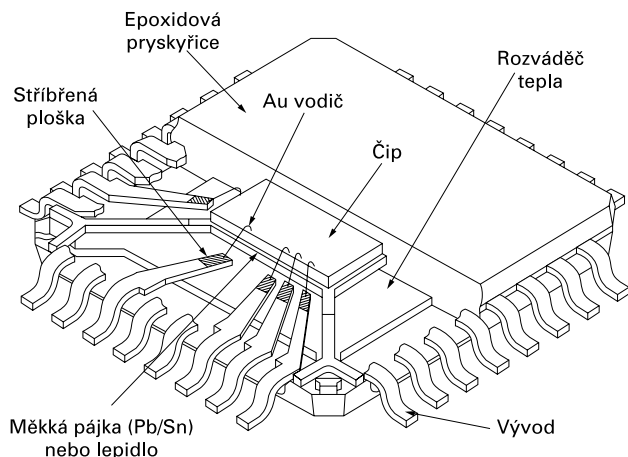
Obr. 33 - Plastový nosič čipu – PLCC



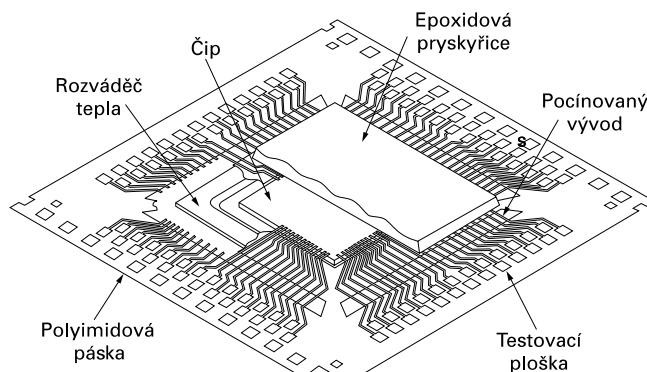
Obr. 34 - Pohled do plastového čtyřstranného plochého pouzdra PQFP (s vývody tvaru L)



Obr. 35 - Pohled do plastového čtyřstranného plochého pouzdra QFJ (s vývody tvaru J)



Obr. 36 - Pohled do plastového čtyřstranného plochého pouzdra HQFP



Obr. 37 - Pohled do plastového čtyřstranného plochého pouzdra QTP

Pouzdra v literatuře a na Internetu

Cílem těchto článků nebylo (ani být nemohlo) jít do detailů a popisovat podrobně jednotlivá z četných pouzder a jejich užití. K tomu chybí jak prostor, tak šíře tématu i praxe autora v tomto směru. Pokud se tedy čtenář dostane do situace, kdy potřebuje opravdu konkrétní a přesná data, doporučujeme, aby využil např. některý z v závěru uvedených literárních pramenů, nejlépe však moderních prostředků šíření informací. Běžné jsou nyní CD-ROM, s kompletními katalogy výrobců IO, případně jejich dodavatelských firem. Na nich, s pomocí tam umístěného vyhledávacího prostředku, nalezneme katalogové listy, jejichž nedílnou součástí jsou i potřebné informace o pouzdrech v nichž je součástka dodávána. Provedení mnoha pouzder nalezneme i v [15].

Konečně, úplně nejlepší je využít, máme-li ovšem tuto možnost, Internet a najít si domovskou stránku výrobce součástky, která nás zajímá a na ní téměř určitě nalezneme mimo katalogového listu rubriku označenou jako "Packaging" nebo "Package" (případně se k ní dostaneme pomocí vyhledávací funkce na stránce – "search"), kde získáme informace o pouzdrech, která firma používá, většinou včetně výkresů s rozměry. V případě zájmu o význam dalších četných zkratků užívaných pro pouzdra lze také doporučit všestrannou webovou stránku zaměřenou na informace o polovodičových součástkách Chip Directory. (<http://www.xs4all.nl/~ganswijk/chipdir/chipdir.htm>). Adresy z nichž bylo při tvorbě tohoto seriálu čerpáno, jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů.

Závěr seriálu

Jak jsme již uvedli výše, cílem tří pokračování článku nebylo, byť jen zmínit, alespoň většinu současně užívaných pouzder, přičemž jsme zcela vynechali např. pouzdra pro vysokofrekvenční a hybridní IO, nezabývali jsme se ani diodami. Jak jsme již rovněž zmínili, přes veškeré standardizační snahy mohou být v provedení a značení pouzder mezi jednotlivými výrobci rozdíly. Je proto vždy žádoucí přesvědčit se o tvaru a rozměrech přímo v dokumentaci konkrétního výrobce. Po-

kud jsme některým čtenářům přes tato omezení pootevřeli okno do této, v literatuře pro amatérské elektroniky poněkud opomíjené oblasti jejich koníčka, bude to jistým zadostiučiněním.

Prameny:

- [1] *Integrované obvody. Základní rozměry.* ČSN 35 8720 část 2.
- [2] *Integrované obvody. Názvosloví a definice. Část 1 – Technologie.* Tesla VÚST A. S. Popova. 1977
- [3] *Mitsubishi Integrated Circuit Packages* – viz [6]
- [4] J. Zimmer: *Aufstieg der Chip Size Packages.* *Elektronik* č. 21, 1999, s. 100–104
- [5] *Budoucnost technologie pouzdření integrovaných obvodů. Sdělovací technika* č. , 1998, s. 3–6
- [6] *Internetové stránky firem: Fairchild Semiconductor* – <http://www.fairchildsemi.com>, *Fujitsu* – <http://www.fujitsu.co.jp>, *Hitachi* – <http://semiconductor.hitachi.com>, *Intersil* – <http://www.intersil.com>, *Linear Technology* – <http://www.linear.com>, *Maxim* – <http://www.maxim-ic.com>, *Micrel* – <http://www.micrel.com>, *Mitsubishi* – <http://www.mitsubishichips.com>, *National Semiconductor* – <http://www.national.com>, *NEC Europe* – <http://www.nec.de>, *Texas Instruments* – <http://www.ti.com>
- [7] M. Havlíček: *Osobní počítače a základy elektroniky anglicky.* BEN Technická literatura 1997
- [8] P. Valášek, R. Loskot: *Polovodičové paměti.* BEN – technická literatura, Praha 1988
- [9] J. Šandera, J. Starý: *Technika povrchové montáže. Amatérské Rádio řada B*, č. 5/1995
- [10] I. Adamčík: *Struktury a technologie mikroelektroniky.* Vydavatelství ČVUT 1996
- [11] W. Scheel: *Die Leiterplatte und ihre elektro-optische Zukunft.* *Elektronik* č. 22/1999, s. 96–103.
- [12] H. Reichl, J. Wolf, K.-D. Land: *Packaging Trends High-Tech im Kleinstformat.* *Elektronik* č. 12/1998, s. 48–58.
- [13] J-P Moscicki: *CSP-BGA-Gehäuse: Die Kleinsten der Kleinen.* *Elektronik* č. 12/1998, s. 58–61
- [14] *Hitachi Semiconductor Package Data Book.* 6. vydání, září 1999. *Semiconductor & Integrated Circuit Hitachi, Ltd.* – viz [6]
- [15] *Součástky pro elektroniku. Katalog GM Electronic spol. s r.o. pro rok 2000*

Informace o polovodičových součástkách v našich časopisech

Gustav Míl — 2. část

typ	funkce	časopis	més./rok				
A2005V	zesilovač výkonu NF, dvojitý : aplikace	AR A	I-96	AN6884	budič 5 x LED - log průběh + aplikace	AR A	I-97
A277D	budič řádky 12 LED: aplikace	AR A	I-96	MAX038	generátor tvarových kmitů : aplikace	AR A	I-97
LM3886T	zesilovač výkonu NF	AR A	I-96	U4221B	přijímač AM přímozesilující pro DCF77	AR A	I-97
TDA2005	zesilovač výkonu NF můstkový, 20W : aplikace	AR A	I-96	U4224B	přijímač s přímým zesílením, 60-80 kHz + aplikace	AR A	I-97
U2402B	AKU regulátor nabíjení NiCd a NiNH	AR A	I-96	TBA820M	zesilovač výkonu NF 2W	AR B	I-97
555 B555D NE555	časovač - aplikace v 9 zajímavých zapojení	KE	I-96	TDA1904	zesilovač výkonu NF 4W	AR B	I-97
LP2954	stabilizátory Uss, nízkoztrátový : aplikace	KE	I-96	TDA1905	zesilovač výkonu NF 5W	AR B	I-97
LR645N3	stabilizátor Uss, nízkoztrátový, - 8V ze 400V	KE	I-96	TDA1908	zesilovač výkonu NF- modernizace TBA 810	AR B	I-97
MAX600	měníč AC/DC se stabilizátorem: aplikace	KE	I-96	TDA1910	zesilovač výkonu NF, Multiwatt11	AR B	I-97
MAX662	měníč DC/DC napětí s nábojovou pumpou: aplikace	KE	I-96	TDA2003	zesilovač výkonu NF, 10W	AR B	I-97
TDA7370	zesilovač výkonu NF čtyřnásobný, Multiwatt15 : aplikace	KE	I-96	TDA2004A	zesilovač výkonu NF 20W	AR B	I-97
LM13700	OZ s proměnnou přenos.vodivostí: aplikace	AR A	II-96	TDA2005	zesilovač výkonu NF můstkový, 20W	AR B	I-97
M51132L	potenciometr elektronický	AR A	II-96	TDA2006	zesilovač výkonu NF 12W	AR B	I-97
M5283	potenciometr elektronický	AR A	II-96	TDA2007A	zesilovač výkonu NF 2x6W	AR B	I-97
TSA6057	syntezátor PLL pro AM FM přijímače : aplikace	AR A	II-96	TDA2008	zesilovač výkonu NF 12 W	AR B	I-97
U217B	regulátor výkonových spotřebičů	AR A	II-96	TDA2009A	zesilovač výkonu NF 2x12W	AR B	I-97
U217B	regulátor výkonových spotřebičů + aplikace	AR A	II-96	TDA2030	zesilovač výkonu NF 14W	AR B	I-97
X9Cxxx	potenciometr elektronický	AR A	II-96	TDA2040	zesilovač výkonu NF 22W	AR B	I-97
LM3915	budič řádky 10 LED : aplikace	AR B	II-96	TDA2050	zesilovač výkonu NF 28W	AR B	I-97
UM92870	DTMF přijímač: aplikace	PE	II-96	TDA2051	zesilovač výkonu NF 40W	AR B	I-97
XR2240	časovač pro dlouhé časy : aplikace	PE	II-96	TDA2052	zesilovač výkonu NF 40W	AR B	I-97
LM3914 15 16	budič LED : parametry, aplikace	AR A	III-96	TDA2822 TDA2824	zesilovač výkonu NF2x1,7W	AR B	I-97
NE5534	zesilovač NF korekční	AR B	III-96	TDA2835	zesilovač výkonu NF 1,6W	AR B	I-97
TDA1510	zesilovač výkonu NF 2x9W : aplikace	AR B	III-96	TDA7231	zesilovač výkonu NF 1,8W	AR B	I-97
TDA1515BQ	zesilovač výkonu: popis, aplikace	AR B	III-96	TDA7233	zesilovač výkonu NF 1,7W	AR B	I-97
TDA1524A	zesilovač stereo korekční + aplikace	AR B	III-96	TDA7235	zesilovač výkonu NF 1,6W	AR B	I-97
TDA2004	zesilovač výkonu NF 2x10W : aplikace	AR B	III-96	TDA7240A TDA7241B	zesilovač výkonu NF 20W	AR B	I-97
TDA2005	zesilovač výkonu NF můstkový, 20W : aplikace	AR B	III-96	TDA7245 TDA7245A	zesilovač výkonu NF 4 a 6W	AR B	I-97
TDA2007	zesilovač výkonu NF 2x6W : aplikace	AR B	III-96	TDA7253	zesilovač výkonu NF 8W	AR B	I-97
TDA2009	zesilovač výkonu NF 8W : aplikace	AR B	III-96	TDA7256	zesilovač výkonu NF 22W můstkový pro auta	AR B	I-97
TDA4292	regulátor hlasitosti, zabarvení a stereováhy: aplikace	AR B	III-96	TDA7261	zesilovač výkonu NF 25W	AR B	I-97
TDA3857	procesor kvaziparalelní + aplikace	PE	III-96	TDA7262	zesilovač výkonu NF stereo 22W	AR B	I-97
CS8130	IČ obvod přenosu dat	AR A	IV-96	TDA7263 TDA7263M	zesilovač výkonu NF stereo 2x12W	AR B	I-97
MAA436	IO pro řízení triaků	AR A	IV-96	TDA7264	zesilovač výkonu NF stereo 2x25W	AR B	I-97
TDA1516Q	zesilovač výkonu NF 2x5 W: aplikace	AR A	IV-96	TDA7265	zesilovač výkonu NF 2x15W	AR B	I-97
L4970A	regulátor spínaného zdroje, schema + aplikace	PE	IV-96	TDA7266	zesilovač výkonu NF 2 x můstek v Multiwatt 15	AR B	I-97
MN3001 až MN3210	registru posuvný + aplikace	AR A	V-96	TDA7267	zesilovač výkonu NF 2W	AR B	I-97
PIC16C56	mikroprocesor : aplikace	AR A	V-96	TDA7268	zesilovač výkonu NF 2x2W	AR B	I-97
UM3482	generátor melodií: aplikace	AR A	V-96	TDA7269	zesilovač výkonu NF 2x10W	AR B	I-97
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - čítač	PE	V-96	TDA7294	zesilovač výkonu NF 70W	AR B	I-97
LM3915	budič řádky 10 LED : indikace vybuzení s log.stupnicí	PE	V-96	TDA7295	zesilovač výkonu NF 50W	AR B	I-97
U4224B	přijímač s přímým zesílením, 60-80 kHz	AR A	VI-96	TDA7296	zesilovač výkonu NF 30W	AR B	I-97
UE2124 UE2125	přijímač časového signálu DCF77	AR A	VI-96	TDA7297	zesilovač výkonu NF stereo 2x10W	AR B	I-97
UM92870	DTMF přijímač: aplikace	AR A	VI-96	TDA7298	zesilovač výkonu NF 40W	AR B	I-97
LM3876	zesilovač výkonu NF: popis, parametry, aplikace	PE	VI-96	TDA7299	zesilovač výkonu NF 2x7,5W	AR B	I-97
A225D	zesilovač MFpro zvukový kanál: aplikace	PE	VII-96	TDA7350A	zesilovač výkonu NF 6,5W pro auta	AR B	I-97
A290D	dekodér stereo signálu : aplikace	PE	VII-96	TDA7360	zesilovač výkonu NF 6,5W pro auta	AR B	I-97
MAX139	převodník A/D 12b : aplikace pro měření teploty	PE	VIII-96	TDA7362	zesilovač výkonu NF 2 x 6,5W pro auta	AR B	I-97
PIC16C54	mikrořadič : aplikace	PE	VIII-96	TDA7499	zesilovač výkonu NF stereo 2x10W	AR B	I-97
REF195	zdroj referenčního ss napětí 5V + aplikace	PE	IX-96	8749	mikropočítač : aplikace	KE	I-97
SL486	dálkové ovládání IČ - přijímač : aplikace	PE	IX-96	8749	mikropočítač : aplikace	KE	I-97
A277D	budič řádky 12 LED: aplikace - 2xIO v kaskádě	PE	X-96	DS1666 DS1667	potenciometr elektronický	PE	I-97
AT89C1051	mikropočítač : aplikace - kódový zámek	PE	X-96	LM13700	OZ s proměnnou přenos.vodivostí : aplikace-wattmetr	SK	I-97
AT89C2051	mikropočítač : aplikace - tester serv pro modeláře	PE	X-96	LM35	čidlo teploty	SK	I-97
DS1669	potenciometr elektronický	PE	X-96	LM3914	budič LED : aplikace-měřicí přístroj	SK	I-97
DS1802	potenciometr elektronický - dvojitý	PE	X-96	A290D	dekodér stereo signálu : aplikace	AR A	II-97
MC68HC705K1	mikroprocesor : aplikace-program, regulátor teploty	PE	X-96	AD606	demodulátor logaritmický: aplikace	AR A	II-97
MH1KK1	IO pro bezkontaktní klávesnice : apl.-převodník kódu 1/16	PE	X-96	AT89C2051	mikropočítač : aplikace-selektivní volba DTMF	AR A	II-97
D348	dekodér BCD na sedmissegmentové zobrazení : aplikace	PE	XI-96	TDA7088T	přijímač FM	AR A	II-97
TDA1524A	zesilovač stereo korekční : aplikace	PE	XI-96	UM92870	DTMF přijímač - aplikace	AR a	II-97
TLC7135	převodník A/D pro DVM 4 1/2 místné : aplikace DVM	PE	XI-96	KA2206B	zesilovač výkonu NF 2 x 2,3 W	AR B	II-97
4046	PLL : vnitřní schéma, popis, aplikace	PE	XII-96	LM12	zesilovač výkonu NF 1 x 80W TO3	AR B	II-97
80C51	mikroprocesor : aplikace-přijímač DCF77	AR A	I-97	LM1875	zesilovač výkonu NF 25W	AR B	II-97
				LM1877	zesilovač výkonu NF 2x1,3 W	AR B	II-97

LM1896	zesilovač výkonu NF můstkový 1,1W	AR B	II-97	NE572	kompendér dvoukanalový : konst.dokumentace	AR A	V-97
LM2876	zesilovač výkonu NF 25W, špičkový 75W	AR B	II-97	SSM2015	zesilovač NF nízkofrekvenční : aplikace	AR A	V-97
LM2877	zesilovač výkonu NF 2 x 4,5W	AR B	II-97	AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro dálkové ovládání	PE	V-97
LM2878	zesilovač výkonu NF 2 x 5,5W	AR B	II-97	AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro čítač do 30 MHz	PE	V-97
LM2879	zesilovač výkonu NF 2 x 8W	AR B	II-97	MAX471 MAX742	zesilovač citlivý na proud : aplikace pro AKU	PE	V-97
LM2896	zesilovač výkonu NF můstkový 1,1W	AR B	II-97	MT8870	DTMF přijímač : aplikace pro dálkové ovládání	PE	V-97
LM380	zesilovač výkonu NF 1 x 2,5W	AR B	II-97	SAA5231	TV obvod - teletextový procesor : aplikace	PE	V-97
LM383 LM383A	zesilovač výkonu NF 1 x 5W	AR B	II-97	SAA5243H	TV obvod - dekodér teletextu : aplikace	PE	V-97
LM384	zesilovač výkonu NF 1 x 5,5W	AR B	II-97	SAB6456	dělič kmitočtu 64/256 : aplikace	PE	V-97
LM386	zesilovač výkonu NF 1W	AR B	II-97	TMS3637	dálkové ovládání, přijímač, vysílač	PE	V-97
LM3875	zesilovač výkonu NF 56W	AR B	II-97	80C552	mikroprocesor Philips + aplikace-fiducí jednotka	AR A	VI-97
LM3876	zesilovač výkonu NF 56W	AR B	II-97	LM566	oscilátor řízený napětím	AR A	VI-97
LM388	zesilovač výkonu NF 2,2W	AR B	II-97	MC1496	modulátor a demodulátor - symetrický : aplikace	AR A	VI-97
LM3886	zesilovač výkonu NF 60 W + aplikace	AR B	II-97	NE572	kompendér dvoukanalový : aplikace	AR A	VI-97
LM389	zesilovač výkonu NF 0,5 W	AR B	II-97	HT1004A	detektor napětí s nastavením	KE	VI-97
LM390	zesilovač výkonu NF 0,9 W	AR B	II-97	HT10xx	stabilizátory Uss, sériové	KE	VI-97
LM391	zesilovač NF - budič pro výkonové stupně	AR B	II-97	HT1300A	hodinkový obvod pro analogové hodiny	KE	VI-97
LM4700	zesilovač výkonu NF 30W	AR B	II-97	HT1315	spínač intervalový 1 až 12 hodin	KE	VI-97
LM4860	zesilovač výkonu NF můstkový 1,1W	AR B	II-97	HT1391	hodinkový obvod pro digit.hodiny s LED	KE	VI-97
LM4861	zesilovač výkonu NF 0,5 W	AR B	II-97	HT1xxx	hodinkový obvod	KE	VI-97
LM4862	zesilovač výkonu NF můstkový 0,7 W	AR B	II-97	HT201xx	budič 1 x LED	KE	VI-97
LM4880	zesilovač výkonu NF 2 x 0,25 W	AR B	II-97	HT2021	budič 2 x LED	KE	VI-97
LM831	zesilovač výkonu NF můstkový 0,22 W	AR B	II-97	HT203xx	budič 3 x LED	KE	VI-97
STK4231xx	zesilovač výkonu NF 2 x 90 až 100 W	AR B	II-97	HT2040A	IO pro vánoční světelné efekty	KE	VI-97
TDA7250	zesilovač NF stereo - budič výkonových tranzistorů	AR B	II-97	HT205xx	budič 5 x LED	KE	VI-97
TDA7365	zesilovač výkonu NF 2x6W pro auta	AR B	II-97	HT2070A	IO - elektronická kostka a LOTO	KE	VI-97
TDA7370 TDA7375	zesilovač výkonu NF 4 x 6,5W	AR B	II-97	HT2111L	budič LED - pulsní	KE	VI-97
TDA7372A TDA7372B	zesilovač výkonu NF 4 x 6,5 W	AR B	II-97	HT2811	generátor zvuků - gong pro dveřní zvonek	KE	VI-97
TDA7374B	zesilovač výkonu NF 2 x můstek 21 W	AR B	II-97	HT2814	generátor jednoho tónu se sensorovým ovládáním	KE	VI-97
TDA7376B	zesilovač výkonu NF 2 x můstek 25 W	AR B	II-97	HT2843A	generátor 4 zvuků s buzením LED	KE	VI-97
TDA7381	zesilovač výkonu NF 4 x můstek 21W	AR B	II-97	HT2844	generátor 4 zvuků	KE	VI-97
TDA7384A	zesilovač výkonu NF čtyřnásobný,můstkový 21W	AR B	II-97	HT2883 HT2885	generátor 8 zvuků	KE	VI-97
TDA7385	zesilovač výkonu NF čtyřnásobný,můstkový 21W	AR B	II-97	HT2886	generátor 8 zvuků	KE	VI-97
TDA7390	zesilovač výkonu NF 1x můstek 25W	AR B	II-97	HT2887	generátor 8 efektů a melodie	KE	VI-97
TDA7391 TDA7396	zesilovač výkonu NF 1x můstek 26W	AR B	II-97	HT311x	IO pro hudební nástroje - piano s 15 klávesami	KE	VI-97
TDA7393 TDA7394	zesilovač výkonu NF 4 x můstek 22W	AR B	II-97	HT3130	IO pro hudební nástroje - piano s 13 klávesami	KE	VI-97
TDA7480	zesilovač výkonu NF 1 x 10W	AR B	II-97	HT3146	IO pro hudební nástroje - piano s 15 klávesami	KE	VI-97
TDA7481	zesilovač výkonu NF 1 x 18W	AR B	II-97	HT3494	IO pro hudební nástroje - multifunkční klávesový nástroj	KE	VI-97
TEA2025B	zesilovač výkonu NF 2 x 2,3 W	AR B	II-97	HT381xx	generátor zvuků - 2 tóny	KE	VI-97
4046	PLL : informace pro aplikace	PE	II-97	HT3820x	generátor zvuků - 2 tóny	KE	VI-97
8748	mikroprocesor : aplikace pro termostaty	PE	II-97	HT3890	IO pro záznam zvuku s dobou 11,2 s	KE	VI-97
LM2825	měníč Uss - snižující: zákl.parametry	PE	II-97	HT38xx	generátory melodií	KE	VI-97
LM4830	IO pro audio komunikační systém 2W: zákl.parametry	PE	II-97	HT48700	mikroprocesor 8 bit	KE	VI-97
LM60	čidlo teploty: hlavní parametry	PE	II-97	HT6515	IO pro optomechanickou myš k PC	KE	VI-97
LM75	čidlo teploty+A/D převodník: hlavní parametry	PE	II-97	HT71xx HT72xx	stabilizátory Uss, sériové	KE	VI-97
MAX1649	měníč DC/DC spínaný : aplikace	PE	II-97	HT73xx	stabilizátory Uss, sériové s detektorem úbytku	KE	VI-97
MAX639	měníč DC/DC : aplikace	PE	II-97	HT7610 HT7620	čidlo pohybu s ovladačem světla	KE	VI-97
MMA540G	čidlo zrychlení : základní parametry, popis	PE	II-97	HT7700	stmívač lineární s tlačítkovým a dotykovým ovlád.	KE	VI-97
LM35	čidlo teploty : aplikace	SK	II-97	HT7703	stmívač s dotykovým ovládáním	KE	VI-97
LM3915	budič řádky 10 LED : aplikace	SK	II-97	HT7704	stmívač s dotykovým ovládáním	KE	VI-97
TDA2005	zesilovač výkonu NF můstkový, 20W	SK	II-97	HT7706	stmívač s tlačítkovým ovládáním	KE	VI-97
AN6884	budič 5 x LED - log průběh : aplikace	AR A	III-97	HT7712B	stmívač se sensorovým ovládáním	KE	VI-97
DS1202	PC obvod reálného času	AR A	III-97	HT7713B	stmívač se krokovým řízením jasu	KE	VI-97
ISD1016 až ISD33240	IO pro záznam NF signálu	AR A	III-97	HT8030x0	synthesátor zvukový s PCM	KE	VI-97
TDA1029	přepínač 4 stereo signálů	AR A	III-97	HT81501	generátor 8 rytmů a 8 bubnů	KE	VI-97
TDA1092	přepínač signálu 4 kanálový	AR A	III-97	HT81R30	IO pro záznam zvuku s pamětí EPROM	KE	VI-97
AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro dálk.ovl. antény	PE	III-97	HT8650 HT8654	záznamník zpráv s pamětí DRAM	KE	VI-97
PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro intervalový spínač	PE	III-97	HT8950	IO pro zvýšení a snížení kmitočtu zvuků	KE	VI-97
SA1057	synthesátor VKV přijímače, zákl.vlastnosti: aplikace	PE	III-97	HT9170	DTMF - přijímač	KE	VI-97
SAA3010	dálkové ovládání - vysílač: aplikace	PE	III-97	HT9200	DTMF - vysílač	KE	VI-97
TSS400	procesor signálový nízkonapěťový	PE	III-97	HT9215R	tř. obvod pro tónovou a pulsní volbu	KE	VI-97
LM1894	omezovač šumu dynamický: konstrukční dokumentace	AR A	IV-97	HT9260	kodeč/dekodeč PCM s filtry	KE	VI-97
LM1971	potenciometr elektronický	AR A	IV-97	HT9290	tř. obvod-programovatelné vytáčení čísla	KE	VI-97
LM1972	potenciometr elektronický dvojité	AR A	IV-97	HT93LCxx	paměti	KE	VI-97
LM1973	potenciometr elektronický trojitý	AR A	IV-97	AT89C2051	mikropočítač : aplikace pro selektivní vložbu	PE	VI-97
80C32	mikroprocesor : aplik. - univers. terminál a mikropočítač	KE	IV-97	MT8870	DTMF přijímač: aplikace pro selektivní volbu	PE	VI-97
LM1830	čidlo kapalin : popis, vlastnosti, vnitřní schéma	PE	IV-97	PIC16C57	mikroprocesor : aplikace pro zabezp. zařízení	PE	VI-97
PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro hrací kostku	PE	IV-97	TC620 TC621	čidlo teploty s nastavením mezí pro regulaci	PE	VI-97
PIC16C54	mikrořadič : aplikace pro selektivní volbu	PE	IV-97	DS1202	PC obvod reálného času	AR A	VII-97
TDA7088T	přijímač FM, zákl. údaje + aplikace	PE	IV-97	DS1620	čidlo teploty s digit.výstupem	AR A	VII-97
UM92870	DTMF přijímač: aplikace pro selektivní volbu CB	PE	IV-97	NE602	směšovač dvojité vyvážený a oscilátor	AR A	VII-97

- dokončení příště -

Jak se rodí profesionální plošné spoje

Ing. Jiří Špot

Série článků, která v tomto čísle začíná vycházet, má tento obsah: 1. Úvod – obecné představy kontra praxe; příklad: výrobní postup dvouvrstvé DPS; 2. Výroba a technologie – jedno, dvou a vícevrstvé desky s plošnými spoji; 3. Výrobní podklady – technologické okolí, kvalita předloh; 4. Data – formáty dat pro výrobu, postprocesory; 5. Návrhové systémy a úloha konstruktéra; 6. Kreslení elektrických schémat, příprava pro návrh plošných spojů, konstrukční práce; 7. Závěr – srovnání přístupů “samodomo” a “profi”, cenové relace profi desek.

1. Úvod

Představy amatérské (a bohužel i části odborné) veřejnosti o výrobě desek s plošnými spoji jsou značně mlhavé. Setkávám se pravidelně s názorem, že výroba spočívá ve vyleptání, maximálně v povrchové úpravě lakováním... Skutečnost je ale úplně jiná – například výroba dvouvrstvé desky s pokovenými otvory čítá přes 40 (!!!) technologických operací.

Z výše uvedených představ vychází i obecně vžitá představa o spíše symbolické ceně za plošný spoj – „Vždyť už jen součástky stály tolik peněz...“ Opak je ale (pro některé zákazníky nepochopitelně bolestnou) pravdou. Stačí si jen uvědomit jednoduchou věc: zatímco součástky se chrlí v milionových či spíše v miliardových sériích, plošný spoj je vždy víceméně unikátní záležitost! A to navíc s nezanedbatelným podílem kvalifikované lidské, tedy patřičně drahé práce...

V tomto článku a jeho pokračování bych chtěl čtenářům sdělit základní postup a pravidla zpracování projektu s ohledem na profesionální výrobní postupy jednovrstvých a vícevrstvých desek s plošnými spoji, včetně většinou opomíjených ekonomických a ekologických souvislostí.

Poznámka: vzhledem k tomu, že pro názvosloví některých dále popisovaných operací a materiálů nejsou dosud zavedeny žádné závazné normy, jsou dále použity vžité názvy s vysvětlivkou v závorce, případně slangové názvy v uvozovkách...

1.1. Základní principy výroby

Hlavním rozdílem mezi amatérskou a profesionální výrobou desek s plošnými spoji je pořadí dvou základních operací – vrtání a expozice motivu. Zatímco u amatérské výroby je vrtání na posledním místě, u profi výroby je tomu právě naopak.

Přířez desky (zpravidla obdélníkový kus sklola-minátu, ze kterého se bude vyrábět jedna deska nebo skupina desek s plošnými spoji) je nejprve vyvrtán, poté galvanicky pokoven mědí a zbaven nečistot kartáčováním. Dále se nanáší fotocitlivá vrstva, tzv. “fotorezist” nebo “rezist”, a následuje osvit motivů plošných spojů. Po vyvolání a odstranění nepotřebných částí fotocitlivé vrstvy je přířez znovu galvanicky pokoven, tentokrát nejprve mědí a poté cínem. Následuje odstranění zbylých částí fotocitlivé vrstvy a odleptání mědi, odstranění galvanického cínu – tzv. “strip” (provádí se chemickou cestou – odleptáním).

Pokud bude nanesena nepájivá maska, následuje obdobná fotografická cesta – nanesení fotocitlivé vrstvy, osvit, odkrytí pájecích plošek a jiných neza-

maskovaných ploch odleptáním fotocitlivé vrstvy, vytvrzení nepájivé masky teplem v peci. Nyní může být obdobným způsobem nebo sítotiskem nanesen servisní potisk. Další operací je galvanické zclacení přímých konektorů a jejich zakrytí před žárovým přetavením – tzv. “Hal”.

Poslední operací je odstranění technologického okolí stříháním, frézováním, řezáním.

Tolik alespoň nejstručnější představa o výrobě. Je třeba si ještě uvědomit, že při zmíněných technologických krocích se používají nebezpečné chemi-



Plně automatizovaná osvitová jednotka

kálie na bázi kyanidů, takže jednotlivé operace jsou odděleny oplachy a neutralizací zbytků chemikálií.

Nedílnou součástí výroby je zpracování odpadů. Veškeré odpadní vody, a není jich málo, musejí být neutralizovány a odleptané kovy vysráženy v neutralizační stanici. Pořízení neutralizační stanice přijde výrobce na nejméně milion korun, provoz také není zrovna laciný. Výsledný odpad je odvážen specializovanými firmami a (za nezanedbatelné částky) ekologicky likvidován.

1.2. Příklad výroby dvouvrstvé desky s plošnými spoji – provedení s nepájivou maskou

Toto provedení desek s plošnými spoji je v praxi nejčastější, v následujících bodech jsou podrobněji uvedeny jednotlivé kroky při výrobě, které byly ve stručnosti naznačeny výše.

1.2.1. Kontrola dodaných podkladů pro výrobu a přípravu výroby

Tato kontrola spočívá ve stanovení požadované třídy přesnosti (vychází se z označení TESLA – zhruba odpovídá jeden průchod spoje mezi vývody

integrovaného obvodu DIL čtvrté třídě přesnosti, dva průchody odpovídají páté třídě přesnosti, ...), následuje ověření kvality předloh pro expozici motivů a kontrola souhlasu rozměrů předloh s daty pro vrtání. Stává se totiž, že filmové předlohy jsou dodány v rastru 2,50 mm a vrtání v rastru 2,54 mm...

Na tomto místě bych chtěl zdůraznit, že předlohy zhotovené na laserové tiskárně nebo na kopírce nevyhovují požadavkům na systot a pro IV. a vyšší třídu přesnosti nevyhovují ani rozměrově! (Údajně lze sice využít předlohy na pauzáku napařené nad acetonovými parami, avšak neměl jsem možnost tento proces osobně vyzkoušet, takže se k němu ani nemohu vyjádřit. Nicméně: v PROFESIONÁLNÍ výrobě – a i z hlediska časové stálosti a archivace – neexistuje jakákoli náhrada filmů).

Poslední operací přípravy výroby je nastříhání potřebného počtu přířezů, tj. dílů materiálu s rozměry desky včetně technologického okolí, a vyvrtání děr pro vodičí kolíky. (Ty se používají pro sesouhlasení polohy při vrtání více přířezů najednou a při výrobě vícevrstvých desek s plošnými spoji.)

1.2.2. Vrtání a začištění přířezů

Číslicově řízené souřadnicové vrtačky umožňují vrtat současně až tři přířezy na jedno vřeteno, tj. u dvouvřetenové vrtačky šest kusů najednou.

Za zmínku stojí, že je možné zvolit řezné parametry (otáčky, rychlost vertikálního posuvu při vrtání a při opouštění vyvrtané díry) pro jednotlivé vrtačky. Vřetenem je miněna součást vrtačky, která obsahuje pohonné jednotky pro sklídění, vertikální posun, upínání a výměnu vrtáků. Součástí vřetena je odtah pilin, případně optický zaměřovač, pokud je vrtačka uzpůsobena pro odečítání souřadnic děr z předlohy na pracovním stole (obvykle se toto odečítání nazývá digitalizace). Jistou zajímavostí je konstrukční uspořádání vrtaček – vřetena jsou umístěna pevně nad pohyblivým pracovním stolem, který pojíždí na přesně opracované mramorové základně. Celkové rozměry vrtaček jsou například 2,5 × 3 m při výšce 1,5 m (dvouvřetenová Excellon). K tomu je nutné přičíst prostory pro obsluhu, materiál, kompresor, vysavač a řídicí jednotku – a dostáváme se na plochu slušně velkého obývacího pokoje či spíše “panelákového” bytu.

Při návrhu spojů je nutné zohlednit tu skutečnost, že pokud se jednotlivé díry (úplně nebo částečně) překrývají, dochází ke zbytečnému lámání vrtáků. Potřebujeme-li v desce drážku, postačí obsluze zadat počáteční a koncové souřadnice; vrtačky většinou umožňují takovou drážku vyfrézovat pomocí vlastní-



Kompletní galvanická linka

ho programového vybavení (firmware), které optimalizuje řezné parametry pro zvolený vrták či frézu.

Po vyvrtání musí být přířezy dokonale zbaveny všech nečistot a odvrtaných částí materiálu. Na pečlivosti této operace závisí kvalita galvanického pokovení otvorů. Používají se kartáčovací stroje různého provedení.

1.2.3. Galvanické pokovení

Před vlastním pokovením jsou přířezy ponořeny do odmašťovací lázně a řádně opláchnuty. Následuje další lázeň, která má za úkol aktivovat povrch měděného plátování. Po oplachu je přířez vložen do třetí lázně, která měď mírně povrchově naleptá. Tato operaci se říká "aktivace mědi".

Po oplachu jsou přířezy zavěšeny do galvanické lázně, kde se nanáší základní vrstvička mědi na celý povrch materiálu. To je operace, na jejíž kvalitě závisí celá další výroba. Právě zde se pracuje s kyanidy a dalšími nebezpečnými chemikáliemi. Po oplachu se přířezy zavěsí do další lázně, kde se vrstva mědi zesiluje. Dvojí nanášení mědi vytvoří na celém povrchu přířezu základní mikrovrstvu mědi, která se bude dále ještě zesilovat.

Je třeba si uvědomit, že právě kvalita pokovení otvorů v přířezu ovlivňuje spolehlivost desek s plošnými spoji a tím i celého zařízení. Nejcitlivější je situace u nejmenších otvorů – průchodů mezi vodivými vrstvami; zrnitost lázně musí být tak jemná, aby se chemikálie dostala v dostatečném množství k celému povrchu otvoru. Výrobci si nechávají pokovení mikroskopicky kontrolovat na výbrusech vzorků. Na základě výsledků pak upravují technologii pokovování – složení chemikálií, nastavení časů a teplot jednotlivých operací, ...

Při stále se zvyšující hustotě plošných spojů se rozvíjejí další technologie – vrtání laserem, vyloučení lidského faktoru, optické testy, nároky na čistotu prostředí, často převyšující nároky na čistotu operačních sálů, ...

Závěrečnou operací v tomto kroku je neutralizace a důkladné oplachy zbytků chemikálií.

1.2.4. Expozice motivů plošných spojů

Na pokovené přířezy se nanáší fotocitlivá vrstva – buď sitotiskem, clonou (představte si jakýsi vodoпад, seřazený na tenkou jednotlou padající plochu; tou projede přířez právě tak rychle, aby se rovnoměrně pokryl jeho povrch tenkou vrstvou padající chemikálie), nebo ve formě fólie. Na fotocitlivou vrstvu se přikládají a fixují předlohy vodivých obrazců. Tato operace se provádí "ručně". Pracovníci přikládají filmové předlohy na přířez podle usazovacích značek v technologickém okolí desek a fixují je proti posunu samolepicí páskou. Vlastní expozice se provádí

v podtlakovém rámu ultrafialovým světlem. Podtlakem je docíleno dokonalého přilehnutí předloh na exponovanou desku; jako zdroj světla se používají výbojky od 500 W, z čehož vyplývají požadavky na kvalitu (sylost) předloh – viz výše.

Zde bych se zmínil o jen zdánlivé maličkosti: předlohy jsou zhotoveny tak, aby emulze s motivy přiléhala k fotocitlivé vrstvě. V opačném případě hrozí podsvícení, což u tenkých spojů a silnějšího filmu může vést až k přerušení spojů. Je opět na konstruktérovi, zda se rozhodne zhotovit předlohy jako matrice, které se přímo použijí při výrobě, nebo jako originál, ze kterého se zhotovují kontaktní metodou pracovní kopie pro hromadnou výrobu.

Osvícené přířezy se dále vyvolávají a vzniklé nepřesnosti pracovníce retušují. Je nasnadě, že čím dokonalejší je usazení spolu s čistotou prostředí, tím méně je práce při této nezavádělné činnosti. Jistotu pomoci je použití optického testeru, který porovnává motiv spojů v paměti s motivem spojů na testované desce a upozorní na nesrovnalosti, retuš je ale stále doménou lidské pečlivosti ...

Výsledkem této operace je přířez, pokrytý vyvolanou fotocitlivou vrstvou na místech, kde bude dále odleptána měď. Obnažena zůstávají ta místa, kde měď zůstane, tedy spoje, pájecí plošky, plošky průchodů mezi vodivými vrstvami a polygonální plochy. Dodejme ještě, že se používá i proces právě opačný – negativní; v dalším textu se ale přidržíme výše popsaného způsobu s odkrytými vodivými plochami.

1.2.5. Galvanické zesílení mědi a nanesení cínu

Teprve v tomto okamžiku se galvanická měď zesiluje, typicky na 0,05 mm. Z toho vyplývá, že průměr pokovených děr je o 0,1 mm menší, než děr vrtaných, a že je potřeba na tuto skutečnost myslet při tvorbě dokumentace pro vrtání.

Důvod, proč se měď zesiluje z původní mikrovrstvy na výslednou tloušťku až v tomto okamžiku, je jasný: zesílí se pouze odkrytá plocha motivů, tj. výsledná měděná plocha (otvory, spoje, pájecí plošky, ...), která se nebude následně odleptávat. Spotřeba chemikálií se tak redukuje na nezbytně nutnou část podle podílu stávající a odleptávané plochy. S tím souvisí i nastavení elektrického proudu v galvanickém procesu, který musí odpovídat pokovované ploše – z tohoto důvodu obsahují některé návrhové systémy modul pro výpočet "plochy mědi". Po oplachu a aktivaci mědi se ještě galvanicky

nanese cín, který dále slouží jako ochrana při konečném leptání spojů.

1.2.6. Odstranění fotocitlivé vrstvy a odleptání mědi

Nyní je možné odstranit zbylou část fotocitlivé vrstvy a přířezy vložit do leptací lázně. Součástí procesu jsou opět oplachy a kartáčování. Po vyleptání je deska s plošnými spoji hotová v základním provedení; hovorově se toto provedení označuje jako "provedení v cínu" nebo jen "v cínu".

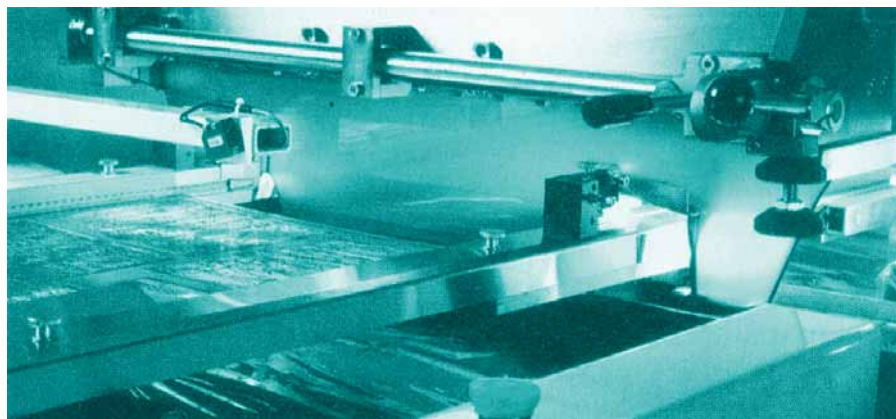
Galvanicky nanesený cín ale není dlouhodobě stabilní, a proto se doporučuje ještě žárové přetavení – technologie Hal. Zlepší se tím pájitelnost desek na delší časový úsek – výrobci ze zákona zaručují 6 měsíců, někteří 12 měsíců, nicméně takto pocínované desky je možné bez problémů pájet i po několika letech. Osobně mám vyzkoušené univerzální desky, které jsem pájel po cca šesti letech...

1.2.7. Nepájivá maska

Nejprve je třeba odstranit galvanický cín; někdy se tato operace vynechává a fotocitlivá vrstva se nanáší ihned – odtud pocházejí názvy "maska na měď" a "maska na cín". Provedení "maska na cín" však není příliš doporučováno; hrozí tzv. "pomarančový efekt", kdy povrch masky na větších plochách zkrabatí. Funkčně není tento efekt na závadu, utrpí ale estetická stránka desky a potažmo celého zařízení; někdy se tato metoda používá na deskách proudově namáhaných, výhodnější je však použít buď materiál se silnějším plátováním mědi, nebo se s výrobcem domluvit na zesílení galvanického pokovení, případně desku pozlatit (převážně pro vř aplikace).

Galvanický cín se odstraňuje chemicky, odleptáním. Tato operace se hovorově nazývá "strip cínu" nebo jen "stripování" či "strip". Součástí procesu jsou nezbytné oplachy a očištění přířezu od zbytků cínu i chemikálií.

K nanášení fotocitlivé vrstvy na přířez se opět používá sitotisk, clona (viz výše) nebo fólie. Dále je postup obdobný jako u motivů spojů. Na přířez se přiloží a fixují předlohy pro nepájivou masku, v podtlakovém rámu se přířezy osvětlí a poté vyvolají – fotocitlivá vrstva se odstraní v místech, která mají být nezamaskována – pájecí plošky, loga, některé texty, ... Plošky průchodů mezi vodivými vrstvami naopak zamaskovány zůstanou! (Výjimečně se na přání zákazníka ponechávají plošky průchodů odmasťované – používá se u prototypů, aby bylo možné tyto plošky využít pro připojení propojek, ...). Alespoň



Detailní pohled na přístroj Ciba Probimage

u konečného provedení profesionálních desek by plošky průchodů zamaskovány zůstat měly, a konstruktér s tím musí počítat při tvorbě technologického okolí pinů, které používá jako průchody.

Připomeňme ještě, že nepájivá maska by neměla sahát až do úplného okraje desky – při stříhu se namáhá a může popraskat. Je tedy na pečlivosti konstruktéra (a je to na první pohled vidět), zda tento fakt vezme v potaz...

Hotovou nepájivou masku je potřeba vytvrdit. To se provádí teplem v elektrické peci při teplotě cca 150 °C po dobu asi půl hodiny. Teplota a čas, případně průběh ohřevu a ochlazování, závisí na konkrétním druhu masky a samozřejmě také na možnostech použité pece. Příliš prudký ohřev nebo ochlazení může způsobit prnutí ve vytvářené masce a tím i zhoršení rovinnosti přířezu.

1.2.8. Konečná úprava

Po vychladnutí jsou přířezy ponořeny do aktivní lázně a žárově přetaveny. Technologie Hal spočívá v krátkém ponoření přířezu do roztaveného cínu. Zde by prudké ohřátí již nemělo způsobit významnější zhoršení přířezu – závisí ovšem na kvalitě použitého materiálu. Stroj pracuje takto: Při ponořování prochází přířez kartáči napouštěnými pájecím roztokem, který zlepšuje přilnavost cínu na měděné plochy. Ponoření v roztaveném cínu trvá několik vteřin a následuje vytažení. Při vytažování prochází přířez tzv. vzduchovým nožem, který profoukne otvory, zanesené cinem a ofoukne přebytečný cín z měděných ploch. Výsledná vrstva cínu musí být jednolitá, lesklá, bez hrbolek nebo kapiček přebytečného cínu. Povrch otvorů musí být též lesklý, bez přebytečného cínu či dokonce zaslepení otvorů.

Závěrečnou operací při výrobě dvouvrstvé desky s nepájivou maskou je odstranění technologického okolí (odstřížením, frézováním, řezáním, příp. drážkováním). Stříhání na padacích nůžkách s optickým systémem je sice nejjednodušší a nejrychlejší, hrany desek je nutné ještě začistit broušením. Řezání diamantovou pilou je alternativou ke stříhání, ořepky na krajích desky jsou menší a začistění jednodušší. Při panelizaci motivů je ale nutné znát sílu použitého pilového kotouče, aby motivy byly od sebe dostatečně vzdáleny; případně lze řezat "na dvakrát", což ovšem výrobce určitě nenadchne...

Frézování výsledného tvaru desky je sice pomalejší, ale je možné zadat prakticky libovolný motiv

obvodu, případně ponechat jednotlivé desky v přířezu na tzv. můstcích, kde zůstanou až do osazení součástkami a zapájení. Teprve poté se jednotlivé desičky vylámou z přířezu a začistí se zbytky můstků. Neodpustí si zde poznamenat, že i někteří renomovaní výrobci (a nejen) spotřební elektroniky se touto operací (začištěním můstků) nezdržují. Koneckonců – stačí otevřít doma vaše "Hi-Fi"...

Drážkování (z obou stran se do přířezu speciální frézou vytvoří drážka ve tvaru písmene V, takže původní tloušťka materiálu se zeslabí na několik desetin milimetru) se používá pro obdélníkové desičky menších rozměrů, které zůstávají pohromadě v přířezu až do osazení součástkami a zapájení. Poté se přířez v místě drážky rozláme.

1.2.9. Shrnutí

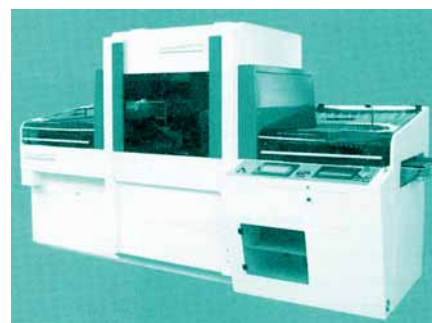
Popsaný způsob výroby desek s plošnými spoji je jedním z mnoha možných; u některých technologií (Aureus) se místo galvanického cínu nanáší zlato a odpadá potom stripování; používají se jak pozitivní, tak negativní cesty fotografického přenosu obrazců, ...

Z výše popsaného technologického postupu je nasnadě, že desky s pokovenými (nesprávně "s pokovenými") – to by musely být úplně plně kovu, ale pokoven je jen obvodový plášť pomyslného válce) otvory nelze zhotovovat doma, a že likvidace chemikálií spolu s enormní spotřebou vody se podílí na výsledné ceně desek s plošnými spoji.

1.3. Další možnosti povrchové úpravy

Ještě před žárovým přetavením a odstraněním technologického okolí je možné na přířez nanést servisní potisk, případně zlatit přímé konektory. Potisk je možné zhotovit obdobně jako nepájivou masku fotocestou nebo při větších sériích sítotiskem. Servisní potisk se provádí většinou jen na straně součástek, výjimečně na straně spojů. Alternativou k potisku je u jednoduchých desek vyleptání příslušných údajů přímo do motivů plošných spojů – například označení napájení, vstupů, výstupů, propojek typu jumper, ...

Zlacení přímých konektorů probíhá galvanicky, na měď se pod zlato nejprve nanáší ještě vrstva niklu. Zde bych podotkl, že ke zlacení je nutné motiv přímého konektoru připravit, tj. zkratovat všechny piny, vést tento společný spoj na druhou stranu přířezu a zakončit jej pájecí plochou. Společný spoj slouží jako elektroda při galvanickém niklování a zlacení. Aby se zamezilo zbytečné spotřebě niklu a zlata,



Plně automatizovaná osvitová jednotka

zakrývají se nežádoucí plochy lepicí páskou. Podobně se speciální žáruvzdornou páskou chrání pozlacené konektory při následném žárovém přetavení.

1.4. Kvalitativní a technické požadavky

Zde se jedná o požadavky na rovinnost desek, podleptání motivů, nepřesnosti při usazení motivů, dobu pájitelnosti desek, elektrické testování, ...

Alespoň v krátkosti uvedu několik základních parametrů (pro IV. třídu konstrukční přesnosti): zakřivení a zkroucení desek nesmí překročit například u Eurokarty (160 × 100 mm) 1,6 mm, boční podleptání spojů nesmí překročit sílu odleptávaného materiálu, zeslabení spojů nesmí překročit 25 % jejich šíře a zároveň musí zůstat alespoň 0,2 mm, síla pokovení otvorů musí být alespoň 20 μm, vrtané otvory nesmí být mimo pájecí plošky, nepájivá maska může zakrývat maximálně 25 % pájecí plošky, ...

Toto jsou jen základní požadavky na kvalitu desek s plošnými spoji. Doporučuji vám informovat se na plné znění technologických a záručních podmínek u vašeho výrobce ještě před zadáním rozsáhlejší zakázky. Pokud je cenová politika zvoleného výrobce více než příznivá a výše zmíněný dotaz je "smeten se stolu" jako příliš hloubavý, odchod k serióznějšímu výrobci je nasnadě: i zde totiž platí známé rčení: „Nejsem natolik bohat, abych kupoval tak laciné věci“.

Rozsah tohoto příspěvku neumožňuje hlubší přístup, který by asi nebyl čtenářsky zajímavý. V dalších volných pokračováních se budeme zabývat technologií výroby desek s plošnými spoji z hlediska výrobních podkladů, problematikou CAD systémů a CAM postprocesorů, kreslením elektrických schémat a tvorbou výrobní dokumentace obecně.

Ohlédnutí za veletrhy Pragoregula/El-Expo

Ještě jednou se krátce vrátíme ke komplexu veletrhů PRAGOTHERM - FRIGOTHERM - SANACE - PRAGOREGULA a EL-EXPO, které se uskutečnily v pražské Výstavišti v Holešovicích již ve dnech 7. – 10. března 2000.

Veletrh se zúčastnilo celkem 267 vystavovatelů (z toho 120 na veletrhu PRAGOREGULA/EL-EXPO, který nás z pochopitelných důvodů zajímal nejvíce), kteří ve všech prostorách Průmyslového paláce představili tradiční a také inovované výrobky z oblasti energetiky, vytápění, úspor energie, sanitární techniky, technického zařízení budov, izolací, ekologie, chlazení, klimatizace, vzduchotechniky a z oborů měření, regulace, automatizace a elektrotechnika. Na komplexu veletrhů prezentovaly své výrobky firmy z České republiky, Slovenska, Německa, Itálie, Rakouska, ale zastoupeny byly také firmy

z USA, Finska, Francie, Japonska, Holandska, Izraele, Švýcarska a Velké Británie. Veletrhy navštívilo kolem 13 000 návštěvníků převážně z řad odborné veřejnosti a zástupců různých firem.

Jako každý rok i letos byl součástí komplexu jarních technických veletrhů bohatý doprovodný program, na jehož organizaci se podílel Svaz chladicí a klimatizační techniky, Asociace energetických manažerů, ČSZE a v neposlední řadě i elektrárenská společnost ČEZ. Doprovodný program veletrhu PRAGOREGULA/EL-EXPO pořádala společnost INCHEBA PRAHA ve spolupráci s Ústavem řídicí a automatizační techniky na ČVUT a časopisem Automatizace ve dnech 8. a 9. března 2000 v Pravém křídle Průmyslového paláce. Odborná konference byla v letošním roce zaměřena zejména na průmyslovou automatizaci. S velkým zájmem se setkaly oba

pořádané tutorialy na téma "Od PID regulátorů k prediktivnímu řízení" a "Komunikace v automatizačních systémech." Druhý den veletrhu byla v Betlémské kapli předána ocenění GRAND PRIX vybraným exponátům. Do soutěže bylo přihlášeno celkem 45 exponátů, z toho 22 soutěžilo o cenu GRAND PRIX PRAGOREGULA/EL-EXPO. Porota, která se seznámila s předloženou dokumentací a se všemi vystavenými exponáty přímo na stáncích, vyhodnotila jako nejlepší následující výrobky: Řídicí terminál ART 267 (AMIT), IR detektor hořlavých plynů a par POLYTRON 21R (DRÄGER; DRÄGER Sicherheitstechnik GmbH), Radarový hladinoměr BM702 [FMCW] (KROHNE CZ; KROHNE Messtechnik), Vizualizační a řídicí softwarový systém PROMOTIC 2000 (MICRO-SYS), Měřič tlaku SITRANS P (SIEMENS), Malý kompaktní regulátor pro distribuované řízení TR050 (TECO), Měřič průtoku tepla, stavový přepočítávač plynů INMAT51 (ZPA Nová Paka).

Využitie PC a Internetu v praxi elektronika



Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk

2. časť: CircuitMaker v 6.2c Student

Príspevok voľne nadväzuje na predchádzajúcu časť nového seriálu článkov o využívaní osobných počítačov v elektronike. Postupne si predstavíme viacero vydarených a zaujímavých softwarových produktov, ktoré sú dnes už neodmysliteľnou súčasťou laboratórneho vybavenia. Pri zložitosti obvodov a nárokom na rýchly vývoj zariadení sa niet ani čomu diviť. "Péčečka" už svojim výkonom dosahujú úctyhodné parametre, a tak sa už dnes dá hovoriť o "desktop developingu" elektronických zariadení. Na "bežnom" PII/330 MHz sa dá dosiahnuť veľmi veľa pozoruhodných praktických výsledkov pri návrhu, odladovaní a konštruovaní elektronických zariadení. Dnes sa zameriame na oblasť elektronickej simulácie a analýzy.

Krok prvý – návrh obvodu a test činnosti

Každý konštruktér musí na začiatku svojej práce vychádzať z určitej idey, zhmotnenej do schematického náčrtu. Po nakreslení schémy nie je nikdy sto-percentne isté, že sa zariadenie bude v realite skutočne aj správať podľa predpokladov. Pri jednoduchších obvodoch sa musí postaviť najprv prototyp, ktorý sa neskôr testuje a meria. Na základe týchto testov sa potom zhotoví prototypová séria, kde sa ešte odhaľujú rôzne nedostatky ktoré vzniknú pri sériovej výrobe.

Stavba prototypu, jeho prvé merania a nastavovanie je činnosť pracná a v závislosti od zložitosti zariadenia aj zdĺhavá. A práve tu môže pomôcť počítačová simulácia, ktorá je pri určitej produkcii aj rentabilnejšia. Už dávno sa inžinieri zamýšľali nad možnosťou matematického modelovania činnosti elektronických súčiastok. Nakoniec: matematické modely sú aj súčasťou vysokoškolskej teórie elektronických obvodov, tak prečo nepoužiť na túto činnosť práve počítač?

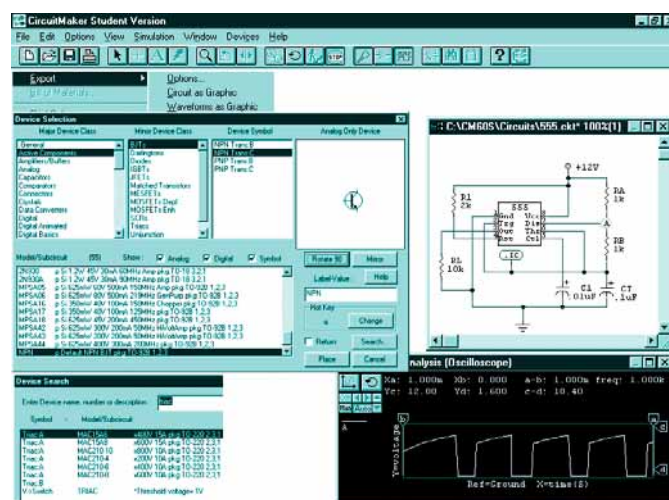
Určitým priemyselným štandardom pre simuláciu analógových obvodov sa stal program SPICE, čo je akronym pre "Simulation Program (with) Integrated

Circuit Emphasis" vyvinutý na Berkeley University. V súčasnosti sa využíva jeho vylepšená verzia XSPICE a program CircuitMaker využíva odnož SPICE3f5.

Ako na to?

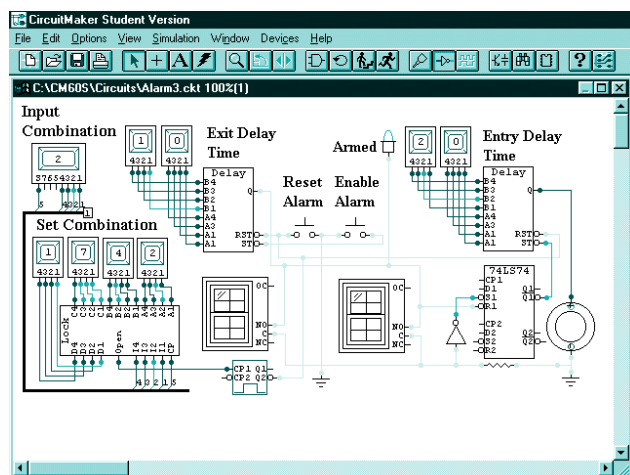
Program CircuitMaker, verzia Student, ma zaujal nielen bezplatným downloadom, ale najmä prehľadným spôsobom ovládania, výborným helpom a podporou od výrobcu. Názor o vzhľade pracovného prostredia si môžete urobiť z obr. 1.

V podstate každé testovanie elektronického zapojenia musí vychádzať zo schémy zapojenia. Preto ju musíme najprv nakresliť. Program CircuitMaker disponuje editorom schém, v ktorom vlastne vyberáme súčiastky z knižnice zariadení a kladieme ich na plochu (obr. 3). Program disponuje aj komfortným vyhľadávaním

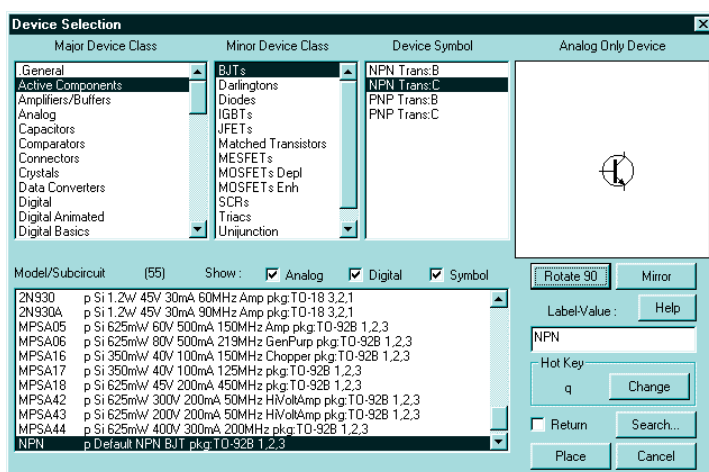


Obr. 1 - Celkový pohľad na pracovnú plochu

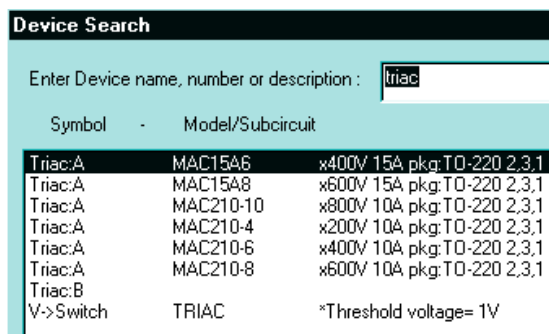
podľa kľúčového slova – obr. 4. Potom ich poprepájame do požadovanej zostavy a výslednú schému uložíme na disk vo formáte *.ckt, alebo *.cir. Pri inštalácii získame množstvo už hotových zapojení, ktoré sa pri začiatkoch môžu hodiť ako experimentálne moduly. Využitím rozšírených schopností editora schém CircuitMaker a môžete navrhovať elektronické obvody a generovať vystupné netlisty pre program



Obr. 2 - Zapojenie alarmu v simulačnom okne



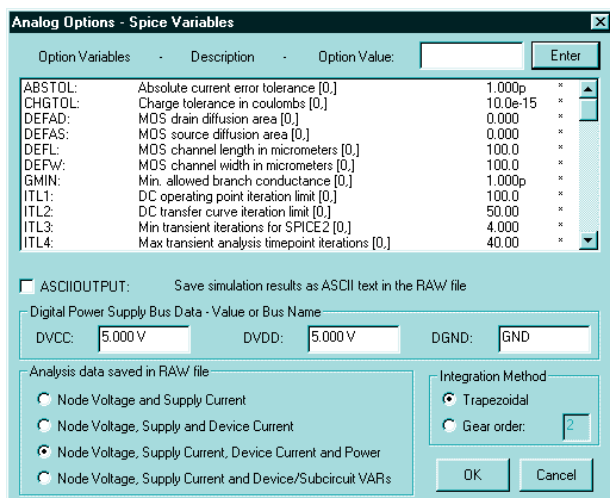
Obr. 3 - Výber súčiastky



Obr. 4 - Vyhľadanie súčiastky podľa kľúčového slova

TraxMaker alebo iné návrhové systémy plošných spojov a autoroutery. Taktiež môžete robiť rýchle a presné simulácie digitálnych, analógových a zmiešaných obvodov s využitím simulátora založeného na SPICE/XSPICE.

Schéma musí byť zapojená tak ako v skutočnosti, tzn. že nesmieme zabudnúť pripojiť napájanie a určiť hodnoty všetkých súčiastok. Po prekontrolovaní zapojenia môžeme zapnúť simulátor. K dispozícii máme napríklad virtuálny digitálny osciloskop, ktorého sondou môžeme snímať priebehy na rôznych miestach zapojenia. Synchronizácia je buď automatická alebo môžeme niektoré parametre nastavovať ručne.



Obr. 5 - Nastavenie parametrov analógových premenných SPICE

Veľkou výhodou najmä pre začiatočníkov je fakt, že s minimálnymi znalosťami elektronickej teórie môžeme začať navrhovať a simulovať zapojenia. Program predstavuje perfektnú pomôcku pre výuku a experimentovanie s elektronikou a navrhovaním obvodov. Pre skúsených užívateľov zase poskytuje výkonné analyzácke prostriedky a sofistikované prostredie pre testovanie a simulovanie všetkých úkazov "čo sa môže vyskytnúť" v ich návrhu. Pre obidve skupiny použitie softwarového simulátora poskytuje značnú úsporu času ako tradičné prototypové metódy.

Ono to fakt bzučí!

Krásou elektronickej simulácie je názornosť. Pre túto vlastnosť je tento program mimoriadne vhodný najmä pre študentov elektroniky, ktorí môžu takto omnoho rýchlejšie preniknúť do princípu zapojenia. Keď simulujeme napríklad činnosť poplašného zariadenia, máme k dispozícii obrázky "strážných okien", ktoré sa dajú otvoriť a ztvoríť. Taktiež môžeme sondou snímať logické stavy alebo vnučovať impulzy

pre simulovanie vstupných signálov. Môžeme si zapnúť farebné zobrazovanie ciest logických signálov a dokonca, na výstup môžeme zapojiť fiktívny bzučiak a kontrolku LED. A "div sa svedie", po otvorení fiktívneho okna neznámym vlačom sa rozozvučí až nepríjemne reálny PC speaker ako simulátor bzučiaka. O väčšej názornosti už nemožno pochybovať. Na obr. 2. vidíme zapojenie alarmu v simulačnom okne.

Prechod na plné verzie programov

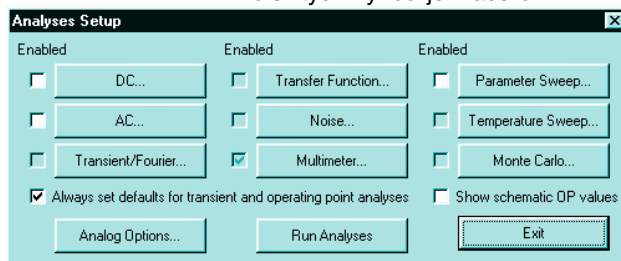
Výrobca programu uvoľnil verziu pre študentov z celkom prozaických dôvodov ako marketingový ťah pre podporu predaja svojich plných verzií programov. Existujú v dvoch variantoch – Standard a PRO. Aké sú rozdiely? CircuitMaker PRO disponuje viacerými modelmi a inými simulačnými a exportnými schopnosťami, ktoré nie sú vo verzii Standard. K programom sa dodáva kvalitná tlačenná príručka

a manuál knižnic súčiastok. K dispozícii je tiež podrobný help zabudovaný v programe. CircuitMaker 6 sa dodáva z vyše 4000 modelmi súčiastok a verzia PRO až zo 6000 druhmi. Sú tu zahrnuté polovodiče, displeje, indikátory, prepínače, digitálne primitívy, digitálne a lineárne integrované obvody, tranzistory, FETy, optoizolátory, foto diódy, regulátory, referenčné zdroje,

tyristory, triaky, zdroje, relátka, matematické zariadenia, prenosové linky, vákuové trubice a virtuálne zariadenia (osciloskopy, digitálne multimetre, bodové plotre, zapisovače, data sekvencery, signálne generátory, logické analyzery, logické sondy a pulzery...). Ako vidíte – ide o dokonale vybavené elektronické laboratórium "on the desktop"! Podľa údajov výrobcu je v mnohých prípadoch CircuitMaker ľahko použiteľný vďaka intuitívnemu ovládaniu a poskytuje omnoho viac vlastností ako programy 10x drahšie.

Výhody použitia simulácie SPICE

Dôležitých výhod je viacero:



Obr. 6 - Nastavenie analýz

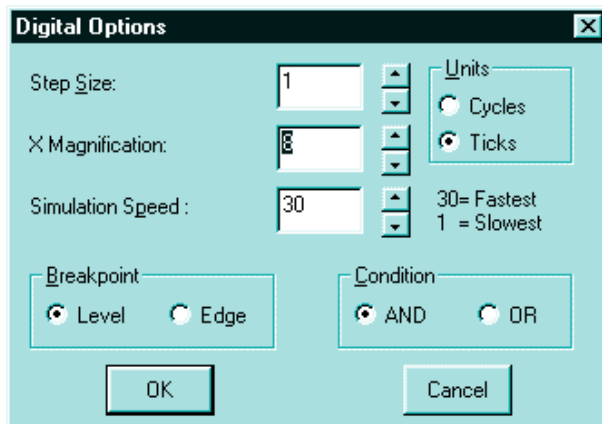
- Po prvé, keďže SPICE je priemyselný štandard pre analógovú simuláciu, existuje množstvo kníh aj z iných zdrojov a množstvo referenčných materiálov pre pomoc používateľovi. Či ste už začiatočník alebo profesionál, toto je pomoc ktorá vám môže pomôcť dosahovať vysokú úroveň presnosti simulácie a výkonnosti.

- Po druhé, veľa výrobcov vydáva knižnice SPICE modelov svojich súčiastok na disketách alebo prostredníctvom Internetu. Tieto knižnice môžu byť ľahko exportované do CircuitMaker a rozšíriť tak vstavané knižnice.

Čo robiť, keď potrebujem testovať súčiastku ktorá nie je v knižnici?

Tak tu sú v podstate tri hlavné metódy ako sa s tým vysporiadať:

- Prvá metóda spočíva v importovaní modelov SPICE a makro modelov. Tieto modely získame od výrobcu súčiastok, tak ako sme si už povedali. Najznámejšie typy, ktoré je možno získať z týchto



Obr. 7 - Nastavenie digitálnych vlastností



Obr. 8 - Nastavenie exportov

zdrojov sú operačné zosilňovače, tranzistory, FET-y, a iné analógové súčiastky. Digitálne prvky zatiaľ nie sú až tak široko dostupné.

2. Druhou metódou pridania novej súčiastky je využitie výkonnej vlastnosti Macro creation. Táto metóda spočíva vo využití už existujúceho modelu prvku ktorého funkcia je podobná pridávanému. Užívateľ môže tieto parametre editovať, ukladať a opätovne vyvolávať.

3. Tretia metóda pridávania prvkov je vhodná pre všetkých majiteľov verzie PRO. Táto verzia podporuje SimCode(r) – čo je vysoko úrovňový programovací jazyk ktorý umožňuje napísať si vlastný digitálny model rýchlo a presne.

Na obrázku 5 môžeme vidieť nastavenie parametrov analógových premenných simulátora SPICE a na obr. 6. zase nastavenie analýz. Nastavovanie digitálnych vlastností vidíme na obr.7.

Kompatibilita s inými PCB programami

Pod skratkou PCB sa skrýva CAD software pre návrh plošných spojov. CircuitMaker je tesne integrovaný s takýmto systémom pod označením TraxMaker čo je profesionálny návrhový a autoroutero-vý software (autorouter je súčasť programového systému pre návrh plošných spojov, ktorá vykonáva automatické prepojenie jednotlivých pinov – pozn. aut). Pre kompatibilitu s inými systémami, je možný export tzv. netlistu do programov zvukných mien Tango, Protel, OrCAD PCB II, PADS PCB a iných... Pre užívateľa verzie Student bohužiaľ zostáva len možnosť exportu do TraxMaker. Pri plnej verzii však jednoznačne pocítíme výhodu tohto systému, pretože pracne nakreslenú a odskúšanú schému zapojenia môžeme ľahko preniesť do PCB programu a zhmotniť tak celý návrh do reálnej podoby.

Okrem týchto exportov do PCB software je možné vyexportovať aj samotnú schému zapojenia a nameané výsledky, takže toto môžeme použiť aj ako podklady pre pokusné laboratórne práce a merania – obr.8.

Medzi ďalšie možnosti programu patrí aj možnosť individuálneho nastavenia farieb prostredia (obr. 9) a taktiež parametrov virtuálnych meracích prístrojov (obr.10).

Hardvérové nároky

Program je vcelku nenáročný na výbavu:

- počítač IBM(r) kompatibilný 486 alebo vyšší;

- matematický koprocesor (pre analóg. simuláciu);
- 8M RAM, 15M miesto na hard disku (20M počas inštalácie);
- myš;
- VGA monitor;

- Windows 95/NT, Windows 3.1x (vyžaduje Win32s).

Z tohto prehľadu je jasné, že nároky sú splniteľné na väčšine dnešných domácich počítačov a tiež školských PC. Aj



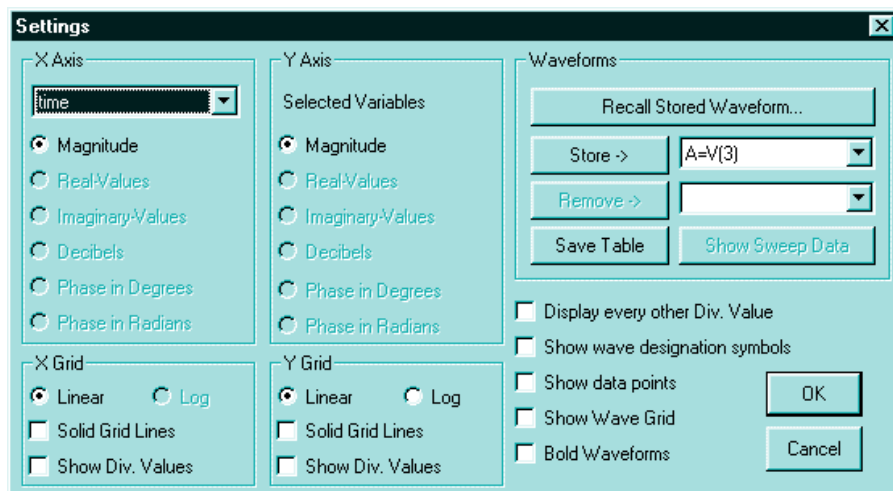
Obr. 9 - Nastavenie farieb

keď pozor, licencia STUDENT je určená pre použitie na počítačoch študentov doma a nie pre výučbu na školách!

Výrobca programu: Protel Technology Inc., USA; aktuálna verzia v čase písania textu: Student6.2c 1999.

Obmedzenia verzie Student

- ♦ je možné použiť maximálne 50 súčiastok v zapojení (ľubovoľného typu)
- ♦ knižnice súčiastok sú limitované maximálne do 1000 typov súčiastok
- ♦ editor symbolov a funkcie makro sú vypnuté



Obr. 10 - Nastavenie parametrov virtuálnych prístrojov

- ♦ export do editora plošných spojov je obmedzený na formát TraxMaker

- ♦ technická podpora je obmedzená na fax a e-mail
- Plné verzie programu exportované mimo územia USA, Kanady, UK a Austrálie sú dodávané s hardvérovým kľúčom. Pri týchto verziách nie sú žiadne obmedzenia počtu súčiastok, vývodov, uzlov ap.

Download z Internetu

Volne dostupnú verziu programu je možné získať na nasledovných Internetových adresách:

CircuitMaker Student Version for Windows 95/98/NT (file size: 3 MB)

<ftp://ftp.microcode.com/pub/student/CMSTUDENT.EXE>

CircuitMaker Student Version for Windows 3.x (file size: 5 MB)

<ftp://ftp.microcode.com/pub/student/CMSTUDENT.ZIP>

Záverom...

V predošlých riadkoch som sa snažil priblížiť všetkým čitateľom, ktorí ešte neprišli do styku s podobným simulačným softvérom jeho základné vlastnosti. Keďže sa jedná o voľne dostupnú verziu, je mimoriadne vhodná pre mládež, tak ťažko skúšanú nedostatkom financií v školstve. Pomocou simulátora je možné laborovať precízne, exaktne a čisto.

A hlavne skoro zadarmo, nakoľko to PC-čko sa dnes už nájde skoro v každej domácnosti a Internet tiež. Rodičia budú istotne nadšení, keď uvidia aj praktické vyučovacie využitie komputera. Pedagogom ktorí majú záujem o legálne využívanie software, odporúčam kontaktovať výrobcu a získať školskú licenciu.

Vopred sa ospravedlňujem všetkým profesionálom, ktorí pravidelne používajú SPICE simulátory za možné nepresnosti v tomto popularizačnom článku.

PICSIM 3 žije!

Jaroslav Huba, pcwork@pobox.sk

Krátky článok nadväzuje na čitateľsky mimoriadne úspešný príspevok uverejnený v čísle 5/99 (doplnok 7/99) o simulátore mikrokontrolérov rady PIC pochádzajúci až z námornej akadémie Spojených štátov. Tento článok vzbudil záujem u mnohých čitateľov časopisu KTE R+. Bohužiaľ pre časové rozpätie medzi napísaním a uverejnením článku, došlo k tomu že Internetová adresa na ktorej sa dal program stiahnuť bola v čase vydania časopisu už neaktívna. Preto som sa rozhodol umiestniť kópiu tohto vydareného programu na verejný server, tak aby si ho mohol stiahnuť každý čitateľ. Adresa na ktorej je možné nájsť verziu PICSIM 2.13 je: <http://www.home.sk/www/elkucharka/09645.zip>.

Nová verzia PICSIM 3.14

Medzitým sa už na novej adrese <http://wseweb.ew.usna.edu/wse/academic/resrch/Pic3zip.exe> objavila aktualizovaná verzia programu, pod označením PICSIM 3.14. Na túto adresu je prístup priamo zo stránky <http://wseweb.ew.usna.edu/wse/academic/resrch/picsim3.htm> kde sú zároveň popísané aj rozdiely medzi novou a predošlou verziou.

Autorom oboch programov (PIC-SIM2 and PICSIM3) je Dr. Carl E. Wick odborný asistent na katedre zbraní a systémového inžinierstva americkej námornej akadémie v Annapolise. Jeho emailová adresa je wick@novell.nadn.navy.mil.

Obe verzie sú určené na výukové účely a nie pre komerčné využívanie, ich

funkčnosť otestovali študenti viacerých semestrov námornej akadémie. Verzia 3 je vylepšená a sú v nej odstránené niektoré známe chyby verzie 2.

Vylepšenia verzie 3.14

- ◆ Podpora nových vylepšených verzií procesorov PIC16C71 a PIC16C84; program teraz podporuje PIC16C711 a PIC16C84A;
- ◆ hlavné okno všeobecných registrov zostáva otvorené počas doby behu programu a umožňuje tak vidieť obsah viacerých registrov súčasne;
- ◆ assembler rozoznáva viacnásobné úrovne vnorených súborov;
- ◆ assembler rozoznáva výrazy v operandoch (label +1, label *2, atď.);

◆ automatické asemblovanie zmenených programov pomocou príkazov step, run a runto;

◆ vylepšené chybové hlásenia pre chyby vo vnútri súboru.

V ovládacom menu programu pribudlo tlačítko RTCC a boli rozšírené možnosti konfigurovania programu.

Záverom

Dúfam, že týmto popisom som potešil všetkých konštruktérov, ktorí potrebujú kvalitný a dostupný prostriedok na odladovanie aplikácií s týmito najrozšírenejšími mikrokontrolérmi. Verziu 3.14 nájdete aj na free serveri v samorozbalovacom archíve aj spolu s dokumentáciou: <http://www.home.sk/www/elkucharka/pic3zip.exe>.

Nový výkonný kompaktný digitálny osciloskop Literunner

Firma LeCroy predstavila kompaktný dvoukanálový digitálny osciloskop se šírkou pásma 100 MHz s úplným vybavením a za velice príznivou cenu. Nový osciloskop *Literunner*™ LP142 poskytuje výkon, ktorý užívatelia od firmy LeCroy očakávajú.

Šírka pásma 100 MHz veľmi dobre odpovedá vzorkovací rýchlosti 500 MS/s, čo predstavuje päťnásobné prevzorkovanie. Pre periodické signály je možné použiť ekvivalentné vzorkovanie až 25 GS/s umožňujúci rozlíšenie 40 ps. Táto vlastnosť není opäť bežná v tejto triede osciloskopů.

Pamäť osciloskopu Literunner je bodem, kde firma LeCroy s dlhodobými skúsenosťmi a kvalifikáciou prichádza na trh s pamäťmi osciloskopu Literunner prichádza s tým najlepším: osciloskop Literunner prichádza s pamäťmi 100 k, ktorá láme hranice tejto triedy. Pamäť 100 k umožní zobrazenie signálov s dĺžkou trvania 200 μs pri maximálnej rýchlosti vzorkovania. Osciloskopy s kratší pamäť výrazne snižujú rýchlosť vzorkovania pre signály se stejnou dĺžkou trvania. Spoločne s vnútorným 5-miestnym čítačom frekvencie, detekcií špičiek a oknom s dlhým zachycením nabíja trojnásobnou ochranu proti aliasingu.

Osciloskop Literunner LP142 má také podstatné výhody dostupné u digitálnych osciloskopů: matematické spracovanie pruběhů (+, -, x, volitelně FFT) a zdokonalené spouštění (count/burst/extra/missing/TV – NTSC/PAL/SECAM).

Perzistence firmy LeCroy je také standardem. Perzistence je technologie zachycení a zobrazení signálů pro zobrazení efektů modulace, střídání signálů a dalších vlastností signálů při použití buď jednorázového spouštění, nebo opakovaného sběru dat.

Standardní vybavení odpovídá vybavení běžnému u podstatně dražších osciloskopů, ale velikost osciloskopu je malá: měří jen 215 × 170 × 166 mm s hmotností přibližně 3 kg. V osciloskopu je zabudována mechanika pružného disku 3,5", grafická tiskárna a vnitřní čítač frekvencí.

Další výhodou osciloskopu Literunner je jeho jasný, čitelný LCD displej se zadním prosvětlením. Přestože má osciloskop malé rozměry, je vybaven vysoce kontrastním displejem s úhlopříčkou 5,8" s oblastí pro zobrazení průběhů 8 × 10 dílků. Všestrannost osciloskopu také zvyšuje široký výběr možností ukládání dat a výstupních rozhraní. Osciloskop obsahuje 3,5" mechaniku pružného disku, zásuvku PCMCIA, zabudovanou tiskárnu, rozhraní RS-232C, rozhraní pro vnější tiskárnu a volitelně také rozhraní GPIB.

Mezi další vlastnosti osciloskopu LP142 Literunner patří zejména:

- **vysoká přesnost** – vertikální přesnost je lepší než 2 % a horizontální přesnost je 50 ppm (0,005 %); velmi kvalitní flash AD převodník a rychlá akviziční paměť dodávají osciloskopu vynikající přesnost v čase a amplitudě proti levnějšímu řešení se středně rychlými pamětmi CCD, které umožňují použít levně a pomalé AD převodníky;
- **měření pomocí kurzorů** – dva kurzory (dva vertikální a dva horizontální) umožňují měřit napěťové rozdíly (ΔV), časové rozdíly (Δt), frekvence ($1/\Delta t$), napětí v určitém okamžiku (V při t) určitého průběhu;
- **automatické měření parametrů** – běžná měření je možné provádět automaticky

pomocí až 13 standardních parametrů zaručujících rychlé a přesné výsledky a zvýšenou efektivitu; např. na rozdíl od některých svých konkurentů může osciloskop LP142 automaticky měřit časové rozdíly mezi signály v rozdílných kanálech, což je důležité tehdy, potřebuje-li uživatel provádět měření časů s vysokou přesností;

● **funkce Auto copy** – obsah displeje nebo průběh se může automaticky přenášet do určeného zařízení (zabudovaná tiskárna, vnější tiskárna, ATA karta nebo pružný disk);

● **sondy a příslušenství** – standardní příslušenství zahrnuje dvě sondy SS-0130R, uživatelský manuál a manuál pro dálkové ovládání, síťový kabel, pojistky a papír do tiskárny.

Jako u ostatních osciloskopů LeCroy, je i na LP142 poskytována tříletá záruka.



Malá škola praktické elektroniky

(42. část)



Údržba a oprava mikropáječky

Klíčová slova: mikropáječka, metoda porovnávání, nastavení teploty

Na mnoha dílnách se používá mikropáječka, která má dvě části: vlastní páječku a zdroj napětí. Na mnoha dílnách se používá oblíbená elektronicky regulovatelná spájkovačka ERS 50 z TESLA Liptovský Hrádok.

Údržba představuje převážně

- výměnu houbičky na čistění hrotu
- výměnu hrotu
- výměnu topného tělíska
- výměnu přepálené šňůry
- dotažení matice potenciometru
- výměna pojistky
- atd.

Hrot se vyměňuje celý. Obvykle vydrží velmi dlouho. Nesmí se ale čistit pilníkem, jako u měděných hrotů páječek 75W/24V. Odřelo by se pokovení a hrot by stejně nešel pocínovat a používat. Nenávratně by byl zničen. Hrot se za studena po uvolnění pružného háčku stáhne z tyčky a místo něj se nasadí nový.

Houbička

Hrot se čistí za tepla otřením o navlhčenou houbičku – špongiu. Houbička musí být vlhká, ne mokrá. Při otírání hrotu o suchou houbičku se houbička velmi rychle spálí a je nutno koupit novou. Na krytu bývá nápis ŠPONGIU NAVLHCÍŤ. Nezkoušejte ji nahradit molitanem, polystyrenem, filcem nebo jiným materiálem, který po zahřátí na hrotu udělá smrdutý škvarek, který opravdu nelze ničím odstranit.

Pojistky nahrazujeme pouze hodnotami doporučenými výrobcem, tedy pojistku FU1 v primáru síťového transformátoru 0,5 A a FU2 v sekundáru 0,4 A.

Pozor: před kontrolou pojistek jakéhokoliv zařízení vždy zařízení vypneme a odpojíme od sítě.

Topné tělísko

Jestliže páječka nehřeje a obě pojistky jsou v pořádku, můžeme ohmmetrem při vypnuté (!) páječce zkontrolovat, jestli tělísko není přerušené. Stačí stáhnout rukojeť a měřit na přívodech od tělíska ke kabelu. Ve schematu si všimněte, že paralelně k tělísku je připojen rezistor R12 a s ním v sérii LED. Jestliže je tělísko přerušené, měříte vlastně jenom tento

rezistor a LED, takže při připojení ohmmetru naměříte v jedné polaritě přívodních šňůr rezistor + odpor LED v propustném směru a při opačné polaritě rezistor + odpor LED v závěrném směru. Nebo prostě odpojte alespoň jeden přívod od tělíska.

Tělísko má jeden přívod hnědý a druhý černý, jeden kratší a druhý delší. Tuto polaritu je třeba dodržet. a proto si ji před demontáží poznamenejte.

Pamatuj: obezřetný technik si při demontáži jakéhokoliv zařízení dělá poznámky, co kam vedlo a hlavně barvy vodičů. Nepodceňujte to, případně si tyto poznámky udělejte přímo do technické dokumentace. Kus papíru někam založíte a už se s ním nikdy neshledáte.

Jestliže po opravě tělísko silně hřeje, teplotu nelze knoflíkem regulovat, tyčka s hrotem se může rozžhavit až do červena. Okamžitě páječku vypněte. Řešení je jednoduché. Jestliže před tím páječka normálně fungovala a změna nastala až po výměně topného tělíska, je zřejmě obrácená polarita tělíska (zvláště když si nepamatujete, jak bylo zapojené původně). Stačí obrátit polaritu a vše je v pořádku.

Tyčka, ve které je tělísko zasunuté, je tenkostěnná, ocelová a tělísko obvykle lze snadno vytáhnout. Pokud je zapečené, je třeba použít nástroj s přesným průměrem tyčky, jinak ji můžete poškodit.

Rukojeť také může být poškozená. Zkroucená teplem, jestliže nefunguje regulace, nebo prasklá po pádu, atd. Lze ji snadno vyměnit.

Síťovou šňůru přepálíte, ani nevíte jak. Stačí chvilka nepozornosti, binec na pracovním stole a je cítit zápach spáleniny. Nic hrozného, pokud se nikomu nic nestalo. Propálenou šňůru je nutné vyměnit. Ale pozor. V případě síťové šňůry se musí dodržet bezpečnost práce a provedenou výměnu musí zkontrolovat osoba s patřičnou kvalifikací. V první řadě je třeba naprosto přesně podle originálu připojit šňůru a zachovat barvy izolace!

Jednotlivé náhradní díly lze koupit – houbičku, hrot, topné tělísko, tyčku, rukojeť i pojistky a šňůry.

Rekonstrukce

Jestliže se vám dostala do ruky páječka již starší, vyřazená, z výprodeje, na

inzerát atd., může se stát, že už má něco za sebou nebo je z ní jenom torzo, ale pokud je v pořádku transformátor a mechanické díly, je možné ji celou zrekonstruovat a třeba i vyrobít nový plošný spoj. Schéma zapojení bývá v krabici (ale kde té je konec...), bylo publikováno v Amatérském rádiu [2], nebo kdyby to bylo opravdu nutné, si ho prostě nakreslíte podle skutečnosti.

Základem je síťový transformátor, který má dvě sekundární vinutí. Z vinutí II. je po usměrnění v Graetzově zapojení (bez filtračního kondenzátoru) získáno stejnosměrné napětí, které pulzuje při každé půlvlně, takže jeho kmitočet je 100 Hz. Tímto napětím je přes tyristor VS napájeno tělísko.

Tyristor je vlastně jakýsi ventil, který se napětím na řídicí elektrodě otevře a zůstane otevřený do té doby, než jím přestane téci proud. Tedy na konci každé půlvlny. Kdyby napájecí napětí tyristoru bylo opravdu jenom stejnosměrné, tyristor by se otevřel a zůstal by otevřený stále a tělísko by stále topilo a nebylo by ho možno ani na chvilku vypnout. Jestliže na řídicí elektrodě není řídicí napětí, je tyristor vypnutý až do okamžiku, kdy se na ní řídicí napětí z regulátoru přivede.

Regulace

Funkce je na první pohled zřejmá. Knoflíkem nastavíme požadovanou teplotu, LED svítí a přikládáním hrotu do kalafuny nebo na pájku můžeme zkusit, jestli je už hrot páječky dostatečně ohřátý. Při dosažení nastavené teploty LED zhasne. Po chvilce vidíme, že se LED znovu rozsvítí. To znamená, že při dosažení nastavené teploty se tělísko přestalo zahřívat a když po chvilce jeho teplota poklesla, znovu se zapne jeho zahřívání.

Řídicí napětí pro tyristor se získává z řídicí části, ve které se porovnávají dvě napětí:

- a) napětí snímané na tělísku na LED;
- b) napětí z potenciometru regulace teploty.

Tato napětí se přivádějí na dva různé vstupy operačního zesilovače. Jestliže je tělísko studené, vidíme, že svítí LED a toto napětí se přivádí na vstup 2, kde se porovnává s napětím na vstupu 3. Na vstup 3 přivádíme napětí, které můžeme potenciometrem měnit od určité minimální hodnoty až do hodnoty, při které tělísko hřeje

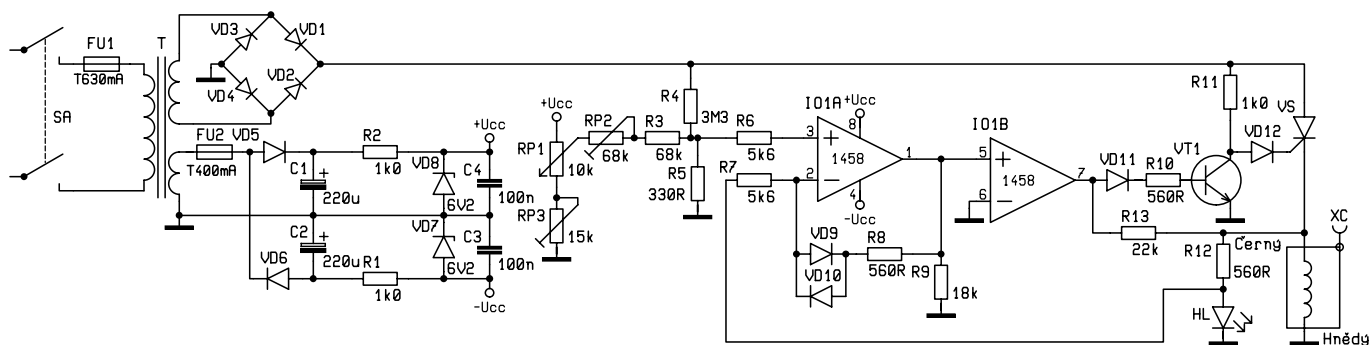


Schéma regulovatelné páječky

naplno. Zahříváním tělíska se mění jeho odpor a tudíž napětí přiváděné na vstup a když se obě napětí vyrovnají, změní se skokem napětí na výstupu, na řídicí elektrodu není přiváděno napětí, tyristor nevede, ale tělísko setrvačností stále hřeje až do doby, kdy jeho teplota poklesne na určitou mez. Snímané napětí, přivedené na vstup 2 je menší, než napětí nastavené potenciometrem a zase se na výstupu obvodu objeví napětí, kterým se znovu otevře tyristor a tělísko znovu začne hřát. My vidíme pouze to, že LED svítí, když se tělísko zahřívá a že nesvítí, když je rozehráté na nastavenou teplotu. Totéž vidáte u žehličky nebo fritovacího hrnce, ale zde je řízeno elektronicky.

U většiny elektronických zařízení nikdy nebude znát zcela podrobně jejich funkci. Na příkladu této páječky si ukážeme, jak lze přesto při opravě postupovat.

Někdy bývá povolena matička potenciometru a potenciometr se točí a točí dokola, až se ukrouží přírodní drátky a pak samozřejmě nereguluje. Jestliže není vidět nijaká očividná vada, přichází čas pro měření. Ale jaké hodnoty máme naměřit?

Metoda porovnávání

Používá se u náležácké práce, pokud máme alespoň jeden dobrý kus. Porovnávat můžeme napětí v určitých bodech, nebo odpor. Kdo se stydí, že by používal "opisování", může si to nazvat komparativní metoda.

Pozor: pokud nemáte patřičnou elektrotechnickou kvalifikaci, nesmíte pracovat na zařízení pod napětím. Žáci odborných škol mohou určité práce provádět pod dohledem a při měření na otevřeném zařízení pod napětím nejlépe pod dozorem učitele nebo mistra s patřičnou kvalifikací a na patřičně vybaveném pracovním stole.

V první řadě si naměříme typická napětí na sekundárech transformátoru (podle schématu 25 V a 10 V), napětí na anodě tyristoru (u vzorku bylo naměřeno 23 V na stejnosměrném rozsahu voltmetru), na řídicí elektrodě tyristoru (0 nebo 23 V), na přívodech k topnému tělísku, atd. Napájecí napětí pro operační zesilovač

ma má pro nezasvěcené kupodivu kladné a i záporné napětí (+13 V a -13 V) a stabilizované zenerovými diodami VD7 a VD8 (+6 V a -6 V), které je přivedeno na napájení operačního zesilovače. Na svítící LED bylo u vzorku naměřeno napětí asi 2V, na výstupu 7 operačního zesilovače napětí 5 V nebo -3,9 V atd. Tak je možno měřit dál a porovnávat napětí "zdravého" kusu a opravovaného. Samozřejmě že oba kusy by měly mít potenciometr nastavený do stejné polohy.

Nastavení teploty

Jak mám nastavit teplotu, když ji nemohu změřit? Na stupnici na předním panelu jsou naznačeny teploty, které podle zkušenosti odpovídají vlažnému, předehřátému hrotu, kdy páječka není vypnutá, je jenom v pohotovostním stavu, další je teplota, kdy se pájka taví, pak teplota, která se používá a pak i větší teplota pro masivnější spoje, při které se menší spoje během chvilky přehřívají a "cín" šedne a spoj je "přepálený". To by bylo nastavení podle citu.

Napětí pro regulaci teploty se mění změnou odporu potenciometru, spodní a horní hranici nastavují dva trimry, které bývají zakápnuty proti pootočení (červenou) barvou. Obvykle s nimi nikdo nehýbe a tak jejich nastavení můžete věřit. Pokud s nimi někdo pootočil, pokuste se je podle flíčku barvy nastavit tak, jak to asi bylo původně. Tuto metodu popisují podrobně proto, protože se může hodit pro opravy nejrůznějších průmyslových zařízení, které se snažil opravovat kdosi před vámi a kterému nemůžete přijít na jméno. Pokud někdy v nějakém zařízení budete v pokušení nějakým nastavovacím prvkem pootočit, udělejte si na něm znamínko, pootočte, sledujte, co to udělá, a pak ho vraťte zpátky, jak to bylo. Jinak se z toho zblázní někdo po vás.

Pokud v páječce někdo trimry opravdu otáčel, nebo je vyměnil, můžete jejich správné nastavení zjistit porovnáním s dobrým kusem. Za vás to změřili učňové oboru mechanik elektronických zařízení z SPVE, když si při výuce vadné páječky sami opravují.

Porovnání napětí

Všechna napětí se měří proti zemi a bereme jako fakt, že u operačního zesilovače můžou být s polaritou + nebo -. Pokud měříte ručkovým měřidlem, které nemá automatické nastavení polarity, musíte ho podle polarity měřeného napětí správně připojit.

Na trimru RP3 15 kiloohmů a tedy na spodním okraji potenciometru bylo naměřeno napětí -1,7 V, na jezdcí potenciometru je tedy podle jeho polohy napětí od -1,7 V do -6 V.

Jezdec potenciometru je spojen s trimrem RP2 68 kiloohmů a na jeho druhém konci bylo naměřeno napětí při nastavení potenciometru na minimum asi -1,2 V a na maximum -4,2 V.

To je metoda při které porovnáme napětí naměřené na fungujícím přístroji s napětím opravovaného přístroje. Nebo je možno porovnat odpory trimrů.

Porovnání odporů

Trimry nebudeme vyndávat. Nezajímá nás jejich hodnota, ale hodnota odporu, který naměříme při zapojení v zařízení i s ovlivněním ostatními obvody. Pro porovnávání použijeme tentýž měřicí přístroj, protože jiný může mít jiné vlastnosti a může naměřit jiné hodnoty. A také je to rychlejší.

Odpor naměřený na trimru RP3 15 kiloohmů byl podle polohy jezdcí potenciometru od 3,8 do 4,2 kiloohmů. Odpor naměřený na trimru RP2 68 kiloohmů (to je ten na destičce úplně dole, RP3 je nad ním) byl 20,2 kiloohmů.

Takže teplotu se sice nedozvíme, ale porovnáním s fungujícím kusem zjistíme, jaké by mělo být nastavení u opravovaného kusu.

Závěr

Nebyl by problém vám publikovat schéma se všemi naměřenými hodnotami, ale vy přeci nebudete opravovat tento jeden typ zařízení, ale jakékoliv jiné. Protože jsme v Malé škole praktické elektroniky, naučte se sami postupovat při opravách systematicky, dělat si poznám-

ky, hledat dokumentaci a využívat i porovnávání s dobrým kusem.

Poznámka redakce

S páječkou ERZ50 máme i v naší redakci velmi dobré zkušenosti, zvláště po dvou drobných úpravách, které můžeme vřele doporučit. Hlavním nedostatkem je neexistence signalizace zapnutého stavu, takže docházelo k tomu že pájka zůstala trvale zapnutá i několik dnů, nebo jsme chtěli pájet s pájkou vypnutou v domnění že zhasnutá červená kontrolka signalizuje provozní teplotu. Potíže vyřešilo přidání jedné zelené LED připojené přes předřadný rezistor na zdroj +29 V (viz schéma), namontované do vyvrtaného otvoru nad stávající kontrolku. Při této příležitosti jsme upravili i přívod k rukojeti páj-

ky tak, že jsme na panel namontovali běžný napájecí konektor a na přívodní kabel vidlici, čímž se výrazně usnadnila manipulace. Podle našich zkušeností stačí taková jednoduchá (a tím i levná) pájka i na velmi náročné práce. Vůbec nepostrádáme digitální zobrazování teploty, které buď ukazuje nastavenou nebo dosaženou teplotu, ale neříká nic, nebo velmi málo, o skutečné teplotě cínu na špičce pájecího hrotu. Záleží na konstrukci snímáče a čím dokonalejší, tím dražší, takže pro běžnou amatérskou práci postačí jednoduchá, ale spolehlivá regulovaná mikropájka.

Slovensko-český slovníček
špongia – houbička
spájkovačka – páječka

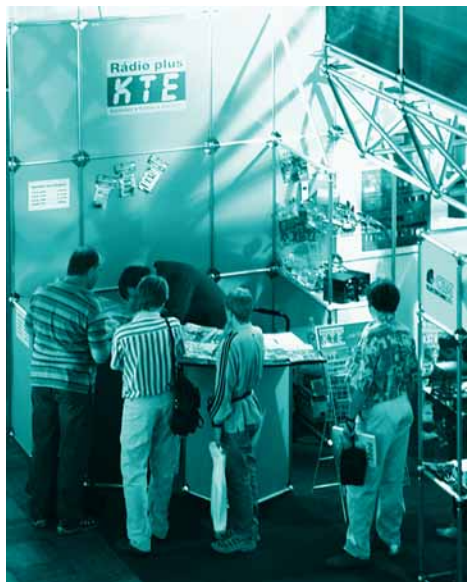
Anglicko-český:
soldering – pájení
soldering iron – páječka
heating element – topné tělísko
comparative method – porovnávací metoda
temperature – teplota

Literatura:

- [1] 3F1 185 25 firmení schema ELEKTRONICKY REGULOVATELNÁ SPÁJKOVAČKA ERS 50
- [2] AR 12/1991 str. 496, Úprava mikropájky ERS 50, V. Jemelík
- [3] Katalog PS technik, CD-ROM
- [4] Praktická elektronika A-Radio 10/98, str. 34

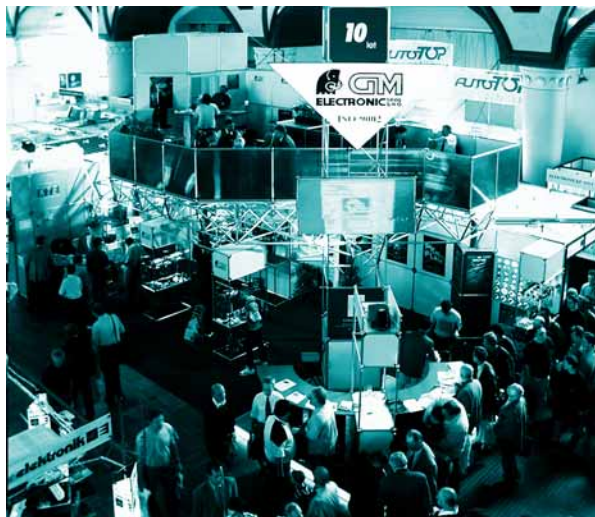
vyučoval – Hvl –

AMPER 2000 — 8. mezinárodní veletrh elektroniky, elektrotechniky, automatizační a osvětlovací techniky



Domníváme se, že je vhodné, abychom se alespoň krátce vrátili k veletrhu Amper 2000. Rádi bychom pozdravili všechny z Vás, našich čtenářů, se kterými jsme se při této příležitosti mohli setkat. Ostatním několika obrázky představujeme stánek, ve kterém jsme Vám "byli k dispozici".

Stručně uvedme základní statistiku: veletrh navštívilo 37 980 návštěvníků, z nichž 92 % tvořila odborná veřejnost. V tiskovém středisku se akreditovalo 148 novinářů a zástupců všeobecných médií. Čistá výstavní plocha činila 14 380 m² (hrubá 30 000 m²). Vystavujících firem byl o 674, z toho 88 zahraničních (za-



stoupené země: Česká republika, Slovensko, Polsko, Německo, Rakousko, Francie, Itálie, Španělsko, Nizozemí, Řecko, Rumunsko, Velká Británie, Jihoafrická republika). TERINVEST, s. r. o., a Českomoravská elektrotechnická asociace již tradičně vyhlásily při příležitosti konání veletrhu soutěž o nejlepší exponát s názvem Zlatý AMPER 2000. Českomoravská elektrotechnická asociace současně udělila výroční cenu asociace za rok 2000.

Z pohledu vystavovatele musíme vysoce ocenit snahu Veletržní správy společnosti Terinvest, jež akci pořádala, za udržení pořádku a plynulosti zejména v oblasti dopravy v těsném okolí Výstaviště. Tohoto úkolu se v daných podmínkách (velmi hustý provoz i mimo akce těchto rozměrů) zhostila velmi dobře. Přestože se veletrh konal na netradičním místě a v "nevhodnou dobu", byla vystavovatelská i návštěvnícká účast nad očekávání silná. Ačkoli dva dny elektronického svatošánku se konaly o prázdninách, ani ve čtvrtku a v pátek nescházela mládež (často též se svými rodiči a nejen otci) v řadách návštěvníků.

To nám umožnilo pohovořit se čtenáři o problémech s dodávkami i o nápadech na stavebnice z nichž mnohé jsou natolik kvalitní a originální, že již v příštím čísle našeho časopisu se s některými setkáte. Potěšující byly vesměs pozitivní reakce na časopis i stavebnice. Jen nás trochu mrzelo, když jsme se, přes všechnu naši snahu, doslyšali o neustálých potížích s dodávkami časopisů nejen do odlehlých koutů naší země.

Již teď se těšíme na setkání s Vámi na dalším ročníku – AMPER 2001.

