

Obsah

Konstrukce

Nabíječ alkalických článků RAM (č. 481)	str. 5
Jednoduchý blikáč se "4011" (č. 462)	str. 10
Zvonek s "555" (č. 473)	str. 11
Domovní zvonek s rozlišením (č. 482)	str. 12
Test PC a sériových portů (soutěž)	str. 14
Měření kmitočtu (soutěž)	str. 16

Zajímavá zapojení

Regulátor s malým šumem na výstupu	str. 18
Lineární zesilovač 1,1 GHz – KH104	str. 18
Generátor pily s linearitou 1 %	str. 19

Vybrali jsme pro vás

Zajímavé IO v katalogu GM Electronic:	
16. Převodníky kmitočtu na napětí	
využívající IO pro převod U/f	str. 20

Teorie

Jak se rodí profesionální DPS, 4. část	str. 26
--	---------

Představujeme

Moderní deskové TV kamery	str. 24
Zajímavé produkty firmy Microchip	str. 34
Nové laboratorní zdroje EP-603/EP-613	str. 36
Měkké pájky z Kovohutí Příbram	str. 37

Začínáme

Malá škola praktické elektroniky, 45. část	str. 32
---	---------

Zajímavosti a novinky

Zajímavé obvody SGS-Thomson:	
"Chytrý obvod" IGBT	str. 23
Bipolární tranzistory STGD3NB60SD	str. 30

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

Vážení čtenáři,

v tomto čísle Vám mimo jiné představujeme nové stabilizované zdroje v nabídce společnosti GM Electronic. Jistě Vás zaujmou svými parametry, velmi příznivou cenou, ale také díky tomu, že firma GM Electronic jeden z nich věnovala jako první cenu do naší soutěže konstruktérů. Těšíme se tedy na Vaše nové příspěvky – jednoduché i složitější, a děkujeme za ty, které jste nám zaslali. Postupně je zpracujeme a uveřejníme. Opakujeme, že podmínky naší soutěže naleznete na našich webových stránkách, "základní text" byl otištěn v čísle 8/97 na str. 4 a stručné výňatky hlavních bodů jsme čas od času zařadili do "úvodního slova redakce" (např. v č. 2/99). Vyjímáme čtyři opravdu nejzákladnější podmínky: na prvním místě je to bezpochyby touha zúčastnit se a mít co nabídnout, dále pak je třeba zaslat textový popis konstrukce (nejlépe e-mailem, stačí však text na disketě 3,5" v jakémkoli textovém formátu, nejlépe *.txt, *.rtf, *.doc [Word], a není-li vyhnutí, pak i strojopisem), připojit schéma zapojení a další obrazové přílohy (výkresy plošných spojů, rozložení součástek, je-li třeba i výkresy mechanických dílů a další – záleží na té které konstrukci, zvažování je na autorovi) a konečně zapůjčit nám funkční vzorek (vracíme jej po vyhodnocení uváděných vlastností konstrukce přibližně za měsíc). Je samozřejmé, že o všech důležitých skutečnostech Vás informujeme a Vaše dotazy rádi zodpovíme (směřujte je na naši redakci nejlépe e-mailem, ale i telefonicky, faxem nebo běžnou poštou).

Někteří naši slovenští čtenáři se na nás stále obracejí s dotazy či přímo objednávkou stavebnic a časopisů, proto opakovaně prosíme: ze Slovenska na nás své objednávky nesměřujte; obraťte se na firmu GM Electronic Slovakia se sídlem v Bratislavě (e-mail: obchod@gme.sk; tel.: 07/55960439). Také od Vás víme, že poté, co přestal fungovat bratislavský podnik PNS, na mnoha místech není náš časopis v prodeji. Nemáme možnost cokoli v tomto ohledu podniknout, jen Vás opět odkazujeme na GM Electronic Slovakia a doporučujeme Vám zajistit si předplatné. Jen tak budete mít jistotu, že svůj výtisk obdržíte včas a navíc za nejlepší možnou cenu.

Do prvního podzimního měsíce všem přejeme zdar veškerých dobrých plánů (nejen pracovních), studentům a školákům pak mnoho studijních úspěchů v novém školním roce!

Vaše redakce

Rádio plus - KTE, magazín elektroniky

9/2000 • Vydává: Rádio plus, s. r. o. • Redakce: Šaldova 17, 186 00 Praha 8; tel.: 02/24818885, tel./fax: 24818886 • 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, Vladimír Havlíček, Ing. Hynek Střelka, Ing. Ivan Kunc • Layout&DTP: redakce • Fotografie: redakce (není-li uvedeno jinak) • Elektronická schémata: program LSD 2000 • Plošné spoje: SPOJ - J. & V. Kohoutovi, Nosická 16, Praha 10, tel.: 7813823, 4728263 • HTML editor: HE!32 • Obrazové doplňky: Task Force Clip Art • Osvět: Studio Winter, s.r.o., Wenzigova 11, Praha 2; tel.: 02/24 92 02 32, tel./fax: 24914621 • Tisk: VLTAVA-LABE-PRESS, a. s., Přátelství 986, 104 00 Praha 10, tel.: 02/70 95 118.

© 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 inzerátech 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.; Severočeská distribuční, s.r.o. 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 (zprostředkuje: PressMedia, s.r.o., Libešická 1709, 155 00 Praha 5; pmedia@pressmedia.cz, tel.: 02/6518803). 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, www.send.cz; Předplatné tisku, s.r.o., Hvoždanská 5-7, Praha 4 - Roztyly, tel.: 02/67903106, 67903122, fax: 7934607. V SR: GM Electronic Slovakia s.r.o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/55960439, fax: 55960120, e-mail: obchod@gme.sk; Abopress, s.r.o., Radlinského 27, P.S. 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.S. 169, 821 02 Bratislava, tel.: 07/44 45 45 59, 07/44 45 46 28.

Každoroční muzikantský svátek na pražském Výstavišti

(21. až 24. září 2000)

I když v dnešní zrychlené době, v době dynamického rozvoje odvětví označované magickou zkratkou "ajtý" (IT – Information Technology, pozn. red.), výstavnictví ztrácí na zajímavosti, a kdy reklama, prezentace i obchod se přesouvá na Internet – počítačovou síť obepínající celý svět, neztrácí výstavy svůj nezastupitelný význam v jednom oboru lidské činnosti – v hudbě. Proto právě v muzice, což je i název největší hudební výstavy v zemi – Muzika 2000, není nad to, když získáte možnost si hudební nástroje vyzkoušet a "ošahat". Kdo si někdy zkusil obíhat a objíždět obchody s hudebními nástroji, třeba po celé Praze, tak dá jistě

za pravdu, že to je někdy nad lidské síly, a určitě nad síly každého průměrného hudebníka.

Čtyři zářijové dny na pražském Výstavišti, které jsou zasvěceny hudbě a všemu co s hudbou souvisí, jsou jedinečnou možností, jak se dozvědět o tom, co nového se v tomto oboru odehrává. V pavilonech okolo Křížkovy fontány se představí většina firem z naší republiky, ale taky i některé ze zahraničí, které zde představí ve svých expozicích hudební nástroje, aparatury, světla... Zkrátka úplně vše se soustředí na jediné místo a pak již není problém se vydat do "džungle" a najít si to co vás zajímá, co byste chtěli

vidět, slyšet, vyzkoušet. A když už v titulku je hovořeno o muzikantském svátku, tak samozřejmě nechybí i bohatý koncertní a doprovodný program. Letos poprvé "povedou" současně tři scény, a tak koncertní program přerůstá v jeden z největších hudebních festivalů, kde se představí okolo 80 kapel. Na ukázkou několik jmen jasně hovoří za vše:

-123 minut, Precedens, Decline, Damiens, Fermata, Dan Bárta, Tata Bojs, Dobrohošť, November Second, Lenka Dusilová, Ozzy Osbourne Revival, Janis Joplin Revival, zkrátka od všeho něco. Ani na odborníky není zapomenuto, a tak zde budou probíhat semináře, letos také poprvé konference Hudba, internet a právo s mezinárodní účastí.

Berte tedy těchto několik řádek jako pozvánku od pořadatelů Incheby a Muzikusu, na výstavu Muzika 2000 (21. až 24. září 2000).

– gv –

Ještě menší filtry CDMA IF

Mobilní komunikační zařízení se zdokonalují nejen po stránce technické, ale také se díky pokrokovým výrobním technologiím zmenšují. EPCOS je prvním výrobcem povrchových akustických IF filtrů v pásmu AMPS dle standardu IS-95 CDMA pro mobilní telefony, kterému se podařilo dosáhnout zmenšení jejich velikosti na 9 x 5 mm. V loňském roce byla běžná velikost filtru 13 x 6,5 mm. CDMA (code division multiple access) je standard používaný v USA, Japonsku a Koreji, kde nyní dochází k největšímu rozvoji radiových mobilních systémů na světě.

Miniaturizací IF filtru se firmě EPCOS podařilo dosáhnout technologického průlomu a získat nejlepší předpoklady

stát se vedoucím hráčem na vysoce konkurenčním trhu CDMA. Filtry pro střední vlny (IF filtry) oddělují jednotlivé kanály pro přenos hlasu (na šířce pásma 1,26 MHz) a poskytují filtrovaný signál pro digitalizaci. Tyto filtry jsou klíčovými komponenty hlavně v přijímačích CDMA. Osazení těchto miniaturizovaných vysoce výkonných filtrů do přístrojů je umožněno jejich novým designem, díky kterému vykazují tyto filtry stejné vlastnosti jako filtry velké.

Díky možnosti zpracovávat signály v širokém pásmovém rozsahu (v dnešní době 80 – 200 MHz) lze tyto systémy osadit též do CDMA terminálů a podpořit tak vzrůstající trend miniaturizace v ob-

lasti mobilních technologií. Kromě nových filtrů pro pásmo AMPS, vyrábí firma EPCOS již několik měsíců IF filtry s rozměry pouze 5 x 5 mm pro mobilní telefony CDMA v pásmu PCS.

Joachim Niestroj, ředitel divize komponentů pro povrchové akustické vlny firmy EPCOS, řekl: „Učinili jsme významný krok k rozšíření nabídky našich výrobků. Tyto nové IF filtry podtrhují pozici společnosti EPCOS nejen jako vedoucí firmy na trhu, ale též jako dodavatele vysoce výkonných zákaznických řešení ve všech hlavních segmentech komunikačního trhu.

Kontakt: Christoph Jehle, Corporate Communications EPCOS AG, St.-Martin-Str., 53 P.O. Box 80 17 09 D-81617, Mnichov. Tel.: 49 89 636-24615 Fax: 49 89 636-22471.

Vícevýstupový programovatelný generátor řízený krystalem

V souladu s trendem ke stále vyšší integraci přichází EPSON (<http://www.epson-electronics.de>) s řadou integrovaných oscilátorů MG-5100SA poskytujících vedle referenčních hodin 17,734 MHz nebo 28,63636 MHz současně až 6 různých hodinových kmitočtů. Ty mohou být naprogramovány pomocí interní paměti EPROM v rozsahu 76,9 kHz až 80 MHz



(při napájení 3,3 V) případně až do 100 MHz (napájení 5 V). Při programování se na-

staví smyčky 3 fázových závěsů. Další možnost, získání až 32 různých kmitočtů dovoluje možnost nastavení interních kmitočtových děličů 3 vstupy obvodu, který je v pouzdře SOP-14 (10,1x7,4x3,2 mm). Tolerance výstupního kmitočtu je ±100 ppm nebo ±50 ppm v rozsahu teplot -20 až +70 °C. Předpokládá se použití např. v systémech vyžadujících více hodinových signálů s různým kmitočtem a set top boxech.

Nový modul hodin reálného času

Jako všechny integrované moduly hodin reálného času firmy EPSON (<http://www.epson-electronics.de>) i RTC-8564JE obsahuje v pouzdře i krystal. Tento obvod je plně kompatibilní s obvodem PCF-8564

firmy Philips. Hodinový obvod se připojuje k sběrnici přes rozhraní I²C. Vzhledem k velikosti použitého pouzdra VSOJ-20 (7x5,4x1,3 mm) a nízké spotřebě 0,3 mA při napájení 3 V (obvod pracuje od 1,8 do 5,5 V) bude RTC-8564JE atraktivní pro mobilní aplikace, v nichž je potřeba informace o čase a datu. Vedle registrů časových informací je ještě k dispozici výstup s kmitočtem 1 Hz, 32 Hz, 1024 nebo 32768 Hz. Pracovní rozsah teplot je -10 až +70 °C. Funkce je stejná jako



u úspěšného obvodu RTC-8563, pouze výstup odpovídá úrovní CMOS.

–HH–

Nabíječ alkalických článků technologie RAM

stavebnice č. 481 – Jiří Vodehnal

Nabíjitelné alkalické články technologie RAM jsou novým systémem v oblasti obnovitelných ekologických zdrojů energie a jedná se o špičkovou kanadskou technologii chráněnou celosvětově 32 patenty.

V posledních 25 letech se objevily tyto hlavní technologie:

Zinek-uhlík/Zinek-chlorid

Během sedmdesátých let byly tyto baterie nejrozšířenější mezi zákazníky. Poskytovaly dostatek energie pro tehdejší standardní aplikace, například fotoblesky, tranzistorová rádia atd.

Primární alkalické články (baterie)

Alkalické baterie se rozšířily během osmdesátých let. Oproti bateriím zinkovým byly relativně drahé, ale poskytovaly zřetelně větší životnost převyšující jakoukoli cenovou nevýhodu. Staly se tak velice oblíbenými a dodnes jsou hlavním prodejním artiklem na trhu baterií.

Nabíjitelné alkalické články (RAM)

Požadavky na kapacitu a výdrž baterií se stále stupňují. Uživatelé neustále hledají nové řešení, které by jim ulehčilo život, bylo šetrné k přírodě, jednoduché k používání a hlavně ekonomické. Alkalické akumulátory byly vyvinuty pracovníky, z nichž někteří pracovali již na vývo-

ji primárních alkalických článků. Poskytují uživateli veškeré výhody alkalických článků, ale jsou ještě mnohem úspornější. Ačkoli bojují o místo na trhu s již existujícími akumulátory (Ni-Cd, Ni-MH) a také s alkalickými bateriemi, neměly by být



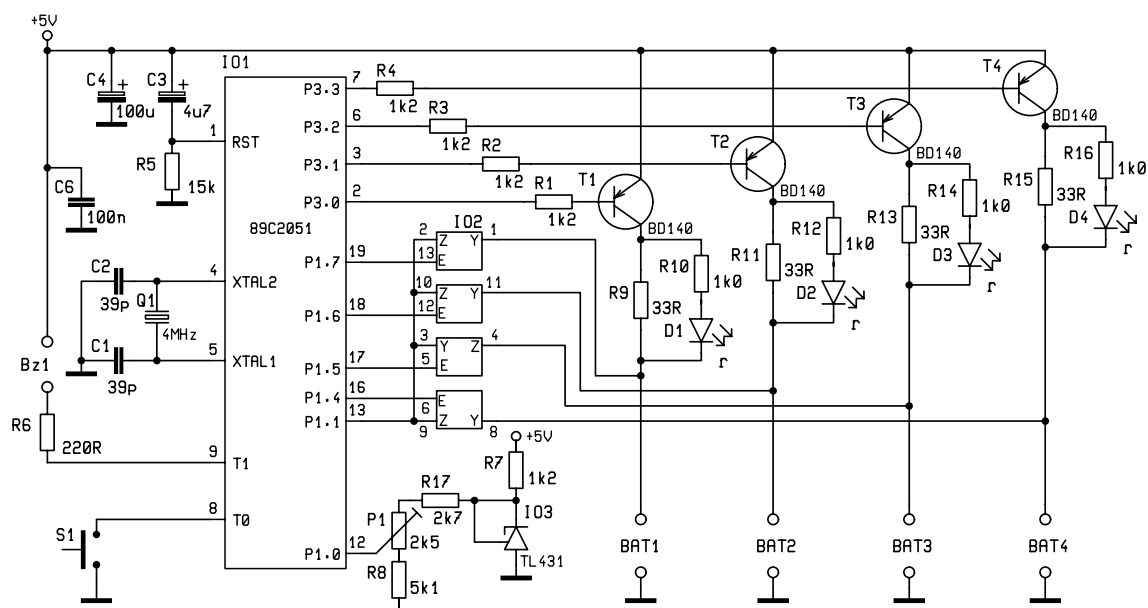
se stávajícími technologiemi akumulátorů měňovány, protože neobsahují žádné omezení existujících akumulátorů (paměťový efekt, samovybíjení...).

Na rozdíl od Ni-Cd akumulátorů neobsahují žádné jedovaté těžké kovy. Oproti běžným alkalickým bateriím je lze při správném zacházení až 600× znovu dobít elektrickou energií z nabíječe. Konstrukce nabíjitelných alkalických článků

je mezinárodně patentově chráněna firmou Pure energy (česky "čistá energie") a umožní šetřit peníze za nákup obvyklých článků a zároveň šetří i životní prostředí, protože již nepoužitelný článek lze odložit do zcela běžného komunálního odpadu. A to je dobré vzít v úvahu.

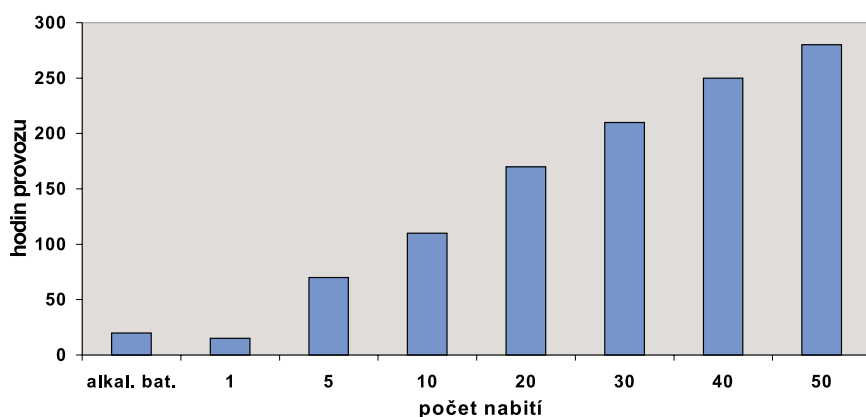
Články se vyznačují vysokou kapacitou – baterie Pure energy mají obdobně vysokou kapacitu jako běžné alkalické baterie značkových výrobců. Během prvních nabíjecích cyklů dosahují v závislosti na vybíjecím proudu kapacity kolem 1600 mAh (Ni-Cd akumulátory typicky 700 mAh). Ihned po zakoupení je lze použít a není třeba je napřed nabíjet jako běžné akumulátory. V nabitém stavu vydrží skladování přes pět let i za vysokých teplot. V běžných praktických podmínkách je lze nabít minimálně 25 až 100× a i pak ještě vykazují kapacitu srovnatelnou s Ni-Cd akumulátory, takže jsou použitelné až 600×. Na rozdíl od běžných akumulátorů nemají "paměťový efekt" a lze je proto kdykoli začít znovu nabíjet (běžné akumulátory, nejsou-li zcela vybity, předčasným zahájením nabíjení rychle ztrácí kapacitu).

Je nutné poznamenat, že tyto články jsou výhodné pro spotřebiče, které mají



Obr. 1 - Schéma zapojení nabíječe

Srovnání RAM s alkalickou baterií ve walkmanu



odběr proudu do 150 mA, protože při vyšších odběrech klesá rychleji kapacita článků. Tato vlastnost je dána větším vnitřním odporem RAM článků oproti klasickým alkalickým článkům. Za těchto podmínek lze plně využít jejich plné kapacity a velkého počtu opětovného nabíjení.

Alkalické nabíjitelné články Pure energy je možno dobíjet jen v nabíječi určeném pro tento typ článků. Právě takový nabíječ, který splňuje podmínky pro bezpečné nabíjení, je popsán v následujícím článku.

Zapojení a funkce nabíječe

Zapojení nabíječe je jednoduché a vychází z principu, že alkalický článek

technologie RAM má při plném dosažení své kapacity napětí 1,65 V.

Po zapnutí nabíječe a resetu s časovou konstantou danou hodnotou odporu R5 a kondenzátorem C3 se aktivuje jednočipový mikroprocesor Atmel 89C2051, který je taktován frekvencí 4 MHz krystalem Q1. Ten je blokován proti zákmitům kondenzátory C1 a C2.

Pro nabíjení baterií je možné vložit v libovolném pořadí, počtu a do kterékoliv pozice BAT1 až BAT4 alkalické články velikosti AA (rozměr tužkového článku). Po stisku mikrospínače S1 mikroprocesor otestuje přítomnost článků osazených v jednotlivých pozicích a začne s jejich nabíjením. Stav nabíjení jednotlivých článků je signalizován svitem diod LED D1 – D4 podle aktuálního stavu osazení článků a jejich stavu nabití.

Na neinvertující vstup P1.0 interního komparátoru mikroprocesoru je přivedeno referenční napětí 1,65 V vytvářené pomocí odporů R7, R8, R17, stabilizátoru IO3 a nastavením trimru P1. Na invertující vstup P1.1 interního komparátoru se v intervalech 2 sekund pomocí elektro-

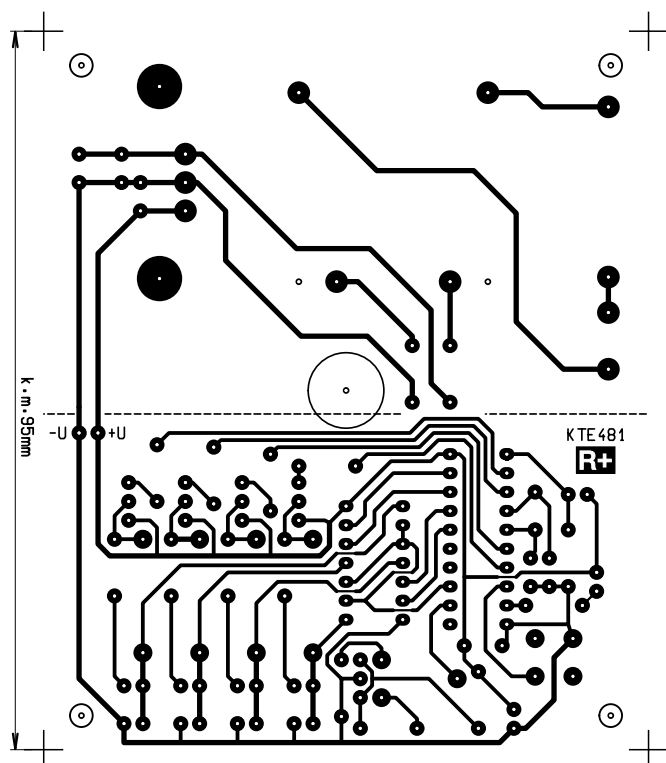
nických spínačů v obvodu IO2 ovládaných vývody mikroprocesoru P1.4, P1.5, P1.6 a P1.7 přepíná jednotlivě napětí na svorkách BAT1 až BAT4. Na dobu 6-ti strojových cyklů mikroprocesoru je při měření napětí na svorkách nabíjeného článku pomocí tranzistorů T1 až T4 odpojeno nabíjecí napětí. Tento postup byl zvolen proto, aby se eliminovaly úbytky napětí při nabíjení na přírodních vodičích ke článkům a měření napětí článku nebylo touto chybou zatěžováno.

Pokud jeden nebo více z článků dosáhnou nabitého stavu, přestane svítit příslušná dioda náležející k pozici článku a nabíječ začne po 10-ti sekundách vydávat krátký upozorňovací tón. Nabíť článek lze vyjmout a opětovným stlačením S1 otestovat aktuální stav přítomnosti

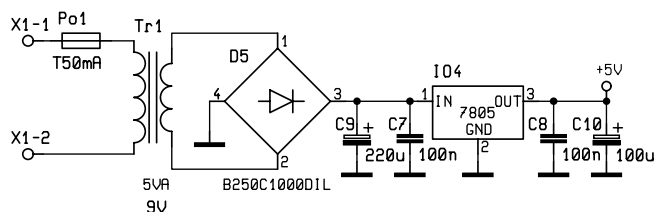


nabíjených článků a odstavit tak zároveň vydávání upozorňovacího tónu.

Nabíječ je navržen na napájení stabilizovaným napětím 5 V. Vzhledem k tomu, že při hlubokém vybití článků jsou počátku nabíjeny proudem až 150 mA, je nutné, aby zdroj byl schopen dodávat trvale proud minimálně 600 mA. Stavebnice byla oproti původnímu autorovu návrhu doplněna o zdroj, jež tato kritéria splňuje. Tak bylo možné zhotovit samostatné zařízení, které nepotřebuje pro svoji činnost již další obvody, a odpadá tak nutnost shánění vhodného síťového adaptéru, stejně jako riziko poškození článků a nabíječky jeho chybným nastavením. Protože celková výkonová ztráta



Obr. 2 - Deska s plošnými spoji



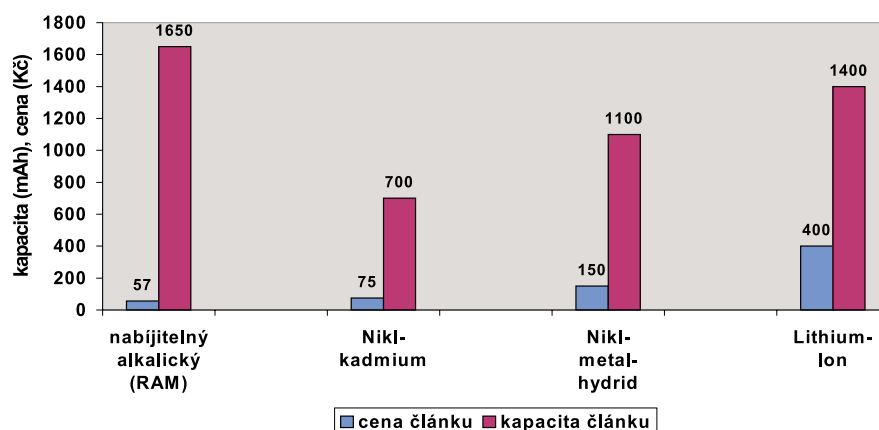
Obr. 3 - Schéma zapojení zdroje

na stabilizátoru, stejně jako zbytkové teplo transformátoru, jsou poměrně vysoké, je nutno přístroj umísťovat tak, aby bylo zajištěno dostatečné chlazení, resp. proudění vzduchu větracími otvory krabičky.

Konstrukce

Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů s možností vestavby do krabičky U-KP4. Protože pro někoho může být výhodnější použít externí napájecí zdroj, je možné oddělit dle naznačené čáry na plošném spoji tu část desky, kde se nachází síťový transformátor, pojistka a obvody stabilizátoru. Pro připojení napájení jsou poté využity pájecí body kondenzátoru C10, který není nutné osazovat. Pro tento případ je na plošném spoji rovněž místo pro tlačítko

Kapacity a ceny tužkových článků



všechny údaje jsou pro tužkové články (AA,R6)	RAM - nabíjecí alkalické	nikl-kadmiové	nikl-metal-hydrid	lithium-ion
typická kapacita (mění se v závislosti na proudu a koncovém napětí)	1500 mAh (počáteční kapacita v prvních cyklech)	800 mAh	1100 mAh	317 mAh
typické napětí /článek při zátěži	0,8 – 1,4 V	1,0 – 1,3 V	1,0 – 1,3 V	2,75 – 4,1 V
hmotnost	22 g	22 g	25 g	18 g
váhová hustota energie	75 Wh/kg (počáteční)	42 Wh/kg	49 Wh/kg	60 Wh/kg
objemová hustota energie	220 Wh/litr (počáteční)	120 Wh/litr	170 Wh/litr	150 Wh/litr (10 cyklů)
počet nabíjecích cyklů při max. vybití	>26	>200	>300	>1200
počet nabíjecích cyklů při mírném vybití (silně závisí na hloubce vybití)	>200 (až 600)	>200	>300	1200
doporučený střední vybíjecí proud	0,5 A	>5 A	>4 A	>1 A ?
max. doporučený pulsní vybíjecí proud	1,5 A	>10 A	>10 A	>2 A
doba nabíjení pulsní nabíječkou (závisí na hloubce vybití)	2 – 6 h	1 h	1 h	1 h
samovybitení při 20 °C	0,02 % za den	0,7 % za den	0,8 % za den	0,3 % za den
samovybitení při 30 °C	0,05 % za den	1 % za den	1,8 % za den	1 % za den
samovybitení při 45 °C	0,15 % za den	3 % za den	6% za den	4 % za den
samovybitení při 65 °C	0,6 % za den	12 % za den	25 % za den	15 % za den
bezpečnost dle mezinárodních standardů IEC	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje, ale již několik případů požáru (agresivní materiál)
ekologické vlastnosti	lze vyhazovat do domovního odpadu (žádné toxické látky)	nutno recyklovat (obsahuje toxické těžké kovy)	nevyhovující	lze vyhazovat, látky po oxidaci (spálení) netoxické
typická cena značkových výrobků	57 Kč	75 Kč	150 Kč	400 Kč

Tab. 1 - Srovnání principu jednotlivých typů akumulátorů

technická specifikace parametrů

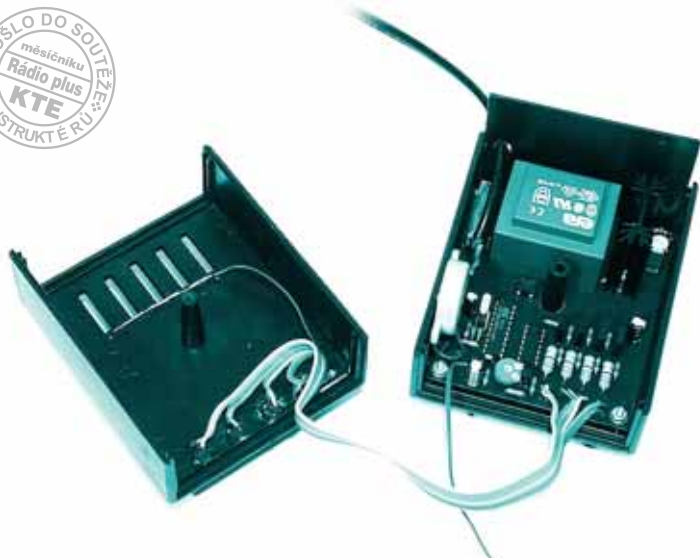
nabíjecí alkalické články – RAM

velikosti článků dodávané v roce 1999		AAA (R03)	AA (R6)
napětí naprázdno (V)		1,5	1,5
vnitřní odpor nového článku (Ω)		0,3	0,2
kapacita mAh	30 mA do 0,9 V	800	1800
první vybíjecí cyklus	125 mA do 0,9 V	650	1500
při pokojové teplotě	300 mA do 0,9 V	500	1200
22 °C	500 mA do 0,9 V	nelze	800
nabíjení	nabíjecí napětí (V)	1,65 V +/- 0,03 V	
pulsní	max. nabíjecí proud (A)	1	1
rozměry	průměrná výška (mm)	44,2	49,9
	průměr (mm)	10,2	14
hmotnost		10	21
pracovní teploty		20 – +60 °C	
skladovací teploty	doporučené	+15 – +35 °C	
	ověřené	až +70 °C	
skladovací životnost nových článků		4 – 5 let	
životnost z hlediska počtu nabíjecích cyklů		25 – 600 let	

Tab. 2 - Parametry akumulátorů RAM

S1 (doporučený typ DT6) i LED D1 – D4. Pokud se rozhodnete ponechat plošný spoj v původním stavu, jsou LED i tlačítko umístěny na krabici a propojeny s deskou pomocí kablíků. Před osazová-

ním je nutné převrtat otvory pro transformátor, stabilizátor, trimr, rezistory R9, R11, R13 a R15 a tranzis-



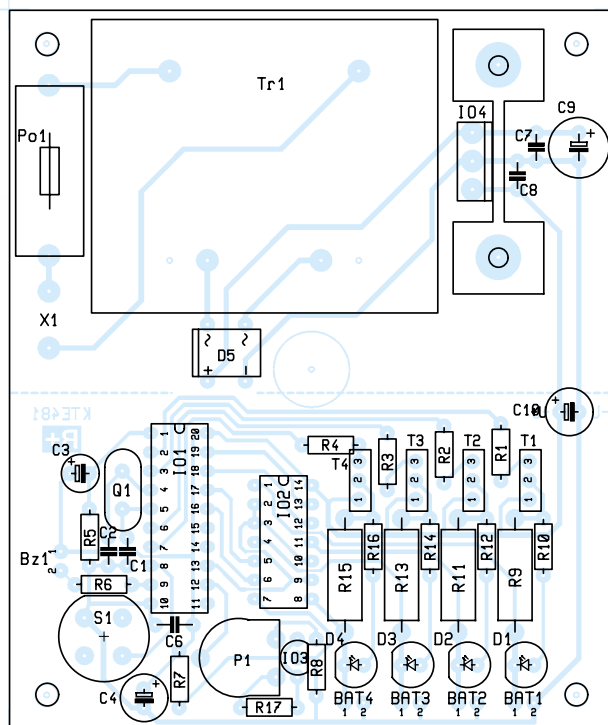
tory T1 – T4 na průměr 1 mm a pro síťovou pojistku na 1,3 mm. Rovněž tak je nutné převrtat otvory pro upevňovací šrouby (3,2 mm), středový sloupek krabice (cca 10 mm) a chladič tak, aby jej bylo možné pohodlně zapájet. Poté osazujeme součástky podle zvyklostí od nejmenších po největší a od pasivních po aktivní. Mikrořadič IO1 osadíme až na závěr, po kontrole napájení a referenčního napětí.

Po osazení a kontrole desky, připojíme síťové napětí na X1. Voltmetrem ověříme přítomnost napájecího napětí +5 V na výstupu stabilizátoru IO4 a na vývodech IO1 (vývod 10 – GND, vývod 20 – +5 V). Nyní přistoupíme k nastavení referenčního napětí pro určení hladiny nabití baterií. Otáčením trimru P1 nastavíme na jeho běžci, resp. na vývodu 12 IO1 hodnotu 1,65 V. Tím přesnější bude nastavení této hladiny, tím vyšší životnost budou baterie mít. Nyní zapájíme IO1, připojíme bateriové držáky, LED, bzučák a tlačítko, a celou sestavu upevníme do krabice.

Přestože je nabíjecí proud jedné baterie max. 150 mA, jsou tranzistory T1 až T4 (stejně jako rezistory R9, R11, R13 a R15) oproti původnímu autorovu návrhu výkonově předimenzovány, tak aby se zlepšilo odvádění zbytkového tepla z pouzder součástek a tak snížila jejich povrchová teplota. Napájecí šňůra ani síťový vypínač není součástí stavebnice a jejich použití je ponecháno na vůli uživatele.

Věříme, že vám stavebnice nabíječe alkalických akumulátorů přijde vhod

Obr. 4 - Rozmístění součástek



a bude vám k užítku. Tím spíše, že na našem trhu se takové nabíječky jen těžko shánějí a zařízení dodávaná v sadách s bateriemi mají obvykle nevalnou úroveň. Cena stavebnice je 899 Kč a objednat si ji můžete stejně jako všechny ostatní v naší redakci (viz spodní část strany).

Seznam součástek

R1 – R4, R7	1k2
R5	15k
R6	220R
R8	5k1
R9, R11, R13, R15	33R/2W
R10, R12, R14, R16	1k0
R17	2k7
C1, C2	39p
C3	4μ7/35V
C4, C10	100μ/10V
C6 – C8	100n/50V
C9	220μ/35V
P1	2k5 PT10V
D1 – 4	LED 5mm 2mA
D5	B250C1000DIL
T1 – 4	BD140
IO1	9C2051 PC 24MHz
IO2	4066
IO3	TL431
IO4	7805
Q1	4MHz
Tr1	9V/5VA
Bz1	KPE126
S1	P-B11RT (P-PBRT)
Po1	T50mA

1x plošný spoj KTE481
 1x krabička U-KP4
 1x pojistkový držák KS20SW
 4x bateriové pouzdro AA
 1x chladič V747x

Výpis části programu ve formátu HEX

```
:04000000002003F3289
:03000B000200638D
:0100130032BA
:03001B0002009050
:0100230032AA
:100030004E6162696A65635F52414D2E41534D7551
:10004000811F7590FF75B0FF75891175B80875A887
:100050008A7588107EF07FF01200E51200E512002C
:10006000B080FBC0E0C0D0758C7D758ACA191A12A9
:10007000007C181200861CD0D0D0E032E86001224B
:10008000781412015822EC6001227C641200C12213
:10009000C0E0C0D0758DFF758B5020B505D2B5027C
:1000A00000A4C2B5D0D0D0E0327B641BEB70FC2240
:1000B000D2B420B40B7902E970FD1200E51200F110
:1000C00022EFF454F06E60031200CC22D28E43D0A3
:1000D000087A50796419E970FC1AEA70F653D0E78F
:1000E000C28ED2B5227A02EAD28E70FBC28ED2B50F
:1000F000227C64C296C295C294C297C2B0C2B1C2F9
:10010000B2C2B37EF07F00D29711A930B605C29774
:1001100002011BC297D2B074EF5EFED29611A930D5
:10012000B605C29602012FC296D2B174DF5EFED22E
:100130009511A930B605C295020143C295D2B27499
```

Použitá literatura:

- [1] Katalogový list ATME1 89C2051
- [2] Katalogový list TL 431
- [3] Katalogový list CMOS obvodu 4066
- [4] Internetová stránka firmy CoNet, výhradního zástupce firmy Pure Energy v ČR

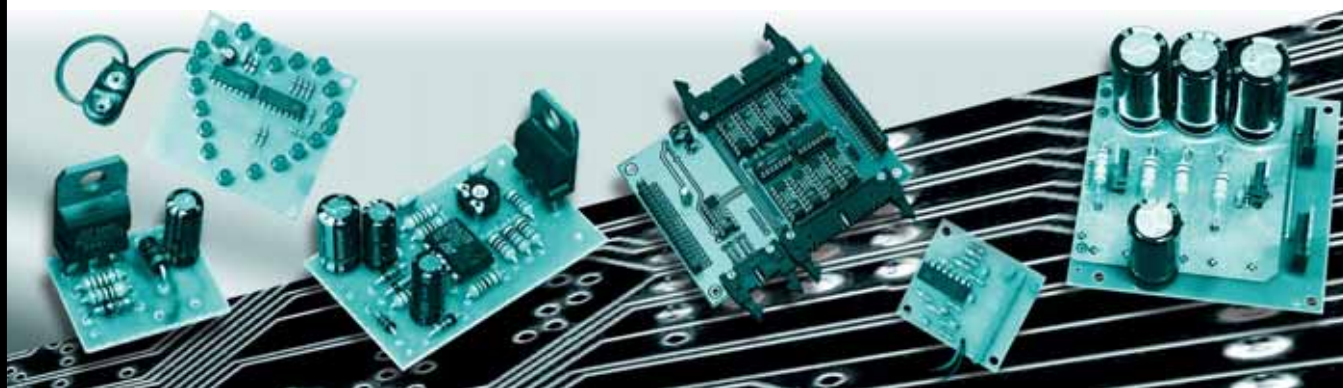
Stavebnice, uveřejněné v magazínu Rádio plus-KTE,

objednávejte* v redakci písemně, telefonicky i elektronickou poštou:

Rádio plus-KTE, Šaldova 17, 186 00 Praha 8;

02/24818885, fax: 24818886;

e-mail: redakce@radioplus.cz, www.radioplus.cz



***Objednávky ze Slovenska vyřizuje firma GM Electronic Slovakia, s. r. o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/559 60 439, fax: 07/559 60 120, e-mail: obchod@gme.sk !**

Blikač se 4011

stavebnice č. 462

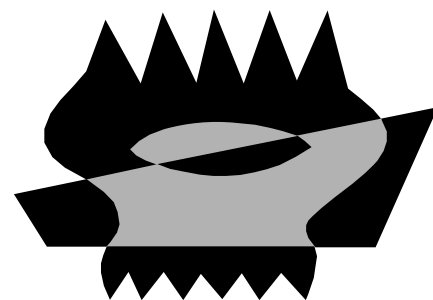
Blikače a jim podobná zařízení naleznou uplatnění nejen jako hračky, ale například i jako signalizační zařízení. Mimo jiné i proto, že blikající světlo snáze upoutá naši pozornost, je jejich uplatnění časté i např. v reklamě.

Toto zapojení obsahuje velmi jednoduchý a přitom elektricky velmi vtipně řešený obvod, jenž střídavě rozsvěcuje dvojice různobarevných LED. Zapojení je natolik jednoduché, že jeho stavbu zvládnou snadno i začínající amatéři a protože navíc neobsahuje žádné na-

pu se log. L objeví pouze v případě, že oba vstupy jsou v log. H.

Po připojení napájení se na IO1A (a IO1B) objeví log. H, jež se přenesou přes C4 (C3) ve formě krátkého impulsu na vstup IO1B (IO1A). Tento krátký impuls způsobí rychlé překlopení výstupu

hradla do L, vybití kondenzátoru a jeho opětovné nabíjení po opětovném nastavení H na výstupu hradel. Úroveň L na vstupech hradel IO1A a IO1B zajišťují rezistory R5 a R6, jejichž hodnota je dostatečně velká, aby umožnila přenos právě jen krátkého impulsu z kondenzátorů C3 a C4. Právě takto vzniklé signály jsou z výstupu IO1A odváděny na kondenzátory



byly použity nízkopříkonové LED se jmenovitým proudem 2 mA. Obvod hradel 4011 je určen pro napájecí napětí v rozmezí 5 ÷ 15 V a takový je také rozsah napájení stavebnice. Plně tedy vyhoví např. destičková 9V baterie.

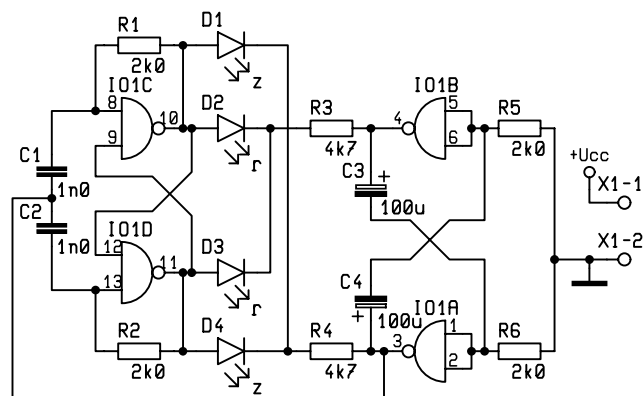
Zapojení je uspořádáno na malé jednostranné desce plošných spojů. Osazujeme nejprve rezistory, poté kondenzátory a nakonec diody a integrovaný obvod. Protože hradla jsou vyrobena technologií CMOS, není vhodné jejich pájení pistolovou páječkou, neboť kolem hrotu se tvoří elektromagnetické pole, jež těmto obvodům nesvědčí. Nemáte-li však k dispozici mikropáječku, je nutné ji alespoň zapínat s hrotem dále od plošného spoje a tak snížit magnetické špičky vznikající při jejím zapnutí a vypnutí. Po připojení napájecího napětí (pochopitelně správné polarity) by stavebnice měla ihned fungovat.

Jak již bylo řečeno, je možné efekt různě vylepšit, například změnami hodnot kondenzátorů C1 – C4, případně osazením různých hodnot do každé větve blikače. To již závisí na potřebách a chuti každého konstruktéra.

Seznam součástek

R1, R2, R5, R6	2kΩ
R3, R4	4k7
C1, C2	1n0 CF2
C3, C4	100μ/16V
IO1	4011
1× plošný spoj KTE462	

Cena stavebnice je 42 Kč a můžete si ji objednat v naší redakci stejným způsobem jako všechny ostatní.

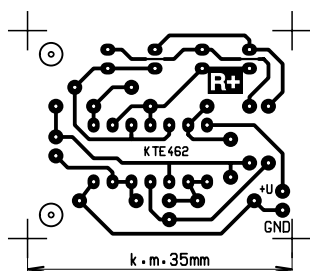


Obr. 1 - Schéma zapojení

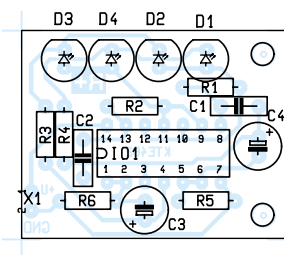
stavovací prvky, nebudou mít žádné potíže ani s oživením. Přesto však stavebnice nabízí řadu možností pro zpestření výsledného světelného efektu. A protože sestává pouze z klopných obvodů tvořených hradly NAND, vysvětlíme si jejich funkci podrobněji.

Hradla typu AND mají tu vlastnost, že se na jejich výstupu objeví úroveň log. H (vysoká úroveň blízká napájecímu napětí) pouze v případě, že log. H se nachází současně i na obou jeho vstupech. Není-li na žádném, nebo pouze na jednom, pak je výstup v log. L (nízká úroveň blízká 0 V). Námi použitá hradla NAND se chovají naprosto stejně, pouze s rozdílem, že výstup má opačnou úroveň než AND (písmeno N na začátku označení znamená negaci – opak). Tedy na výstu-

ry C1 a C2, jež mají za úkol jejich zkrácení a přenesení na vstupy hradel IO1C a IO1D. Ta jsou zapojena jako klasický klopný obvod RS s hysterezí tvořenou rezistory R1 a R2. Rezistory tak rovněž zajišťují stejnosměrnou úroveň právě na vstupech hradel, k nimž jsou připojeny kondenzátory C1 a C2. Na výstupu klopného obvodu jsou připojeny dvojice LED, dle barev spárované tak, aby vždy svítila pouze jedna od každé barvy. Je-li totiž na výstupu IO1D úroveň H, svítí pouze zelená D4, zatímco D1 je zhasnuta podle pravidla, že na výstupu druhého hradla je opačná úroveň – tedy L. Rezistory R3 a R4 zde pak mají pouze funkci omezovače proudu diodami. Protože hradla IO1 typu NAND jsou vyrobena technologií CMOS a nesnesou tedy velkou zátěž,



Obr. 2 - Destička s plošnými spoji



Obr. 3 - Rozmístění součástek





Zvonek s 555

stavebnice č. 473

Zvonky jsou velmi vděčným tématem elektronických časopisů, proto ani my nezůstáváme pozadu, jak svědčí i stavebnice zvonku s rozlišením (KTE482) uvedená rovněž v tomto čísle. Avšak fakt, že toto zapojení je nazýváno zvonkem, je způsoben spíše snahou označit ji dle nejčastějšího použití, nebo chcete-li kvůli "zaškatulkování". Stavebnice totiž zaujme spíše elegantností svého zapojení a její přesnější název by byl buzučák.

Zapojení zvonku s 555 je velmi jednoduché a možnosti jeho použití jsou takřka neomezené. Lze jej totiž s úspěchem použít všude tam, kde je potřeba akusticky signalizovat nějaký stav. Tedy nejen jako zvonek, ale i např. jako budík, varovnou či poplašnou výstrahu, zvukové zařízení k minutce nebo hodinám do fotokomory. Díky širokým možnostem přeladitelnosti je snadné použití více modu-

k tomuto děliči a s vyvedenými vývody 1/3U_{cc} na vývod T (Spouštění) a 2/3U_{cc} na vývod THR (prahové napětí). Získané úrovně pak zpracovává klopný obvod RS s nulováním (vývod R v negativním režimu), jehož výsledná úroveň ovládá tranzistor s otevřeným kolektorem (DIS obvykle slouží k vybíjení časovacího kondenzátoru) a invertor vyvedený na výstup (OUT).

uzavře vybíjecí tranzistor, na výstupu se objeví log. H a opět začíná nabíjení. Výsledný vztah opakovacího kmitočtu pak vypadá takto:

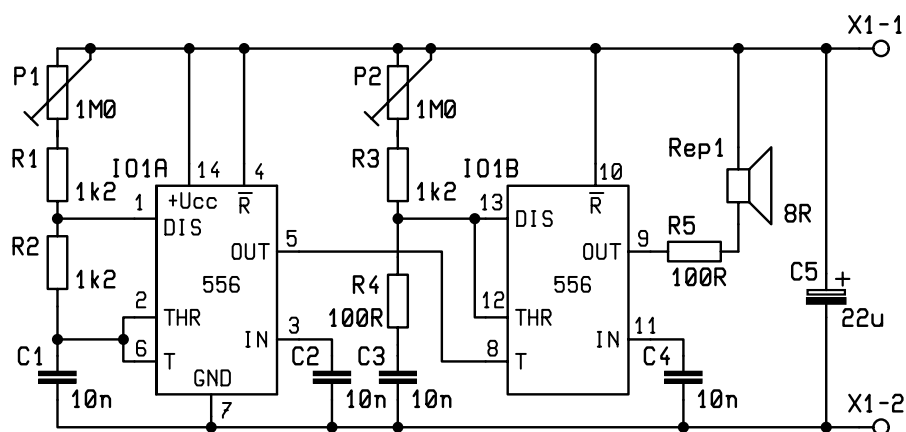
$$f = 1,42 / (P1 + R1) + 2R2 \times C$$

Dvojitě započtení rezistoru R2 je způsobeno právě jeho činností v nabíjecím i vybíjecím cyklu. Rezistor R1 svou malou hodnotou do výsledného kmitočtu sice zasahuje, ale pouze v případě minimálního odporu P1, avšak chrání vybíjecí tranzistor před poškozením, je-li odpor P1 nulový.

Druhá polovina IO1 je zapojena jako bistabilní spouštěný multivibrátor. Je-li na spouštěcí vstup log. L, začne se kondenzátor C3 nabíjet přes rezistory R3, R4 a trimr P2. Na výstupu je log. H. Po dosažení 2/3U_{cc} je zahájeno vybíjení a výstup přejde do log. L. Proces trvá dokud je vstup spouštění v L a jakmile přejde do H, je zastaven až do chvíle opětovného spuštění log. L na vstupu T. Rezistor R4 je v tomto případě (stejně jako R3) pouze ochranný a má za úkol omezit vybíjecí proud kondenzátoru tak, aby nedošlo k poškození vybíjecího tranzistoru.

Vzhledem k použitým hodnotám součástek v zapojení obou časovačů jsou výsledkem velmi krátké impulzy na výstupu IO1B, a tedy na reproduktoru. Rezistor R5 zde pouze omezuje proud reproduktorem, aby nedošlo k poškození výstupního obvodu časovače stejnosměrným zkratem. Zvyšováním hodnoty R5 lze snížit úroveň hlasitosti reproduktoru.

Různým nastavováním odporových trimrů P1 a P2 tak lze velmi snadno měnit výsledný zvuk. Při vhodném nastavení obou ovládacích prvků tedy můžete získat zvuk velmi "protivný", aby se dal



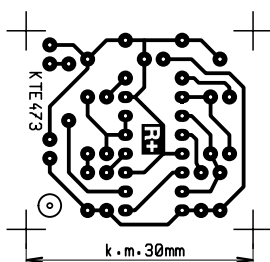
Obr. 1 - Schéma zapojení

lů v jednom prostředí tak, aby rozdílné zvuky signalizovaly potřebné stavy.

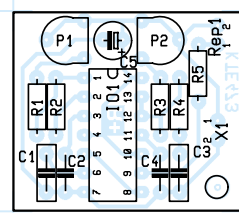
Základem zapojení je dvojice časovačů 555 v jednom pouzdře, souhrnně nazývaném 556. Časovače 555 se vyrábějí již více než 30 let a za celou dobu doznaly jen jednoho výrazného vylepšení – převedení do technologie CMOS, a tedy snížení vlastního spotřeby obvodu a rozšíření spektra použitelných hodnot časovacích prvků. O těchto velmi zajímavých a přitom nesmírně jednoduchých integrovaných obvodech bylo již za dobu jejich existence napsáno více než dost a proto další popis by bylo nošením dříví do lesa. Proto si jen stručně připomeneme základní funkci obvodu v použitém režimu astabilního a bistabilního spouštěného multivibrátoru.

Časovač 555 je vybaven vnitřním děličem prahových úrovní 1/3 a 2/3 napájecího napětí s hladinou 2/3 napětí vyvedenou z pouzdra (IN), ke které se obvykle připojuje blokový kondenzátor pro zvýšení stability děliče. Dále obsahuje dvojici komparátorů připojených právě

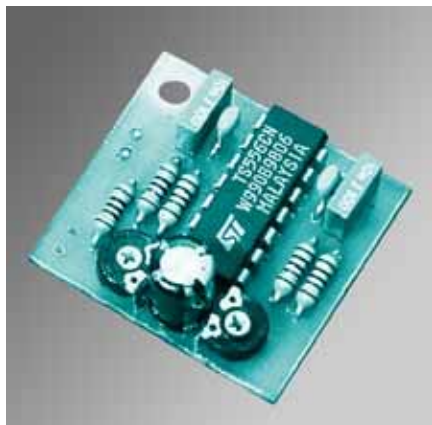
První polovina zapojení je tvořena časovačem IO1A v astabilním režimu s časovou konstantou danou součástkami R1, R2, P1 a C1. Vstupy prahových úrovní jsou spojeny a kontrolují napětí na kondenzátoru C1. Ten se po připojení napájení začne přes rezistory R1, R2 a odporový trimr P1 nabíjet. Výstup obvodu je ve stavu log. H, vybíjecí tranzistor je uzavřen. Po dosažení úrovně 2/3U_{cc} se otevře vybíjecí tranzistor, na výstupu DIS se objeví log. L a kondenzátor se vybíjí. Výstup obvodu je ve stavu log. L až do dosažení hladiny 1/3U_{cc}. Poté obvod



Obr. 2 - Destička s plošnými spoji



Obr. 3 - Rozmístění součástek



použit jako budík, nebo naopak zvuk výrazný a přesto uklidňující, a použít jej např. jako zvonek. Kondenzátory C2 a C4 filtrují napětí odporových děličů časovačů a jejich vynecháním lze získat další zesílení zvuku (při dostatečně měkkém zdroji napájení). Použití C5 pak závisí na použitém napájecím zdroji, avšak je přinejmenším vhodné, neboť omezí napě-

ťové průpadky způsobené činností reproduktoru. Napájecí napětí obvodu by se mělo pohybovat v rozmezí $5 \div 15$ V a odběr ze zdroje je přímo závislý na impedanci použitého reproduktoru.

Zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů. Před osazováním je třeba převrtat otvor pro upěvnění desky na průměr použitého šroubku (nejlépe 3,2 mm pro šroub M3). Poté osadíme rezistory, keramické a fóliové a elektrolytický kondenzátor, odporové trimry a integrovaný obvod. Protože časovač 556 je vyrobený technologií CMOS, není vhodné jeho pájení pistolovou páječkou, neboť kolem jejího hrotu se tvoří elektromagnetické pole, jež těmto obvodům nesvědčí. Nemáte-li však k dispozici páječku odporovou (mikropáječku), je nutné ji alespoň zapínat dále od plošného spoje, a tak snížit magnetické špičky vznikající kolem hrotu při jejím zapnutí a vypnutí. Nyní můžeme připojit reproduktor a napájení a stavebnici lze spustit.

Celý obvod je natolik jednoduchý, že při pečlivé práci jej dokáží sestavit a oživit i naprostí začátečníci napoprvé. Nyní již může začít nastavování výsledného kmitočtu a vlastní uvedení zvonku do provozu. Reproduktor není součástí stavebnice a lze použít prakticky jakýkoliv s impedancí vyšší 8 Ω . Jak již bylo řečeno, možnosti použití jsou nepřeberné.

Věříme, že vám stavebnice zvonku s 556 přinese mnoho radosti i užitku. Součástí stavebnice jsou všechny díly dle seznamu součástek včetně předvrtaného plošného spoje, cena je 85 Kč.

Seznam součástek

R1 – R3	1k2
R4, R5	100R
C1, C3	10n CF2
C2, C4	10n
C5	22 μ /25V
P1, P2	1M0 PT6V
IO1	556 CMOS
1x plošný spoj KTE473	

Domovní zvonek s rozlišením

stavebnice č. 482

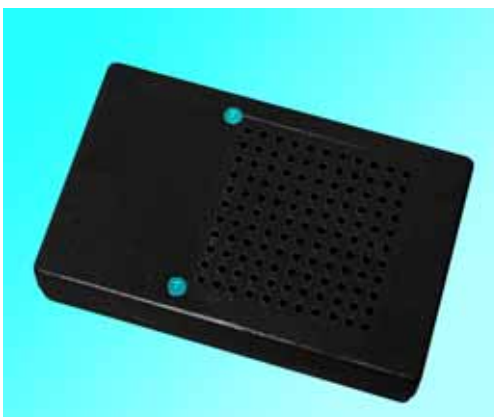


Domovní zvonky jsou věc naprosto běžná snad v každém bytě či kanceláři. Nezřídka se však stane, že potřebujete zvonit dva, protože máte dva vchody, resp. dvě tlačítka mají zvonit v jednom bytě. Klasickým případem jsou pak velké činžovní domy, které jsou kromě obvyklého bytového zvonku vybaveny ještě interkomem ovládaným od vchodových dveří domu. Přítom se setkáte s potřebou oba zdroje zvonění od sebe vhodným způsobem odlišit, kupříkladu různými tóny. Nemluvíme již o tom, že právě zvonky interkomů nejsou ve větších bytech slyšet. Rozlišení zvonků musí být výrazné, na což melodický zvonek, který hraje odlišné melodie, často nestačí. A běhání po obchodech se žádostí o ozkoušení různých zvonků není zrovna to nejlepší řešení.

Taková situace byla i v naší redakci (potřeba rozlišit zvonek či telefonní výzvu) a tak jsme po delším váhání (kovářova kobyla ...) navrhli jednoduchý obvod, který umožňuje právě ovládání ze dvou míst se zvuky natolik rozdílnými, že je nelze zaměnit. Zvonek je ještě doplněn o světelnou signalizaci pro identifikaci tlačítka. Protože se zapojení osvědčilo, řekli jsme si, že by se mohlo hodit i jiným a tak s malými úpravami narodila tato stavebnice

Zapojení je velmi jednoduché a využívá vlastností časovačů 555. Jeden zvuk je tvořen jednoduchým tónem o kmitočtu 250 Hz, druhý je pak vyšší (cca 1,4 kHz) navíc přerušovaný. Protože často, zvláště ve starší zástavbě, jsou domovní zvonky, resp. jejich tlačítka již zapojena do existujících rozvodů, a protéká jimi proud (obvykle střídavý,

ze zvonkových transformátorů) a není vhodné je zatěžovat jiným zařízením, umožňuje stavebnice spínání přes galvanicky oddělovací členy. Tlačítka se připojují na svorky X4-2 vždy proti $+U_{cc}$, které je vyvedeno na vývod X4-1 ("Zvonek

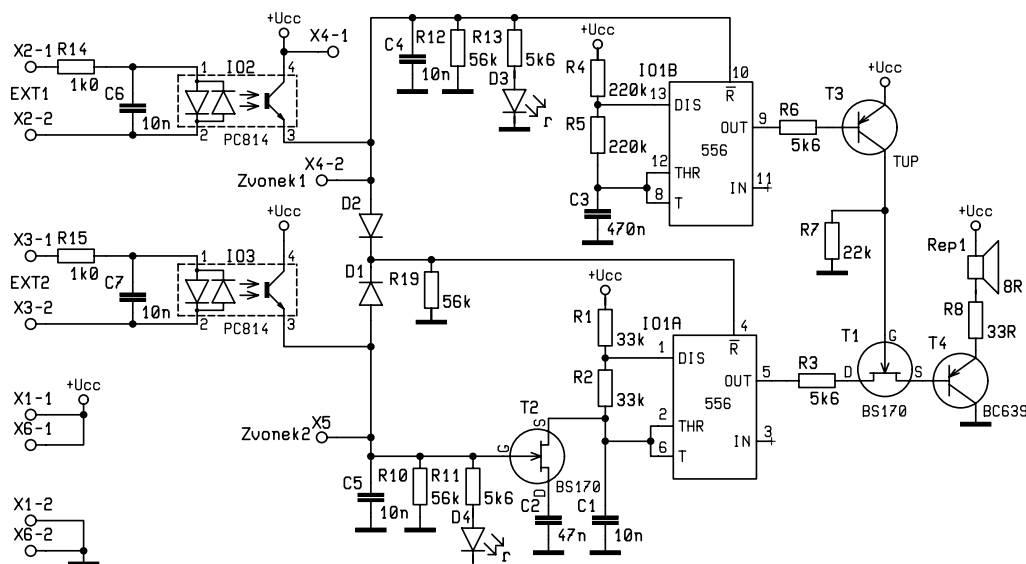


1" – X4-1, X4-2) a X5 ("Zvonek 2" – X4-1, X5). Zapojení se napájí nesymetrickým napětím v rozmezí $5 \div 18$ V připojeným na vstup X6, resp. X1 osazený napájecím konektorem (dle zvyklostí na dutince je GND a obalu $+U_{cc}$). Plně i z hlediska hlasitosti vyhoví destičková 9V baterie, pro kterou je v krabičce vyhrazen prostor.

Integrovaný obvod IO1A, který je tvořen 1 časovačem 556, je zapojen jako astabilní multivibrátor s opakovacím kmitočtem daným rezistory R1 a R2 a kondenzátorem C1. Výsledný kmitočet je pak dán vztahem:

$$f = 1,42 / ((R1 + 2R2) \times C1)$$

Tedy s použitými součástkami je opakovací kmitočet cca 1 400 Hz. V klidovém stavu je časovač trvale nulován log. L na vstupu R, kterou zajišťu-


Obr. 1 - Schéma zapojení

je rezistor R19. V okamžiku, kdy je přes oddělovací diodu D1 nebo D2 na tento vstup přivedena log. H, multivibrátor se rozkmitá a na jeho výstupu se objeví příslušný signál. Ten je dále veden přes ochranný rezistor R3 a spínací tranzistor T1 na koncový tranzistor T4, který již budí reproduktor. Rezistor R8, zapojený v sérii s reproduktorem, slouží pouze k omezení hlasitosti dle potřeby uživatele a lze jej vynechat. Jeho hodnota byla vyzkoušena jako kompromis mezi hlasitostí a spotřebou. Jeho dalším zvyšováním lze regulovat hlasitost, zatímco snížení bude mít za následek již jen neúměrné zvýšení celkové spotřeby bez výrazného stoupnutí hlasitosti zvuků.

Časovač IO1A je tedy v činnosti vždy, když je stisknuto některé z tlačítek. Navíc jsou připojovány další obvody, tentokrát podle toho, které konkrétní tlačítko je stisknuto. Je-li sepnuto tlačítko "Zvonek 2", je log. H, která spouští multivibrátor, na IO1A přiváděna přes diodu D1 a současně se zavádí na řídicí elektrodu tranzistoru T2. Ten se otevře a připe tak kondenzátor C2 paralelně k časovacímu C1, čímž se jejich kapacity sečtou a výsledný kmitočet se sníží dle výše uvedeného vztahu na cca 250 Hz. Použitý typ BS170 vyrobený technologií MOSFET umožňuje takřka bezetržové sepnutí, a tak pouze minimální ovlivnění výsledného kmitočtu. Parazitní kapacity, které jsou těmto tranzistorům vlastní však nikdy nedosáhnou takové hodnoty, aby mohly významně zasáhnout do výsledné hodnoty časovacího kondenzátoru.

Při sepnutí "Zvonek 1" je log. H přiváděna přes diodu D2 na nulovací vstupy IO1A a IO1B. Časovač IO1B je rovněž zapojen jako astabilní multivibrátor, avšak tentokrát s opakovacím kmitočtem

cca 2 Hz, který zajišťuje přerušovaný zvuk zvonek. Je-li totiž IO1B nulován (na vstupu R log. L), je na výstupu log. L, která otevírá tranzistor T3 a ten následně i přerušovací T1 a signál z IO1A může procházet na reproduktor. Jakmile se však IO1B přestane nulovat, může jeho výstup přejít do log. H, zavřou se tranzistory T3 i T1 a signálová cesta je přerušena. Není-li tlačítko zvonek sepnuto, je IO1B nulován úrovní log. L, kterou zajišťuje rezistor R12.

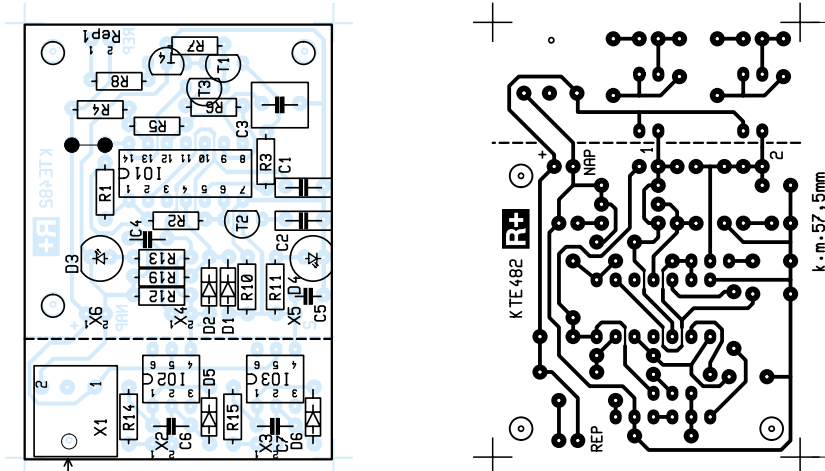
U každého tlačítka jsou navíc proti GND zapojeny kondenzátory 10n (C4 a C5), které omezují vliv rušivých napětí, jež se mohou naindukovat na vedení. Svítivé LED diody D3 a D4 jsou pouze doplňkem pro usnadnění rozlišení zvuku pro konkrétní tlačítko a po krátké době používání zvonek je pravděpodobně nebudete potřebovat.

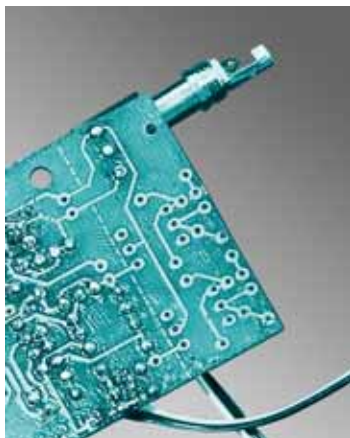
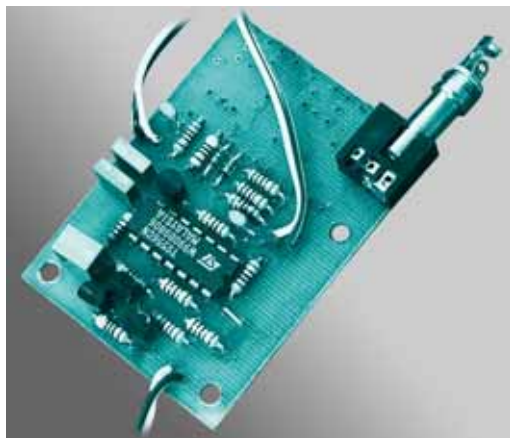
V případě, chcete-li zvonek připojit paralelně k již existujícímu domovnímu rozvodu lze využít optočlenů IO2 a IO3, jež

galvanicky oddělí stávající napájení od stavebnice. Pak je domovní napájení přivedeno na vstupy X2 a X3. Rezistor R15 omezuje proud optočlenem a kondenzátor C7 zamezí průniku rušivých špiček, které by mohly působit plané zvoneční. Použitý typ optočlenu je vybaven dvojicí antiparalelně zapojených LED, a proto umožňuje pro ovládání použít stejnosměrné napětí nezávisle na polaritě, nebo i napětí střídavé. Jedinou podmínkou je zjištění velikosti tohoto napětí, aby bylo možné určit hodnotu ochranného rezistoru R14, R15, jež má za úkol omezit proud optočlenem na rozmezí přibližně 5 až 15 mA. Navržená hodnota 1k0 odpovídá napětí 5 – 15 V. Součástky pro galvanické oddělení zvonek, stejně jako napájecí konektor, nejsou součástí stavebnice.

Přestože do stavebnice je dodáván určitý typ reproduktoru s impedancí 8 Ω, není jeho použití povinné. Pokud potřebujete zvýšit hlasitost, resp. ozvučit větší prostor, je možné použít jiného, většího reproduktoru, případně piezo měniče nebo telefonního sluchátka. Rovněž impedance není nikterak důležitá, ale je vhodné zachovat dolní hranici nad úrovní 8 Ω.

Celé zapojení je umístěno na jednostranné desce plošných spojů včetně optočlenů a napájecího konektoru. Před osazováním je třeba se rozhodnout, zda-li optočleny využijete. Pokud nebudou zapotřebí, je možné přebytečnou část desky odstříhnout a ušetřit tak trochu místa. Nyní můžeme osazovat součástky dle obvyklých pravidel. Drátovou propojku je však vhodné pro vyšší pohodlnost zapojet jako první. Při pečlivém osazení by zapojení mělo fungovat na první pokus,


Obr. 2, 3 - Rozmístění součástek a destička s plošnými spoji



D3, D4 LED 5 mm rudá 2mA
T1, T2 BS170
T3 TUP BC556
T4 BC639
IO1 556 CMOS
Rep1 50CP08K
1× plošný spoj KTE482
1× krabička U-KM33

Seznam součástek pro galvanické oddělení tlačítek:

R14, R15 1k0
C6, C7 100n
IO2, IO3 PC814
1× napájecí konektor

a protože stavebnice neobsahuje žádné nastavovací prvky, je ihned připraveno k činnosti. Součástí stavebnice je rovněž reproduktor, ačkoli jeho upevnění není blíž určeno, nejspíše vyhoví kousek oboustranné lepící pásky, kterou se oba prvky do krabičky vlepí. Plošný spoj se přišroubuje na třech místech (upevňovací otvory v rozích desky) k rozpěrným sloupkům rovněž dodaným se stavebnicí, které pomocí vteřinového lepidla vlepíme na potřebné místo.

Že zvonek nalezne své uplatnění i pro jiné účely, o tom není pochyb. Pouze je zapotřebí si řádně rozmyslet, jaké jsou potřeby a nároky na ovládání a nápad se již objeví. Tento zvonek již nějakou dobu funguje v naší redakci, kde bylo zapotřebí do jedné z kanceláří umístit zařízení, které by pracovníkům oznámilo, že jsou žádáni k domovním dveřím vyzvednout návštěvu, či zda je nutné zvednout telefon. A nutno říci, že se zapojení velmi

osvědčilo, ačkoli nám nějakou dobu trvalo, než jsme si na toto převratné rušení zvykli.

Stavebnici si můžete objednat stejně jako všechny ostatní v naší redakci. Její cena je 305 Kč v základní variantě, cena alternativní varianty je navýšena o cenu doplňujících součástek.

Seznam součástek

R1, R2 33k
R4, R5 220k
R3, R6, R11, R13 5k6
R7 22k
R8 33R
R10, R12, R19 56k
C1 10n CF1
C2 47n CF1
C3 470n CF1
C4, C5 10n
D1, D2 1N4148



Pozn.: alternativní osazení desky je dodáváno pouze po předchozí dohodě.

Test PC a sériových portů

Vlastimil Vágner

Přípravek umožňuje otestovat výstupní a vstupní signály sériových portů. Vznikl společně s programem v roce 1998, kdy jsem řešil problém nefunkčnosti zařízení připojeného na port COM2, z něhož bylo i napájeno. Konkrétně se jednalo hlavně o signály RTS, DTR, které jsou výstupní, a o signály DSR, CTS, RI, vstupní. Většinou byly zapojeny na jiné kolíčky v konektoru 25 pinů. Tuto poruchu způsoboval většinou propojovací kabel z radiče na konektoru 25 pinů. COM1, jelikož je vpájený přímo do desky radiče, tento problém na testovaných počítačích nevykazoval. Je jasné, že tento domácí tester nemůže konkurovat profesionálním testovacím programům, avšak pro jednoduché testování zcela postačuje.

Odpory použité v tomto zapojení byly počítány programem pro výpočty, který je součástí diskety 3,5" s programem TestPC.exe, výpočtové programky jsou v adresáři výpočty. Disketu si mohou zájemci vyžádat.

Rezistory R1 až R3 omezují proud tekoucí do led diod na velikost proudu při napětí výstupů TXDM RTS, DTR 12 V na 0,006 A, tj. 6 mA, při napětí výstupů TXD, RTS, DTR 10 V na 0,005 A, tj. 5 mA. Tím nedochází k velkému zatěžování výstupů sériového rozhraní.

Tato redukce je nutná, neboť sériový port COM2 je ukončen na počítači 25-kolíkovou zástrčkou, COM1 je ukončen na počítači 9-kolíkovou zástrčkou. Redukce je tedy vyrobena takto: na straně 9-pinů je použita 9-pinová zástrčka a na straně 25 pinů je použita 25-pinová zásuvka (má dutinky). Propojovací kabel redukce je 9-žilový stíněný kabel. Tester má vyveden z tištěného spoje také 9-žilový kabel zakončený 9-kolíkovou zásuvkou.

Tištěný spoj je jednoduchý a vyrobil jsem jej metodou vybroušení frézou

v modelářské vrtačce. Kabel je přichycen k tištěnému spoji objímkou ze sady 9-pinové zásuvky. Pro napojení vypínačů jsem použil dvoužilový kablík ze starého napáječe od her, vypínače jsem použil miniaturní, zakoupené v modelářských potřebách.

Sestavování

Vyrobenou destičku tištěného spoje očistíme, dokonale prohlédneme. Vyvrátíme otvory pro napojení vodičů z kabelu, osadíme podle nákresu rezistory společně

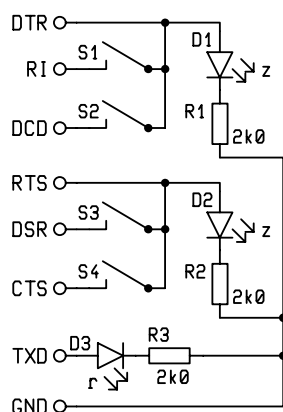


Schéma zapojení

ně s LED diodami. Napájíme připravené kousky kablíků pro propojení s vypínači, napájíme vodiče z kabelu a poznačíme si na papír jednotlivé barvy. Usnadní nám to pozdější propojování s 9-kolíkovou koncovkou.

Po napájení vodičů do tištěného spoje druhý konec kabelu ukončíme v 9-kolíkové zásuvce. Číslo jednotlivých vývodů jsou vyražena u pájecích oček, nebo jsou vidět při pohledu zepředu na zásuvku. Dále zhotovíme již zmiňovanou redukci. Pokud máme hotovo, omyjeme vše v lihu od zbytků kalafuny. Proměříme kabely, zakryjeme konektory, tištěný spoj umístíme do krabičky.

Programu

Program je napsán v programovacím jazyku Turbo Pascal 7.0.

Před spuštěním programu propojíme tester se sériovým portem, vypínače přepneme do polohy vypnuto. Program poté můžeme spustit z diskety, nebo ho přepokopujeme na disk. Skládá se ze tří částí a spustíme ho příkazem TestPC.exe.

První část nás informuje o počtu sériových portů a jejich adresách (jsou udávány v Hexa), počtu paralelních portů a jejich adresách (jsou udávány také v Hexa), dále nás informuje o velikosti základní paměti a o videomódu. Tuto část programu ukončíme stiskem jakékoli klávesy. Druhá část se spustí výběrem sériového portu, to znamená tak, že stisknutím klávesy s číslicí 1 zapneme port COM1, stisknutím klávesy s číslicí 2 zapneme port COM2, stisknutím klávesy s číslicí 3 zapneme port COM3, stisknutím klávesy s číslicí 4 zapneme port COM4.

Než zapneme port, na který jsme připojili tester, zapneme vypínač do polohy zapnuto. Pak vybereme port s připojeným testerem a stiskneme klávesu. Pokud je port v pořádku, čteme údaj CTS, DSR, RI, DCD zapnut, pod těmito údaji čteme TXD, RTS, DTR zapnuto, a na přípravku musí svítit LED TXD, RTS, DTR. Pokud je všechno v pořádku, vypínačem přepneme do polohy vypnuto a znovu stiskneme klávesu pro stejný port.

Na monitoru čteme údaj CTS, DSR, RI, DCD vypnuto a svítí pouze tři diody TXD, RTS, DTR. Tuto část programu ukončíme klávesou ESC.

Při spuštění třetí části musí svítit pouze LED diody výstup DTR a RTS.

Při spuštění třetí části programu jsou vypínače znovu v poloze vypnuto. Vybereme opět port, na kterém je připojen tester a stiskneme klávesu s číslem portu. Zobrazí se údaje CTS, DSR, RI, DCD vypnuto – toto je důležité. Nyní zapneme vypínač pro signál CTS a znovu stiskneme klávesu, kde je připojen tester. Na monitoru musíme číst údaje CTS zapnut. Ostatní vstupy DSR, RI, DCD signalizují vypnuto.

Pokud jsou přehozeny vodiče mezi řadičem portů a koncovkou, svítí nám na počítači jiný vstup. V případě, že je vodič přerušen, bude tento vstup neustále signalizovat vypnuto. Po odzkoušení vstupu CTS vypneme vypínač pro tento vstup, stiskneme znovu klávesu s číslem portu, kde je připojen tester. Tím provedeme vynulování. Poté zapneme vypínač pro vstup DSR, znovu stiskneme klávesu s číslem portu, kde je připojen tester, a na monitoru čteme údaj – pokud je vše v pořádku – CTS vypnuto, DRE zapnut, RI a DCD vypnuto. Po testu vstupu DSR vypneme vypínač pro tento vstup, znovu stiskneme klávesu s číslem portu. Tyto úkony opakujeme, dokud nejsou odzkoušeny všechny vstupy portu. Program ukončíme stiskem klávesy ESC. Po jejím stisknutí je ukončen program a současně zhasnou LED diody.

Pro toto zkoušení je nutné mít jistotu, že kabel z testeru jsme dobře zapojili, také že redukci z 9-pinů na 25-pinů máme správně zapojenou. Popis zkoušení působí složitě, ve skutečnosti je velice jednoduchý. Při zkoušení portu COM2 je tester připojen přes redukci. Při zkoušení portu COM1 musí být nejprve zakázána myš, která je na tento port připojena. Po odzkoušení pouze portu COM1 je nejlépe provést restart počítače, tím se opět načte myš do paměti.

Program je určen pod operační systém MS-DOS. Pokud máte nainstalovány Windows 95, musí být proveden restart počítače do MS-DOS.

Program je opravdu velice jednoduchý a bez záležitostí. Pomohl zjistit dost záležitých poruch na portech. Nemůže však konkurovat továrním programům.

Seznam součástek

1×	9-kolíková zásuvka (dutinky) kompletní s krytem
1×	9-kolíková zástrčka (kolíčky) kompletní s krytem
1×	25-kolíková zásuvka (dutinky) kompletní s krytem
2,5 m	kabel 9-žilový stíněný (rozdělíme na polovinu)

konektor 9pinů	konektor 25pinů	
3	2	TXD
2	3	RXD
7	4	RTS
8	5	CTS
6	6	DSR
5	7	GND
1	8	DCD
4	20	DTR
9	22	RI

Tabulka – "schéma" redukce z 9-pinového na 25-pinový konektor

0,6 m	dvoužilový kablík (rozdělíme na 4 díly)
4×	vypínač miniaturní
3×	rezistor 2 kΩ/1/4W R1–R3
D1, D2	LED zelená Ø 8 mm
D3	LED červená Ø 8 mm
1×	krabička

Použitý pramen:

- [1] Martin Kvoch: Programování v TP 7.0
 [2] Tomáš Baránek: Kompletní referenční průvodce MS-DOS 6.22
 [3] Klaus Dembowsky: PC v tabulkách – podrobný průvodce osobními počítači

REKLAMNÍ PLOCHA



Měření kmitočtu

Vlastimil Vágner

Přípravek umožňuje měřit kmitočet sítě 240 V, nebo po přepojení do zdírek také jiný zdroj kmitočtu do maximálního výstupního napětí 10 V~ a to pomocí počítače PC. V době osmibitových počítačů jsme jej používali na počítači DIDAKTIK M, pro počítač PC bylo zapojení upraveno v roce 1997. Stejné zapojení bylo otištěno v časopisu Rádio plus - KTE v roce 1998, kde sloužilo k signalizaci síťového napětí. K měření na PC je použito sériových portů.

Zapojení přípravku

Na body označené A a B napájíme vodiče, jejichž izolace musí odpovídat napětí, na kterém chceme měřit kmitočet. Na bod A napájíme vodič pouze černé nebo hnědé barvy. Na tento bod připojujeme vždy fázový vodič. Na bod označený B napájíme vodič pouze modré barvy. Na tento bod připojujeme vždy nulový, tzv. pracovní vodič.

Oba dva vodiče ukončíme banánky. Z bodu A je připojena pojistka P1 50 mA. Chrání zařízení, a tím i vstup PC. Z pojistky je veden vodič na tištěný spoj a kondenzátor C1, na němž dochází k úbytku napětí na požadovanou hodnotu, v našem

případě na 2 V. Za ním následuje rezistor R1, jenž zabraňuje napěťové špičce při připojení zařízení k síti ve chvíli, kdy prochází vrcholem sinusovky. Za rezistorem jsou zapojeny svítivé diody signalizující, že zařízení je v chodu. Za LED je z tištěného spoje vyveden vodič na zdířku označenou C. Druhá zdířka, označená D, je propojena vodičem na tištěný spoj na stejný pruh, jako jsou zapájeny diody LED a modrý vodič. V bodě, kde je vyveden vodič na zdířku C, je do tištěného spoje zapájen kondenzátor C2, jehož druhý konec je z tištěného spoje vyveden na pětikolíkovou zásuvku označenou jako bod E. Na pětikolíkovou zásuvku je také vyveden vodič z tištěného

spoje od LED diod. Tento vodič je veden do bodu F a je označen jako GND.

Kondenzátor C1 má hodnotu 330 nF. Tato hodnota vychází na vstupní napětí 240 V, jež je sníženo na 2 V a proud diody 25 mA, tj. jedna dioda 12,5 mA.

Kondenzátor C2 chrání a zároveň odděluje vstup do počítače PC. Jeho hodnota odpovídá proudu 15 mA a napětí 2 V. Toto napětí je počítáno z napětí 240 V pro případ poruchy C1, než dojde k poruše pojistky P1.

Do počítače dostáváme signál přes vstup CTS a GND. Pokud měříme kmitočet přes body A a B, na bodech (zdířkách) C a D naměříme střídavé napětí 2 V. Pokud je napětí, na kterém měříme kmitočet, do 10 V~, použijeme pro měření svorky C a D.

Postup při měření

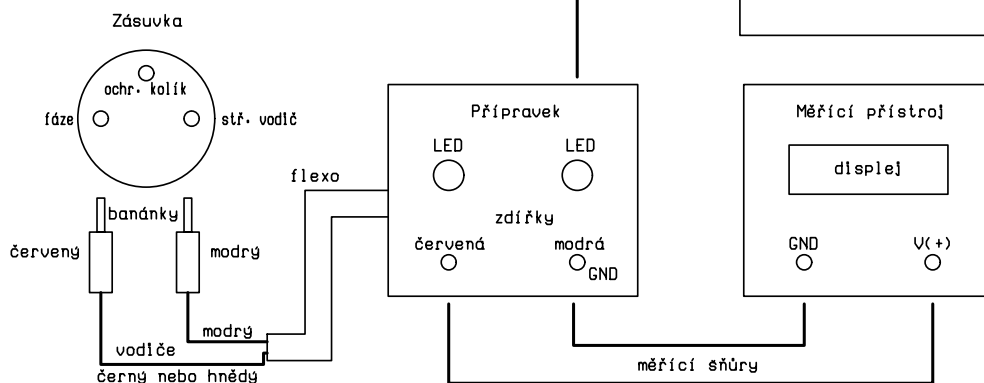
Program můžeme spustit buď přímo z diskety, nebo ho přeprogramujeme na pevný disk. Propojíme počítač přes sériový port s přípravkem. Po spuštění programu vybereme port, který jsme propojili s přípravkem, a na monitoru počítače sledujeme měřený kmitočet. Program ukončíme stiskem jakékoli klávesy.

Program zobrazuje kmitočet jen v celých číslech, zaokrouhlených nahoru nebo dolů. To znamená, že například při kmitočtu 49,4 Hz zobrazí 49 Hz a při 49,6 Hz zobrazí 50 Hz. Přesnost záleží i na použitém počítači (při testech bylo použito PC "286" i PENTIUM 200 MHz).

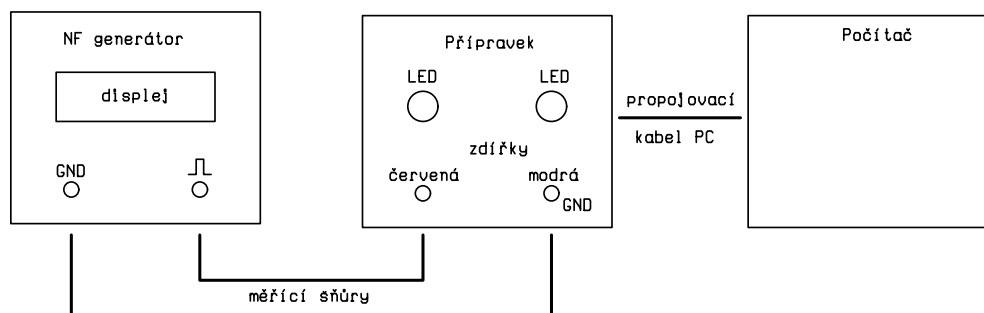
Součástí programu na měření kmitočtu je i program pro výpočty, podle kterých byly počítány i tyto kondenzátory.

Podotýkám, že tento přípravek je jednoduchý a rozhodně nemůže konkurovat továrním výrobkům. Přesto může dobře posloužit a lze jej využít také jako ukázkou praktické aplikace s počítačem.

Maximální kmitočet, který jsem měřil, byl 7 kHz. Pro výpočet kondenzátorů byl použit program, který je na disketě. Všem zájem-



Obr. 1 - Schéma propojení přípravku při měření v síti 240 V (pohled "z čela")



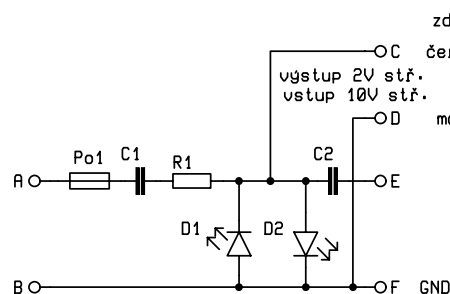
Obr. 2 - Schéma propojení přípravku při měření do 10 V st (pohled "z čela")

cům jej mohou poskytnout. Cesta pro výpočet je adresář Výpočet, potom podadresář Zdroje, v něm soubor NapMěnič.EXE. Dále je zde adresář Elměření, kde jsou soubory Kmitočety.exe a TestPC.exe. Tento soubor testuje PC a jeho porty.

Návod na používání přípravku měření kmitočtu

Měření na zásuvce 240 V provádíme velice opatrně, protože pracujeme s napětím životu nebezpečným. Pokud však dodržíme níže popsany postup, je vše v naprostém pořádku. Každá zásuvka má vždy fázi při pohledu na zásuvku v levé dutince. Toto vždy odzkoušíme fázovkou. V pravé dutince je zapojen nulový vodič, tzv. pracovní.

Po sestavení přípravku provedeme jeho první zapnutí bez propojení s počítačem. Osadíme pojistku do držáku, jako první propojíme s měřeným zdrojem kmitočtu modrý banánek, kterým máme ukončen modrý vodič. V našem případě ho zasuneme do pravé dutinky v zásuvce, pohled na zásuvku je zpredu. Do levé dutinky zasuneme černý banánek, kte-

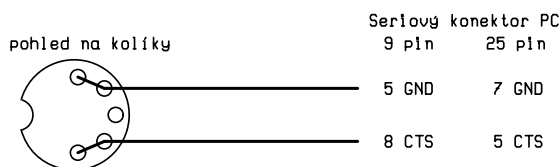


Obr. 3 - Schéma zapojení

rým máme ukončen černý vodič, nebo hnědý vodič. Tento postup je nutno vždy dodržovat, nikdy nesmí dojít k záměně modrého a černého banánku. To znamená: modrý banánek nesmí být nikdy připojen na fázový vodič.

Po tomto úkonu se rozsvítí diody LED. Pokud máme digitální multimetr nebo jiný měřicí přístroj, přepneme ho na měření střídavého napětí s největším rozsahem.

Měřicí přístroj propojíme s přípravkem takto: svorku na měřicím přístroji označe-



Obr. 4, 5 - Propojení konektoru PC a pětikolíku; pohled na kolíky a dutinky

nou "GND" propojíme na přípravku s modrou zdířkou, svorku na měřicím přístroji označenou "+" (na digitálním multimetru písmeno "V") propojíme na přípravku s červenou zdířkou.

Modrá zdířka na přípravku označuje bod D. Červená zdířka na přípravku označuje bod C. Po propojení přípravku s měřicím přístrojem snižujeme rozsah až na hodnotu, kdy přečteme hodnotu, která by měla být 2 V a nesmí být větší než 3 V. Je-li hodnota větší, znamená to, že kondenzátor C1 nemá předepsanou hodnotu. Hodnota napětí 2 V je zvolena podle napětí diod LED. Pokud jsou diody na větší napětí, není to přirozené na závadu. Pouze je nutno přepočítat velikost proudu diod, což je usnadněno již výše zmíněným programem Výpočty.

Je-li vše v pořádku, provedeme propojení přípravku s počítačem. Do zvoleného sériového portu zasuneme konektor, na počítači spustíme program Kmitočety.exe. Program se nás zeptá na sériový port, kde je připojen přípravek. Volbu portu provedeme stiskem klávesy s číslicí 1, již volíme sériový port COM1. Stiskem klávesy s číslicí 2 volíme sériový port COM2, stiskem klávesy s číslicí 3 sériový port COM3 a stiskem "4" COM4.

Po volbě sériového portu zapojíme druhý konec kabelu, který je ukončen 5-kolíkovou zástrčkou do 5-kolíkové zásuvky na přípravku a na monitoru počítače sledujeme měřený údaj. Program ukončíme stiskem jakékoli klávesy. Měření na napětí do maximálně 10 V střídavých.

Zdroj kmitočtu připojíme následujícím způsobem: Do modré zdířky připojíme GND z měřeného zdroje, do červené zdířky připojíme vodič z měřeného zdroje, na kterém je zdroj signálu. Dále postupujeme úplně stejně. Zasuneme konektor do zvoleného sériového portu,

opět spustíme program Kmitočety.exe, zvolíme port klávesami 1, 2, 3, 4. Propojíme přípravek s počítačem a sledujeme údaj na monitoru počítače. Program opět ukončíme stiskem jakékoli klávesy.

Technické údaje

- ♦ Maximální napětí připojitelné na černý a modrý banánek je 240 V st.
- ♦ Maximální napětí připojitelné na červenou a modrou zdířku je 10 V st.
- ♦ Doba připojení přípravku na zdroj signálu přes černý a modrý banánek je neomezena.
- ♦ Doba připojení na zdroj signálu přes červenou a modrou zdířku je také neomezena.
- ♦ Měřitelný kmitočet 10 kHz (bezpečně odzkoušeno).

Seznam součástek

- 1x banánek černý
- 1x banánek modrý
- 1,5 m flexošňura 2 x 0,7 mm² (černý vodič s modrým)
- 2x zdířka modrá
- 1x zdířka červená
- 1x pouzdro pojistky
- 1x pojistka 50 mA skleněná
- C1 330 nF J400V-J2
- C2 0,22 m MKT100
- R1 180 Ω 1/4W
- D1 LED zelená Ø 10 mm
- D2 LED červená Ø 10 mm
- 1x zásuvka pětikolík
- 1x zástrčka pětikolík
- 1x krabička vlastní dle možností
- 1x konektor dle vývodu sériového portu (9 pinů, 25 pinů + kryt)
- 1 m vodič dvoužilový k propojení konektoru PC s konektorem pětikolík

Pozn.: detaily všem zájemcům rád poskytne autor – Vlastimil Vágnér, Karlova 615, 440 01 Louny; GSM: 0603/340132.

Více energie pro digitální fotopřístroje

Nový akumulátor **Photo Accu** od firmy Varta (<http://www.varta.de>) je navržen speciálně pro použití v digitálních fotoaparátech, které mají zvláště v některých režimech – snímání, zobrazování na LC displej a přenosu do počítače – zvýšený odběr z napájecí baterie.

Photo Accu jsou akumulátory NiMH velikosti AA a s kapacitou 1 600 mAh. Varta očekává zvýše-

ný zájem o tyto své nové výrobky, protože digitální fotografie zažívá v současnosti skutečný boom.

Současné s rostoucí kvalitou obrazu a klesající cenou se na tom podílí možnost snadného začlenění obrazových souborů do textových dokumentů a jejich přenosu elektronickou poštou.

Zvýšená kapacita, spolehlivá a dlouhodobá funkce zdroje znamená i zvýšení komfortu práce s těmito produkty vyspělé technologie. Varta nabízí pro nové akumulátory i vhodný nabíječ.

– HH –

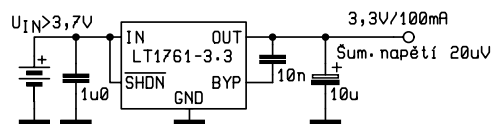


Regulátor s malým šumem na výstupu

Americká firma Linear Technology Corporation přichází na trh s novou rodinou regulátorů pro výstupní napětí 3,3 a 5 V, vstupní napětí > 3,7 V s velmi malým šumem 20 μV_{ef} . Obvod se vyrábí ve třech různých pouzdrech, jak je uvedeno v tab. 1, kde najdeme i ostatní důležité parametry obvodů. Zapojení zdroje s těmito regulátory vyžaduje pouze 3

regulátor	výstupní proud	efektivní šumové napětí 10 Hz – 100 kHz, CBYP = 10 nF	pouzdro	klidový proud	vypínací proud
	[mA]	[μV]		[μA]	[μA]
LT 1761	100	20	SOT-23	20	< 1
LT 1762	150	20	MS8	25	< 1
LT 1763	500	20	SO-8	30	< 1

Tab. 1 - Vlastnosti regulátorů napětí LT 1761 až LT 1763



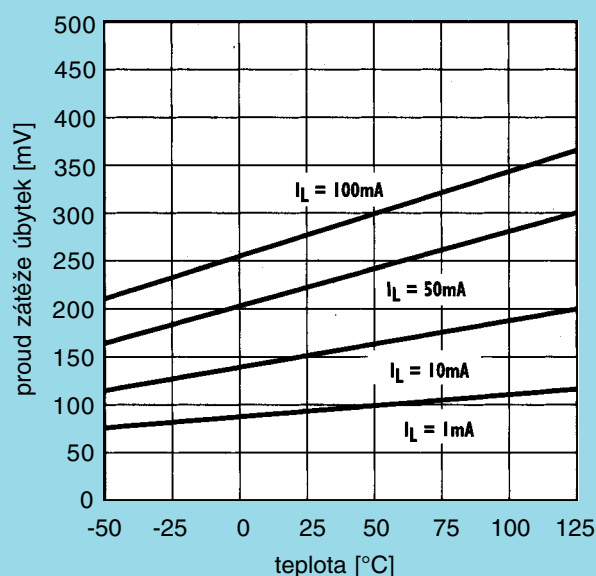
Obr. 1 - Schéma zapojení

vnější kondenzátory, viz obr. 1. Obvody mají zvláštní vývod BYP – bypass pro připojení keramického blokovacího kondenzátoru s malou vlastní indukčností. Co nejbližší připojení kvalitního kondenzá-

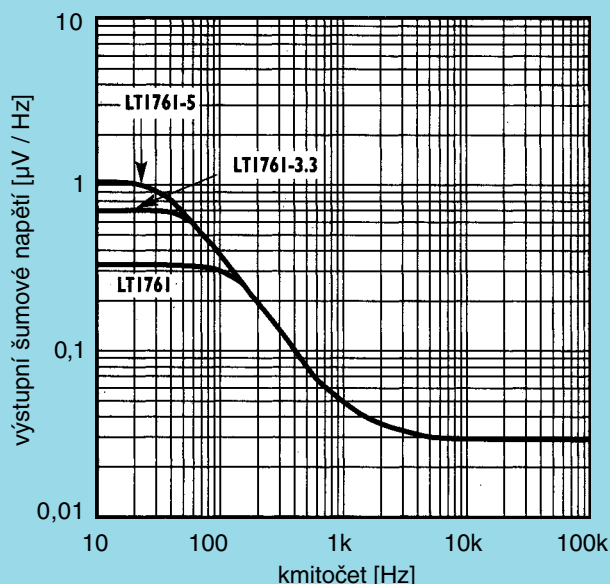
toru výrazně omezí šumové napětí na výstupu a je klíčové pro dosažení šumového napětí 20 μV_{ef} .

Kondenzátor 10 nF také omezí přechodové špičky z ± 200 mV (bez kondenzátoru) na ± 20 mV při skokové změně výstupního proudu z 10 μA na 100 mA a zpět a zkrátí je z 0,4 ms na asi 40 μs . Obvody vynikají malým úbytkem napětí:

při odběru 100 mA a teplotě okolí je úbytek menší než 300 mV. Teplotní závislost úbytkem napětí pro zatěžovací proud 1, 10, 50 a 100 mA je na obr. 2, lit. /1/. Kmitočtová závislost šumového napětí je na obr. 3 pro obvod LT 1761-5, LT 1761-3.3 a LT 1761-3. Šumová hustota s kmitočtem výrazně klesá. *Electronic Design* 200, March 20, str. 137 až 139.



Obr. 2 - Teplotní závislost úbytku regulátoru LT 1761 – LT 1763; I_L je proud zátěže úbytek [mV]



Obr. 3 - Kmitočtová závislost šumového napětí obvodu LT 1761

Lineární zesilovač s rozsahem 1,1 GHz – KH104

S použitím tenkovrstvých a bipolárních technologií vyrobila firma Kota Microcircuits Inc. lineární zesilovač se zesílením 14 dB a kmitočtovým rozsahem 1,1 GHz při poklesu o 3 dB. Zesilovač je určen pro práci v 50 Ω systému. Jeho kmitočtová charakteristika je velmi plochá, se zvlněním nejvýše $\pm 0,4$ dB do 750 MHz. Dosahuje poměru stojatých vln 1,4 : 1, má nízké zkreslení a lineární fázi. Odezva ze-

silovače KH104 je 325 ps. Je určen pro aplikace v optoelektronických sítích, radarových systémech, videozesilovačích a předzesilovačích pro fotonásobiče. Vyžaduje jen připojení na dobře blokované napájení.

Na přání zákazníků může být dodáván se vstupním a výstupním konektorem BNC nebo SMA.

Electronic Design 1999, October 4, str. 106.

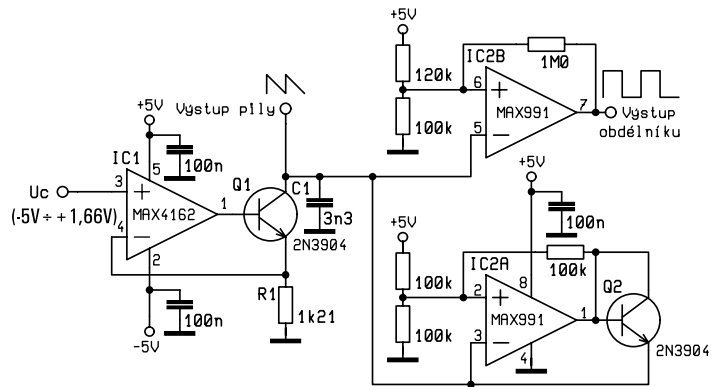


Generátor pily s linearitou 1 %

Ze dvou integrovaných obvodů, dvou tranzistorů a několika pasivních součástek lze postavit generátor pily, jehož kmitočet se řídí proměnným napětím – viz obrázek. Integrovaný obvod IC1, operační zesilovač a tranzistor Q1 s rezistorem R1 tvoří napěťově řízený zdroj proudu. Proud I_O vybíjí kondenzátor C1, až na něm klesne napětí na 1,66 V a toto napětí spustí komparátor IC2A. Jeho výstupní napětí se náhle zvýší na 5 V. Proudem přes tranzistor Q2 zapojený jako dioda se nabije kondenzátor C1 až na napětí 3,33 V. Toto napětí uzavře komparátor IC2A tak, že jeho výstupní napětí klesne na potenciál země. Opakující se cyklus určí kmitočet pily f:

$$f = [3 \cdot (5 + U_C) / 5] \cdot (1 / R_1 C_1)$$

Při vstupním napětí 1,66 V je kmitočet pil maximální, zhruba 1 MHz. Lze ho však upravit změnou hodnot R_1 a C_1 . Maximální dosažitelný kmitočet pily je omezen rychlostí čela impulsu t_r z komparátoru IC2A, která při $C_1 = 3 \text{ 300 pF}$ činí 150 ns. Menší hodnota kondenzátoru C_1 sníží čelo t_r a zvýší kmitočet pily. Konečná hodnota čela ovlivňuje linearitu pily. Pečlivou volbou hodnot R_1 a C_1 lze dosáhnout linearitu lepší než 1 %. Nejmenší vstupní napětí U_C musí být větší než záporné napájecí napětí -5. Při napětí $U_C = 4,95 \text{ V}$ je kmitočet pilového napětí asi 7,6 kHz. Jestliže je napětí U_C ještě více záporné než záporné napájecí napětí, určují nejnižší kmitočet pily zpětné proudy obvodu IC2, tranzistoru Q1 a Q2. Tyto proudy musí být velmi



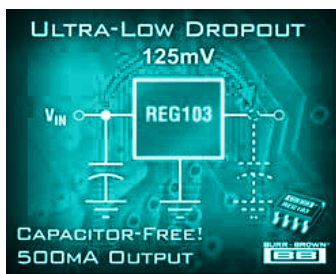
Jednoduchý generátor pily s kmitočtem řízeným napětím

malé, řádově 1 nA. Použitím dalšího operačního zesilovače IC2B získáme ještě obdélníkový signál téhož kmitočtu, jaký má pila. Bude-li generátor pracovat do větší zátěže, je třeba použít oddělovací operační zesilovače.

Kaczynski B.: *Sawtooth Generator Exhibits 1% Linearity And Over 80 dB Dynamic Range*, *Electronic Design* 1999, July 26, str. 84

Nízkoúbytkový a nízkošumový regulátor napětí

Nové nízkoúbytkové regulátory napětí REG103 od Burr-Brown (<http://www.burr-brown.com>) tvoří řadu, která se díky nové topologii DMOS vyznačuje vedle nízkého úbytku (200 mV při 500 mA a výstupním napětí 3,3 V) vyznačuje nízkým šumem (33 mV) a malou vlastní spotřebou (500 mA, případně 0,5 mA ve vypnutém stavu). Výstupní napětí lze volit z řady 2,5 V; 2,7 V; 3 V; 3,3 V, příp. lze použít verzi s nastavitelným výstupním napětím. Hodnota pevných napětí se díky laserovému trimování vnitřních nastavovacích rezistorů liší od jmenovité nejvýše o $\pm 2 \%$. Obvod je chráněn proudovým omezením a tepelnou pojistkou. V zásadě postačí jen blokovat vstup kondenzátorem 0,1 mF. REG103 je k dispozici v pouzdrech SO-8, DPAK a SOT223-5 a je určen pro pracovní teploty -40 °C až +85 °C. Regulátor je určen pro použití v přenosných komunikačních zařízeních, bateriově napájených přístrojích, osobních digitálních asistentech, modemech, záložních zdrojích, čtečkách čárového kódu a podobných aplikacích.



Výše o $\pm 2 \%$. Obvod je chráněn proudovým omezením a tepelnou pojistkou. V zásadě postačí jen blokovat vstup kondenzátorem 0,1 mF. REG103 je k dispozici v pouzdrech SO-8, DPAK a SOT223-5 a je určen pro pracovní teploty -40 °C až +85 °C. Regulátor je určen pro použití v přenosných komunikačních zařízeních, bateriově napájených přístrojích, osobních digitálních asistentech, modemech, záložních zdrojích, čtečkách čárového kódu a podobných aplikacích.

Baterie PhonePower pro bezšňůrové telefony



V krátké době po speciálním akumulátoru NiMH pro digitální fotopřístroje přichází Varta (<http://www.varta.de>) s další inovací, tentokrát zaměřenou na optimalizaci napájení bezšňůrových telefonů DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication), které jsou v současnosti

předmětem zvýšeného zájmu spotřebitelů. PhonePower je rovněž NiMH akumulátor velikosti AA a má kapacitu 1100 mAh. Zmíněné přístroje jsou většinou z cenových důvodů prodávány s dvěma NiCd akumulátory. Po náhradě novými PhonePower lze očekávat dosažení většího počtu cyklů nabíjení/vybíjení a odolnost vůči nadměrnému vybíjení a nabíjení (u těchto přístrojů dosti častý jev) danou absencí "paměťového" jevu známého u akumulátorů NiCd.

Nové programovatelné oscilátory EPSON

Nejnovější pokračování řady programovatelných oscilátorů SG-8002 má typové označení SG-8002JF. Obvod s napájecím 5 V nebo 3,3 V je namísto do keramického umístěn do levnějšího plastového pouzdra s rozměry 7,1 x 5,1 x 1,5 mm. Je zamýšlen jako zdroj hodinového signálu s kmitočtem od 1 MHz do 125 MHz v úrovni TTL (5 V) nebo CMOS. Jeho výhodou je mimo jiné zkrácení vývojových časů systémů, v nichž je zapotřebí taktových generátorů. Stejně jako ostatní obvody oscilátorové řady využívá i nový obvod fázový závěs. K dispozici jsou tři skupiny lišící se kmitočtovou stabilitou a pracovní



teplotou: $\pm 50 \text{ ppm}$ (-20 °C až +70 °C), $\pm 100 \text{ ppm}$ (-20 °C až +70 °C), $\pm 100 \text{ ppm}$ (-20 °C až +70 °C). Pro první rok je udávána změna kmitočtu $\pm 5 \text{ ppm}$. Programování je jednorázové a provede je pomocí dodávaného programátoru distributor nebo konečný zákazník, při větším odebraném množství přímo výrobce. Existuje i varianta obvodu s možností zablokování výstupu, případně s vypnutím do úsporného pohotovostního stavu. Více informací lze získat na webovské stránce <http://www.epson-electronics.de>. -HH-

Zajímavé integrované obvody v katalogu GM Electronic

16. Převodníky kmitočtu na napětí využívající IO pro převod U/f

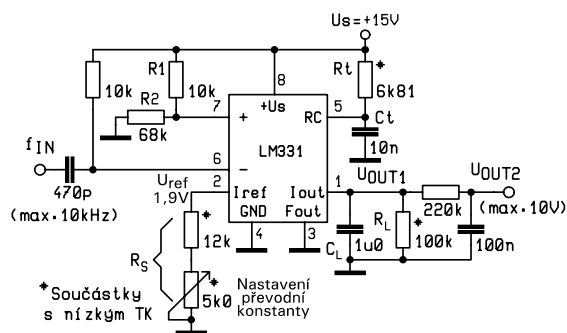
Ing. Jan Humlhans

Už když jsme se v tomto seriálu poprvé [1] zabývali integrovanými převodníky napětí/kmitočty, zmínili jsme se a na dvou příkladech ukázali, že tyto obvody, konkrétně XR4152, lze užít i pro převod kmitočtu na napětí a nemusíme tedy vždy sahat po speciálním obvodu určeném právě pro tento směr převodu, jako byl v minulém čísle uvedený LM2907/LM2917. Katalog GM pro rok 2000 sice již XR4152 z nabídky Fairchild Semiconductor (<http://www.fairchildsemi.com>) neuvádí, ale je tam nádhle velmi podobný RC4151. Parametry i aplikační zapojení jeho přímého ekvivalentu XR4151 lze nalézt v případě potřeby na adrese <http://www.exar.com>. Tématem seriálu v tomto čísle však bude převod kmitočtu/napětí s IO LM231/331, který má také velmi podobnou topologii a který jsme jako základ převodníků U/f popsali v [2]. Proto je možné se dále uvedenými zapojeními inspirovat i pro případné užití RC4151.

Základní zapojení převodníku

Nejjednodušší zapojení, které mimo LM331 nebo LM231 nepotřebuje žádnou další aktivní součástku, je na obr. 1. Na jeho vstup je třeba přivést impulzy nebo pravoúhlý signál s amplitudou alespoň 3 V. Kondenzátor s uvedenou kapacitou 470 pF vyhovuje pro záporné impulzy s dobou trvání mezi 1,5 μs až 80 μs, případně kladně směřující impulzy a pravoúhlý signál, pokud je nejkratší doba mezi impulzy 10 μs. Perioda těchto impulzů musí být kratší než doba kyvu interního monostabilního klopného obvodu (MKO) v LM331, jehož vnitřní strukturu si lze připomenout v [2]. Pokud je zpracováván sinusový signál, je třeba jej nejprve upravit na pravoúhlý. Vhodný vstupní signál způsobí, že napětí na vstupu 6 klesne pod úroveň $\approx U_S - 2 \text{ V}$ nastavenou na vstupu 7 děličem R_1/R_2 a MKO s dobou kyvu $T = 1,1 \times R_1 \cdot C_1$ přepoklopí. Během doby T vytéká z vývodu 1 proud U_{REF}/R_S , který vytváří na zatěžovacím rezistoru R_L napěťové impulzy pro jejichž střední hodnotu získanou filtrací kondenzátorem C_L platí:

$$U_{OUT} = \frac{1,1 \cdot R_1 \cdot C_1 \cdot R_L \cdot U_{REF}}{R_S} \cdot f_{IN} = \frac{2,09 \cdot R_1 \cdot C_1 \cdot R_L}{R_S} \cdot f_{IN}$$



Obr. 1 - Toto zapojení je základem pro řadu variant převodníků f/U

Pro hodnoty uvedené na obr. 1 lze proměnnou částí odporu R_S nastavit pro maximální vstupní kmitočet 10 kHz výstupní napětí 10 V. Nelinearita má typickou hodnotu 0,06 %, je tedy malá. Napájecí napětí obvodu na obr. 1 je sice 15 V, lze však použít stabilizované napětí od 4 V do 40 V. Maximální výstupní napětí by mělo být minimálně o 3 V nižší než napětí napájecí.

Problémem tohoto jednoduchého zapojení je zvlnění výstupního napětí U_{OUT1} asi 13 mV a pomalejší reakce na skokovou změnu vstupního kmitočtu. Přiblížení výstupního napětí maximální hodnotě 10 V na 0,1 % po skokovém přivedení signálu s kmitočtem 10 kHz trvá asi 0,6 s. Snížení zvlnění zvýšením kapacity C_L přináší s sebou prodloužení odezvy, zkrácení odezvy snížením C_L zase zvyšuje zvlnění. Pokud setrváme u tohoto jednoduchého zapojení, je nutno volit kompromis. Nastavený následný jednoduchý integrační RC článek 220 kΩ/0,1 μF může pomoci, je-li prioritou zvlnění, které při dalším mírném zpomalení odezvy snižuje na méně než 1 mV mezivrcholového napětí v pásmu 200 Hz až 10 kHz.

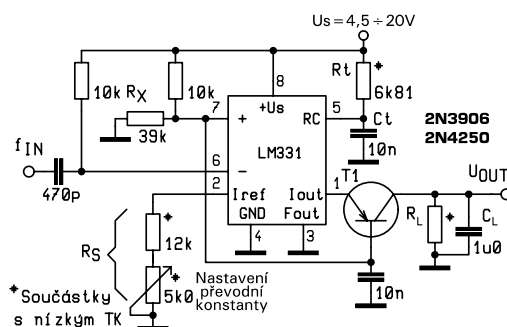
Zdokonalení a aplikace základního zapojení

Jak snížit nelinearitu základního zapojení

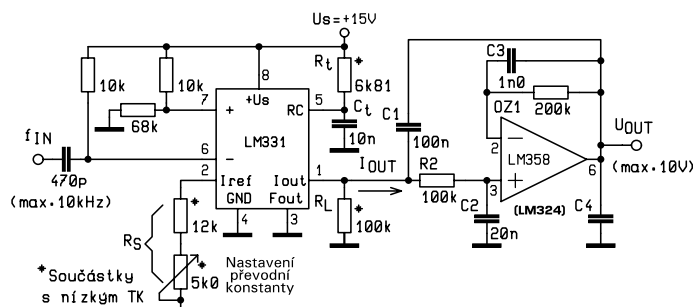
Úpravou obvodu na zapojení dle obr. 2 se nelinearita převodu kmitočtu napětí sníží na typickou hodnotu 0,006 % a neměla by být větší než 0,01 % i při volbě napájení v rozsahu 4 V až 40 V. Jeho princip spočívá v tom, že odstraňuje vliv konečné impedance proudového zdroje v integrovaném převodníkovém obvodu, která závisí na velikosti výstupního napětí. Zařazením PNP tranzistoru T1 způsobí, že proudový zdroj pracuje do konstantního napětí. Tranzistor T1 by měl mít velký proudový zesilovací činitel β a odpor rezistoru R_X [kΩ] se volí tak, aby platilo $R_X = 10 \times (U_S - 3)/\beta$. Převodní konstanta K_f tohoto obvodu je opět 1 V/kHz.

Oddělovací zesilovač a filtr

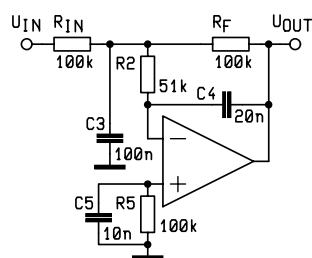
Malé zvlnění výstupního napětí bez současného výrazného zpomalení odezvy, které spolu takto souvisí v jednoduchém zapojení na obr. 1, lze dosáhnout použitím aktivního filtru, jako je tomu např. na obr. 3. Ve značné části propustného pásma,



Obr. 2 - Zařazením tranzistoru do výstupu lze zlepšit nelinearitu

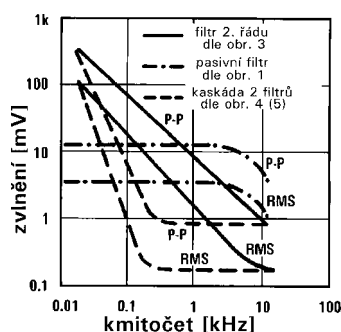
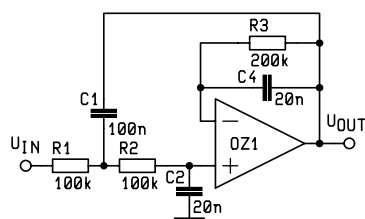


Obr. 3 - Operační zesilovač pracuje jako oddělovač a dolní propust 2. řádu

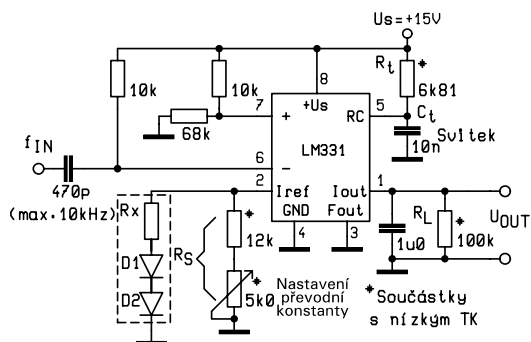


Obr. 4 - Možné provedení invertující dolní propusti 2. řádu

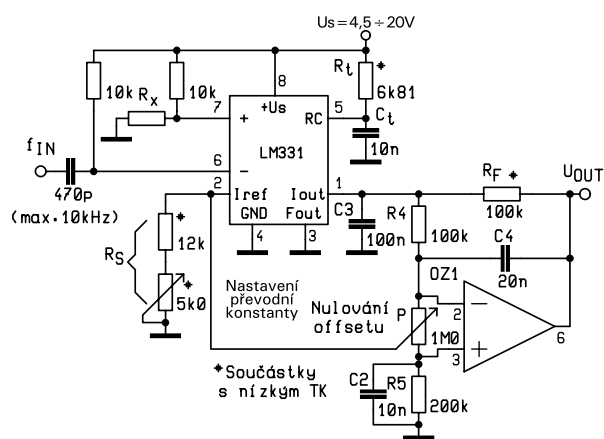
Obr. 5 - Neinvertující dolní propust 2. řádu



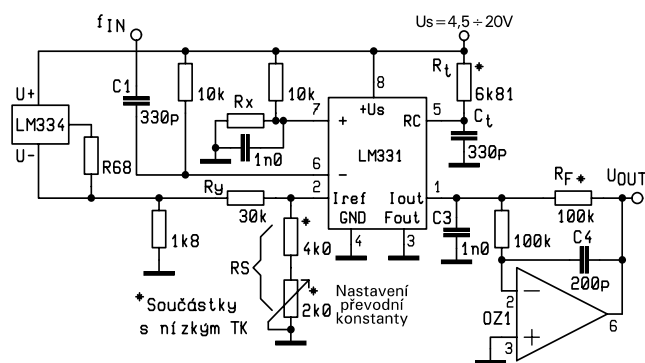
Obr. 6 - Porovnání účinnosti různých variant filtrace zvlnění (P-P: mezivrcholová hodnota; RMS: efektivní hodnota)



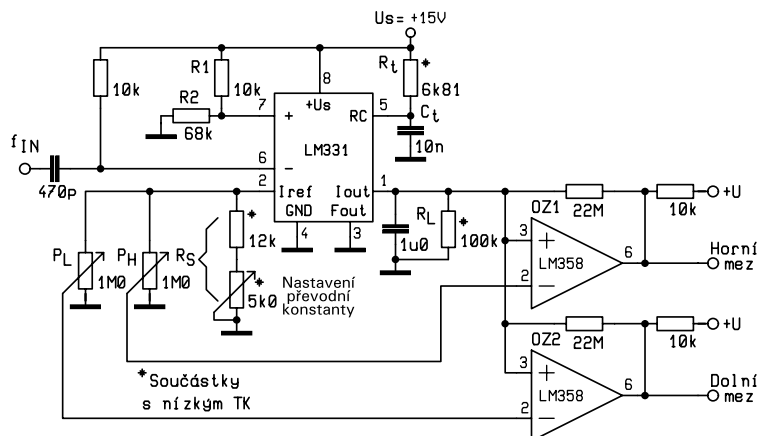
Obr. 7 - Snížení teplotní závislosti pomocí dvou diod a rezistoru



Obr. 8 - Přesný převodník f/U se záporným výstupním napětím a vyrovnaním napětového offsetu

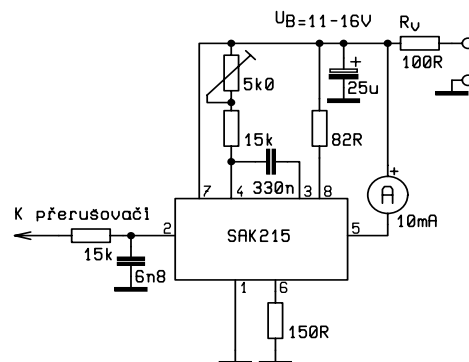


Obr. 9 - Převodník f/U s teplotní kompenzací pomocí senzoru teploty



Obr. 10 - Kmitočtový diskriminátor, který vyhoví pro pomalejší změny kmitočtu

Obr. 11 - Automobilový otáčkoměr pro rozsah 6000 1/min s IO SAK 215



teré sahá zhruba do 40 Hz platí, že $U_{OUT}/I_{OUT} = R_L$ a obvod okolo OZ1 tedy pracuje i jako sledovač oddělující výstup převodníku od případné zátěže. Na místě OZ1 je třeba užít operační zesilovač, jehož souhlasné vstupní napětí sahá až k úrovni napájecí země jediného napájecího zdroje, což uvedené typy, obsažené i v katalogu GM Electronic, splňují.

Pokud není problém doplnit ještě zdroj záporného napětí, může být použit jakýkoli OZ s nízkými vstupními proudy, jako jsou např. LM308, LF351B (oba jsou rovněž v katalogu GM). V oblasti přechodu do nepropustného pásma klesá přenosová charakteristika se strmostí 40 dB/dekádu. S uvedenými hodnotami vykazuje kmitočtová charakteristika v propustném pásmu převýšení asi 1 dB, při skokové změně vstupu a tedy výstupu na 50 % rozsahu se výstup po překmitu 10 až 30 % prakticky ustálí asi za 20 ms, zatímco u zapojení na obr. 1 to je přibližně 900 ms. Pokud by bylo vhodné zachovat tyto vlastnosti i pro jiný požadovaný mezní kmitočet, je třeba rovněž udržet stejné poměry $C1/C2$ a $R2/R_L$. Pokud je k napájení použit jediný zdroj, jako je tomu na obr. 3, přispívá příznivě ke snížení zvlnění při malém výstupním napětí bez ztráty stability OZ naznačený tangentový kondenzátor $C4$ s kapacitou mezi 0,1 μF a 2,2 μF . Kondenzátor $C3$, který pouze signál překlenuje rezistor 200 k Ω , pro střídavý může mít kapacitu 100 pF až 50 nF.

Další doporučená zapojení aktivních filtrů 2. řádu s obdobnými vlastnostmi, která lze připojit k základnímu zapojení (bez C_L), jsou na obr. 4 a 5. Prvý z nich signál převodníku mimo vytvoření střední hodnoty invertuje a může jej při volbě $R_F = n \times R_{IN}$ také n - krát zesílit. Je vhodné volit $R5 = R2 + R_{IN} // R_F$. Druhý filtr má v propustném pásmu přenos jednotkový. Na obr. 6 jsou pro porovnání a případné rozhodování uvedeny mezivrcholové ($P - P$) a efektivní (RMS) hodnoty zvlnění výstupního signálu pro zapojení z obr. 1, 3 a při náhradě pasivního filtru kaskádou dvou aktivních filtrů 2. řádu podle obr. 4 a 5.

Výhoda aktivního filtru vynikne zvláště při nižších rozsazích vstupního kmitočtu. Při zvýšení převodní konstanty K_f z 10 V/10 kHz, která odpovídá dosud uvedeným zapojením stokrát na 10 V/100 Hz, by pro zachování úrovně zvlnění bylo třeba použít v zapojení na obr. 1 kondenzátor $C_L = 100 \mu F$ s nízkým svodem, zatímco v zapojení podle obr. 3 postačí kondenzátory $C1 = 10 \mu F$ a $C2 = 2 \mu F$. Zajímavé také je, že v druhém případě u $C1$ problém svodu odpadá, protože je na něm stále nulové stejnosměrné napětí a je možné použít i hliníkový elektrolyt. Pro kondenzátor $C2$ však platí opět stejný požadavek jako na C_L z obr. 1.

Kompenzace vlivu teploty

Teplotní závislost rozhodujících pasivních součástek může v některých případech převýšit tolerovatelnou hodnotu. Kondenzátory s teflonovým nebo polystyrénovým dielektrikem mají obvykle teplotní koeficient $-110 \pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ a jsou-li použity v převodníku f/U na místě C_L , bude mít stejnou teplotní závislost i výstupní napětí. Pomocí může jednoduché rozšíření základního zapojení o dvě plošné křemíkové diody podle obr. 7. Při $R_X = 240 \text{ k}\Omega$ by proud tekoucí do vývodu 1 měl mít dle [3] následkem teplotní závislosti úbytku napětí na diodách teplotní koeficient zhruba $+110 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, a tak vykompenzovat teplotní závislost kondenzátoru, případně i zbytku obvodu.

Pochopitelně je třeba nejprve experimentálně vyzkoušet teplotní závislost převodníku s výchozí hodnotou odporu R_X a pak teprve jejími úpravami kompenzaci, opět experimentálně, optimalizovat. Vhodná strategie je podrobně popsána v [3]. V zásadě však platí, že pokud při konstantním vstupním kmitočtu výstupní napětí s rostoucí teplotou také roste, je třeba odpor $R_X = 240 \text{ k}\Omega$ zvýšit sériovým rezistorem, pokud výstupní napětí klesá, zmenšit jej připojením rezistoru paralelně.

Převodník f/U se záporným výstupním napětím

Pokud je požadován převodník f/U se záporným výstupním napětím, je možné použít obvod zapojený podle obr. 8, který má nelinearit s typickou hodnotou $\pm 0,003\%$ v nehorším případě pak $\pm 0,01\%$. Protože na vývodu 1 je trvale úroveň 0 V_(SS), neuplatní se vliv konečné hodnoty jeho impedance, podobně jako při užití tranzistoru v obr. 2. Další výhodou tohoto zapojení je možnost vyrovnání napětového offsetu potencio-metrem P napětím odvozeným ze stabilního napětí 1,9 V na vývodu. Kapacita kondenzátoru $C2$, který blokuje neinvertující vstup OZ, není kritická. V tomto případě je pochopitelně třeba k napájení symetrický napájecí zdroj. I v tomto případě se výstupní obvod s OZ chová současně jako dolní propust 2. řádu. Rušivý vliv vstupních proudů OZ se zmenší volbou $R5 = R4 + R_F$.

Zvýšení maximálního kmitočtu

Jak víme z [3], zvládne LM331 kmitočet až 100 kHz. Má-li to být i maximální kmitočet převáděný na výstupní napětí, je vhodné zapojení na obr. 9. Potřebná úprava spočívá ve zmenšení kapacity C_t a zvýšení proudu I_{ref} . Teplotní senzor LM334 kompenzuje kladný teplotní koeficient, který přivádí k vývodu 2 proud, jenž s teplotou lineárně klesá. V případě využití tohoto obvodu se vyplatí experimentovat s hodnotou odporu R_y a přiblížit se, obdobně jako v případě zapojení na obr. 7, optimálnímu účinku kompenzace.

Porovnání hodnoty kmitočtu se zvoleným okénkem

Nikoli nereálný je požadavek zjišťovat, zdali se kmitočet signálu nachází v požadovaném hodnotovém okénku. Pak lze použít zapojení, které uvádí obr. 10. Srovnávací úrovně jsou odvozeny z referenčního napětí na vývodu 2 vysokoohmovými trimry. V tomto případě narušuje přesnou detekci zvlnění výstupního napětí, ovšem jeho snižování je spojeno se zpomalením odezvy. Pokud nejsou v tomto směru velké nároky, zapojení vyhoví. Po skokové změně vstupního kmitočtu z 1,1 kHz na 500 Hz se výstup převodníku ustálí do 20 ms, při skoku z 9 kHz na 900 Hz dosáhne však zpoždění až 600 ms.

Krátce k SAK 215

Tento kdysi oblíbený integrovaný obvod pro otáčkoměry automobilů, v katalogu GM označen jako tvarovač, rovněž nalezneme. Jedná se však o převodník kmitočet/proud, i když použití pouze jako tvarovač je také možné. V sortimentu jeho někdejšího výrobce ITT Intermetall, nyní Micronas Semiconductor na stránce <http://www.intermetall.de>, jej ale již nenalezneme. Automobilová elektronika, na níž se tato firma mj. specializuje, je přece jenom již někde jinde. Nicméně protože do naší problematiky náleží a zájemci o použití se stále mohou nalézt, alespoň stručně jej popíšeme. Již použitelné zapojení automobilového otáčkoměru s rozsahem 6000 1/min ($\approx 200 \text{ Hz}$ pro čtyřtaktní čtyřválec) je na obr. 11. Srážecí rezistor R_V pro interní Zenerovu diodu stabilizující napájení obvodu musí mít hodnotu umožňující správnou funkci i při minimálním napětí baterie:

$$R_V \leq \frac{U_{Bmin} - 8,2 \text{ V}}{12 \text{ mA} + I_{SS}}$$

$I_{SS} = I_M/0,7$ je vrcholová hodnota proudu měřidlem, přičemž I_M je maximum rozsahu použitého měřidla (max. 40 mA) a 0,7 je maximální střída proudových impulzů o kmitočtu shodném se vstupním signálem a konstantní době trvání $0,64 \times R_{74} \times C_{34}$. Proud měřidlem I_{SS} se nastaví rezistorem R_{61} (tedy mezi vývody 6 a 1) s odporem $R_{61} = U_6/I_{SS}$, přičemž U_6 je 2 – 2,5 V.

Odpor R_{78} se volí tak, aby při maximálním napětí baterie bylo na něm napětí menší než 7 V:

$$R_{78} \leq \frac{7 \text{ V} \cdot R_V}{U_{B\max} - 7,4 \text{ V}}$$

Doba kyvu multivibrátoru tvořeného aktivní částí obsaženou v IO, rezistorem R_{74} a kondenzátorem C_{34} je $0,64 \times R_{74} \times C_{34}$ má být kvůli linearitě nejvýše $0,7 \times T_{\min}$, kde $T_{\min} = 1/f_{\max}$. Při maximálních otáčkách $n_{\max}$ čtyřtaktního čtyřválece je $f_{\text{INmax}} = 2 \times n_{\max} / 60 = n_{\max} / 30$.

Zbývá ještě dodat, že f_{INmax} může být nejvýše 10 kHz, mezní napětí na vývodu 2 je $\pm 20 \text{ V}$, minimální překlápěcí napětí pak 1,5 V. Odpor rezistoru R_{74} by měl být mezi 15 k Ω až 100 k Ω , odpor R_{61} větší než 100 Ω . Ztrátový výkon obvodu nesmí při teplotě okolí 65 °C překročit 500 mW.

Závěr

Tímto pokračováním jsme završili téma věnované oběma směrům konverze mezi napětím a kmitočtem signálu. Snad se podařilo objasnit funkci integrovaných obvodů, které to umožňují a byly ještě v nedávné minulosti pro nás nesnadno dostupné. Současně jsme se snažili upozornit na různé, někdy i neobvyklé možnosti jejich praktického využití a s tím spojené problémy uváděné jejich výrobci.

Prameny:

[1] J. Humlhans: Převodníky napětí na kmitočet I. Rádio plus-KTE č. 1/2000, str. 20–23

[2] J. Humlhans: Převodníky napětí na kmitočet III. Rádio plus-KTE č. 7/2000, str. 20–25

[3] R. A. Pease: V/F Converter ICs Handle Frequency-to-Voltage Needs

[4] Integrierte Schaltungen für die Konsumelektronik 1978/79 ITT Intermetall.

Zajímavé obvody SGS-Thomson

VBG15NB37

Chytrý obvod IGBT – nové řešení elektronického zapalování

Popularita elektronického zapalování zážehových spalovacích motorů neustále stoupá; v současné době je jím již vybaven prakticky každý automobil či motocykl. V podstatě je koncový stupeň elektronického zapalování tvořen polovodičovým spínacím prvkem, připojeným k primárnímu vinutí zapalovací cívky, jejíž sekundární vinutí je připojeno ke svíčke. Připojíme-li na vstup logický (pravoúhlý) signál (U_{in}), bude proud v primárním vinutí (I_c) lineárně stoupat a postupně střídat energii v jádře cívky. V okamžiku odpojení vstupního napětí se na primárním vinutí objeví zvýšená špička napětí (U_c). Napětí tohoto překmitu bývá úmyslně omezeno typicky na 400 V (obvodem k tomu určeným), takže se na sekundárním vinutí (díky trans-



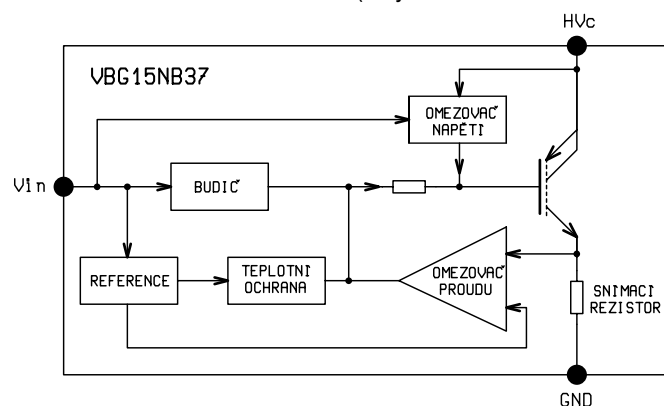
formačnímu převodu 1 : 100) objeví napětí kolem 40 000 V, schopné vytvořit na jiskřišti svíčky jiskru (oblouk).

K čemu tedy chytrý obvod IGBT?

Současný trend vývoje elektronických zapalovacích systémů směřuje k omezení rozměrů a hmotnosti zapalovací cívky (nižší indukčnost). Pro udržení stejné energie zážehu to znamená, že primárním vinutím musí protékat větší proud. Jakmile požadovaná hodnota proudu překročí 10 A, není již technologie spínačů VIPower M1 vhodná pro použití pro výkonový stupeň, zatímco pro lineární stupeň je i nadále nezbytná. Proto bylo nasnadě fyzicky oddělit výkonový stupeň od lineárního a pro výkonový stupeň použít technologii IGBT.

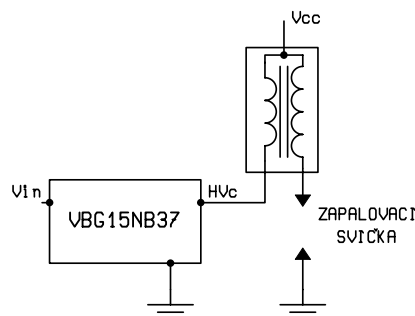
Vlastnosti

- ◆ Omezování vysokého napětí
- ◆ Vnitřně nastavené omezení proudu cívky
- ◆ Nízké prahové napětí
- ◆ Malý úbytek napětí v sepnutém stavu
- ◆ "Měkká" reakce odpojení při přehřátí



Blokové schéma obvodu VBG15NB37

DRIVER = budič obvod
VOLTAGE CLAMP = omezovač napětí
REFERENCE = referenční obvod
OVERTEMP. PROTECTION = teplotní ochrana
Current Limiter = omezovač proudu
 R_{sense} = snímací rezistor



Typické zapojení obvodu
Spark = jiskra



Moderní deskové televizní kamery

S jistou nadsázkou je možno říci, že televizní kamera na plošném spoji je integrovanou součástkou. Rovněž se nabízí použití názvu modul, kit a v angličtině se užívá názvu *board camera*.

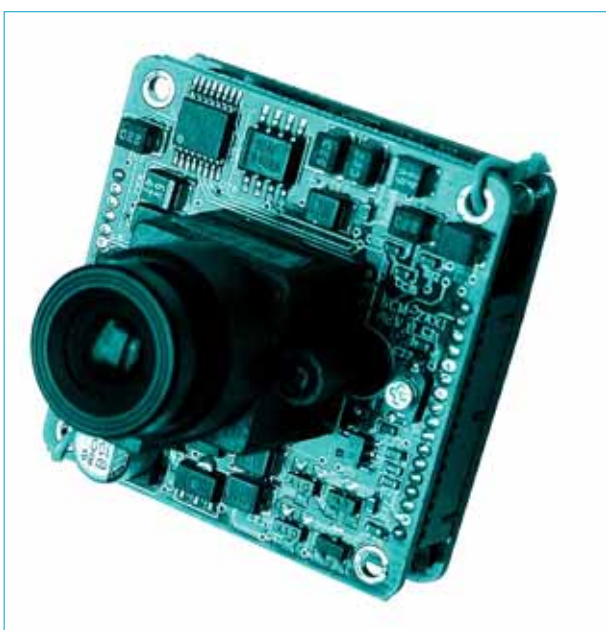
Připojením napájecího napětí, obvykle 12 V DC, je kamera plně funkční a poskytuje standardní videosignál 1 V_š / 75 W. Rozdíl oproti "klasickým" kamerám CCTV je v tom, že až na výjimky neumožňuje připojení ovládacích či nastavovacích prvků a je obvykle vybavena miniaturním objektivem, zaostřeným na nekonečno. To však neplatí absolutně, některé typy mají přírubu pro připevnění C/CS optiky, výstup pro řízení clony objektivu (autoiris), vstup pro synchronizaci, konektor RS 232 pro nastavování parametrů z PC atd.

Použití kamerových modulů je vhodné všude tam, kde jsou požadovány minimální rozměry, nestandardní zapouzdření, nejsou třeba další funkce, které poskytují "velké" CCTV kamery. V neposlední řadě je zajímavá i jejich příznivá cena. Současná nabídka výrobců je obrovská, řada firem má v sortimentu celé řady deskových kamer nejrozličnější kvality, rozměrů, parametrů a orientace v této "houštině" není jednoduchá. To mimo jiné vedlo k cestě pracovníků společnosti Experta do několika zemí v Asii, kde byla navštívena řada firem a teprve na místě se prokázalo, kdo je skutečně výrobcem, kdo se za výrobce pouze vydává a jakou kde má výroba a vývoj úroveň. Je však také pravdou, že řada menších výrobců má vlastní vývoj, pracoviště kompletace a technické kontroly, vlastní výrobu pak zadávají specializovaným osazovacím firmám, vybavených technologiemi pro hromadnou výrobu (SMD). Po pečlivém zvážení všech získaných informací byla navázána spolupráce s kvalitní společností střední velikosti, která se stala našim smluvním dodavatelem a je schopná reagovat na naše specifická zadání. Zpočátku byly nakupované deskové kamery používány pouze pro naši další výrobu, posléze velké odběry snížily ceny natolik, že je možné nabídnout vybrané typy k přímému prodeji. Jedná se o kvalitní moduly, většinou osazené CCD čipy SONY, vybavené příslušnými automatickými funkcemi, umožňujícími široké použití v praxi. Jistě je možné sehnat kity lacinější i dražší, vždy je však třeba zkoumat poměr užitné hodnoty a ceny a také výslednou kvalitu obrazu, která nemusí vždy plně korespondovat s "papírovými parametry".

Ne každý čtenář se specializuje na televizní snímání, tak neuškodí probrat technické parametry a terminologii podrobněji. Každá kamera začíná objektivem. Standardem v CCTV (*Closed Circuit Television* – uzavřené televizní okruhy) je optika C/CS. To znamená, že objektivy jsou opatřeny závitem 1"1/32 a mají zobrazovací rovinu 12,5 mm u CS a 17,526 mm u C, měřeno od dosedací plochy optiky. V této

vzdálenosti je umístěn snímávací prvek, na který se promítá obraz. U deskových kamer s miniaturními objektivy už není normalizace tak jednoznačná, obvykle jsou objektivy (označované jako D optika) opatřeny převážně závitem M 12 x 0,5, nemají dosedací plochu a zaostření se provádí zašroubováním do vhodné vzdálenosti od čipu. Původně byly dostupné jen se standardním ohniskem 3,6 mm, což u 1/3" CCD čipu zajišťovalo záběrový úhel 77° o H. Dnes je k dispozici celá řada ohnisek od 2,1 mm do 16 mm – což zajišťuje snímání v rozsahu 110° – 170° H. Rovněž je možné některé kamerové kity opatřit držákem na C/CS objektivy a tyto pak bez problému používat. Rozdíl je obvykle v tom, že C/CS objektivy mají lepší světelnost, říditelnou clonu, dají se zaostřovat a existují v daleko širší nabídce – zejména směrem k delším ohniskovým vzdálenostem – využití jako teleobjektivy. Dalším prvkem v řadě je vlastní optickoelektrický převodník, dříve snímávací elektronika, dnes

téměř bez výjimky CCD čipy. (*Charge Couplet Device* – nábojově vázaná struktura či prvek s vázaným nábojem). Tento snímávací prvek s poměrem stran 4H/3V je označován analogicky se snímávacími elektronkami průměrem v palcích, platí však, že rozměr zobrazovací plochy u 1/4" = 3,6 mm x 2,7 mm, 1/3" = 4,8 mm x 3,6 mm, 1/2" = 6,4 x 4,8 mm. Velikost 2/3" a 1" se už dnes v kamerách téměř nevyskytuje, naopak v digitálních fotoaparátech se zvětšováním rozlišení roste i plocha CCD. Jedním z rozhodujících parametrů CCD čipu je hustota matice obrazových bodů (pixelů), a je určující pro konečnou rozlišovací schopnost kamery: matice 500 x 582 pixelů = standardní rozlišení 380 – 410 linek a 752 x 582 pixelů = vysoké rozlišení, až 580 linek (jedná se o svislé linky,



někdy též označované jako řádky). Toto platí pro černobílé kamery, u barevných kamer je dosahováno nižšího rozlišení okolo 330, ev. 460 linek, vlivem předřazení proužkového nebo maticového RGB filtru a způsobu zpracování videosignálu v soustavě PAL. Malá difference od výše uvedených údajů je možná, pro vážnou práci nemá však smysl používat kity s menší rozlišovací schopností (250 linek). Jak se zlepšovala technologie výroby CCD čipů, bylo možné zmenšovat rozměr pixelu a tím i zmenšovat velikost CCD prvku (u "husté" barevné kamery s CCD čipem 1/4" je rozměr pixelu 4,85 μm x 4,64 μm). Za CCD čipem následuje v kameře videozesilovač, obvody synchronizace, elektronické závěrky atd. Rozsah článku neumožňuje podrobný popis, tak jen nejdůležitější: videozesilovač bývá vybaven obvodem automatického řízení zesílení AGC – *Automatic Gain Control*, který zajišťuje zvýšení zisku o cca

15dB při malé hladině osvětlení. Současně se však snižuje odstup signálu od šumu, který činí obvykle 45 ÷ 50dB při dostatku světla. Další automatikou je řízení elektronické závěrky – *Auto Shutter* (používané zkratky *ESC, ECS, SCS, EI, ES*), která mění dobu akumulace náboje v závislosti na velikosti osvětlení. Obvyklý rozsah je 1/50 sec. ÷ 1/100 000 sec. To spolu s AGC zajistí funkci kamery od šera do plného světla a není obvykle nutné použít objektiv s říditelnou clonou. Pro úplnost je nutné zmínit automatické vyrovnání bílé – *AWB Automatic White Balance*, které u barevných kamer zajišťuje správné nastavení poměru barev vzhledem k barevné teplotě světelného zdroje. Kvalitní barevné kamery v poslední době bývají také stále častěji vybaveny digitálním signálním procesorem – DSP, který zajišťuje, lépe než analogové obvody, zpracování videosignálu a umožňuje u kamer opatřených konektorem RS 232 vnější nastavení parametrů. Posledním důležitým parametrem je citlivost kamery, která závisí na kvalitě CCD čipu, zisku videosesilovače a nepřímo též na světelnosti objektivu. U čb deskových kamer se citlivost pohybuje v rozsahu 0,05 ÷ 0,15 lx – měřeno na čipu CCD, tj. 0,5 ÷ 1,5 lx při objektivu F2,0 a u barevných kamer je 0,1 ÷ 0,3 lx, tj. 1 ÷ 3 lx při F2,0. Jedná se prahovou citlivost, zaručující 50 % amplitudy videosignálu, pro kvalitní obraz je třeba zajistit intenzitu osvětlení alespoň o řád vyšší. U deskových kamer, které obsahují IR diody pro přisvětlení scény, se někdy uvádí citlivost 0 lx. Je tím však míněna skutečnost, že blízký objekt (obličej u kamer ve videovrátných) do vzdálenosti cca 50 cm nepotřebuje další osvětlení.

*Tolik jen stručně k problematice deskových CCD kamer. Případné dotazy zodpoví autor článku **Luděk Hubka**, e-mail: experta@experta.cz.*

– firemní prezentace –

Udělejte si televizní kameru

Kvalitní kamerové moduly na plošném spoji s 1/3" snímacími CCD čipy SONY.

Společné údaje: napájení 12 VDC stab., videovýstup 1V/75 Ohm CCIR (PAL), automat. závěrka 1/50 - 1/100000 sec., aut. AGC, miniaturní D objektiv 3,6mm - 77° v ceně; jiná ohniska a adaptéry na C optiku - zvl. přísl. Barevné moduly mají objektiv DD 5,5mm - 56°, jsou na dvou deskách ploš. spojů, mají automat. vyrovnání bílé (AWB) a typy PCB 40 a 45 mají digitální zpracování obrazu (DSP).

typ CB	hustota CCD pixely HxV	roziš. linek H	citlivost lx při F=2	rozměry A x B mm	cena 1-9 ks Kč bez DPH 22%	10 a více ks
PCB 15	537x597	410	0,7	32 x 32	1860	1674
PCB 16	512x582	380	0,8	38 x 38	1750	1570
PCB 25	795x596	570	0,3	38 x 38	3260	2924
Color (PAL)						
PCB 30	512x582 (1/4")	330	2,5	38 x 38	3465	3200
PCB 40	537x597	360	1,0	38 x 38	4430	3987
PCB 45	752x582	460	1,8	38 x 38	5100	4590
Doprodej ČB						
PCB 08	512x582 (1/4")	380	1,0	27 x 27	1530	1377
PCB 11	512x582 (Samsung)	380	2,0	38 x 38	1460	1314
PCB 17	512x582 (6x IRd.)	380	2,0/0	70 x 46	1905	1714

Miniaturní objektiv D, DD, DP (pinhole), držáky na C objektivy, mezikroužky C/CS a vhodné napájecí zdroje na dotaz.

Akční nabídka

továrny nových kvalitních profesionálních objektivů s C-závitem - vhodných pro uvedené moduly s použitím C držáku. Poslouží jako teleobjektivy pro snímání na velké vzdálenosti, s použitím mezikroužků pro makrosnímání.

Typ ZEIS 1"	ohnisko mm	světelnost F =	H záběrový úhel pro 1/3" CCD	cena bez DPH 22%
	16	1,8	17	1150
	25	1,4	11	790
	35	1,9	8,5	940
	100	2,8	3,4	1470
OPTICON	16	1,4	17	1550

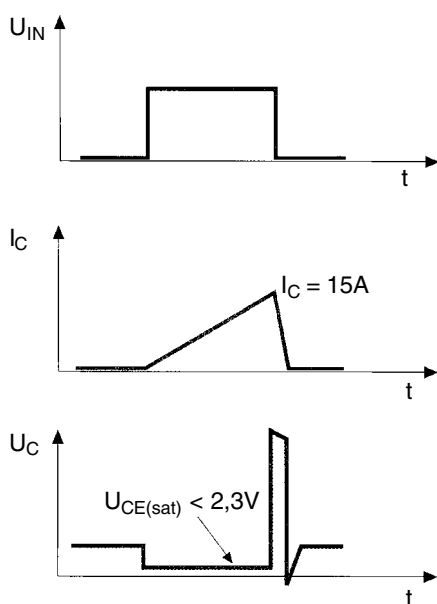
Podrobnosti k uvedené nabídce a k dalšímu obsáhlému sortimentu CCTV techniky získáte na stránkách www.experta.cz a v sídle společnosti:

EXPERTA Trading, s.r.o.; Tyršova 311; 551 02 Jaroměř - Josefov tel.: 0442 815171, fax: 815172, e-mail: experta@experta.cz

K ceně zboží se připočítává DPH 22%, dopravné a balné 70 Kč a zasílá se na dobírku, nebo je možné zaplatit zálohovou fakturou předem, dopravné a balné se nepočítává. Rovněž je možný nákup v sídle společnosti za hotové, v tomto případě nabízíme předvedení v činnosti a technickou konzultaci.

– dokončení ze str. 23 –

- ♦ Elektrostatická ochrana
 - ♦ Ochrana proti přepólování baterie
- V chytrém obvodu IGBT byly navíc použity funkce plynulého náběhu při zapnu-



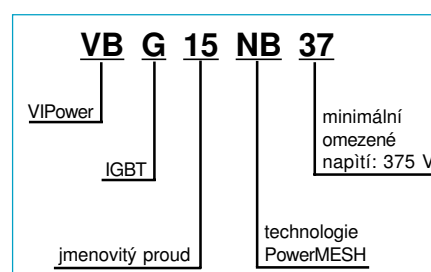
Typické průběhy elektronického zapalování

tí a plynulého doběhu při vypnutí napájení, aby se zabránilo nežádoucímu jiskření během těchto přechodových stavů.

Technologie

Součástka VBG15NB37 je hybridní obvod složený ze dvou samostatných čipů, připájených na téže kovové podložce a uzavřený v oblíbeném pouzdru TO-220 se třemi vývody.

Lineární stupeň je vyvinut v technologii M1-3, nejnovější verzi známé bipolární technologie "VIPower". Umožnilo to zmenšit rozměry čipu, přestože obsahuje více funkcí nezbytných pro bezvadný chod elektronického zapalování. Výkonový stupeň je tvořen čipem IGBT, jenž umožňuje dobré přizpůsobení mezi obvodem MOSFET (buzení jediného hradla, nízké prahové napětí, velká spínací rychlost) a charakteristikami BJT (velká proudová hustota, malé napětí v sepnutém stavu a zmenšené ztráty díky vodivosti). Následkem své struktury je IGBT charakterizován také kladným tepelným činitelem odporu v sepnutém stavu (R_{on}) při velké proudové hustotě, tak-



že u IGBT nedochází k přerušení (zničení) přehřátím, jež je u výkonových BJT běžné.

Stav

Vzorky obvodu jsou k dispozici již od 4. čtvrtletí 1999, nyní je v plném proudu náběh sériové výroby. Obvod VBG15NB37 je uložen v oblíbeném pouzdru TO-220. Písmena "VB" v názvu obvodu znamená, že obvod patří do skupiny "VIPower". Písmeno "G" označuje typ "IGBT". "NB" znamená, že typ IGBT je realizován technologií "PowerMESH" (nová technologie, která místo tradiční "buňkové" geometrie používá "páskové" rozložení, což zmenšuje odpor v sepnutém stavu a zlepšuje dynamické vlastnosti).



Jak se rodí profesionální plošné spoje

Ing. Jiří Špot

4. Data – formáty dat pro výrobu, postprocesory

Od doby, kdy jediným vstupem byla pro výrobce černočervenomodře pokreslená čtverka v měřítku 2 : 1, uplynulo již mnoho vody v našich tocích...

S nástupem osobních počítačů přibývalo i programového vybavení pro kreslení elektrických schémat, návrh plošných spojů a generování dat pro výrobu desek s plošnými spoji doslova jako hub po dešti. Rozmach v této oblasti zahájil všeobecně rozšířený (rozuměj nelegálně rozkopírovaný) OrCAD, v menší míře pak P-CAD, CADSTAR, Wutrax, Tango, posléze Eagle a další zahraniční programové balíky. Ani domácí scéna nezaspala: Ferda Mravenec a dnes Formica, FLY, SaunaPC, Adéla, LSD2000, CS Router, Bezejmenný systém pro PDP11 v Akademii věd, ... Na tak malou zemi došla slušný výčet, že?

Bohužel, všeho příliš má i své stinné stránky – výrobci i přes počáteční nadšení a podporu téměř jakéhokoli softwaru museli postupně svou vstřícnost omezit, aby se neutopili v záplavě vzájemně nekompatibilních a nekonvertovatelných dat, tabulek pro vrtačky a fotoplottery; časem prostě museli jednoznačně stanovit omezenou množinu formátů dat, kterou jsou schopni zpracovat.

Podobná situace vznikala i ve světě a logickým výústěním byl vznik CAM programů – softwaru, kte-

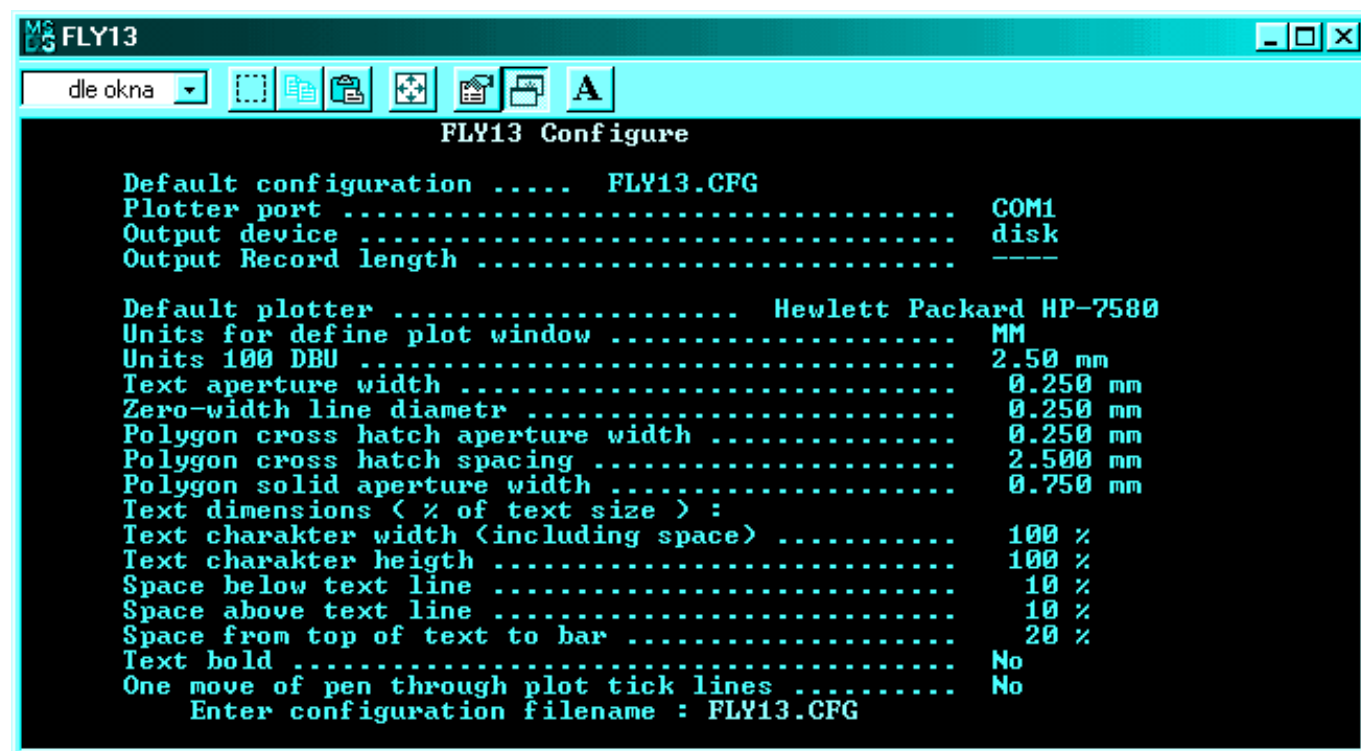
rý dokáže zpracovat data z téměř libovolného CAD systému do formátu, přijatelného pro téměř libovolného výrobce. Trochu tučné sousto, není-liž pravda. Naštěstí v oblasti strojů pro zpracování dat – fotoplottérů a vrtaček – nebylo tolik stupňů volnosti jako u návrhových systémů, a proto se jako standard na dlouhou dobu ustálila data pro fotoplottér GERBER a pro souřadnicovou vrtačku EXCELLON.

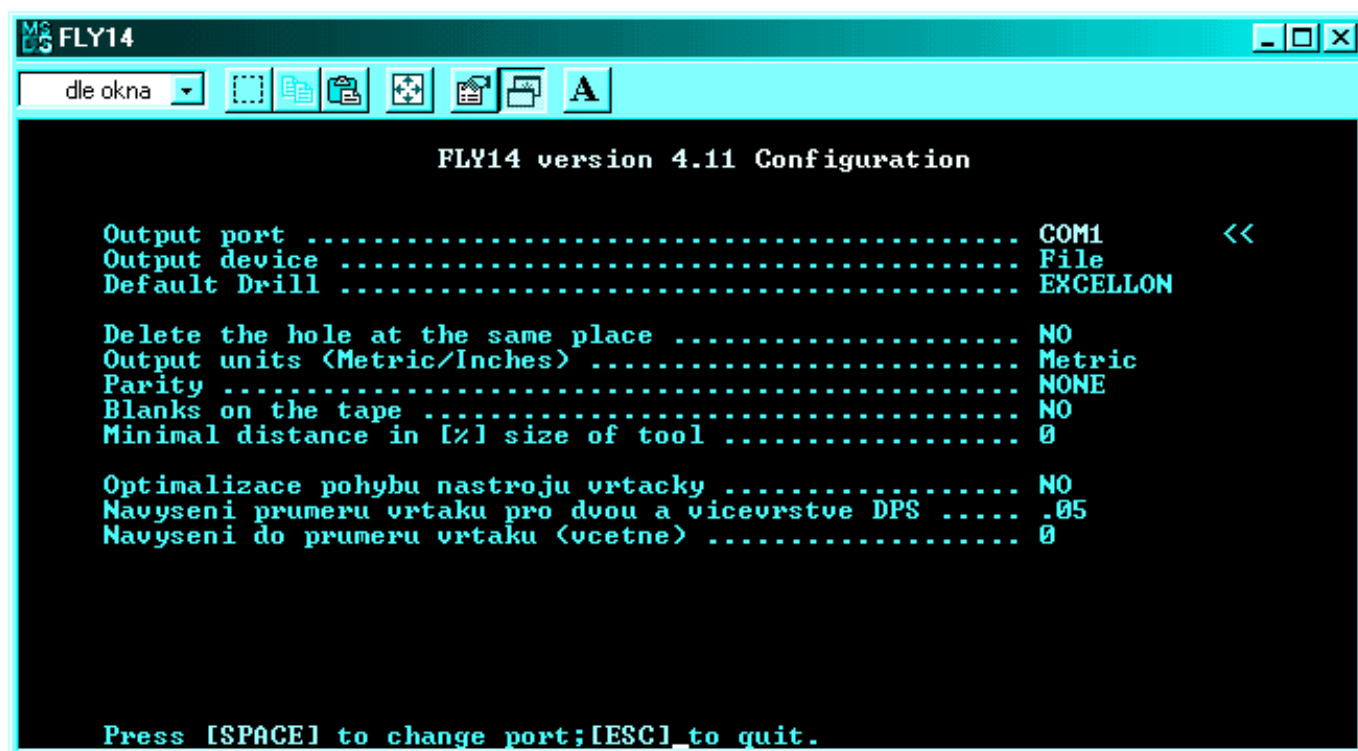
Na tomto souhvězdí vzniklo několik známějších CAM systémů, včetně tuzemských. Například ÚŘE Akademie věd ČR dodnes používá vlastní, velice slušný program E-Wiew; společnost ProSys používá, prodává a dále vyvíjí svůj PLTIN, ale na světových trzích převládá balík ECAM, který je v současnosti asi nejprodávanejším softwarem pro výrobce desek s plošnými spoji (orientační cena 350 tisíc korun však napovídá, komu je a není určen).

Postupně se situace v datech pro osvit filmových předloh rozrostla o další formáty a stroje. Rastrové fotoplottery jako pokračování Gerberů, PostScript formáty, PDF formát, Windowsové bitmapy a další formáty, včetně požadavků na provázanost s CAD systémy pro další odvětví – převážně strojní, tj. hlavně komunikace se systémem AutoCAD. Stranou nezůstaly ani textové editory a později textové procesory.

Data pro fotoplottery lze sice většinou konvertovat z jednoho do druhého formátu, ale vzhledem k prudce se měnícím novinkám je potřeba nejen při první zakázce prověřit správnost konverze – ztráty při neúspěších jsou kruté, o nezaviněné pošramocené pověsti nemluvě. Navíc jednotlivé mutace formátů s inkrementálními souřadnicemi a softwarově volitelnými clonkami ztěžují nebo přímo znemožňují využití starší technologie, a donekonečna psát konverzní programy také není to pravé. Navíc si neodpustím narážku na CAD software Eagle, který na tuto skutečnost přímo hřeší – někdy co plot soubor, to jiná konfigurace pro fotoplottér! (Osobně Eagle nepoužívám, takže nemohu rozlišit, zda je zmíněná vlastnost svázána se softwarem jako takovým, nebo se způsobem, jakým ten který uživatel software používá, takže pokud výše zmíněná narážka jde mimo, omlouvám se...)

U souřadnicových vrtaček je situace o něco příznivější – nadále vládne formát Excellon. Dále jsou používána data pro vrtačky Sieb&Meyer, Merona, Vero, z tuzemských Aritma. Vzhledem k textovému formátu a poměrně podobné struktuře jsou vrtačí data s menšími problémy plně přenositelná. Alespoň tato stránka ve výrobě desek s plošnými spoji je tedy víceméně bezproblémová...





Na obou ilustracích (zde a na str. 26 dole) jsou ukázky modulů pro generování dat (Fly13 – fotoplotter, Fly14 – souřadnicová vrtačka)

Ale ani ECAM a jemu podobné programy nejsou všechno – při sebelepší vůli není možné vystříhat se omylů a chyb při konverzi. Proto je před první zakázkou domluva s výrobcem naprosto nejbezpečnějším způsobem, jak napoprvé uspět. Většina softwarových systémů totiž umožňuje výstup dat v několika formátech, a je mnohem lepší se nejprve přizpůsobit výrobci, než spoléhat na následnou konverzi dat.

Bohužel je smutnou skutečností, že zákazník dodá data ve formátu, který mu přišel první pod ruku, v "získaném" programu se bez manuálu nevyzná, takže není schopen data dodat v jiném formátu, o editaci tabulky D-kodů a vrtáků ani nemluvě. Navíc takový zákazník má pocit zbytečných ústrků, a pokud se na straně výrobce najde popudlivější člověk, který se nevyvaruje jedné výroky na adresu zákaznickova IQ, neštěstí je hotovo. Nicméně: náš zákazník – náš pán. Jen bych se za výrobce desek s plošnými spoji velice přimlouval za legální nákup programového vybavení a za účast na školeních a seminářích, které softwarové firmy pořádají. Na obou stranách by ubýlo rozjitřených nervů a Paní Elektronice by to jen prospělo...

4. 1. Vrtací výkres a data pro souřadnicové vrtačky

Součástí výrobních podkladů je (nebo by alespoň měl být) vrtací výkres, pokud možno v měřítku 1 : 1. Obsluha souřadnicové vrtačky má tak možnost kontroly dat, získá přehled o náročnosti zakázky, průměrech použitých nástrojů, celkovém počtu děr a tím i o časové náročnosti. Doplňkovým dokumentem je takzvaný "manufacturing report" – české označení se dosud jednoznačně nevžilo, nejvíce se asi používá jen slovo report – obsahující název zakázky, formát dat, použité jednotky (mm nebo palco-

vé míry), tabulku použitých vrtáků a počty jimi vrtaných děr, minimální a maximální souřadnice vrtání, případně poznámky pro obsluhu vrtačky.

Vlastní data pro souřadnicové vrtačky jsou uložena v textovém souboru a liší se víceméně v detailech podle typu použité vrtačky. Malými rozdíly ve formátech je umožněna celkem bezproblémová konverze mezi jednotlivými typy vrtaček – výrobci preferují většinou formát Excellon v plné výstavbě (tj. včetně nevýznamných nul, bez inkrementů); pokud ještě někde akceptují vstup z děrné pásky, pak žádají většinou osmibitový formát bez parity. Aby se práce s vrtacími daty ještě více zjednodušila, přechází se k umístění konfigurace vrtáků přímo na začátek souboru s vrtacími daty. Dodejme ještě, že někteří výrobci si do vrtacích dat doplňují na konec sekci pro jednotlivé nástroje kontrolní díry do technologického okolí. Tím má obsluha vrtačky po jediném pohledu jistotu, že jsou všechny díry vyvrtané správně...

Pro většinu zákazníků je v podstatě lhostejné, jakou vrtačku výrobce používá. Důležitý je pouze požadovaný vstupní formát dat, případně pozice jednotlivých vrtáků v zásobníku, takže je možné vygenerovat data podle zvyklostí výrobce, aby obsluha nemusela měnit konfiguraci vrtáků v datech nebo v zásobníku vrtačky.

Běžného uživatele budou spíše zajímat mezní možnosti používaných zařízení. Např. dvouvřetenová vrtačka Excellon 2000 má tyto mezní parametry: Minimální průměr vrtáku 0,4 mm, maximální průměr vrtáku 4,2 mm, maximální pojezd pracovního stolu v ose X 350 mm a v ose Y 500 mm. Pro zajímavost uvádím ještě další parametry: otáčky vřeten se mění v závislosti na průměru vrtáku v rozsahu 15 až 65 tisíc za minutu, rychlost vrtání závisí na rychlosti vertikálního posuvu a zdvihu vřeten, tj. na průměru

vrtáku a počtu a síle najednou vrtaných přířezů, záleží také na optimalizaci pojezdů pracovního stolu – maximálně se uvádí 160 děr za minutu. Laicky si lze představit tempo pomalejšího šicího stroje.

Pro zákazníka i pro obsluhu vrtačky je důležitá také kontrola dat na duplicitu vrtání – pokud se vrtá ve stejném místě nebo v těsné blízkosti již vyvrtané díry, dochází k lámání vrtáků. Některé CAD systémy tuto kontrolu provádějí automaticky, u jiných je potřeba ji zapnout nebo data kontrolovat postprocesorem. Vzhledem k ceně nástrojů je tato kontrola více než namístě; pokud je potřeba vyvrtat (lépe řečeno vyfrézovat) drážku, většina vrtaček má vlastní firmware, programové vybavení od výrobce, které vypočítá optimální řezné podmínky; pro zákazníka je tak mnohem snazší zadat výrobci počáteční a koncové souřadnice drážek nebo frézovací výkres, než přemýšlet nad vhodnou posloupností děr...

4. 2. Data pro zhotovení filmových předloh

Na rozdíl od vcelku jednoznačných formátů pro vrtání je škála možností pro zhotovení filmových předloh značně široká. Podle typu zařízení lze uvést tři skupiny strojů a k nim se vážících dat:

- ♦ Vektorové fotoplottery (Gerber, Emma, Aristo, Admap) svítily na film žárovkou přes zvolenou clonku, hlava fotoplotteru se pohybovala nad filmem podobně jako u perových plotterů, a i přes optimalizace pojezdů a výměn clonek bylo zhotovení složitějších motivů časově náročnou operací – vždyť i cena filmu se odvíjela od strojového času... Navíc docházelo při vícenásobnému pojezdu nad stejným místem k přexponování nebo podsvícení filmu a bylo třeba kontrolovat a případně upravovat data s ohledem na toto nebezpečí.

♦ Rastrové fotoplottery používají odlišný postup zpracování dat: motiv se nejprve zpracuje v paměti - z vektorového tvaru se konvertuje na bitmapu, a hlava fotoplotteru potom svítí na film po jednotlivých řádcích, podobně jako jehličková nebo inkoustová tiskárna. Zde již vcelku nezáleží na složitosti motivu, spíše na rozlišení použitého fotoplotteru; cena se odvíjí od plochy filmu a doby zpracování.

♦ Osvětlové jednotky používají podobný princip konverze vektorového tvaru na bitmapu a následný osvit - zjednodušeně řečeno pracují jako velké laserové tiskárny, které svítí přímo na film, upevněný na otáčejícím se bubnu. Zde již závisí cena filmových předloh jen na rozlišovací schopnosti osvitové jednotky, a filmy se účtují podle plochy. Aby situace nebyla zase tak jednoduchá, vyskytují se u osvitových jednotek hned dvě nectnosti: jednak některá zařízení "šilhají", takže místo obdélníku vysvítí kosodélník. Tiskařům tato chyba nevadí, protože filmy přikládají na sebe, takže se chyba neprojeví. Naopak u plošných spojů, kdy se jedna strana přikládá na líc a druhá na rub přířezu, se chyba zdvojnásobuje a u rozměrnějších motivů nelze filmové předlohy řádně usadit. Druhou oblastí chyb je nepřesnost v ose Y. Existují totiž dva typy osvitových jednotek: buď se film při osvitu odvíjí z role na buben, nebo se film nejprve navine na buben, odstříhne požadovaný formát, a poté se teprve svítí. Je nasnadě, že druhý způsob není zatížen chybami při nerovnoměrném odvíjení filmu z role a že takto konstruovaná osvitová jednotka je mnohem přesnější.

Rozdíl mezi rastrovým fotoplotterem a osvitovou jednotkou je v upevnění filmu. U plotteru je film v rovině

```
%
T1
X000000Y000000
X012573Y000000
X012573Y012827
T1
X000762Y000762
X000762Y001270
X000762Y004699
X000762Y005207
X000762Y008636
X000762Y009144
```

```
X009652Y001714
X009652Y004635
X009652Y005651
X009652Y008572
X009652Y009588
TO
M30
```

Ukázka - část výpisu dat ze souboru *.DRL

a hlava pojíždí v ose X i Y, u osvitových jednotek je film navinut na otáčejícím se bubnu a laserový paprsek je rozmítán zrcátkem nebo elektromagnetickým polem. Zde uvedené principy jsou pochopitelně jen obecné a slouží spíše pro představu - jednotlivé typy zařízení se liší konstrukčním zpracováním, podporou různých množin formátů vstupních dat, rozlišovací schopností, přesností, rychlostí zpracování, stupněm automatizace celého procesu od zavedení filmu přes osvit po vyvolání a usušení hotového plátu...

Ať už výrobce nebo konstrukční kancelář používá ke zhotovení filmových předloh libovolné zařízení, ustálil se přenos dat od zákazníka na formátu Gerber, nejlépe v původním tvaru s definicí D-kodů pomocí tabulky. Je opět výhodné nastavit si tabulku v CAD systému podle výrobce a dodávat data v ověřené podobě.

V poslední době generují některé CAD systémy data pro Gerber včetně definice clonek, takže odpadají sice problémy s přiřazením správné tabulky k datům, avšak vznikají nové problémy při konverzích dat. Časem zřejmě tato varianta tvaru dat převládá, v současnosti se používají obě metody. Další možností je formát PostScript, ale i zde narážíme na nejednoznačnost dat. Celkově vzato: nejvhodnější je se s výrobcem nebo konstrukční kanceláří domluvit na vhodném formátu dat, vyzkoušet jej a poté již neměnit, pokud nenastanou ke změně vážné důvody...

Důležitější než výše zmíněné podrobnosti jsou pro běžného zákazníka otázky typu zrcadlení předloh, negativní či pozitivní zpracování. Zvolená kombinace opět závisí na počtu přířezů v zakázce, na tom, zda je současná verze konečná či zda se jedná o prototyp, a tak dále. Celkově lze říci, že převážná většina zakázek se zadává v pozitivním tvaru jako matrice - tj. nezhotovují se výrobní kopie a filmové předlohy jsou přímo použity k výrobě desek s plošnými spoji. V tomto případě se strana spojů svítí nezrcadleně, strana součástek zrcadleně, motivy mědi jsou černé. U předloh pro nepájivou masku jsou černé plochy, které budou odmaskovány (pájecí plošky, okraje desky), předlohy pro potisk se generují zrcadleně a negativně (nepotříštěná plocha je černá, text a grafika potisku jsou průhledné).

Jednoduchou pomůckou pro zapamatování výše uvedeného poněkud nepřehledného množství informací je tato představa: Vyvolaný film se tváří jako kniha - fotocitlivá emulze je na povrchu, podobně jako titulní stránka knihy, pod ní je nosný materiál, podobně jako další stránky, tvořící celou knihu. Na přířez se filmová předloha přikládá tak, aby při osvitu procházelo ultrafialové světlo nejprve nosným materiálem (knihou) a teprve poté fotocitlivou emulzí (titulní stránkou), přiléhající k přířezu. Pokud se filmové předlohy zhotovují jako originál, ze kterého se budou pro velké série zhotovovat kontaktním způsobem výrobní matrice, je systém zrcadlení právě opačný. Tolik k zrcadlení či nezrcadlení - pozitivní či negativní provedení filmových předloh závisí na technologickém postupu toho kterého výrobce. Výše uvedené provedení se používá podle mých informací asi nejčastěji.

4. 3. Frézovací data, dělení desek v přířezu

K dělení desek v přířezu je možné použít několik metod - nejjednodušší je stříhání na padacích nůžkách s optickým zaměřením nebo řezání diamantovou pilou, dále může být použito drážkování nebo frézování, kdy se jednotlivé desky vylámou z přířezu až po osazení a zapájení, stále se ale víceméně jedná o pravouhlé nebo přímočaré záležitosti.

Pro tvarově složitější desky je jedinou možností frézování okrajů, případně doplněné stříháním nebo drážkováním přímočarých obrysů. Frézování je vhodné pro kusové i sériové zpracování, nevýhodou je při větších sériích doba zpracování. Pro hromadnou výrobu je výhodnější použít prostřihávání nebo lisování, vzhledem k ceně nástrojů je ale nasazení takové techniky vhodné až při mohutnějších objemech zakázek. Kompromisem nebo spíše další možností je "lochování" - postupné vystřihávání. Představme si například klasické desky do PC s přímým konektorem - oblast kolem konektoru lze lochovat, ostatní obrysy ořezat nebo ostříhat.

Rozhodnutí o způsobu dělení desek v přířezu je na zákazníkově. Pro podmínky kusové a malosériové výroby převažuje stříhání a řezání, u tvarových desek frézování - výrobce nebo konstrukční kancelář na základě dodaného náčrtu zhotoví výkresovou dokumentaci a případně data pro frézování.

Poslední otázkou jsou cenové relace - stříhání nebo řezání je většinou již v ceně zakázky, navýšení ceny je tedy nulové, cena za lochování je stanovena víceméně dohodou podle pracnosti a případného zhotovení prostřihávacího nástroje, frézování u větších výrobců vychází na cca 300 Kč za přípravu dat a 5 až 15 Kč za decimetr pojezdu frézy podle objemu zakázky.

4. 4. Panelizace

Většina výrobců desek s plošnými spoji má stanoven minimální účtovatelný rozměr "čisté" plochy přířezu (v tomto případě lépe řečeno panelu), takže zvláště u menších desek vyvstává otázka panelizace. Zde rozlišujeme panelizaci nutnou, podmíněnou a nadbytečnou.

Nutná (nebo spíše vhodná) panelizace je případ, kdy plocha jedné destičky je mnohem menší, než minimální rozměr panelu. Např. destička má plochu

```
PROSYS
COUN-01
DPS, NM, HAL

T1 0.9 194 + 3 SVRT.
T2 1.1 17
T3 1.4 6
T4 0.8 13
T5 6.4 1
T9 0.9 POPIS

ROZMER PANELU X-193.04 Y-73.41 MM
VRTANI JE PRO 1 MOTIV
NULOVY BOD = 1.SVRTAVACI OTVOR
XXXX-X
24.3.2000\FT (PROSYS)
```

```
%3001
X000000Y000000T1
X019304Y007340
X019304Y000000
X004191Y003937T1
X004191Y004445
X004191Y005334
```

```
X014668Y003302
X015684Y003683
X006921Y002540T5
$
T1D90S52F26R100
T2D110S50F25R100
T3D140S46F23R100
T4D80S52F26R100
T5D640S20F7R65
T9D90S52F26R100
$
```

Data ze souboru *.S&M - ukázka

```
*****
*                               *
*      FLY14 MANUFACTURING REPORT      *
* Format      : EXCELLON                *
* PCB Filename : KOREKCEP.PCB          *
* Drill Filename : KOREKCEP.DRL        *
* 100 DBU      : 2.54 mm               *
* Output units : Metric                 *
* Date         : 10.cervenec 2000      *
*****
```

Minimal and maximal values of coordinates:
 MIN x : 0.00 mm MIN y : 0.00 mm
 MAX x : 125.73 mm MAX y : 128.27 mm

TOTAL COUNT OF HOLES = 318

TOOL	SIZE [mm]	COUNT
1	0.800	168
2	0.900	84
3	1.300	63
1	0.800	3 svrtavaci otvory

Deska jednostranná - vrtat ze strany součástek.

```
G54D75*X04575Y01325D03*X04575Y01625D03*
X04575Y01425D03*X04575Y01825D03*
X04875Y01625D03*X04575Y01225D3*
X04575Y01525D03*X01325Y00550D03*
X04875Y01725D03*X04875Y01525D03*
X04875Y01425D03*X04875Y01325D03*
X04875Y01225D03*X04875Y01125D03*
X04875Y01825D03*X04575Y01125D03*
X04575Y01725D03*X02150Y01575D03*
X03425Y01575D03*X04100Y01325D03*
X04400Y01325D03*X02250Y01375D03*
X02475Y01375D03*X04475Y00925D03*
X04700Y01725D03*X04675Y00925D03*
X04700Y01525D03*X04875Y00925D03*
X04700Y01625D03*X04575Y02875D03*
X04575Y03175D03*X04575
```

Zápis pro obsluhu vrtáčky

0,2 dm² a minimální účtovatelný rozměr je 1,2 dm². Většina zákazníků určitě uvítá možnost za stejnou cenu dostat místo jednoho kusu šesti desek – zvýšené náklady na panelizaci a filmové předlohy se jim zcela jistě vyplatí...

Podmíněná neboli sporná panelizace nastává v případech, kdy plocha jedné desky je téměř srovnatelná s minimální plochou panelu nebo technologické minimum plochy dokonce převyšuje, ale bude se dělat větší série. Pak záleží na dohodě zákazníka s výrobcem, zda bude kalkulovat podle počtu kusů nebo podle počtu přířezů. Pokud by kalkuloval výrobce podle počtu přířezů, je situace pro zákazníka nepříznivá: zaplatí panelizaci, větší filmy a ještě "spadne" do dražší kategorie podle počtu vyráběných přířezů. Druhým extrémem je výroba stovek decimetrových přířezů... Takže východisko je buď v dohodě, nebo ve volbě sice druhého způsobu, kdy si ale výrobce zhotoví panel podle svých představ a na svůj vrub. Jsme ale lidé, tak se raději dohodneme...

Nadbytečná panelizace přichází v úvahu, když se jedná o sérii cca deseti decimetrových desek a provádí se panelizace po třech až pěti kusech. Obzvláště pokud se jedná o prototypy, jsou peníze, investované do filmových předloh a panelizace prakticky vyhozené oknem... Jako rozumné východisko opět vychází dohoda s výrobcem nebo konstrukční kanceláří, kde provedou kalkulaci pro jednotlivé varianty panelizace a výrobní série. Obecně lze v tomto případě doporučit na ověřovací sérii panelizaci po dvou kusech a filmové předlohy zhotovit jako matrice, pro sériovou výrobu volit panelizaci s ohledem na optimální velikost přířezu podle výrobce a filmové předlohy zhotovit jako originál.

4. 5. Dodatečné úpravy – postprocesing

V předchozí kapitole jsem popsal způsoby panelizace ze spíše ekonomického hlediska, nyní se budeme zabývat technickou stránkou. Panelizaci a další dodatečné úpravy lze provádět jak v "mateřském" CAD systému, tedy v systému, ve kterém byla deska navržena, tak v tzv. postprocesorech, kde se zpracovávají již hotová data pro osvit a vrtání.

Je nabíledni, že práce v mateřském prostředí je neefektivnější, ale jen v případě, kdy panelizaci

provede přímo autor projektu nebo když obě strany (autor i konstrukční kancelář nebo výrobce) používají stejný software. V ostatních případech je možné použít výše zmíněné programy (ECAM, PLTIN, PSMOVE, E-View, ...). Funkce těchto postprocesorů po načtení dat z některého z podporovaných formátů jsou hlavně editační: na úrovni práce s bloky pro panelizaci, na úrovni práce s entitami pro změny velikosti pájecích plošek, tlouštěk spojů, a na úrovni grafického editoru – pak je možné posouvat spoje, piny, dodělat nebo mazat spoje, piny, plochy. Druhou skupinou funkcí postprocesorů je vytváření grafické databáze pro zvolený CAD systém – tyto soubory pak lze dále zpracovávat ve zvoleném systému. Třetí skupinou funkcí je vygenerování dat pro výrobu, tj. dat pro zhotovení filmových předloh a vrtacích dat podle požadavků příslušného výrobce. Podrobný popis vlastností a schopností jednotlivých programových produktů se vymyká rámci tohoto

```
G04*
G04 File:ukazka.PLT*
G04 Source: FLY PCB SYSTEM (c) 1998, ProSys*
G04 Format: Gerber Format (RS-274-D), ASCII*
G04*
G04 Format Options: Absolute Positioning*
G04 Leading-Zero Suppression*
G04 NO Circular Interpolation*
G04 Inch Units*
G04 Numeric Format: 2.3 (XX.XXX)*
G04*
$PSLAX23Y23*%
$M0IN*%
$ADD329C,0.00800*%
$ADD334C,0.01000*%
$ADD26C,0.06000*%
$ADD29C,0.07200*%
$ADD30C,0.08000*%
$ADD339C,0.01200*%
$ADD25C,0.05600*%
$ADD410C,0.04000*%
$ADD563C,0.10000*%
$ADD461C,0.06000*%
G54D26*
X00650Y00650D03*
X00150Y00650D03*
X00650Y00550D03*
X00150Y00550D03*
X00150Y00450D03*
X01100Y00500D03*
X01100Y00600D03*
X01100Y00700D03*
X01100Y00800D03*
X01100Y00900D03*
X01100Y01000D03*
X01100Y01100D03*
X00800Y01100D03*
X00800Y01000D03*
X00800Y00900D03*
X00800Y00800D03*
```

Data ze souboru ukazka.ph;
formát Gerber RS 274

Data ze souboru korekce.ph; standardní formát Gerber

seriálu, a popravdě řečeno, pro většinu čtenářů by byl víceméně nezajímavý.

Poněkud neobvyklou možností postprocesingu je převedení zakázky do CAD systému, ve kterém pracuje konstrukční kancelář či výrobce. Obzvláště u "živých" zakázek je tento, byť na první pohled krkolomný způsob, asi nejlepší – při častých změnách totiž odpadá neustálé konverze dat a zákazník získává kompletní dokumentaci, nehledě k tomu, že většina výrobců a konstrukčních kanceláří bezplatně archivuje výrobní podklady (alespoň vrtací data a filmové předlohy; pokud byly prováděny úpravy, pak i konečné databáze projektů), takže při opakované výrobě či dalších změnách stačí jen zavolat nebo poslat objednávku.

4. 6. Příklad – Formát Excellon a Sieb&Meyer

Formát pro vrtáčku Excellon patří a stále patří k těm formátům, které podporuje snad každý CAD systém, včetně těch nejjednodušších.

V dále uvedených datech standardního formátu Excellon mají jednotlivé zkratky a symboly následující význam:

- ◆ Znak % je začátek dat, před ním může být uveden komentář.
- ◆ Znak T a následující číslo je pořadové číslo vrtáku.
- ◆ T0 je odložení posledního nástroje.
- ◆ T1 a první troje souřadnice jsou svrtávací otvory.
- ◆ X a šestimístné číslo je x-ová souřadnice v setinách milimetru.
- ◆ Y a šestimístné číslo je y-ová souřadnice v setinách milimetru.
- ◆ Znak M a číslo je strojový příkaz.
- ◆ M30 je příkaz pro konec vrtání.

Formát pro vrtáčky typu Sieb&Meyer a kompatibilní má téměř shodnou strukturu jako formát Excellon. Opět začíná komentářem až po znaky %, následované příkazem 3001 () a blokem dat. Vystavba dat je opět šestimístná v setinách milimetru, rozdíl je vurčení nástroje (například T1, ... Tn) na konci prvních souřadnic pro příslušný vrták. Datový blok končí znakem \$, následuje seznam nástrojů, jejich průměrů a řezných podmínek. Soubor končí znakem \$. Řezné podmínky vycházejí z informací od výrobce a na tomto místě je asi nemá smysl rozpitvát.

Zajímavé obvody SGS-Thomson

STGD3NB60SD

Bipolární tranzistory s izolovaným hradlem pro výbojky s vysokou intenzitou světla

Jednou z hlavních překážek využití tranzistorů IGBT (bipolární tranzistory s izolovaným hradlem) v malovýkonových můstkových zapojeních je nutnost použít "volnoběžnou" diodu: výhoda mnohem vyšší proudové hustoty IGBT se ztrácí nutností zaplatit navíc za diodu, připojenou zvenčí k IGBT, která je u výkonových tranzistorů MOSFET zdarma. Ušetřit místo i výdaje navíc je možno jedině konstrukcí, jež v jednom pouzdru obsahuje dva čipy, tj. IGBT a k němu antiparalelně připojenou účinnostní ("volnoběžnou") diodu. Popsanou nevýhodu překlenula firma ST tím, že uvedla na trh novou součástku, označenou STGD3NB60SD, což je právě IGBT s unikátní integrovanou účinnostní diodou a nabídla tak uživatelům cenově efektivní a kompaktní řešení jejich aplikací. Osvědčená struktura "PowerMESH", optimalizovaná epitaxní technologie a vlastní firemní technologie zakončení hran "SIPS" poskytují nové součástce bezkonkurenčně nízké spínací ztráty (typicky 1,1 V při 3 A) a vlastnosti optimální diody.

Vlastnosti

Podobně jako všechny součástky s malým úbytkem napětí v sepnutém stavu i STGD... patří ke skupině "S" obvodů IGBT. Tyto obvody se vyznačují těmito hlavními vlastnostmi:

- ♦ velmi nízký úbytek napětí v sepnutém stavu ($V_{CE(sat)}$);
- ♦ velké přípustné proudové zatížení;
- ♦ malý náboj řídicí elektrody (malá vstupní kapacita);
- ♦ vysoce účinné zaoblené hran ("SIPS");
- ♦ malý úbytek napětí na otevřené diodě (V_{fec}).

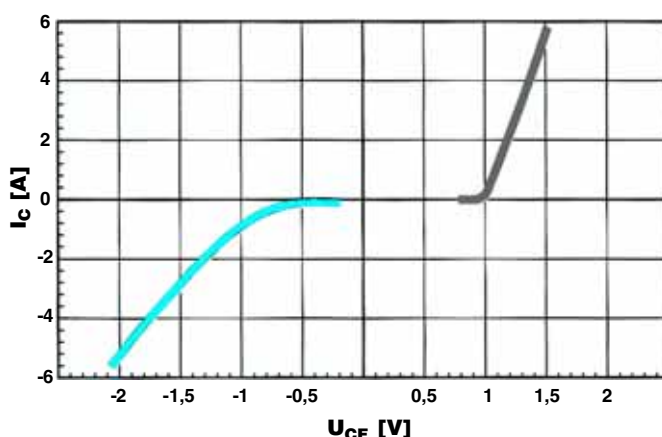
Díky těmto vlastnostem patří řada obvodů IGBT k tomu nejlepšímu, co je v současné době v tomto oboru na trhu dostupné.

Výhody

Díky cenové efektivitě této součástky může firma ST nabídnout svým zákazníkům jednoznačně nejlepší řešení všech topologií můstkových níkovýkonových napájecích měničů (do 100 W), pracujících při nižších kmitočtech než 1 kHz.

K hlavním výhodám patří:

- ♦ integrovaná účinnostní dioda;
- ♦ kompaktní pouzdro pro povrchovou montáž (SMD-DPAK);
- ♦ vysoká spolehlivost.



Výstupní charakteristiky s diodou IGBT ($U_{GE} = 15 \text{ V}$)

Výbojky s velkou světelnou intenzitou (HID – *High Intensity gas Discharge lamp*) se používají např. ve výrobě automobilů, kde však jsou zcela novou aplikací. Začínají být využívány pro dosažení větší účinnosti hlavních světlometů vozidel. Hlavní výhody takového systému, jehož zjednodušené blokové schéma je na obrázku, jsou:

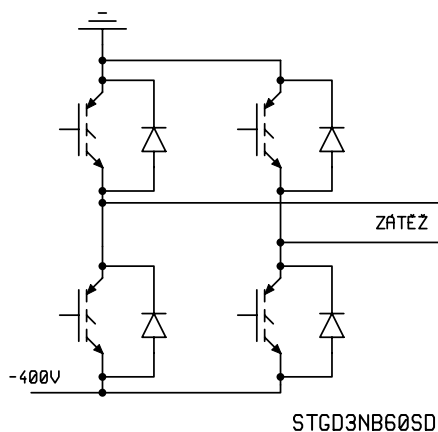
- ♦ velká účinnost: více, než 70 lumenů na Watt, což je asi třikrát větší účinnost než u tradičních žárovek pro hlavní světlometry;
- ♦ čisté bílé světlo: přináší zvláště důležitou výhodu ve zvýšení bezpečnosti noční jízdy prostřednictvím "neoslňujícího" efektu ("anti-dazzling");
- ♦ velmi dlouhá životnost: je jistě zajímavé, že osvětlovací systém (včetně vlastní výbojky) svou životností patrně přesáhne životnost celého automobilu.

Jedinou nevýhodou je složité ovládání a nezbytná napájecí elektronika, jež celé zařízení prodražují a omezují jeho používání na vozidla vyšších cenových skupin ("C" až luxusní). Nicméně vysoká úroveň bezpečnosti, poskytovaná touto aplikací, jakož i předpokládaný trvalý pokles cen elektronických produktů, předurčují velmi žádoucí rozšíření této techniky i na vozidla nižších cenových kategorií v blízké budoucnosti.

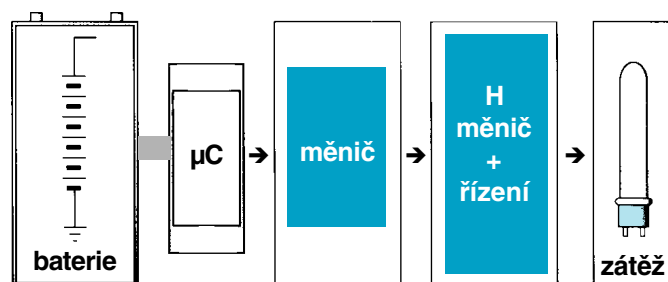
Popis systému

Vysokofrekvenční "zvyšovací" konvertor, osazený výkonovým tranzistorem MOSFET typu "NB", vytváří napájecí napětí




Schéma invertoru

kolem 100 V. Úkolem následujícího invertoru je napájet výbojku vysoce symetrickým střídavým napětím s nízkým kmitočtem a s příkonem kolem 35 W. Je zde vyžadován spínací prvek s odolností proti průrazu 600 V, pracující při kmitočtu kolem 450 Hz. Tyto hodnoty jsou zvoleny tak, aby spínací ztráty použitých výkonových prvků byly minimální.

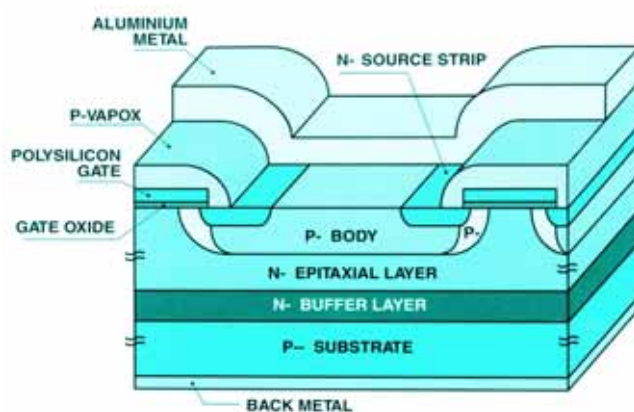

Blokové schéma – připojení výbojky s velkou světelnou intenzitou (HID – High Intensity gas Discharge lamp)

Soudobé řešení používá pro tento stupeň výkonové tranzistory (s odporem 0,75 Ω v sepnutém stavu) MOSFET, jako jsou STB9NB60, nebo tranzistory IGBT s antiparalelní účinností diodou v pouzdru DPAK, nebo D²PAK.

Invertor musí též dodat špičkový výkon pro rychlý zážeh (start) výbojky; k nejkritičtější ztrátám výkonu dochází, spíná-li invertor proud kolem 2 A.

Z uvedeného důvodu byl pro porovnání zvolen úbytek napětí na spínacím prvku při proudu 2 A a pro tři druhy spínačů uveden v přehledné tabulce.

prvek	U_{on} [V]*	pouzdro	dioda
STGD3NB60SD	1	DPAK	integrována
comp. IGBT	1,3	DPAK/D ² PAK	hybridní
STB9NB60	3	D ² PAK	vestavěná

Tabulka porovnání spínacích ztrát; pozn. * ... typický úbytek při výstupním proudu 2 A

Průřez PowerMESH IGBT

Nová řada zvyšovacích měničů DC/DC od Texas Instruments

Prodloužit životnost a dosáhnout lepšího výkonu přenosných systémů napájených z jednoho i dvou článků umožní použití nových integrovaných zvyšovacích měničů s indukčností TPS6100x. Protože k náběhu měniče postačí ještě 0,9 V a následné spolehlivé fungování dokonce 0,8 V, lze dokonale využít energie obsažené v baterii. Tu mohou tvořit jeden nebo dva akumulátory NiCd případ-

ně NiMH nebo i primární alkalické články. V případě jednoho článku lze z výstupu odebrat 100 mA, při dvou článcích až 200 mA. 6 typů má pevné výstupní napětí mezi 1,5 V a 3,3 V, existuje i provedení s možností jeho nastavení. K prodloužení života baterie přispívá vedle účinnosti přes 90 % i nízká vlastní spotřeba TPS6100x pod 50 mA a možnost přepnutí do úsporného režimu. Počítá se s použitím v osobních digitálních asistentech, mobil-

ních telefonech, přenosných lékařských přístrojích a přehrávačích a pro nové generace digitálních signálových procesorů (DSP) s nízkým napájecím napětím 1,5 V nebo 1,8 V. Obvody jsou vyráběny v prostorově úsporných 10-vývodových pouzdech MSOP a k dispozici budou i vývojové stavebnice urychlující návrh zdrojové části konkrétní aplikace. Na Internetu naleznete Texas Instruments na adrese <http://www.ti.com/sc/>.



– dokončení ze str. 29 –

4. 7. Příklad – formát Gerber

Následující dvě ukázky obsahují formát dat pro standardní modely Gerber a novější formát pro Gerber RS274. Vzhledem k tomu, že nikdo z čtenářů asi nebude psát konverzní programy nebo se strukturou dat hlouběji zabývat, následují ukázky obou formátů dat bez komentáře, jen jako ilustrativní příklad.

4. 8. Popis obrazových příloh

K této i k dalším kapitolám jsou přiřazeny obrazové přílohy – jedná se o průběžně zpracovanou fiktivní zakázku "KOREKCEP". Jedná se o klasický

Van Baxandellův dvoupásmový korektor hloubek a výšek, doplněný obvodem stereováh. Na tomto jednoduchém příkladu si ukážeme postup při zpracovávání projektu – jak by postupovala konstrukční kancelář ProSys. Uvedeny byly a průběžně budou výkresy, data, dokumentace. Navíc bude tato fiktivní zakázka, zpracovávaná v editorech systému FLY Junior umístěna na stránce www.prosys.cz a je možné si stáhnout jak data, tak i funkční programové vybavení, které bylo při této zakázce použito.

Popis jednotlivých obrázků je snad natolik výmluvný, že není potřeba dalšího komentáře...

– pokračování příště –

Malá škola praktické elektroniky

(45. část)

Bezkontaktní spínání

Klíčová slova: spínač, regulátor, bezpečné oddělení

V minulém čísle jsme si vyzkoušeli činnost tyristoru a triaku při fázové regulaci výkonu zátěže. Praktických návodů a schémat najdete dost v různé literatuře a technické dokumentaci. Důmyslných, určených pro nejrůznější použití a apli-

ka se třemi vývody, která umožňuje regulovat zátěž až 250 W připojenou na síťové napětí až 240 V. V katalogu tyto součástky najdete pod názvem *Phase Control Regulator*. Viz obr. 1.

Technické údaje

Maximální stálý proud.....1,1 A
Max. špičkový proud.....120 A
Min. udržovací proud zátěže.....25 mA
Vstupní síťové napětí 50/60 Hz.....240 V
Celkový úhel vodivého stavu.....160°
Dosažitelný úhel otevření.....30°–160°
Účinnost přenosu.....99 %
Teplota okolí.....-40 až +70°C
Napěťové oddělení.....2000 V po dobu 1 min.

Z popisu je vidět, že výborně poslouží pro jednoduché aplikace a zátěž do 250 W. Tomu také odpovídají rozměry.

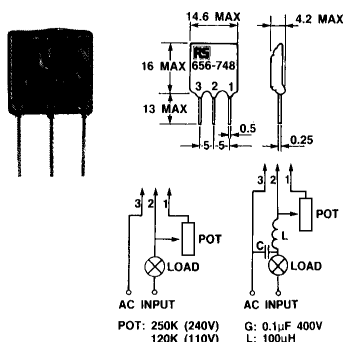
Protože některé fázové regulátory jsou zdrojem rušení v pásmu rozhlasového a televizního příjmu, zapojuje se před regulátor ještě tak zvaný odrušovací obvod, což bývá obvykle tlumivka

ze vhodný triak s chladičem a potenciometr 250 kΩ a zátěž.

Technické údaje

Vstupní síťové napětí
50/400Hz.....50 – 250V
Celkový úhel vodivého stavu.....60°
Dosažitelný úhel otevření.....30° – 160°
Maximální řídicí proud.....50 mA
Skladovací teplota.....-40 až +105 °C

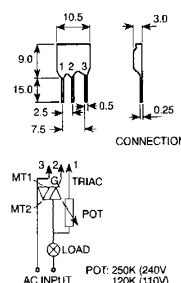
Protože se obvykle používají regulátory pro běžně používané zátěže, vyvinuli konstruktéři již celý hotový regulátor. Viz obr. 3. Je to již kompletní obvod s předchozím řídicím obvodem, triakem s chla-



Obr. 1 - Fázový regulátor výkonu do zátěže v základní verzi a s přidaným odrušovacím členem

kace. Regulátory výkonu řízené fázově lze zjednodušit na principiální schéma s přívodem síťového napětí do zátěže, zátěží a nějakou "černou krabičkou" (což je terminus technicus pro zařízení, do kterého není vidět co v něm je, ale jsou popsány jeho vlastnosti, parametry a funkce). Pro řízení bývá zakreslen také ovládací prvek, v tomto případě poten-

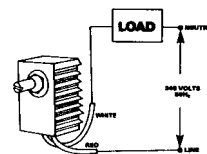
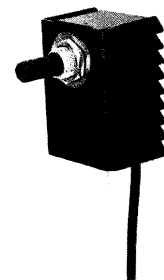
Phase Angle Triac Firing Circuit



Obr. 2 - Obvod pro fázové řízení triaku, který se připojuje na vývody 1-2-3

a kondenzátor. V tomto případě je použita tlumivka 100 µH (musí ale snést proud 1 A) a kondenzátor 0,1 µF, který ale musí být dimenzován na 400 V. Kdyby byl použitý kondenzátor na menší napětí, prorazil by se a zkratoval by obvod.

Na první pohled podobná součástka s názvem *Phase Angle Triac Firing Circuit* (viz slovníček na konci článku a viz obr. 2). Tento obvod firmy Sutronics slouží k fázové regulaci většiny zátěží v rozmezí 1 až 100 A. Je to pouze řídicí obvod pro připojený triak a velikost zátěže je dána velikostí triaku, který tento obvod spíná a chladičem a proto může mít tak malé rozměry. Stačí k němu připojit pou-



Obr. 3 - Snad už jednodušší zapojení regulátoru výkonu ani nemůže být

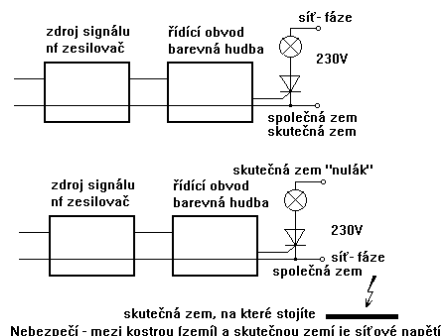
dičem, potenciometrem. Nejdůležitější vlastností je oddělení od sítě a možnost uzemnění. To znamená, že vlastní chladič je možno přišroubovat na uzemněnou kostru zařízení nebo mohutnější chladič a že potenciometr je oddělený od sítě a při dotyku na jeho osičku nemůže dojít k dotyku části spojené se sítí.



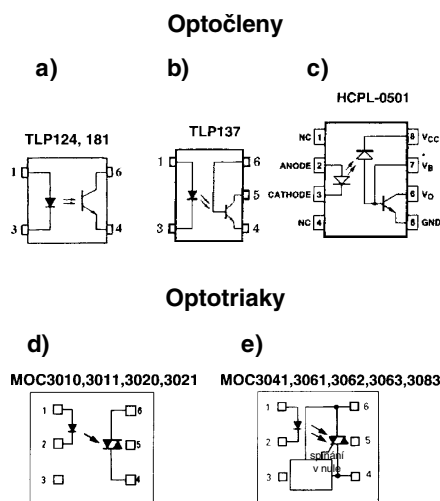
Obr. 1a - Samotná součástka

ciometr s knoflíkem na osičce. Tak uvažovali i výrobci součástek – celý regulátor lze integrovat (další cizí slovo – sloučit) do jednoho celku – součástky. Při hledání v katalogích lze narazit na nejrůznější typy.

Na obr. 1 je jednoduchý regulátor tohoto druhu firmy Sutronics. Toto je celý regulátor. Na první pohled jediná součást-



Obr. 4 - Při připojení fáze na kostru přístroj normálně pracuje, ale mezi kostrou a zemí je plné síťové napětí



Obr. 5 a až c - Ukázky optické vazby svítivé diody na řízený tranzistor; d a e optočlen ve funkci fototriaku

Použití: fázová regulace topných těles, světel, motorů apod. Vlastní chladič umožňuje použití pro zátěže do 5 A.

Technické údaje

Vstupní síťové napětí.....	240 V
Min. udržovací proud zátěže.....	30 mA
Úhel otevření.....	0 - 165°
Provozní teplota.....	-40 až +70°C
Výška.....	44 mm
Šířka.....	33 mm
Hloubka.....	23 mm

Všechny tyto tři popisované součástky jsou pouze na ukázkou, jak pracovat s literaturou, s katalogy, protože při své práci narazíte na spoustu zajímavých zapojení a nových aplikací. Tyto jsou z RS katalogu 97, ale katalogů je spousta. Velice zajímavý a důmyslný obvod je Siemens SLB 0587 vyvinutý speciálně pro účely plynulé regulace osvětlení a byl uveden v KTE magazínu 3/97.

Bezpečné oddělení

Velmi důležité je naprosto bezpečný provoz a obsluha všech zařízení napájených ze sítě. U předchozího popisu re-

gulátorů se jednalo o ucelené zařízení, které bývá celé zakrytované a ani na osičce potenciometru nesmí být v žádném případě nebezpečné dotykové napětí proti zemi. Tyristorové a triakové spínače se ale používají v mnoha aplikacích, kdy je zapotřebí spínat zátěž připojenou k síťovému napětí nějakým zařízením. Typickým příkladem je tak zvaná barevná hudba. Podle rytmu hlubokých tónů – například basy nebo bicích bliká jedna barva světel, při výškách – například sólové kytary, kláves, atd. blikají světla jiné barvy a při středech zase jiná barva. U jednoduché barevné hudby je to třeba po jedné žárovce a u velkých světelných parků celé rampy s reflektory. Řídící obvod je připojen k zesilovačům a jeho výstup je připojen k lampám napájeným ze sítě. A zde je nutné naprosto bezpečné oddělení. Protože řídicí napětí pro triak se přivádí mezi zem a řídicí elektrodu z nějakého zesilovače, je tato zem společná i pro zem síťového napájení. U žárovky je jedno, na kterém přívodu je přívod od fáze a který je zem. Pokud se ale fáze dostane na zem, bude i na "zemním přívodu" barevné hudby. A zase dále, na tuto samou zem je připojený i zesilovač, ze kterého si signál odebírá. A tak by mohl dojít k úrazu při dotyku na kostru zesilovače a na tuto kostru může být připojena i kostra mikrofonu a kytary atd. Viz obr. 4. Proto pozor na některá zapojení publikovaná v časopisech.

Pro ilustraci se podívejte do Rádio plus-KTE č. 10/99 na stranu 6. Toto na první pohled velmi složité zapojení má čtyři výstupy čtyř signálů odváděných z výstupních tranzistorů do dalšího zapojení publikovaného v Rádio plus-KTE č. 11/99. Zde na str. 18 je celé tajemství oddělení. Zajišťují je tak zvané optočleny, kde k přenosu signálu dochází na určitou vzdálenost světlem. Takže oba odvody – řídicí i síťový jsou od sebe dostatečně oddělené fyzicky i elektricky.

Optočleny

Optočleny jsou součástky, kde dochází k přenosu signálu světlem. Viz obr. 5a až 5c. Svítivá dioda je v jednom pouzdru

se světlocitlivým prvkem. Optočlen zajišťuje elektricky nevodivý přenos – tzv. galvanické oddělení. Teď se podívejte do katalogu polovodičových součástek na stránku s optočleny a optotriaky. U optočlenu je světlocitlivá součástka například tranzistor a u optotriaku je světlem spínán triak (viz obr. 5d a 5e), který se používá pro spínání jiného, externího triaku s vlastnostmi, které potřebujeme. Velmi pěkně je stavba popsána například v Rádio plus KTE č. 12/98 str. 15.

Opět je třeba připomenout nezbytné zásady bezpečnosti práce, uváděné v předchozích výkladech.

Trocha technické angličtiny

alternating voltage – střídavé napětí
angle – úhel
amount of energy – množství energie
circuit – obvod, elektronický obvod
firing – spínání (odvozené od slova fire – zápal, zážeh)
load – zátěž
isolate – oddělení
insulate – izolace, izolační schopnost
capability – schopnost, vlastnost
device – zařízení
ensure – zajistit
feature – technická vlastnost, výbava, parametry
power controller – regulátor výkonu
phase control regulator – fázově řízený regulátor
phase angle – fázový úhel
phase angle triac firing circuit – triak spínaný obvodem s fázovým řízením
R.F.I. – radio-frequency interference – rušení na vlnové kmitočtech
time constant – časová konstanta
peak current – špičkový proud
state current – stálý proud
ambient temperature – teplota okolí

Literatura:

- [1] RS Components katalog 1997-98, str. 849
- [2] GM electronic katalog 2000, str. 95, 96
- [3] Rádio plus KTE č. 10/99, str. 5-7
- [4] Rádio plus KTE č. 11/99, str. 18-19
- [5] Rádio plus KTE č. 12/98, str. 15-16
- [6] Rádio plus KTE č. 1/99, str. 17-20
- [7] KTE magazín 3/97, str. 31-33

**Rádio plus
KTE**
Katalogové • Technické • Elektronické

**Seznam stavebnic, uveřejněných v magazínu
Rádio plus-KTE, najdete na www.radioplus.cz**

**Rádio plus
KTE**
Katalogové • Technické • Elektronické

**objednávejte* v redakci písemně, telefonicky i elektronickou poštou:
Rádio plus-KTE, Šaldova 17, 186 00 Praha 8; 02/24818885, fax: 24818886;
e-mail: redakce@radioplus.cz**

*Objednávky ze Slovenska vyřizuje firma GM Electronic Slovakia, s. r. o., Budovatelská 27, 821 08 Bratislava, tel.: 07/559 60 439, fax: 07/559 60 120, e-mail: obchod@gme.sk

Nová rodina mikrokontrolérů MICROCHIP PIC16F87X

Microchip rozšiřuje rodinu 8bitových mikrokontrolérů (mikrořadičů) pro větší flexibilitu návrhů.

Základní parametry:

- Rozsah napájecího napětí od 2,0 do 5,5 V
- Flash paměť programu o velikosti 2K × 14 bitů
- EEPROM paměť dat o velikosti 64 byte
- Výpočetní výkon až 5 MIPS při systémovém taktu 20 MHz
- Široké spektrum periférií přímo na čipu včetně 5ti nebo 8mi kanálového 10bitového A/D převodníku

Společným rysem 8mi bitových mikrokontrolérů PIC16F87X je programová paměť Flash o velikosti 2K × 14 bitů a 64bytová EEPROM paměť dat. Mikrokontroléry mohou dosáhnout výpočetního výkonu až 5 MIPS (milionů instrukcí za sekundu) při systémovém taktu 20 MHz a to v širokém rozsahu napájecího napětí od 2,0 do 5,5 V. Tyto mikrokontroléry mají na čipu integrovány periferie (funkce, obvody) pro detekci krátkodobých poklesů napájecího napětí, jeden 16bitový a dva 8mibitové čítače a univerzální sériový synchronní/asynchronní port s podporou tzv. "multidrop" protokolu na sběrnici RS-485. Další periferií integrovanou čipu je 10bitový A/D převodník, který u typu PIC16F870 je 5tikanálový, zatímco typ PIC16F871 má 8mikanálový a navíc ještě paralelní (slave) port.

Mikrokontrolér PIC16F870 je v pouzdru s 28 vývody (piny), pouzdro mikrokontroléru PIC16F871 má buď 40 nebo 44 pinů.



I u této nové rodiny mikrokontrolérů je možné zvolit si typ paměti mezi Flash, OTP a ROM dle potřeb návrháře, přičemž stejné typy s různým typem paměti jsou plně kompatibilní (záměnné).

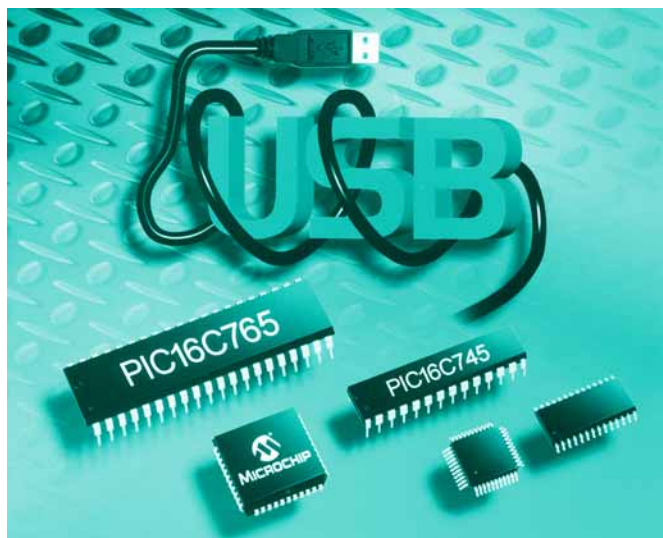
Rodina PIC mikrokontrolérů s rozhraním USB

Základní vlastnosti:

- 8mibitové mikrokontrolery s implementovaným rozhraním USB
- široký rozsah napájecích napětí od 2,5 do 5,5 V
- 8K × 14 programové paměti
- 256 byte datové paměti
- obsahuje unikátní možnost softwarového odpojení od sběrnice
- mnoho dalších integrovaných funkcí včetně až 8mikanálového 8mibitového převodníku

Nová rodina jednou programovatelných (OTP) 8mibitových mikrokontrolérů podporujících sběrnici USB 1.1 (nižší rychlost). Tyto mikrokontrolery disponují unikátní softwarovou technologií pro odpojení od sběrnice USB. Tato vlastnost umožňuje softwarové odpojení zařízení od sběrnice a přitom vlastní hardwarové připojení lze ponechat. Tato vlastnost je vhodná např. ve fázi ladění, kdy potřebujeme vyvíjené zařízení často rekonfigurovat. Při využití této technologie nemusíme kabel fyzicky odpojovat, což je velká výhoda.

První dva zástupci této rodiny, PIC16C745 a PIC16C765, disponují 8K × 14 OTP programové paměti a 256 byte datové paměti. Typ PIC16C745 je zapouzdřen v 28mivývodovém pouzdru a poskytuje celkem 22 vstupně/výstupních portů včetně 5tikanálového 8mibitového A/D převodníku. Typ PIC16V765 je zapouzdřen ve 40tipinovém pouzdru a poskytuje celkem 33 vstupně/výstupních pinů včetně osmikanálového osmibitového převodníku.



Z dalších periférií, které obsahují oba zástupci jmenujme napěťovou referenci typu "band-gap", detektor krátkodobých poklesů napájecího napětí ("brown-out detection"), Capture/Compare jednotku, jednotku pro PWM, univerzální synchronní/asynchronní sériový interface, jeden 16bitový časovač, dva 8mibitové časovače, obvod Watch-dog.

Stykový obvod MCP2510 pro CAN sběrnici

Základní vlastnosti:

- SPI sériové rozhraní
- přerušení
- filtrace / maskování zpráv
- podpora všech mikrokontrolérů PIC – tedy kompatibilní se všemi typy
- ideální pro aplikace v zarušeném prostředí (s vysokým EMI)

MCP2510 je výkonný, samostatný (stand-alone) mikrokontroler podporující CAN specifikaci ve verzi 2.0. Pro jednoduchý styk s aplikací (s řídicím procesorem) je vybaven SPI sériovým rozhraním.

MCP2510 zajišťuje přímou podporu CAN sběrnice pro více než 100 člennou rodinu procesorů PIC a tím umožňuje bezproblémové využití této sběrnice v mnoho aplikacích. Do existujících aplikací je možné jednoduše implementovat (přidat) rozhraní CAN, neboť styk s řídicím procesorem aplikace se děje přes seriové rozhraní SPI. To, že celé rozhraní CAN je implementováno do MCP2510, umožňuje systémovým návrhářům použití širokého spektra mikrokontrolérů, neboť vlastní rozhraní CAN nemusí být již implementováno ve vlastním řídicím procesoru. Vlastní specifikace CAN sběrnice podporující vysokou integritu dat spolu s komunikačním protokolem, který podporuje aplikace v reálném čase, je ideální sběrnici pro řízení a komunikaci v elektricky silně zarušeném prostředí.



MCP2510 podporuje práci s přerušením, umožňuje filtraci, maskování zpráv, přiřazení priorit zprávám, obsahuje více funkčních vstupně/výstupních pinů a buffery pro příjem a vysílání, které redukuje výpočetní zátěž mikrokontroléru při komunikaci se sběrnici CAN.

Knihovna “Technology Library 2000” na CD-ROM

CD obsahuje kompletní technické informace o:

- mikrokontrolérech PIC
- vývojových prostředcích pro tyto procesory
- analogových obvodech
- stykových obvodech
- produktech KEELOQ
- non-volatilních pamětech
- periferních obvodech vč. obvodů pro bezdrátovou identifikaci

Toto CD je kopií www stránek firmy Microchip (www.microchip.com) a lze ho využívat pomocí standardního HTML prohlížeče – stejně jako www stránky. CD poskytuje rozsáhlé informace o produktech, aplikační zprávy (poznámky) případně včetně zdrojových kódů, vývojových prostředcích, podpůrných programů pro řídicí aplikace a mnoho dalších informací. Toto CD obsahuje též nejnovější verzi vývojového prostředí MPLAB a zkušební (beta) verzi MPLAB-C18 kompilátoru.



Distributoři Microchip:

GM Electronic – 02/24812606

Insight/MES Praha – 02/4026178

The Microchip name, logo, PIC, PICmicro and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks and Migratable Memory and In-Circuit Serial Programming are trademarks of Microchip Technology Inc. in the USA and other countries.
©1999 Microchip Technology Inc. All rights reserved.

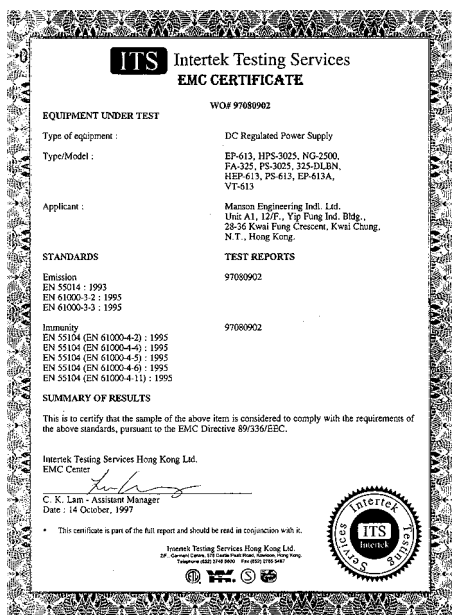

MICROCHIP
The Embedded Control Solutions Company[®]

Explore the Universe of Embedded Control at www.microchip.com

Stabilizované laboratorní zdroje EP-603 a EP-613

Stabilizovaný zdroj je "základním kamenem" vybavení každé elektronické laboratoře či vývojové dílny. Nyní vám představujeme dva nové zdroje ze sortimentu firmy GM Electronic, které jsme mohli v naší redakci vyzkoušet. Věříme, že vás zaujmou. A pro ty z vás, kdo jste nám zaslali příspěvky do soutěže konstruktérů, má toto představení zajímavost dvojnásobnou, neboť jeden z nich bude hlavní cenou právě probíhajícího soutěžního kola.

Laboratorní zdroje EP-603 a EP-613 patří mezi ty lépe vybavené z řady 600. Jejich elektrické vlastnosti jsou zcela shodné a liší se pouze použitým typem displeje pro zobrazení nastaveného napětí a odebíraného proudu, resp. druhem zobrazované hodnoty. Typ EP-603 je, jak je u profesionálních přístrojů poněkud nezvyklé (bohužel) analogovým ručkovým přístrojem pro indikaci obou sledovaných hodnot, zatímco typ EP-613 již obsahuje obvyklý 3 a 1/2-místný LCD zobrazovač. Zdroje jsou vybaveny víceotáčkovými potenciometry pro nastavení výstupní napěťové hodnoty a proudové limity (omezovače). Činnost proudového omezovače je signalizována svitem červené LED nad hlavním vypínačem přístroje. Výstupní svorky umožňují zasunutí klasických šňůr vybavených banánky, nebo je možné přichycení obyčejného kablíku. Zdroje navíc disponují dvěma výstupy pevných napětí 5 a 12 V s proudem každého až 1 A (trvale 0,5 A). Tyto výstupy jsou opatřeny zaklapovacími samo-svorkami (podobné s jakými se můžeme setkat u moderních reproduktorových soustav) pro zasunutí kablíků. Samozřejmě nechybí kromě vypínače i optická signalizace zapnutého přístroje (LED nad vypínačem).



Přestože jsou obě zařízení schopna dodat do zátěže proud až 2,5 A (a navíc samozřejmě až 2 x 0,5 A pro pevná napětí), mají velmi malé rozměry a hmotnosti cca 2,8 kg se mohou řadit mezi velmi kvalitní konstrukční díla. Panel tvoří výlisek z plastické hmoty a zbytek krabice je již z důvodů stínění zhotoven z galvanicky ošetřeného plechu. Pro snazší přenáš-

ení, k němuž svou hmotností a rozměry přímo vybízejí, by bylo vhodné, aby zdroje měly zabudované ucho.

Spolu se zdroji se k nám dostala i certifikační dokumentace a měřicí protokoly, jež proces certifikace provází, a je nutno říci, že naměřené parametry působí velmi dobrým dojmem (šumové napětí typicky 1 mV, max. 5 mV). Bohužel v době psaní tohoto článku nebyl k dispozici český návod k obsluze, avšak jak je u firmy GM Electronic obvyklé, jeho vydání nebude trvat dlouho. Vzhledem k cenám jsou oba nové zdroje naprosto ideální pro domácí použití, jejich velmi dobré technické parametry však jistě vyšlapou oběma přístrojům vyšlapou cestičky také do mnoha profesionálních dílen.

Základní technické parametry:

výstupní napětí	0 – 30 V
výstupní proud	2,5 A
regulace	< 0,05 % + 10 mV
napájení	230Vst/50Hz (120V/60Hz)
rozměry	150x145x200 mm
hmotnost	cca 2,8 kg

Podrobné informace získáte v GM Electronic. Stabilizované laboratorní zdroje EP-603 a EP-613 GM Electronic nabízí pod označením HC-D603EP a HC-D613EP za maloobchodní ceny 3 799, respektive 3 885 Kč.

HC-D603EP

HC-D613EP



Měkké pájky z Kovohutí Příbram, a. s.

Dlouholeté zkušenosti a poznatky nám dovolují nabídnout široký sortiment měkkých pájek pro použití ve všech oblastech techniky a v široké škále tvarů a chemického složení – měkké pájky ve tvaru drátů plněných tavidlem a plných, tyčí pro strojní pájení, pásů, folií a prášku.

Naše výrobky jsou vyráběny v souladu s normou ISO 9002, jejíž certifikát obdržela naše a. s. v roce 1999.

Slitiny – pro měkké pájení se nejčastěji používají slitiny cínu a olova, často s přísadou dalších prvků – mědi, stříbra, vizmutu a kadmia, dále slitina cín – zinek.

Po dohodě lze vyrobit i jiné pájkové slitiny. Dále jsou v sortimentu pásy ze slitin S-Sn60Pb40E, S-Pb60Sn40, S-Sn99,75 a S-Sn70Zn30, folie ze slitin S-Sn60Pb40E, S-Pb60Sn40 a S-Sn99,75, prášek (<100 µm) z pájkových slitin a dezoxidační přísada pro pájecí lázně.

Tavidla pro pájecí dráty

Tavidla kalafunová – Tavidla MTL401 a MTL461 typu 1.1.3 jsou mírně aktivovaná kalafuna. Vykazuje dobrou roztékavost na nezoxidovaném nebo mírně zoxidovaném povrchu, neobsahuje halogenidy. Zbytky tavidla po pájení jsou nekorozní a izolačně odolné. Tavidla MTL408 a MTL468 typu 1.1.2 jsou aktivovaná kalafuna s účinným halogenovým aktivátorem. Zbytky po pájení jsou nekorozní a nevodivé za normálních podmínek. Má výborné výsledky i na vysoce oxidovaném povrchu. Tavidlo L3 je bezhalogenidové typu 1.1.3, vhodné pro použití v technologii povrchové montáže (SMT) po strojním pájení s nízkosušinyovými tavidly, pájky jsou plněny nižším množstvím tohoto tavidla.

Tavidla bez kalafuny: pro silně zoxidované nebo špatně pájitelné povrchy jsou vhodná vodou rozpustná tavidla FB12-11 a MTV125 na bázi anorganických nebo

tabulka základního sortimentu slitin a výrobních tvarů měkkých pájek:

slitina	ČSN, PN	interval tavení °C	výrobní tvar		
			drát s tavidlem	plný drát	lis. tyče
S-Sn63Pb37E	ČSN EN 29453	183	x	x	x
S-Sn60Pb40E	ČSN EN 29453	183 – 190	x	x	x
S-Pb50Sn50E	ČSN EN 29453	183 – 215	x	x	
S-Pb60Sn40	ČSN EN 29453	183 – 235	x	x	x
S-Pb70Sn30	ČSN EN 29453	183 – 255	x	x	
S-Pb75Sn25	PN 681-220	183 – 268		x	
S-Sn62Pb36Ag1,5	PN 681-215	179	x		
S-Sn62Pb36Ag2	PN 681-209	178 – 190			x
S-Sn62Pb37Cu1	PN 681-214	183	x		
S-Sn60Pb36Cu2	ČSN EN 29453	183 – 190	x		
S-Pb48Sn32Bi	PN 681-207	140 – 160	x		
S-Sn50Pb32Cd18	ČSN EN 29453	145		x	
S-Sn99,75	PN 681-305	232		x	
S-PbSn5,5Ag2,5	PN 681-111	286 – 301		x	
S-Sn97Cu3	ČSN EN 29453	230 – 250		x	
S-Sn97Ag3	ČSN EN 29453	221 – 230		x	

organických halogenidů. Zbytky těchto tavidel po pájení musí být při běžných aplikacích omyty vodou.

Pájky pro ruční pájení

Přehled nejčastěji používaných slitin pro ruční pájení – ve formě drátů plněných tavidlem a plných uvádíme formou tabulky.

Měkká pájka S-Sn60Pb40E

Je nejčastěji používaná pájka pro elektroniku a elektrotechniku. Má téměř eutektické složení kovu s minimálním rozdílem teploty tavení a tuhnutí. Tato pájka plněná tavidlem MTL401 vyhovuje pro většinu prací. Pro více zoxidované povrchy nebo snadnější práci se používá tato pájka s tavidlem MTL408. Pro SMT technologii plošné montáže je vhodná pájka s tavidlem L3 se sníženým obsahem tavidla. Pájka s tavidly MTL461 a MTL468 má snížený obsah tavidla při výborné účinnosti, zanechávají pouze malé zbytky tavidla po pájení. Pájecí dráty z této slitiny jsou plněny i dalšími tavidly FB12-11 a MTV125.

Měkká pájka z eutektické slitiny S-Sn63Pb37E

Její použití je obdobné jako výše uvedené pájky S-Sn60Pb40E. Je plněná kalafunovými tavidly.

Měkké pájky S-Pb50Sn50E a S-Pb60Sn40

Mají v důsledku nižšího obsahu cínu poněkud nižší pájitelnost, výhodou je nižší cena.

Měkká pájka S-Sn62Pb37Cu1

Tato eutektická pájka je nasycena mědí, což zabraňuje rozpouštění měděných hrotů páječek a měděných součástek a zvětšuje se také pevnost pájeného spoje. Je plněna aktivovanými tavidly MTL408 a MTL468.

Měkká pájka S-Sn60Pb36Cu2

Pájka se zvýšeným obsahem mědi s obdobnou charakteristikou jako pájka S-Sn62Pb37Cu1. Složení kovu odpovídá ČSN EN 29453. Vyrábí se s tavidly MTL408 a MTL468.

Měkká pájka S-Sn62Pb36Ag1,5

Stříbro, obsažené v pájce, zabraňuje rozpouštění stříbra u stříbrných vývodů a stříbrem pokovené keramiky. Vyrábí se s tavidly MTL408 a L3.

Měkká pájka S-PbSn5,5Ag2,5

Tato pájka s vysokým bodem tavení se používá pro vysokoteplotní aplikace. Tuto pájku vyrábíme jako plný drát bez tavidla od 0,15 mm. Pájka o složení S-PbSn2,5Ag2,5 (interval tavení 286-301 °C) má obdobnou charakteristiku.

Měkká pájka S-Pb48Sn32Bi (Plumbia 6)

Pájka s nízkým intervalem tavení pro teplotně citlivé součástky a pájení spojů v blízkosti předem zapájeného spoje. Pájecí drát je plněn tavidlem MTL408. Nahrazuje ekologicky méně vhodnou pájku S-Sn50Pb32Cd18 (teplota tavení 145 °C), kterou vyrábíme pouze jako plný drát od 0,1 mm.

